



**PENGARUH PROSES BLEACHING TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
KAYU PINUS (*Pinus sp.*) TERSERANG BLUE STAIN**

*(Effect of Bleaching Treatment to Physical and Mechanical Properties of Pine Wood (*Pinus sp.*)
Attacked by Blue Stain)*

Arip Wijayanto^{1*}, Soleh Muhamad¹, Nurhanifah¹, Siska Anggiriani¹

¹Program Studi Teknik Produksi Furnitur, Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu, Jalan
Wanamarta Raya No.20, Kawasan Industri Kendal, Kendal-Jawa Tengah 51371, Indonesia

*e-mail: arip.wijayanto@poltek-furnitur.ac.id

Abstract

The weakness of pine wood as a furniture material is that it is easily attacked by blue stain which causes changes in the color of the wood. In previous research, it was reported that bleaching material i.e. sodium hypochlorite 25% had a significant effect on the color change of pine wood affected by blue stain, but the effect on its physical and mechanical properties was not yet known. The aim of this research was to determine the effect of bleaching materials on the physical and mechanical properties of pine wood attacked by blue stain. Bleaching treatment was carried out at three different concentrations, namely a mixture of bleaching material and water 1:1, 1:2, and 2:1. Then the pine woods that has been treated with bleaching were tested for moisture content, density, modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR) referring to the BS 372-1957 standard. The test results showed that the bleaching treatment had a significant effect on moisture content, MOE, and MOR, but did not affect density. The moisture content of pine woods attacked by blue stains that were treated with bleaching tended to be higher than the control. Meanwhile, the lowest MOE and MOR values were found in pine wood that was treated with bleaching 2:1.

Keywords: bleaching, blue stain, mechanical, pine, physical.

Abstrak

Kelemahan dari kayu pinus sebagai bahan furnitur yaitu mudah terserang blue stain yang menyebabkan terjadinya perubahan warna kayu. Pada penelitian sebelumnya telah dilaporkan bahwa bahan bleaching sodium hipoklorit 25% berpengaruh signifikan terhadap perubahan warna kayu pinus terserang blue stain, namun belum diketahui pengaruh terhadap sifat fisis dan mekanisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis kayu pinus terserang blue stain yang diberi perlakuan bleaching. Perlakuan bleaching pada kayu pinus terserang blue stain dilakukan pada tiga konsentrasi berbeda yaitu campuran bahan bleaching dan air 1:1, 1:2, dan 2:1. Kemudian kayu pinus yang telah diberi perlakuan bleaching diuji kadar air, kerapatan, modulus of elasticity (MOE) dan modulus of rupture (MOR) mengacu pada standar BS 372-1957. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan bleaching berpengaruh signifikan terhadap kadar air, MOE, dan MOR, namun tidak berpengaruh terhadap kerapatan. Kayu pinus terserang blue stain yang diberi perlakuan bleaching memiliki kadar air yang lebih tinggi dibanding kontrol. Sedangkan nilai MOE dan MOR yang paling rendah ditemukan pada kayu pinus yang diberi perlakuan bleaching 2:1.

Kata kunci: bleaching, blue stain, fisis, mekanis, pinus.

PENDAHULUAN

Penggunaan kayu solid di industri furnitur Indonesia saat ini masih banyak digunakan. Beberapa jenis kayu yang

masih digunakan diantaranya jati, mahoni, karet, manga, mindi dan pinus. Kayu pinus yang tumbuh di Indonesia didominasi oleh jenis *Pinus merkusii* Junghuhn et de Vriese



yang umumnya cenderung lebih lunak dibandingkan material kayu lainnya (Kantieva et al., 2021). Oleh sebab itu kayu pinus menjadi mudah dipotong, dibelah, dan dibentuk pada proses pemesinan pembuatan furnitur.

Karakteristik lainnya, yaitu penampakan secara visual kayu pinus memiliki warna kuning pucat sampai cokelat kemerahan (Ogata et al., 2008) dan corak, serat, tekstur yang jelas (Pasaribu, 2008). Pada proses finishing cenderung disukai untuk aplikasi bahan finishing transparan natural yang menampilkan dan menonjolkan keindahan corak, dan tekstur kayu pinus tersebut. Permasalahannya adalah kayu pinus termasuk kayu yang rentan terserang *blue stain* (jamur pewarna biru). Akibat adanya serangan jamur pewarna pada permukaan kayu pinus dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi biru kehitaman. Adanya perubahan warna tersebut dapat menyebabkan turunya harga kayu pinus karena dianggap kayu berkualitas rendah (Agussalim, 2018).

Adanya perubahan warna akibat jamur juga tidak diinginkan dalam proses pembuatan furnitur terutamanya proses *finishing*. Proses *finishing* kayu selain dipengaruhi oleh bahan finishing yang digunakan (Wijayanto et al., 2021) juga dipengaruhi oleh media atau kayu yang digunakan. Warna yang tidak seragam pada permukaan kayu pinus terserang *blue stain* dapat mempengaruhi tampilan akhir produk furnitur yang dihasilkan.

Pencegahan serangan *blue stain* dapat dilakukan dengan pemberian fungisida atau perlakuan dengan zat larutan kimia lain (Ismanto & Martono, 2012). Pemberian

fungisida atau zat larutan kimia lain dapat dilakukan dengan cara dicelupkan, dilaburkan atau disemprot lalu dikeringkan (Listyanto, 2018). Salah satu zat kimia yang sudah digunakan dalam proses *bleaching* yaitu sodium hipoklorit 25%.

Sodium hipoklorit 25% memiliki fungsi sebagai pembersih dan penyeragam warna kayu, serta sebagai penghilang noda bekas *blue stain* dengan mudah dan cepat. Pada penelitian sebelumnya telah dilaporkan bahwa perlakuan *bleaching* sodium hipoklorit 25% dengan berbagai konsentrasi pada kayu pinus terserang *blue stain* memberikan pengaruh nyata pada perubahan warna kayu, namun tidak berpengaruh terhadap sifat *finishingnya* (Wijayanto et al., 2023).

Selain berpengaruh terhadap perubahan warna, penggunaan bahan *bleaching* diduga juga berpengaruh terhadap sifat mekanis dan fisis kayu. Sampai saat ini penelitian mengenai pengaruh proses *bleaching* menggunakan sodium hipoklorit 25% terhadap sifat fisis dan mekanis pada kayu pinus terserang *blue stain* masih belum dilakukan. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan analisis terkait pengaruh proses *bleaching* menggunakan sodium hipoklorit 25% terhadap sifat fisis dan mekanis pada kayu pinus terserang *blue stain* dengan rasio sodium hipoklorit 25% dibanding air 1:2, 1:1, dan 2:1.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah Kayu Pinus terserang *blue stain*, berukuran tebal, lebar, dan panjang (3 x 10 x 30) cm diklasifikasikan berdasarkan tingkat serangannya. Sampel



yang digunakan pada penelitian ini yaitu kayu pinus dengan tingkat serangan *blue stain* yang parah $\pm 85\%$ dari luas permukaan. Bahan *bleaching* yang digunakan yaitu sodium hipoklorit 25%. Alat yang digunakan berupa *universal testing machine* (UTM), *moisture meter* dan kaliper. Pengolahan dan pengambilan data menggunakan program aplikasi *Microsoft Office Excel 2019*.

Perlakuan *Bleaching*

Bahan *bleaching* sodium hipoklorit 25%. dicampur air dengan komposisi berbeda, yaitu: 1:1, 1:2, dan 2:1 diaplikasikan pada kayu pinus terserang *blue stain*. Masing-masing campuran tersebut dikuaskan sebanyak 3 kali pada permukaan kayu Pinus dengan jarak antar penguasan adalah 4 jam. Kemudian kayu pinus dibersihkan dan didiamkan hingga mengering (KA 12% s.d. 14%).

Pengujian sifat fisis

Prosedur pengujian mengikuti BS 373-1957 dan dilakukan secara gravimetri. Sampel uji diukur volume dan ditimbang berat awalnya (V_a dan B_a), kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ sampai beratnya konstan. Pengukuran volume dan dan berat sampel dilakukan sehingga diperoleh VKT dan BKT. Nilai KA dan kerapatan kayu dihitung dengan persamaan:

$$\%KA = \frac{B_a - BKT}{BKT} \times 100$$
$$\rho = \frac{B_a}{V_a}$$

Keterangan:

KA : Kadar air (%)

ρ : Kerapatan (g/cm^3)

BKT : Berat kering tanur (g)

B_a : Berat awal (g)

V_a : Volume awal (cm^3)

Pengujian sifat mekanis

Pengujian sifat mekanis dilakukan setelah proses *bleaching* dengan mengacu BS 373-1957 (British Standards Institution, 1957) untuk pengujian sampel kecil bebas cacat. Adapun sampel kontrol (tanpa *bleaching*) dan sampel yang diberi perlakuan *bleaching* masing-masing terdiri atas 3 ulangan. Ukuran sampel untuk pengujian keteguhan lentur statis memiliki dimensi tebal, lebar, dan panjang (2 cm x 2 cm x 30 cm). Pengujian sifat mekanis dilakukan menggunakan UTM dengan metode *one-point loading* secara terpusat. Sampel uji diletakkan secara mendatar dengan panjang bentang 28 cm. Kecepatan pembebanan 6.6 mm/menit. Dari pengujian diperoleh nilai MOE (*modulus of elasticity*) dan MOR (*modulus of rupture*) yang dihitung menggunakan persamaan:

$$MOE = \frac{\Delta P L^3}{4 \Delta y b h^3} \quad MOR = \frac{3 P_{maks} L}{2 b h^2}$$

Keterangan:

MOR = *Modulus of rupture* (kg/cm^2)

MOE = *Modulus of elasticity* (kg/cm^2)

ΔP = Perubahan beban yang terjadi di bawah batas proporsi (kg)

P_{maks} = Beban maksimum (kg)

L = Panjang bentang (cm)

Δy = Perubahan defleksi akibat beban (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

h = Tebal contoh uji (cm)

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan



bleaching. Perlakuan *bleaching* terdiri atas 4 taraf konsentrasi, yaitu kontrol, 1:1; 2:1; dan 1:2 sebanyak 3 kali ulangan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dengan model mengacu pada Mattjik & Sumertajaya (2013), bila terdapat perbedaan nyata akan dilanjutkan dengan Uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

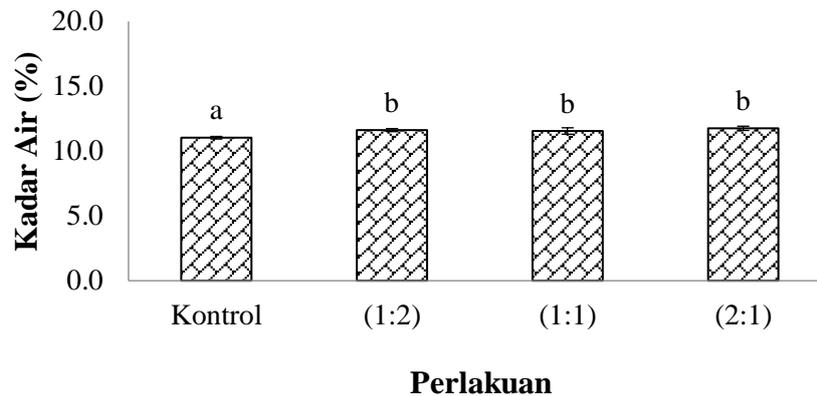
Sifat Fisis

Kadar air kayu didefinisikan sebagai jumlah air yang terdapat dalam kayu dan dinyatakan dalam persen terhadap berat kayu bebas air atau berat kering tanurnya (Shmulsky & Jones, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa KA contoh uji yang diberi perlakuan *bleaching* lebih tinggi dibanding contoh uji tanpa perlakuan. Nilai KA contoh uji kontrol dan diberi perlakuan *bleaching* dengan rasio 1:2; 1:1, dan 2:1 masing-masing besarnya adalah 11.03%, 11.62%, 11.54%, dan 11.75% (Gambar 1).

Hasil analisis keragaman ($p < 0.05$) menunjukkan bahwa nilai KA contoh uji kayu pinus dengan perlakuan *bleaching* berbeda nyata dengan contoh uji kontrol. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pengaruh rasio sodium hipoklorit 25% dan air tidak berbeda nyata. Selain itu, nilai KA yang diperoleh masih di

bawah 14% sehingga dapat diolah lebih lanjut menjadi komponen furnitur. Sebagaimana Badan Standardisasi Nasional (2017) yang menyatakan bahwa syarat umum kayu solid sebagai bahan furnitur tidak lebih dari 14 %. Kayu yang memiliki kadar air yang tinggi maka akan menghasilkan sifat fisis dan mekanis yang kurang baik. Hal ini karena air dapat menyebabkan penurunan kekuatan kayu. Selain itu air juga dapat menyebabkan kayu menjadi lembab dan ditumbuhi jamur yang dapat mendegradasi dan menurunkan kekuatan kayu.

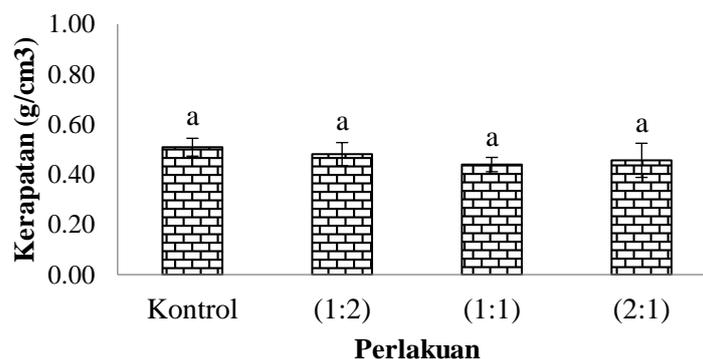
Tingginya kadar air setelah *bleaching* menunjukkan bahwa contoh uji yang diberi perlakuan *bleaching* menyerap air lebih banyak dibanding contoh uji kontrol. Hal ini diduga disebabkan adanya pengaruh sodium hipoklorit yang digunakan sebagai bahan *bleaching* sehingga lebih banyak mengikat air dibandingkan kayu pinus kontrol. Menurut Van Hai et al., (2022) pada saat proses *bleaching* maka sebagian komponen lignin akan terdegradasi. Hilangnya sebagian lignin yang umumnya bersifat hidrofobik dibandingkan selulosa maka kayu yang *dibeaching* akan menjadi mudah menyerap air dan kurang stabil apabila terjadi perubahan kelembaban.



Gambar 1. Nilai kadar air kayu pinus (*Moisture content value of pine wood*)
Keterangan: kadar air tidak berbeda nyata ($\alpha < 0.5$) apabila memiliki huruf yang sama

Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dan volume kayu pada kondisi yang sama (Shmulsky & Jones, 2011). Hasil penelitian (Gambar 2) menyajikan nilai kerapatan contoh uji control dan contoh yang diberi perlakuan *bleaching* dengan perbandingan 1:2; 1:1, dan 2:1 berturut-turut nilainya adalah 0.51 g/cm^3 , 0.48 g/cm^3 , 0.44 g/cm^3 , dan 0.46 g/cm^3 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *bleaching* menyebabkan penurunan nilai kerapatan kayu. Penurunan nilai kerapatan diduga karena hilangnya komponen kimia setelah proses *bleaching*. Berdasarkan hasil analisis keragaman ($p < 0.05$), perlakuan

bleaching tidak berpengaruh terhadap kerapatan contoh uji. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *bleaching* dengan metode pelaburan pada berbagai rasio sodium hipoklorit 25%:air tidak berpengaruh terhadap kerapatan kayu. Kerapatan kayu atau berat jenis dapat berpengaruh terhadap sifat mekanis kayu, semakin tinggi kerapatan atau berat jenis maka akan semakin kuat kayu tersebut (Arsad, 2011). Berat jenis juga mempengaruhi sifat pengerjaan kayu, semakin tinggi berat jenis kayu maka semakin tinggi nilai bebas cacat permesinannya. (Supriadi & Abdurachman, 2018).



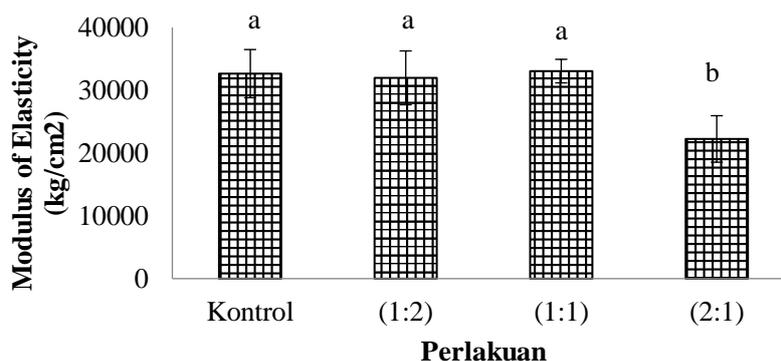
Gambar 2. Nilai kerapatan kayu pinus (*Density value of pine wood*)

Keterangan: Kerapatan tidak berbeda nyata ($\alpha < 0.5$) apabila memiliki huruf yang sama

Sifat Mekanis

Kemampuan suatu bahan dalam menahan beban ke dalam bentuk asli setelah pembebanan disebut MOE atau MOE atau modulus lentur (Shmulsky & Jones, 2011). Nilai rata-rata MOE kayu pinus yang dihasilkan yaitu berkisar antara 22241.76-33042.70 kg cm⁻² (Gambar 3). Nilai MOE terendah yaitu pada kayu pinus dengan perlakuan (2:1), sedangkan perlakuan (1:1) memiliki nilai MOE tertinggi. Meskipun nilai

MOE kayu pinus dengan perlakuan (1:1) memiliki nilai MOE yang sedikit lebih tinggi, namun nilai MOE tersebut memiliki nilai kecenderungan yang sama dengan kayu pinus perlakuan (1:2) dan kayu pinus tanpa perlakuan. Penurunan sifat mekanis dapat dipengaruhi oleh sifat fisis kayu seperti kerapatan dan kadar air. Menurut Arsad (2011) semakin tinggi kerapatan maka semakin kuat kayu tersebut.



Gambar 3. Nilai MOE kayu pinus (*MOE value of pine wood*)

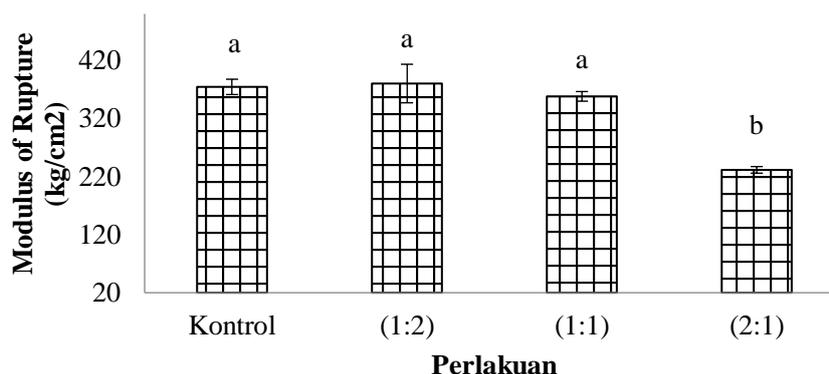
Keterangan: MOE tidak berbeda nyata ($\alpha < 0.5$) apabila memiliki huruf yang sama

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai MOE kayu pinus yang dihasilkan. Selanjutnya hasil uji lanjut Duncan menunjukkan

nilai MOE kayu pinus yang diberi perlakuan (2:1) berbeda nyata dengan nilai MOE kayu pinus yang diberi perlakuan lainnya dan kayu pinus tanpa perlakuan. Namun, nilai MOE kayu

pinus dengan perlakuan (1:1), tidak berbeda nyata dengan pinus tanpa perlakuan dan pinus dengan perlakuan (1:2). Adanya penurunan nilai MOE yang berbeda nyata pada kayu yang diberi perlakuan *bleaching* 2:1 diduga karena terjadi degradasi komponen lignin yang lebih banyak dibanding

dengan komponen lain. Hal ini akibat komposisi bahan *bleaching* yang lebih banyak pada perlakuan 2:1 dibandingkan perlakuan yang lain. Menurut Van Hai et al., (2022) komponen lignin akan terdegradasi pada saat proses *bleaching* berlangsung.



Gambar 4. Nilai MOR kayu pinus (*MOR value of pine wood*)

Keterangan: MOR tidak berbeda nyata ($\alpha < 0.5$) apabila memiliki huruf yang sama

Kemampuan suatu bahan dalam menahan beban maksimum yang dapat ditahan hingga mengalami kerusakan atau deformasi disebut modulus patah (MOR) (Shmulsky & Jones, 2011). Nilai rata-rata MOR kayu pinus yang dihasilkan yaitu berkisar antara 231.43- 380.10 kg cm⁻² (Gambar 4). Kayu pinus dengan perlakuan (2:1) memiliki nilai MOR terendah dan kayu pinus dengan perlakuan (1:2) memiliki nilai MOR tertinggi. Meskipun nilai MOR kayu pinus dengan perlakuan (1:2) memiliki nilai MOR yang sedikit lebih tinggi, namun nilai MOR tersebut memiliki nilai kecenderungan yang sama dengan kayu pinus perlakuan (1:1) dan kayu pinus tanpa perlakuan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan *bleaching* memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai MOR kayu pinus yang

dihasilkan. Hal ini sejalan dengan hasil uji lanjut Duncan yang menunjukkan bahwa nilai MOR kayu pinus yang diberi perlakuan (2:1) berbeda nyata dengan nilai MOR kayu pinus yang tanpa perlakuan dan kayu pinus yang diberi perlakuan lainnya. Namun, nilai MOR kayu pinus dengan perlakuan *bleaching* (1:1), tidak berbeda nyata dengan perlakuan kayu pinus tanpa perlakuan dan kayu pinus perlakuan *bleaching* (1:2). Penurunan nilai MOR pada kayu yang diberi perlakuan *bleaching* mengindikasikan adanya penurunan sifat mekanis kayu tersebut.

Nilai MOE dan MOR pada kayu pinus yang disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4, menunjukkan bahwa kayu pinus dengan perlakuan (2:1) memiliki nilai MOE dan MOR yang rendah. Hal ini diduga disebabkan oleh terdegradasinya ikatan



komponen kimia lignin dan hemiselulosa (Beg & Pickering, 2008). Hal ini sejalan dengan Friedrich & Luible (2016) yang menyatakan bahwa perlakuan *bleaching* cenderung mengalami penurunan nilai MOE dan MOR akibat terdegradasinya komponen struktural kimia kayu. Karamanoğlu & Budakci (2015) menambahkan bahwa kayu yang diberi perlakuan *bleaching* mengalami penurunan tingkat kekerasan. Hal ini disebabkan adanya degradasi lignin dan hemiselulosa pada struktur sel kayu. Adanya degradasi lignin tersebut diduga juga menyebabkan terjadinya penurunan pada kerapatan ataupun berat jenis kayu. Kayu yang berat jenisnya lebih rendah maka cenderung memiliki nilai bebas cacat permesinan yang rendah (Supriadi & Abdurachman, 2018).

KESIMPULAN

Perlakuan *bleaching* pada kayu pinus memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kadar air, MOE, dan MOR, akan tetapi tidak berpengaruh signifikan pada nilai kerapatan. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada kayu dengan konsentrasi *bleaching*:air yaitu 2:1 dan nilai kerapatan paling tinggi terdapat pada kayu kontrol. Hasil pengujian sifat mekanis menunjukkan bahwa nilai MOE dan MOR terendah yaitu pada kayu pinus dengan perlakuan (2:1). Sedangkan nilai MOE dan MOR tertinggi yaitu masing-masing pada kayu pinus dengan perlakuan (1:1) dan pada kayu pinus dengan perlakuan (1:2). Untuk selanjutnya perlu dilakkan pengujian sifat kimia pada kayu pinus terserang jamur pewarna yang diberi perlakuan *bleaching*.

DAFTAR PUSTAKA

Agussalim, A. (2018). Peningkatan

Mutu Kayu Pinus Yang Terserang Bluestain. *Perennial*, 14(1), 28. <https://doi.org/10.24259/perennial.v14i1.5001>

Arsad, E. (2011). Sifat fisik dan kekuatan mekanik kayu akasia mangium (*acacia mangium willd*) dari hutan tanaman industri kalimantan selatan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v3i1.1184>

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Standar Nasional Indonesia Kayu untuk furnitur (persyaratan karakteristik)*. SNI-0608:2017

Beg, M. D. H., & Pickering, K. L. (2008). Accelerated weathering of unbleached and bleached Kraft wood fibre reinforced polypropylene composites. *Polymer Degradation and Stability*, 93(10), 1939–1946. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2008.06.012>

British Standards Institution. (1957). *Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber*. 149–149.

Friedrich, D., & Luible, A. (2016). Investigations on ageing of wood-plastic composites for outdoor applications: A meta-analysis using empiric data derived from diverse weathering trials. *Construction and Building Materials*, 124, 1142–1152. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.123>

Ismanto, A., & Martono, D. (2012). Aktivitas fungisida bahan pengawet kayu berbahan Aktif majemuk terhadap jamur biru (*Diplodia* sp). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*.



- 3(2):146–153.
- Kantieva, E., Snegireva, S., & Platonov, A. (2021). Formation of density and porosity of pine wood in a tree trunk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 875(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012016>
- Karamanoğlu, M., & Budakci, M. (2015). The Restoration of Wood Material With Bleaching. *The XXVIIth International Conference Research for Furniture Industry, October 2015*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1991.7523>
- Listyanto, T. (2018). *Teknologi pengeringan kayu dan aplikasinya di Indonesia*. Yogyakarta (ID): UGM Press.
- Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. (2013). *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. Bogor (ID): IPB Press.
- Ogata, K., Fujii, T., Abe, H., & Baas, P. (2008). *Identification of The Timbers of Southeast Asia and The Western Pacific*. Japan (JP): Kaiseisha Press.
- Pasaribu, G. (2008). Perbedaan sifat fisis-mekanis dan anatomi kayu tusam (*Pinus merkusii*) strain tapanuli dan strain aceh. In *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* (Vol. 26, Issue 2, pp. 166–173).
<https://doi.org/10.20886/jphh.2008.26.2.166-173>
- Shmulsky, R., & Jones, P. D. (2011). *Forest Products and Wood Science. An Introduction. Sixth Edition*. Chichester (UK): Wiley Blackwell
- Supriadi, A., & Abdurachman, A. (2018). Sifat Pemesinan Lima Jenis Kayu Asal Riau. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(2), 85–100.
<https://doi.org/10.20886/jphh.2018.36.2.85-100>
- Van Hai, L., Pham, D. H., & Kim, J. (2022). Effect of Bleaching and Hot-Pressing Conditions on Mechanical Properties of Compressed Wood. *Polymers*, 14(14).
<https://doi.org/10.3390/polym14142901>
- Wijayanto, A., Anggiriani, S., Nurhanifah, Muhamad, S. (2023). Pengaruh perlakuan bleaching terhadap perubahan warna dan sifat finishing kayu pinus (*Pinus sp* .) terserang blue stain. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 15 (1): 13-22,
<https://dx.doi.org/10.24111/jrihh.v15i1.7956>
- Wijayanto, A., Wasono, D., Afkarina, I., Perindustrian, K., Raya, J. W., & Kendal, K. I. (2021). Evaluasi kualitas finishing water and solvent based yang diaplikasikan pada kayu lapis. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 13 (2): 73-82,
<http://dx.doi.org/10.24111/jrihh.v13i2.6852>