

Modulus Elastisitas Kayu Sengon (*Paraserienthes falcataria*) dengan Impregnasi Menggunakan Tanah Lempung

Clay Impregnation on Modulus of Elasticity of Sengon Wood (Paraserienthis falcataria)

Taman Alex^{1*}, Suryadi¹, Budi Winarni²,

¹Program Studi Rekayasa Kayu, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

²Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author: tamanalex2@gmail.com

Abstrak

Perlakuan pengawetan pada kayu Sengon dengan bahan tanah lempung dengan cara diimpregnasi bertujuan untuk meningkatkan sifat kekuatannya terutama kekuatan lentur. Impregnasi adalah proses memasukkan bahan ke dalam kayu dengan cara vakum–tekan yaitu proses pengawetan secara sel penuh. Metode penelitian ini adalah membuat contoh uji kayu Sengon (*Paraserienthis falcataria*) dengan ukuran 3 cm x 3 cm x 40 cm yang diimpregnasi dengan tanah lempung pada tekanan 60 psi selama 2 jam dalam konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% selanjutnya diuji nilai retensi dan diuji kekuatan lenturnya dengan menggunakan mesin UTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa impregnasi dengan tanah lempung pada tekanan 60 psi selama 2 jam dapat menghasilkan retensi pada ke tiga jenis konsentrasi larutan. Sedangkan pada kekuatannya tidak terjadi penurunan bahkan dari tiga macam konsentrasi larutan tanah lempung cenderung menunjukkan adanya peningkatan kekuatan lenturnya.

Kata kunci : modulus elastisitas, lempung, impregnasi

Abstract

Preservative treatment of Sengon wood with clay materials by means of impregnation aims to improve its strength properties, especially flexural strength. Impregnation is the process of incorporating the material into the wood by vacuum-pressing, namely a full-cell curing process. The method of this research was to make a test sample of Sengon wood (Paraserienthis falcataria) with a size of 3 cm x 3 cm x 40 cm which was impregnated with clay at a pressure of 60 psi for 2 hours in concentrations of 2.5%, 5% and 7.5%. then tested the retention value and tested its flexural strength using a UTM machine. The results showed that impregnation with clay at a pressure of 60 psi for 2 hours resulted in retention of the three types of solution concentrations. While the strength did not decrease even from three kinds of concentrations of clay soil solution tended to show an increase in flexural strength.

Keywords: modulus of elasticity, clay, impregnation

I. PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu bahan yang penting bagi kehidupan manusia untuk berbagai keperluan seperti untuk bahan energi, konstruksi dan industri lainnya. Pilihan kayu sebagai bahan konstruksi menghendaki pengetahuan sifat-sifat dari kayu tersebut agar dalam penggunaannya dapat dioptimalkan baik dari segi teknis maupun ekonomis (Kasmudjo, 2012). Salah satu kegunaan kayu adalah sebagai bahan komposit dan papan lamina (*Cross Laminated Timber*) untuk konstruksi bangunan perumahan dan gedung (Choi *et al.*, 2018). Untuk kegunaan kayu bangunan diperlukan kayu yang memiliki sifat mekanik atau sifat

kekuatan dan sifat keawetan tinggi. Sifat kekuatan dan sifat keawetan digolongkan ke dalam kelas kuat dan kelas awet (Winarni & Alex, 2022). Sifat kekuatan kayu yang paling penting adalah modulus elastisitas (Jung *et al.*, 2019). Kayu yang berasal dari hutan alam dengan kelas kuat dan kelas awet tinggi sangat langka, sedangkan jenis-jenis kayu komersial seperti Kapur dan Sengon ketersediaannya sudah sangat berkurang, karena degradasi hutan alam yang cepat selama 40 tahun terakhir.

Tanah lempung disebut juga tanah podsolik merupakan tanah yang miskin unsur hara sehingga disebut tanah buruk atau acrisol (Foth, 1995). Tanah lempung banyak

mengandung zat besi, aluminum dan berlempung silikat (Primayuda *et al.*, 2022). Tanah ini akan bernilai ekonomis tinggi jika dimanfaatkan sebagai pengisi kayu dan bahan pengawet kayu yang ramah lingkungan. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2010), mengatur bahwa bahan pengawet kayu harus ramah lingkungan. Bahan pengawet kayu yang ada di pasaran saat ini umumnya adalah bahan pengawet yang diimpor dari luar negeri, harganya mahal yang tentu menjadi tidak ekonomis, dan tidak ramah lingkungan (Amin *et al.*, 2021). Tanah lempung adalah tanah yang berukuran sangat halus dan banyak mengandung partikel logam yang beracun bagi tanaman (Arafat *et al.*, 2023). Penggunaan tanah lempung sebagai bahan pengisi kayu yang sekaligus sebagai bahan pengawet kayu akan memberikan banyak manfaat. Manfaat yang nyata adalah dapat meningkatkan kekuatan kayu. Sedang lainnya adalah bahannya banyak tersedia dan mudah didapat atau digali wilayah Kalimantan Timur. Banyaknya ketersediaan tersebut memudahkan masyarakat untuk memanfaatkannya. Keuntungan lainnya adalah berasal dari bahan alami yang ramah lingkungan.

Kayu Sengon (*Paraserienthis falcataria*) adalah pohon cepat tumbuh (*fast growing species*) yang banyak tumbuh di Indonesia dan merupakan jenis kayu yang cepat untuk dipanen (Pujiastuti, 2018). Kayu Sengon belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi karena sifat-sifat kayu terutama sifat kekuatan belum banyak diketahui. Sedangkan sifat keawetan atau sifat daya tahan dari perusak kayu secara alami rendah, karena kayu Sengon termasuk sifat keawetan rendah, yaitu kelas awet V (Seng, 1990). Berdasarkan hasil uji peresapan atau keterawetan dengan larutan trusi yang dilakukan Alex (2021), bahwa kayu Sengon merupakan kayu yang mudah menyerap larutan bahan kimia pengawet kayu. Menurut Liu *et al.* (2019) dan Eskani & Utamaningrat (2019), bahwa keberhasilan pengawetan kayu dipengaruhi oleh sifat kayu, bahan pengawet dan cara pengawetannya. Indikator sifat keawetan kayu yang tinggi adalah keadaan kayu dalam waktu dan kondisi tertentu tidak mudah terserang oleh perusak kayu (Alex *et al.*, 2018). Sedangkan Alex *et al.* (2017) dan Seta *et al.* (2023) menyatakan bahwa

perubahan bentuk kayu dapat mempengaruhi sifat kekuatan terutama modulus elastisitasnya. Untuk mengetahui bahwa kayu Sengon memiliki sifat kekuatan yang baik, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh impregnasi tanah lempung terhadap modulus elastisitas. Modulus elastisitas kayu adalah sifat kekuatan yang paling penting dalam konstruksi kayu (Song *et al.*, 2018). Penelitian ini menitikberatkan pada besarnya konsentrasi larutan tanah lempung terhadap peningkatan modulus elastisitas kayu Sengon.

II. METODE PENELITIAN

Persiapan Sampel Uji

Kayu Sengon ukuran 3 cm x 3 cm x 40 cm yang telah dikeringkan sampai kadar air mencapai 18 %, sebelum kayu dimasukkan ke dalam tabung impregnasi diukur volumenya dan ditimbang, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai retensi. Selanjutnya diimpregnasi dengan larutan tanah lempung pada konsentrasi 2,5%, 5% dan 7.5%. Jumlah contoh uji kayu yang digunakan untuk masing-masing konsentrasi dan kontrol adalah 10 potong, sehingga jumlah contoh uji kayu sebesar 40 potong.

Pembuatan Larutan Tanah Lempung

Larutan tanah lempung dibuat sebanyak 20 liter untuk masing-masing konsentrasi. Caranya untuk membuat konsentarsi 2,5% adalah 500 gram tanah lempung ditambah air hingga 20 liter, untuk konsentrasi 5% yaitu 1000 gram tanah lempung ditambah air hingga 20 liter dan untuk konsentrasi 7,5% yaitu 1500 gram tanah lempung ditambah air hingga 20 liter.

Prosedur Impregnasi

Tekanan impregnasi sebesar 10 atm selama 2 jam, dengan vakum awal dan vakum akhir masing-masing sebesar 60 cm Hg selama 15 menit kemudian kayu dikeluarkan dari tabung ditimbang kembali untuk mencari nilai retensinya, dan seterusnya dikeringkan kembali dengan oven pengering pada suhu 70° celcius hingga mencapai kadar air pada *moisture meter* 18%.

Pengujian Sampel

Semua contoh kayu atau sampel diuji kekuatannya dengan menggunakan alat atau mesin penguji kayu *Universal Testing Machine* (UTM). Data diperoleh adalah

kelenturan (*Modulus of Elastisitas/MoE*). kekuatan lengkung pada batas proporsi (KLBP) dan modulus patah (*Modulus of Rupture/MoR*). Adanya peningkatan kekuatan kayu adalah hubungan nilai retensi dan modulus elastisitas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Kayu

Kekuatan kayu Sengon yang diimpregnasi dengan tanah lempung dengan tiga ukuran konsentrasi yang berbeda ditunjukkan dengan nilai kekuatan lengkung pada batas proporsi (KLBP), modulus patah (*Modulus of Rupture/MoR*) dan kelenturan (*Modulus of Elastisitas/MoE*) tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Kekuatan Rata-Rata Kayu Sengon yang Diimpregnasi dengan Tanah Lempung

Konsentrasi (%)	KLBP	MoR	MoE
Kontrol	218,40	286,04	31048,55
2,5	253,80	330,42	35996,02
5	257,59	338,46	35679,81
7,5	258,93	376,46	39118,15

Berdasarkan tabel tersebut, bahwa untuk nilai kekuatan lengkung statis pada batas proporsi ada kecenderungan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan. Hal tersebut juga berlaku pada nilai modulus patah, dengan peningkatan konsentrasi tanah lempung justru meningkatkan nilai modulus patah, jika dibandingkan dengan kayu tanpa impregnasi, maka kayu dengan perlakuan impregnasi tanah lempung menunjukkan peningkatan yang sangat tinggi. Sedangkan nilai modulus elastisitas (MoE) sangat variatif, yaitu pada konsentrasi 2,5% nilai MoE lebih tinggi daripada konsentrasi 5% dan kontrol, tetapi nilai MoE pada konsentrasi 5% lebih rendah daripada konsentrasi 7,5%, namun secara keseluruhan nilai MoE dengan Impregnasi masih lebih tinggi dibanding tanpa impregnasi. Willeitner & Liese (1992), menyebutkan bahwa kayu yang diawetkan akan meningkatkan sifat kekuatannya.

Nilai Retensi

Nilai retensi kayu Sengon yang diimpregnasi dengan tanah lempung dengan tiga ukuran konsentrasi yang berbeda tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Rata-Rata Nilai Retensi Tanah Lempung pada Kayu Sengon

Konsentrasi (%)	Retensi (kg/m ³)
2,5	14,25
5	30,78
7,5	38,67

Berdasarkan nilai retensi dan penetrasi tanah lempung yang tercantum pada tabel tersebut, maka nilai retensi pada konsentrasi larutan tanah lempung yang tinggi memberikan nilai konsentrasi yang tinggi pula, sedang pada konsentrasi yang rendah akan menghasil nilai retensi yang rendah pula. sedangkan proses tekanan sebesar 60 psi dengan waktu dua jam. Sepadan yang telah dilakukan oleh Eskani & Utamaningrat (2019) dan Alex & Winarni (2020), bahwa retensi merupakan manifestasi dari keterawetan kayu, dimana nilai retensi yang tinggi menggambarkan bahwa keterawetan kayu termasuk yang mudah.

Nilai F hitung MOE dan Retensi

Berdasarkan analisis sidik ragam terhadap MOE diperoleh nilai F hitung yang dibandingkan dengan F tabel pada taraf kepercayaan 0,05 (95%), dan nilai F hitung dari retensi dibandingkan dengan F tabel pada taraf 0,01 (99%) yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai F Hitung MoE dan Retensi

Analisis Sidik Ragam	F hitung	Kepercayaan
MOE	3,17*	3,01 (0,05)
Retensi	5,77**	4,77 (0,01)

Perbandingan nilai F hitung MOE ditaraf kepercayaan 0,05 menunjukkan bahwa konsentrasi tanah lempung berpengaruh nyata terhadap nilai MOE. Impregnasi tanah lempung pada kayu Sengon dapat meningkatkan kekuatan khususnya modulus elastisitas. Hal ini sesuai yang disampaikan Alex *et al.* (2017), bahwa impregnasi bahan pengawet dapat meningkatkan kekuatan

kayu. Sedangkan nilai F hitung retensi yang dibandingkan dengan taraf kepercayaan 0,01 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan, semakin tinggi konsentrasi tanah lempung yang diimpregnasikan pada kayu Sengon semakin tinggi pula nilai retensi yang diperoleh. Senada dengan Amin *et al.* (2021) yang mengatakan bahwa tingginya konsentrasi bahan pengawet kayu menghasilkan nilai retensi yang tinggi.

Hubungan Retensi dan Modulus Elastisitas

Hubungan nilai retensi dan MoE kayu Sengon yang diimpregnasi dengan tanah lempung dengan tiga ukuran konsentrasi yang berbeda tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Hubungan Nilai Retensi dengan Modulus Elastisitas

Konsentrasi (%)	Retensi (kg/m ³)	MoE (kg/cm ²)
Kontrol	0	31048,55
2,5	14,25	35996,02
5	30,78	35679,81
7,5	38,67	39118,15

Merujuk pada Tabel 4 tentang hubungan retensi dan modulus elastisitas (MoE) terdapat keterkaitan, yaitu retensi yang rendah menghasilkan MoE yang rendah dan retensi yang tinggi menghasilkan MoE yang

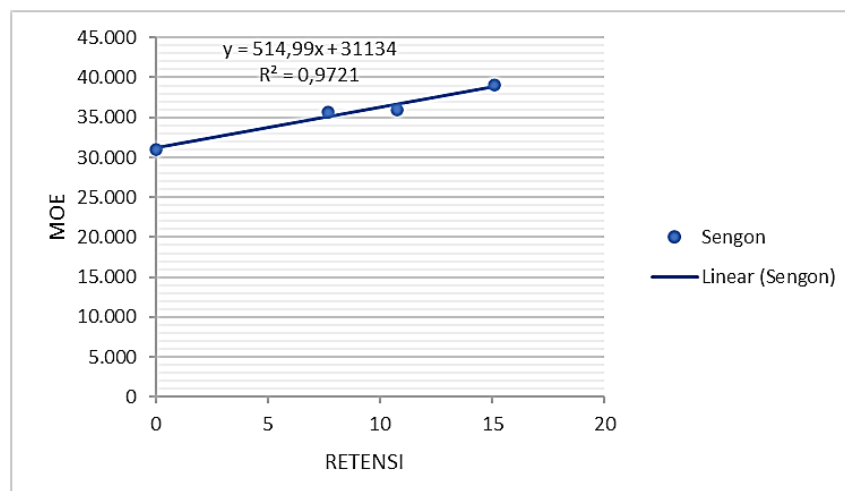
tinggi pula. Sehingga dapat disebutkan bahwa semakin tinggi retensi tanah lempung pada kayu Sengon semakin tinggi pula kekuatan kayu Sengon terutama nilai MoE. Hubungan antara retensi dengan MoE dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan hubungan garis regresi antara retensi dengan MoE sangat kuat dengan nilai regresi r sebesar 0,98595 dan nilai koefisien diterminasi r^2 sebesar 0,9721, hal ini mengindikasikan 97% peningkatan nilai MoE ditentukan oleh retensi tanah lempung. Berdasarkan nilai regresi r dilakukan uji t dan diperoleh nilai $t = 8,348$ dibandingkan nilai $t_{table} = 4,303$ untuk kepercayaan 0,05 yang menunjukkan signifikan pada hubungan positif. Alex (2021) menyebutkan impregnasi nanopartikel liat dapat meningkatkan kekuatan kayu.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Kayu Sengon adalah kayu yang memiliki modulus elastisitas rendah, tetapi modulus elastisitasnya dapat ditingkatkan dengan cara diimpregnasi dengan tanah lempung.
2. Kayu Sengon termasuk kelompok kayu yang mudah diawetkan berdasarkan sifat keterawetan yang dinyatakan dengan nilai retensi.



Gambar 1. Hubungan Retensi dengan MoE Kayu Sengon

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, T. (2021). *Penggunaan Nanopartikel liat Untuk Meningkatkan Keawetan dan Kekuatan Kayu.Pena Persada.*
- Alex, T., & Winarni, B. (2020). Keterawetan Kayu Anggerung. *Buletin Poltanesa*, 21(1), 7–10.
- Alex, T., Winarni, B., Kusuma, I., Arung, E., & Budiarmo, E. (2017). *NUSANTARA BIOSCIENCE Short Communication: The clay nanoparticle impregnation for increasing the strength and quality of sengon (Paraserianthes falcataria) and white meranti (Shorea bracteolata) timber. Vol. 9 No. 1, 107–110.*
- Alex, T., Winarni, B., Kusuma, I. W., Arung, E. T., & Budiarmo, E. (2018). The effect of clay nanoparticle on the retention and attack of drywood termite (*Cryptotermes cynocephalus* Light). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 144, 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/144/1/012062>
- Amin, S., Hutomo, A. P., & Arifin, Z. (2021). Pengawetan Perendaman Dingin dan Panas Dingin Kayu Trembesi (Albizia Saman) menggunakan Pengawet Boraks. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 86–94.
- Arafat, A. A., Abdel Fattah, A. K., Abd Elghany, S. H., & Esmaeil, M. A. (2023). Effect of Zinc Nanoparticles on Plant Growth and Some Soil Properties. *Asian Soil Research Journal*, 7(1), 9–20.
- Choi, Y.-S., Park, J.-W., Lee, J.-H., Shin, J.-H., Jang, S.-W., Kim, H.-J., & others. (2018). Preparation of EVA/Intumescent/Nano-Clay composite with flame retardant properties and cross laminated timber (CLT) application technology. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 46(1), 73–84.
- Eskani, I. N., & Utamaningrat, I. M. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi, Waktu Perendaman dan Jenis Kayu pada Pengawetan Alami Kayu Menggunakan Ekstrak Daun Sambilo. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 36(1), 61–70.
- Foth, D. H. (1995). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Cetakan Ketiga. Diterjemahkan oleh Endang DP, Dwi Retno L., dan Rahayuning T. Editor Sri Andani B. Hudoyo. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.* Gajah Mada University Press.
- Jung, J. Y., Ha, S. Y., Yang, J.-K., & others. (2019). Effect of water-impregnation on steam explosion of Pinus densiflora. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 47(2), 189–199.
- Kasmudjo. (2012). *Mebel Dan Kerajinan: Teori Dasar Dan Aplikasi.* Cakrawala Media.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2010). *Baku Mutu Air Limbah Industri.*
- Liu, J., Liu, M., Hou, B., Ma, E., & others. (2019). Decay of populus cathay treated with paraffin wax emulsion and copperazole compound. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 47(1), 21–32.
- Primayuda, A., Suriadikusumah, A., & Solihin, M. A. (2022). Identifikasi Kedalaman Pirit dan Kaitannya Terhadap Kesehatan dan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)(Studi Kasus di Perkebunan PT Sawit Sumbermas Sarana Tbk). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 24(1), 6–13.
- Pujiastuti, E. (2018). *3 Kayu Cepat Panen* (Trubus Swadaya (ed.)). Trubus Swadaya. <https://books.google.co.id/books?id=sBlmDwAAQBAJ>
- Seng, O. D. (1990). *Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Seta, G. W., Hidayati, F., Na'iem, M., & Others. (2023). Wood Physical and Mechanical Properties of Clonal Teak (*Tectona grandis*) Stands Under Different Thinning and Pruning Intensity Levels Planted in Java, Indonesia. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 51(2), 109–132.
- Song, J., Chen, C., Zhu, S., Zhu, M., Dai, J., Ray, U., Li, Y., Kuang, Y., Li, Y., Quispe, N., Yao, Y., Gong, A., Leiste, U. H., Bruck, H. A., Zhu, J. Y., Vellore, A., Li, H., Minus, M. L., Jia, Z., ... Hu, L. (2018). Processing bulk natural wood into a high-performance structural material. *Nature*, 554(7691), 224–228. <https://doi.org/10.1038/nature25476>
- Willeitner, H., & Liese, W. (1992). *Wood protection in tropical countries. A manual on the know-how.* TZ-Verlags-Ges.
- Winarni, B., & Alex, T. (2022). Aplikasi Nanopartikel Liat terhadap Peningkatan

Kualitas Kekuatan dan Keawetan Kayu
Sengon. *Buletin Poltanesa*, 23(1), 196–
202.
<https://doi.org/10.51967/tanesa.v23i1.1260>