

e-ISBN:978-602-0806-38-1

KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL KONSERVASI
2020



Bandar Lampung, 21 April 2020

**LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS LAMPUNG
2020**

SEMINAR NASIONAL KONSERVASI 21 APRIL 2020

*KONSERVASI SUMBERDAYA ALAM UNTUK PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN*

PROSIDING

ISBN: 978-602-0806-38-1

- Penanggung Jawab** : Lusmeilia Afriani
- Reviewer** : Muhajir Utomo
Sugeng Prayitno Harianto
Irwan Sukri Banuwa
Lusmellia Afriyani
Bainah Sari Dewi
Nuning Nurcahyani
Asep Sukohar
Tina Yunarti
Indra Gumay Febryano
Slamet Budi Yuwono
Aman Damai
Farida Aryani
- Editor** : Lukmanul Hakim
Zulmiftah Huda
Endro P Wahono
Meliyana
Bangun Suharti
Tiara Nirmala
Syahrio Tantalo
Madi Hartono
- Layout** : Rara Diantari
Deny Sapto Chondro Utomo
M. Mirandy Pratama Sirat
Darma Yuliana
Purba Sanjaya
Agung Kusuma Wijaya
- Desain Sampul** : Rahmad Firdaus

Publisher:

LPPM UNIVERSITAS LAMPUNG

Gedung Rektorat Lantai V, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145,
INDONESIA. Telp. +62 812-7989-2799, Fax +62 721 702767

Riskyana ^{1*} , Christine Wulandari ² , Samsul Bakri ³ , Rommy Qurniati ⁴	75
Perbandingan Sifat-Sifat Kayu <i>Gmelina</i> dan <i>Mindi</i> setelah <i>Oil Heat Treatment</i> pada Berbagai Durasi Perlakuan	82
Ganang Bagus Akbar Prihastono¹, Shalehudin Denny Ma'ruf², Indra Gumay Febryano¹, Duryat¹, Wahyu Hidayat^{5*}	82
Faktor–Faktor Perubahan Lahan Mangrove Di Pulau Pahawang	88
Garin Doyozi Anggara ^{1*} , Indra Gumay Febryano ² , Trio Santoso ³ , Arif Darmawan ⁴	88
Keanekaragaman Dan Distribusi Jenis Mamalia Dan Aves di KHDTK UMM Pujon, Kabupaten Malang–Jawa Timur	93
Tander Scila Serata D.S. ^{1*} , Iqbal Nur Ardiansyah ² , Nirmala Ayu Aryanti ^{3*}	93
Karakteristik Pengunjung Pada Penangkaran Rusa Tahura Wan Abdul Rachman	97
Kevin Ewaldo ^{1*} , Slamet Budi Yuwono ² , Rommy Qurniati ³	97
Implementasi <i>Tasseled Cap Transformation</i> Pada MODIS Untuk Identifikasi Wilayah Kekeringan Di Provinsi Lampung	107
Lauditta Zahra ^{1*} , Mila Aulia ² , Mochamad Firman Ghazali ³	107
Inventarisasi Perkembangan Koleksi Tumbuhan di Lingkungan III Kebun Raya Purwodadi	115
Linda Wige Ningrum ^{1*} , Dehafiyyan Ramadhani ²	115
Analisis Tingkat Kenyamanan Ruang Terbuka Hijau Di Universitas Lampung	121
Naresha Praditya Saputri ^{1*} , Agus Setiawan ² , Dian Iswandaru ³ , Irwan Sukri Banuwa ⁴	121
Struktur Vegetasi Hutan mangrove di Desa Sidodadi Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung	126
M. Fiqri Ramadhan ¹ , Duryat ¹ , Afif Bintoro ¹ , Arif Darmawan ¹ , Rommy Qurniati ^{1*}	126
Modal Manusia dan Modal Sosial dalam Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Pematang Neba Kabupaten Tanggamus	132
Nurul Ainiyah ¹ , Hari Kaskoyo ¹ , Rommy Qurniati ^{1*}	132
Tingkat Kerusakan Tegakan Hutan Wareng (<i>Gmelina Arborea</i>) di Hutan Produksi Resor Kandis KPH Gedong Wani.....	143
Niki Sekar Galuh ¹ , Indriyanto ² , Ceng Asmarahman ³	143
Pengamanan dan Perlindungan Kawasan Hutan Lindung Batutegei Tanggamus Lampung Berbasis Smart Patrol	151
Aris Subagio ^{1*} , Elly L. Rustiati ² , Miftakhul Huda ³ , Idris Rafik Abdullah ⁴ , Sarno ⁵	151
Keanekaragaman Fauna Di Arboretum Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu Tahura Wan Abdul Rachman.....	159
Bainah Sari Dewi ^{1*} , Sugeng Prayitno Harianto ² , Hendra Prasetia ³ , Arianto ⁴ , Prihandini Tria Okta Viani ⁵	159
Peran Ekologi Spesies Burung pada Ekosistem Hutan Kota (Studi Kasus di Kota Metro)	166
Ima Fitri Sari ^{1*} , Agus Setiawan ² , Dian Iswandaru ³ , Bainah Sari Dewi ⁴	166

Perbandingan Sifat-Sifat Kayu Gmelina dan Mindi setelah *Oil Heat Treatment* pada Berbagai Durasi Perlakuan

Ganang Bagus Akbar Prihastono¹, Shalehudin Denny Ma'ruf², Indra Gumay Febryano¹, Duryat¹, Wahyu Hidayat^{5,*}

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

*corresponding author: wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

Intisari — *Oil heat treatment* (OHT) merupakan salah satu metode modifikasi kayu menggunakan minyak nabati sebagai katalisatornya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh durasi perlakuan OHT terhadap sifat fisis dan mekanis kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan mindi (*Melia azedarach*). OHT dilakukan menggunakan suhu 180°C dengan durasi perlakuan 1, 2, 3, dan 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh perbedaan durasi terhadap sifat fisis kayu, dimana warna kayu menjadi lebih gelap bersamaan dengan bertambahnya durasi perlakuan. Kerapatan mengalami kenaikan pada durasi 1 dan 2 jam lalu menurun seiring bertambahnya durasi pada perlakuan. Kekuatan tekan kayu naik setelah OHT selama 1 jam dan turun setelah OHT dengan durasi perlakuan yang lebih lama (2, 3, dan 4 jam).

Kata kunci — Durasi perlakuan, *Gmelina arborea*, *Melia azedarach*, *oil heat treatment*

Abstract — *Oil heat treatment* (OHT) is one method of wood modification using vegetable oil as a catalyst. The purpose of this study was to analyze the effect of treatment duration during OHT on the physical and mechanical properties of gmelina (*Gmelina arborea*) and mindi wood (*Melia azedarach*). OHT was performed at 180°C with a treatment duration of 1, 2, 3, and 4 h. The results showed that treatment duration significantly affected the physical properties of wood, where the color of the wood becomes darker along with the increasing treatment duration. Density increased after OHT for 1 and 2 h and then afterwards. The compressive strength of wood increased after OHT for 1 h and decreases after OHT with a longer treatment duration (2, 3, and 4 h).

Keywords— *Gmelina arborea*, *Melia azedarach*, *oil heat treatment*, *treatment duration*

I. PENDAHULUAN

Kayu adalah bahan alami yang berasal dari pohon yang tumbuh di hutan, kebun atau ladang, dan taman [1, 4, 5]. Kayu merupakan bahan utama yang di produksi oleh pohon secara alami oleh alam, sehingga sifat-sifat pada kayu memiliki variasi yang sangat berbeda antara satu jenis pohon, maupun dalam suatu tegakan pohon itu sendiri [6, 12, 19]. Penggunaan material kayu oleh masyarakat menyebabkan kebutuhan akan kayu terus meningkat [7, 17, 26]. Berbagai upaya dilakukan untuk memenuhi pasokan kayu diantaranya dengan pengembangan hutan tanaman dan hutan rakyat [20, 21, 22]. Kayu yang didapat dari lahan atau hutan masyarakat biasanya memiliki karakteristik berat jenis dan keawetan alami yang rendah, ketahanan kayu serta stabilitas dimensinya rendah [16, 23, 25].

Salah satu kayu cepat tumbuh yaitu, kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan mindi (*Melia azedarach*) merupakan beberapa jenis kayu cepat tumbuh yang banyak ditanam di hutan rakyat. Menurut data [2], kayu gmelina dan mindi masih diminati masyarakat Indonesia dengan jumlah produk kayu bulat untuk gmelina 52.488 m³ dan mindi sebanyak 37.494 m³. Kayu gmelina dan mindi memiliki potensi dalam pemenuhan produksi kayu dari hutan tanaman dan hutan rakyat [24]. Aplikasi teknologi yang tepat serta ramah lingkungan diperlukan agar kayu-kayu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk bangunan yang baik dan tahan lama tanpa memberi dampak lingkungan yang merugikan [16].

Salah satu aplikasi teknologi yang dapat dilakukan adalah perlakuan panas dengan minyak [15]. Perlakuan panas dapat memperbaiki sifat kayu terutama

menurunkan sifat higroskopis dan memperbaiki stabilitas dimensi, sementara penyerapan minyak oleh kayu dapat menurunkan penyerapan air [8, 9, 10]. Modifikasi panas pada suhu di atas 170°C dapat merubah sifat kimia dari komponen penyusun kayu (selulosa, hemiselulosa dan lignin) [11, 13]. Perlakuan panas diketahui dapat merubah warna kayu menjadi lebih gelap serta merubah stabilitas dimensi kayu [14, 15]. Modifikasi panas pada kayu merupakan aplikasi alternatif yang dapat mengubah ketahanan kayu secara alami tanpa menggunakan bahan kimia yang beracun [3]. Penelitian ini menggunakan suhu 180°C dengan durasi 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu perlakuan OHT terhadap sifat fisis dan mekanis kayu gmelina dan mindi.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2019 hingga April 2020, bertempat di *Workshop* Teknologi Hasil Hutan dan Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Universal Testing Machine* (UTM) yang digunakan untuk menguji kekerasan kayu, gergaji mesin, oven, caliper, colorimeter, mistar, tungku, kompor, termometer, bak rendaman, cutter, neraca, *Liquified petroleum gas* (LPG), sarung tangan, masker, dan *sanding machine*. Bahan-bahan yang digunakan adalah kayu mindi (*Melia azedarach*), dan kayu gmelina (*Gmelina arborea*) yang masing-masing berusia 5 tahun dari panglong di Bandar Lampung, serta minyak nabati kelapa sawit sebagai katalisator (penghantar panas).

C. Persiapan Sampel

Dimensi sampel kayu gmelina dan mindi yang digunakan pada penelitian ini adalah 30 cm x 10 cm x 2 cm sampel kayu yang digunakan tidak cacat, dan tidak rusak. Kayu dikeringkan dengan cara dijemur diudara terbuka selama seminggu, kemudian kayu

dioven dengan suhu kurang lebih 100°C selama 24 jam. Persiapan selanjutnya dilakukan dengan pengamplasan semua sampel sampai rata disetiap sisi. Penyortiran dan penandaan dibagian pojok kiri papan dilakukan pada masing-masing sampel.

Persiapan akhir dilanjutkan dengan mengukur berat, dimensi (panjang, tebal dan lebar), dan warna.

1. Pengukuran berat dilakukan dengan menimbang papan kayu menggunakan timbangan digital.
2. Pengukuran panjang dilakukan pada 2 titik permukaan kayu menggunakan mistar.
3. Pengukuran lebar dilakukan pada 6 titik permukaan kayu menggunakan kaliper
4. Pengukuran tebal dilakukan pada 6 titik permukaan kayu menggunakan kaliper
5. Pengukuran warna dilakukan pada 3 titik permukaan kayu menggunakan colorimeter.

Kayu-kayu yang telah dioven, diukur berat, dimensi, dan wananya dapat disebut sampel kayu. Sampel kayu yang telah siap diberi perlakuan dimasukkan ke dalam tungku, kemudian diisi dengan minyak nabati kelapa sawit sebanyak 4 liter hingga seluruh permukaan kayu terendam minyak. Proses OHT dilakukan dengan suhu 180°C selama 1, 2, 3, dan 4 jam. Suhu minyak selalu diukur sejak pertama kali perlakuan. Pertambahan suhu sebelum mencapai suhu target (180°C) diukur setiap 10 menit sekali. Setelah suhu target tercapai, suhu dijaga agar tidak mengalami kenaikan atau penurunan dengan cara mengecilkan atau menaikkan nyala api pada kompor selama durasi perlakuan yaitu 1, 2, 3, dan 4 jam. Kayu yang telah diberi perlakuan lalu ditiriskan, setelah itu sampel dimasukkan ke oven dengan suhu kurang lebih 100°C selama 24 jam

D. Analisis Sifat Fisis Kayu

Warna Kayu

Pengukuran warna dilakukan sebanyak 3 titik di permukaan kayu, yaitu mengukur kecerahan (L*), kromatisitas merah/hijau (a*), kuning/biru (b*) dan catat data pada tallysheet. Kayu yang sudah diukur warnanya dilakukan pengamplasan menggunakan *sanding machine* hingga

permukaan kayu rata, setelah kayu diamplas dilakukan pengukuran warna kembali. Sistem pengukuran kayu menggunakan tiga parameter warna yaitu L^* , a^* , dan b^* . Sumbu L^* menunjukkan kecerahan dengan nilai maksimum 100 (putih) dan nilai minimum 0 (hitam). Kemudian sumbu a^* merupakan kromatisitas merah/hijau dengan nilai positif ada pada arah merah ($+a^*$) dan nilai negatif berada arah hijau ($-a^*$). Sumbu b^* menunjukkan kromatisitas kuning/biru dengan nilai positif bertada di arah kuning ($+b^*$) dan nilai negatif berada di arah ($-b^*$).

Perubahan parameter warna diukur menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta L_a^* = L_a^* - L_b^*$$

$$\Delta a^* = a_a^* - a_b^*$$

$$\Delta b^* = b_a^* - b_b^*$$

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

dimana L_b^* , a_b^* , b_b^* (sebelum modifikasi panas). Kemudian L_a^* , a_a^* , b_a^* (setelah modifikasi panas)

Kadar Air

Prinsip penetapan kadar air adalah menguapkan bagian air bebas yang terdapat di dalam bahan sampai terjadi keseimbangan antara kadar air bahan dengan udara udara sekitar dengan menggunakan energi panas. Data kadar air diambil mulai dari persiapan akhir sampai dengan setelah di oven dari proses OHT. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan dengan ukuran sampel uji 5 cm x 5 cm x 2 cm (panjang x lebar x tebal). Persamaan standar (SNI 8021. 2014) yang digunakan untuk mengetahui kadar air:

$$KA = \frac{(Ba - BKT)}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)

Ba = Bobot awal (g)

BKT = Bobot kering tanur (g)

Kerapatan

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa benda terhadap volume yang dimilikinya, dengan kata lain kerapatan adalah banyaknya massa zat per satuan volume. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan dengan ukuran sampel uji 4cm x 2cm x 2cm (panjang x lebar x tebal). Kerapatan papan sampel diketahui

menggunakan standar (SNI 01-6235-2000), dengan rumus persamaan kerapatan:

$$KR = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

KR = Kerapatan (g/cm³)

m = Bobot sampel kayu (g)

v = Volume (cm³)

Analisis Sifat Mekanis

Kuat tekan atau keteguhan tekan/kompresi adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan atau beban yang bekerja. Sampel uji diambil sama seperti pada pengujian kadar air. Ukuran sampel uji adalah 4cm x 2cm x 2cm (panjang x lebar x tebal). Kekuatan tekan sejajar serat diketahui menggunakan rumus. Uji tekan dilakukan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan rumus

$$\sigma_{tk} = \frac{P_{tekan} (N)}{a \text{ luas tekan } (mm)^2}$$

Dimana :

σ_{tk} = kekuatan tekan

P tekan = berat benda (N)

a luas tekan = luas benda (mm)²

E. Analisis Data

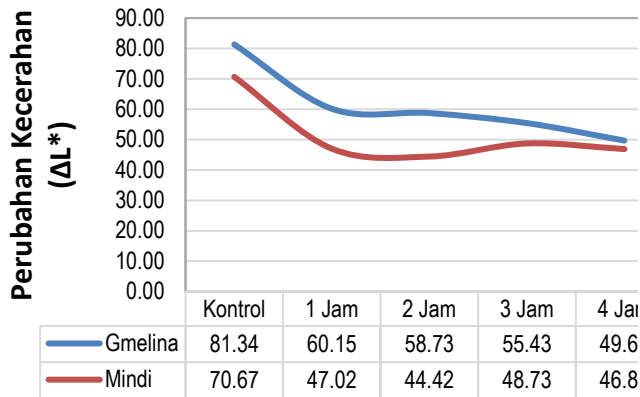
Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dalam menganalisis data hasil penelitian. Hasil pengukuran sifat fisis dan mekanis diuji menggunakan analisis (ANOVA). Untuk menguji homogenitas data, uji Duncan dilakukan pada tingkat kepercayaan 95%. Analisis statistik menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 20.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisis

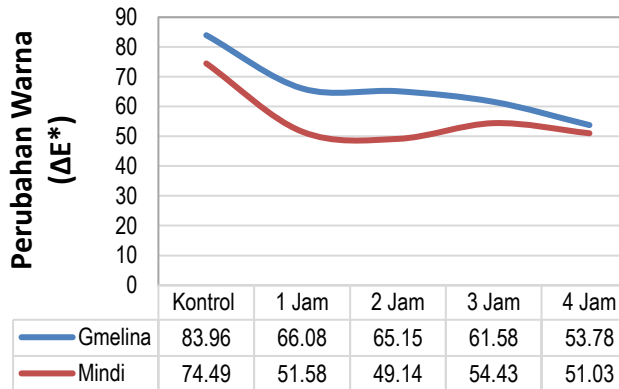
Perubahan Warna

Warna merupakan spektrum tertentu yang terdapat dalam suatu cahaya sempurna. Warna dapat menjadi salah satu acuan bagi pengguna produk kayu dalam memilih kayu. Warna kayu yang lebih coklat dan gelap lebih banyak diminati untuk produk furnitur, flooring, dekorasi [13]. Perubahan warna diukur menggunakan colorimeter pada sampel kayu sebelum dan sesudah perlakuan. Data pertama yang didapatkan adalah ΔL_a^* dimana menunjukkan tingkat kecerahan sampel.



Gbr 1. Grafik perubahan kecerahan

Gambar 1 menunjukkan adanya perubahan kecerahan. Angka yang semakin menurun menunjukkan bahwa warna kayu gmelina dan mindi menjadi lebih gelap bersamaan dengan bertambahnya durasi pada perlakuan.



Gbr 2. Grafik perubahan warna keseluruhan

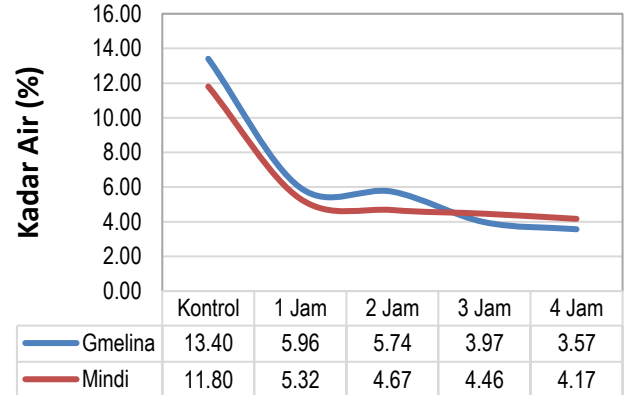
Perubahan warna keseluruhan pada sampel kayu gmelina dan mindi semakin gelap seiring dengan bertambahnya durasi perlakuan. Hal ini disebabkan oleh adanya degradasi hemiselulosa yang terjadi ketika proses perlakuan OHT dilakukan [15].

Kadar Air

Prinsip penetapan kadar air adalah menguapkan bagian air bebas yang terdapat di dalam bahan sampai terjadi keseimbangan antara kadar air bahan dengan udara udara sekitar dengan menggunakan energi panas.

Gambar 3 menunjukkan adanya pengurangan nilai kadar air pada sampel gmelina dan mindi. Semakin lama proses perlakuan panas, semakin menurun juga kadar air yang berkurang. [8] menjelaskan bahwa penurunan tersebut adalah hasil dari peningkatan hidrofobisitas dinding sel sebagai akibat dari penurunan jumlah gugus hidroksil oleh reaksi kimia yang terjadi selama modifikasi panas, sehingga penyerapan air

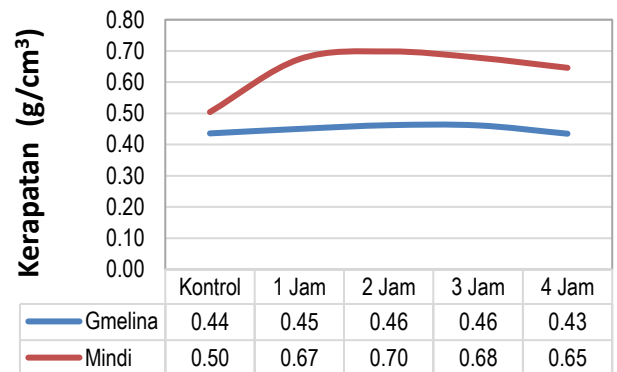
berkurang. Penurunan kadar air berpengaruh positif terhadap sifat kayu [15].



Gbr 3. Grafik perubahan kadar air

Kerapatan

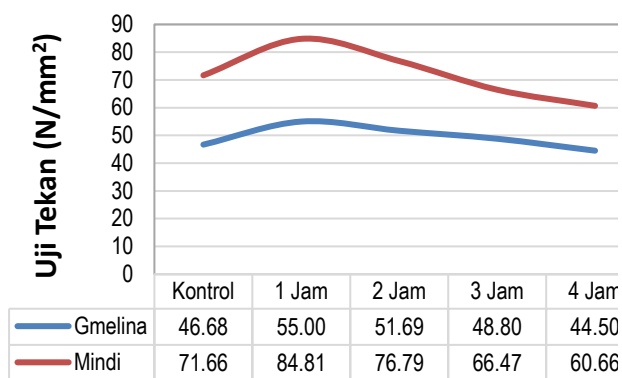
Gambar 4 menunjukkan bahwa kerapatan kayu mindi dan gmelina mengalami kenaikan pada suhu 1 dan 2 jam, lalu mengalami penurunan beriringan dengan bertambahnya durasi perlakuan. Penelitian yang telah dilakukan [9] dimana kerapatan kayu setelah modifikasi panas menurun dengan peningkatan durasi perlakuan. Namun, hasil ini tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan [18] menjelaskan bahwa penurunan kerapatan setelah perlakuan panas terkait dengan degradasi hemiselulosa menjadi produk volatil yang menguap selama perlakuan.



Gbr 4. Grafik perubahan kerapatan sampel kayu

B. Sifat Mekanis

Uji tekan menunjukkan nilai MOE mengalami sedikit kenaikan setelah perlakuan selama 1 jam, namun pada durasi perlakuan yang lebih lama (2, 3, dan 4 jam) nilai MOE menurun.



Gbr 5. Grafik uji Tekan

IV. PENUTUP

Durasi perlakuan *Oil Heat Treatment* berpengaruh terhadap sifat kayu gmelina dan mindi, dimana secara fisis kayu menjadi lebih gelap, kerapatan dan kadar air kayu juga berkurang seiring bertambahnya durasi perlakuan. Durasi perlakuan juga mempengaruhi sifat mekanis kayu gmelina dan mindi dimana kekuatan tekan kedua jenis kayu mengalami kenaikan pada durasi perlakuan selama 1 dan 2 jam lalu menurun bersamaan dengan bertambahnya durasi perlakuan.

Penelitian ini masih menggunakan alat purwarupa dan belum memiliki standarnya tersendiri. Diharapkan kedepannya terdapat alat yang lebih terancang dan modern agar penelitian sejenis dapat dilakukan dengan lebih mudah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada tim teknologi hasil hutan 2016 (Muhammad Abdillah, Seldi Prayoga, Ahmad Halim Hardianto, Raynaldo Zevan, Tri Ismianto, dan Rizal Adi Saputra) yang telah membantu jalannya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Abimanyu, B., Safe'i, R., and Hidayat, W. 2019. Aplikasi Metode Forest Health Monitoring dalam Penilaian Kerusakan Pohon di Hutan Kota Metro. *Jurnal Sylva Lestari*. 7(3): 289–298
- [2] Badan Pusat Statistik. “Statistik Produksi Kehutanan 2018”. Badan Pusat Statistik. Jakarta., 2019
- [3] Esteves, B.M., dan Pereira, H. 2009. Wood modification by heat treatment: a review. *BioResources*. 4(1) : 370-404.
- [4] Febrianto, F., Hidayat, W., Samosir, T. P., Lin, H. C., and Soong, H. D. 2010. Effect of Strand Combination on Dimensional Stability and Mechanical Properties of Oriented Strand Board Made from Tropical Fast-Growing Tree Species. *Journal of Biological Sciences* 10(3): 267–272.
- [5] Febrianto, F., Hwee, S. P., Man, C. K., and Hidayat, W. 2017b. Properties Enhancement of Rubber Wood Particleboard Laminated with Low Density Polyethylene (LDPE) Resin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 10(2): 186–194.
- [6] Febrianto, F., Royama, L. I., Hidayat, W., Bakar, E. S., Kwon, J. H., and Kim, N. H. 2009. Development of Oriented Strand Board from Acacia Wood (*Acacia mangium* Willd). *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 37(2): 121–127.
- [7] Hartono, R., Hidayat, W., Damayanti, R., and others. 2019. Effect of Impregnation Methods and Bioresin Concentration on Physical and Mechanical Properties of Soft-Inner Part of Oil Palm Trunk. in: *Journal of Physics: Conference Series* 012078.
- [8] Hidayat, W., Jang, J. H., Park, S. H., Qi, Y., Febrianto, F., Lee, S. H., and Kim, N. H. 2015. Effect of Temperature and Clamping during Heat Treatment on Physical and Mechanical Properties of Okan (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) Wood. *Bioresources*. 10(4): 6961–6974.
- [9] Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., Lee, S. H., and Kim, N. H. 2016. Effect of Treatment Duration and Clamping on the Properties of Heat-Treated Okan Wood. *Bioresources*. 11(4): 10070–10086.
- [10] Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017. Effect of Mechanical Restraint on Drying Defects Reduction in Heat-treated Okan Wood. *Bioresources*. 12(4): 7452–7465.
- [11] Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017. Effect of Mechanical Restraint on the Properties of Heat-treated *Pinus koraiensis* and *Paulownia tomentosa* Woods. *Bioresources*. 12(4): 7539–7551.
- [12] Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., Lee, S. H., Chae, H. M., Kondo, T., and Kim, N. H. 2017. Carbonization Characteristics of Juvenile Woods from Some Tropical Trees Planted in Indonesia.

- [13] *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62(1): 145–152.
- [14] Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Park, B. H., Banuwa, I. S., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017. Color Change and Consumer Preferences towards Color of Heat-Treated Korean White Pine and Royal Paulownia Woods. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 45(2): 213–222.
- [15] Hidayat, W., Febrianto, F., Purusatama, B. D., and Kim, N. H. 2018. Effects of Heat Treatment on the Color Change and Dimensional Stability of *Gmelina arborea* and *Melia azedarach* Woods. in: *E3S Web of Conferences*. 03010.
- [16] Hidayat, W., dan Febrianto, F. 2018. *Teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan: modifikasi panas dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kayu*. Buku. Pusaka media. Bandar Lampung.
- [17] Hidayat, W., Suri, I. F., Safe'i, R., Wulandari, C., Satyajaya, W., Febryano, I. G., and Febrianto, F. 2019. Keawetan dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel Hibrida Bambu-Kayu dengan Perlakuan Steam dan Perendaman Panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 17(1): 68–82.
- [18] Hidayat, W., Sya'bani, M. I., Purwawangsa, H., Iswanto, A. H., and Febrianto, F. 2011. Effect of Wood Species and Layer Structure on Physical and Mechanical Properties of Strand Board. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 9(2): 134–140.
- [19] Lee, S.H., Ashaari, Z., Lum, W.C., Halip, J.A., Ang, A.F., tan, L.P., Chin, K, L., and Tahir, P.M. 2018. Thermal treatment of wood using vegetable oils: A review. *Construction and Building Materials*. 181(1) : 408-419.
- [20] Lubis, M. A. R., Hidayat, W., Zaini, L. H., and Park, B. D. 2020. Effects of Hydrolysis on the Removal of Cured Urea-Formaldehyde Adhesive in Waste Medium-Density Fiberboard. *Jurnal Sylva Lestari* 8(1): 1–9.
- [21] Nadeak, N., Qurniati, R., and Hidayat, W. 2013. Analisis Finansial Pola Tanam Agroforestri di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 65–74.
- [22] Nur Aminah, L., Qurniati, R., and Wahyu, H. 2013. Kontribusi Hutan Rakyat terhadap Pendapatan Petani di Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 47–54.
- [23] Rani, I. T., Hidayat, W., Febryano, I. G., Iryani, D. A., Haryanto, A., and Hasanudin, U. 2020. Pengaruh Torefaksi terhadap Sifat Kimia Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Pertanian* 9(1): 63–70.
- [24] Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G., and Bakri, S. 2019. Karakterisasi Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Hasil Torefaksi dengan Menggunakan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB). *Jurnal Sylva Lestari* 7(3): 321–331.
- [25] Sarjono, A., Lahjie, A.M., Kristiningrum, R. dan Herdiyanto. “Produksi kayu bulat dan nilai harapan jabon (*Anthocephalus cadamba*) di pt. Incrata hutani lestari”. *Jurnal Hutan Tropis*. 5(1): 22-30, 2017
- [26] Sulistio, Y., Febryano, I. G., Yoo, J., Kim, S., Lee, S., Hasanudin, U., and Hidayat, W. 2020. Pengaruh Torefaksi dengan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB) dan Electric Furnace terhadap Pelet Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Jurnal Sylva Lestari* 8(1): 65–76.
- [27] Utama, R. C., Febryano, I. G., Herwanti, S., and Hidayat, W. 2019. Saluran Pemasaran Kayu Gergajian Sengon (*Falcataria moluccana*) pada Industri Penggergajian Kayu Rakyat di Desa Sukamarga, Kecamatan Abung Tinggi, Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Sylva Lestari* 7(2): 195–203.