

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

Korelasi Antara Karakteristik Masyarakat Dengan Persepsi Masyarakat terhadap Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm)	174
Prihandini Tria Okta Viani ¹ , Hari Kaskoyo ^{2*} , Christine Wulandari ³ , Rahmat Safei ⁴	174
Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah Di Blok Pemanfaatan Tahura Wan Abdul Rachman	182
Qori Nurseba ^{1*} , Afif Bintoro ² , Melya Riniarti ³ , Ceng Asamarahman ⁴	182
Keanekaragaman Spesies Kumbang Kotoran (Dung Beetle) Pada Blok Lindung Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	189
Syarif Hidayat ¹ , Bainah Sari Dewi ² , Sugeng P. Harianto ³ , Yulia Rahma Fitriana ⁴	189
Diversitas Ektoparasit pada Kepiting (Scylla sp.) Hasil Tangkapan Estuaria Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah	197
Rokhmani ^{1*} , Bambang Heru Budianto ²	197
Struktur dan Perilaku Pasar Kayu Sengon (Falcataria moluccana) di Pekon Lengkukai Kecamatan Kelumbayan Barat Kabupaten Tanggamus	204
Rian Betti Kusuma ^{1*} , Hari kaskoyo ² , Rommy Qurniati ³	204
Peningkatan Kualitas Kayu Cepat Tumbuh: Pengaruh Durasi Perlakuan Panas dengan Minyak terhadap Sifat-Sifat Kayu Akasia dan Jabon	212
Seldi Prayoga^{1*}, Shalehudin Denny Ma'aruf², Indra Gumay Febriano³, Duryat⁴, Wahyu Hidayat⁵	212
Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Warna dan Stabilitas Dimensi Kayu Gmelina (Gmelina arborea) dan Kelapa (Cocos nucifera)	218
Shalehudin Denny Ma'aruf ^{1*} , Samsul Bakri ² , Wahyu Hidayat ³	218
Strategi Petani Hutan Kemasyarakatan (HKm) Citra Lestari dalam Menangani Longsor di Register 27 Kabupaten Tanggamus	222
Shinta Bella ^{1*} , Slamet Budi Yuwono ² , Rahmat Safe'i ³ , Hari Kaskoyo ⁴	222
Tingkat Infestasi Cacing Saluran Pencernaan Pada Rusa Timor (Cervus Timorensis) di Penangkaran Rusa Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	230
Rendi Cahyo Hendratmoko ¹ , Bainah Sari Dewi ² , Purnama Edy Santosa ³ , Sugeng P. Harianto ⁴	230
Karakteristik Arang dari Limbah Kayu Karet (Hevea brasiliensis) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis guineensis)	235
Vivi Nurkholifah ^{1*} , Melya Rinarti ² , Hendra Prasetya ³ , Udin Hasanudin ⁴ , Ainin Niswati ⁵ , Wahyu Hidayat ⁶	235
Analisis Cadangan Karbon Hutan Mangrove Di Pantai Sari Ringgung, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran	241
Wiwik Oktaviani ^{1*} , Agus Setiawan ² , Arief Darmawan ³ , Irwan Sukri Banuwa ⁴	241
Uji Daya Simpan Benih Bakau (Rhizophora Stylosa) Pada Media Arang Sekam Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Kitosan	249
Elham Wicaksono ^{1*} , Afif Bintoro ² , Duryat ³	249
Eksplorasi Tumbuhan Berkhasiat Obat Di Batas Luar Kanal TNWK Dusun Margahayu Desa Labuhan Ratu VII Lampung Timur	256

Peningkatan Kualitas Kayu Cepat Tumbuh: Pengaruh Durasi Perlakuan Panas dengan Minyak terhadap Sifat-Sifat Kayu Akasia dan Jabon

Seldi Prayoga^{1*}, Shalehudin Denny Ma'aruf², Indra Gumay Febriano³, Duryat⁴, Wahyu Hidayat⁵

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 — Proses perlakuan panas dengan minyak atau *oil heat treatment* adalah proses pemanasan kayu pada kisaran suhu 180 - 260° C dalam reaktor berisi minyak nabati panas. *Oil heat treatment* (OHT) bertujuan untuk meningkatkan sifat fisis dan stabilitas dimensi kayu. Minyak nabati yang digunakan dalam proses OHT dapat menjadi media pemanasan yang baik dan mampu membatasi oksigen dalam reaktor. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh durasi perlakuan panas dengan minyak terhadap perubahan warna dan sifat fisis akasia (*Acacia mangium*) dan jabon (*Anthocephalus cadamba*). OHT dilakukan pada suhu 200° C dengan durasi perlakuan 1, 2, 3, dan 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan durasi perlakuan menyebabkan perubahan warna kayu menjadi lebih gelap. OHT dengan durasi 1 jam dan 2 jam menyebabkan penambahan berat kayu, sementara OHT dengan durasi yang lebih lama menyebabkan penurunan berat kayu. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa OHT dapat menurunkan kadar air kayu.

Kata kunci — Durasi perlakuan, perubahan warna, perlakuan panas dengan minyak, sifat fisis kayu

Abstract — Oil heat treatment (OHT) is a process of heating wood at a temperature of 180 - 260° C in a reactor filled with vegetable oil. OHT could improve the physical properties and dimensional stability of wood. This study aimed to determine the effect of the duration during OHT on the color change and physical properties acacia (*Acacia mangium*) and jabon (*Anthocephalus cadamba*) woods. OHT was performed at a temperature of 200°C for 1, 2, 3, and 4 h. The results showed that that increasing treatment temperature increased the color change of woods. Wood samples gain weight after OHT for 1 and 2 h, and decreased afterwards. The results also revealed that OHT could decrease the equilibrium moisture content of woods.

Keywords— Color change, oil heat treatment, treatment duration, physical properties.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan kayu terus meningkat terutama yang mempunyai kualitas, mudah diolah dan ketahanan terhadap serangan organisme perusak kayu. Indonesia memiliki lebih dari 4.000 jenis kayu yang telah diketahui dan sekitar 80-85 % diantaranya termasuk kayu tidak awet (kelas III-V) yang rentan terhadap serangan organisme perusak kayu [14, 15].

Seiring berkurangnya luasan hutan alam, perlu dikembangkannya hutan tanaman sebagai penghasil bahan baku kayu untuk kebutuhan manusia atau untuk kebutuhan industri [1, 19, 20]. Jenis kayu cepat tumbuh (*fast-growing species*) seperti sengon, jabon, binuang, akasia, dan ekaliptus merupakan jenis-jenis yang potensial untuk dikembangkan [3, 4, 23]. Kayu mangium telah ditanam secara besar-besaran di berbagai provinsi di Indonesia dan di masa depan kayu ini akan menggantikan kayu-kayu komersial [5]. Jabon dibudidayakan dengan tujuan memenuhi kebutuhan industri.

Hal ini didukung oleh pertumbuhan yang cepat dan sudah umum dibudidayakan secara mandiri oleh masyarakat, sehingga dapat membantu peningkatan perekonomian rakyat [15].

Kayu dengan tingkat keawetan rendah membutuhkan perlakuan pengawetan agar memiliki umur pakai yang relatif lama [14]. Menurut [16], modifikasi kayu dengan perlakuan panas adalah metode yang efektif dalam meningkatkan stabilitas dan daya tahan kayu terhadap kerusakan yang disebabkan oleh jamur pembusuk. Perlakuan panas adalah teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan yang menarik untuk menambah nilai kayu yang kurang bernilai dengan meningkatkan warna, stabilitas dimensi, dan daya tahan alami [13].

Perlakuan panas menyebabkan kayu kehilangan kandungan polisakarida [16]. Pengurangan kandungan polisakarida tersebut menyebabkan kayu menjadi kurang disukai oleh rayap [6, 7]. Perlakuan panas juga dapat mengurangi sifat higroskopis pada kayu dan memperbaiki stabilitas dimensi

pada kayu [8, 9]. Perlakuan panas pada kayu menyebabkan perubahan warna kayu menjadi lebih gelap tergantung suhu dan waktu perlakuan panas [10, 13].

Perlakuan panas dengan minyak atau *oil heat treatment* (OHT) terhadap kayu telah dijelaskan oleh penelitian sebelumnya [6, 7, 8, 9, 11]. OHT mampu meningkatkan sifat-sifat kayu dan memperbaiki mutu kayu [13, 16]. Perlakuan panas biasanya menggunakan suhu 180° C hingga 260° C, pada suhu rendah tidak menyebabkan perubahan pada komponen sifat kayu, dan pada suhu terlalu tinggi dapat merusak komponen sifat kayu [2, 16]. Proses perlakuan panas dengan minyak menggunakan bahan kayu basah (*green wood*) dan durasi perlakuan 2 jam hingga 4 jam dengan waktu keseluruhan pada proses yaitu 18 jam, termasuk proses pemanasan dan pendinginan [2, 17]. Berdasarkan ulasan-ulasan yang telah dijelaskan, penelitian tentang pengaruh durasi OHT terhadap perubahan sifat-sifat pada kayu akasia (*Acacia mangium*) dan kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) penting untuk dilakukan.

II. METODE PENELITIAN

E. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama bulan September -April 2020 di *Workshop Teknologi Hasil Hutan dan Laboratorium Teknologi Hasil Hutan*, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

F. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, meliputi mesin amplas, kompor, tungku, *thermo couple*, oven, penggaris, kaliper, timbangan elektrik, *tallysheet*, kamera, *scanner general colorimeter*, blender, dan laptop. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akasia (*Acacia manium*), kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*), minyak kelapa sawit (FILMA) dan gas elpiji dengan ukuran berat 12 kg.

G. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen skala laboratorium. Contoh uji kayu akasia dan jabon dipotong menjadi ukuran 30 cm x 10 cm x 2 cm (panjang x

lebar x tebal). Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan 5 perlakuan berbeda termasuk kontrol dari 2 jenis kayu dan setiap jenis kayu memiliki 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari: (1) kontrol untuk perbandingan hasil pengujian, (2) perlakuan dengan durasi 1, 2, 3, dan 4 jam. Selanjutnya dilakukan beberapa tahap pengujian yaitu persiapan sampel OHT, proses OHT, pengkondisian sampel OHT, pengambilan dan analisis data sifat-sifat kayu akasia dan jabon.

H. Persiapan sampel OHT

Pengeringan sampel uji dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam, sebelum pengovenan ditimbang berat OHT (ma), pengukuran volume sebelum OHT (Va) dan pengukuran warna sebelum OHT.

I. Proses OHT

Proses selanjutnya yaitu perlakuan panas dengan minyak dalam bak indikator. Seluruh bagian sampel uji kayu terendam dalam minyak panas. Durasi yang digunakan yaitu, 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam dengan suhu 200°C.

J. Pengkondisian Sampel OHT

Contoh uji yang telah di OHT, ditiriskan selama 15 menit, kemudian contoh uji dioven selama 24 jam pada suhu 100°C. setelah pengovenan ditimbang berat setelah OHT (mb), diukur volume setelah OHT (Vb) dan warna setelah OHT.

K. Perhitungan data

Pengambilan data warna dilakukan menggunakan sistem CIE-Lab [2]. Sistem CIE-Lab menggunakan 3 parameter warna yaitu kecerahan (L^*), kromatisitas merah/hijau (a^*), dan kromatisitas kuning/biru (b^*). Perubahan kecerahan (ΔL^*), perubahan kromatisitas merah/hijau (Δa^*), perubahan kromatisitas merah/hijau (Δb^*), dan perubahan warna total (ΔE^*) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L_a^* - L_b^* \\ \Delta a^* &= a_a^* - a_b^* \\ \Delta b^* &= b_a^* - b_b^* \\ \Delta E^* &= (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}\end{aligned}$$

Perubahan berat (WL) dan susut volume (VS) kayu setelah diberi perlakuan pemanasan dihitung dengan rumus:

$$WL = \frac{(ma - mb)}{ma} \times 100\%$$

$$VS = \frac{(Va - Vb)}{Va} \times 100\%$$

dimana WL adalah kehilangan berat (%), ma adalah berat sebelum OHT (g), mb adalah berat setelah OHT (g), Va adalah volume sampel sebelum OHT (cm³), dan Vb adalah volume sampel setelah OHT (cm³).

Pengujian kerapatan, kadar air menggunakan sampel uji yang telah dipotong setelah OHT dengan ukuran 4 cm x 2 cm x 2 cm (panjang, x lebar x tebal) dengan 3 kali ulangan. Kerapatan diketahui berdasarkan standar KS F 2198 (2011), dengan rumus persamaan kerapatan:

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

Keterangan:

KR = Kerapatan (g/cm³)

M = Bobot sampel kayu (g)

V = Volume (cm³)

Berat awal (Ba) dan berat kering tanur (BKT) diukur untuk menentukan kadar air sampel sebelum dan setelah modifikasi panas. Kadar air kesetimbangan.

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

Keterangan:

MC = Kadar Air (%)

Ba = Bobot awal (g)

BKT = Bobot kering tanur (g)

WA = daya serap air (%)

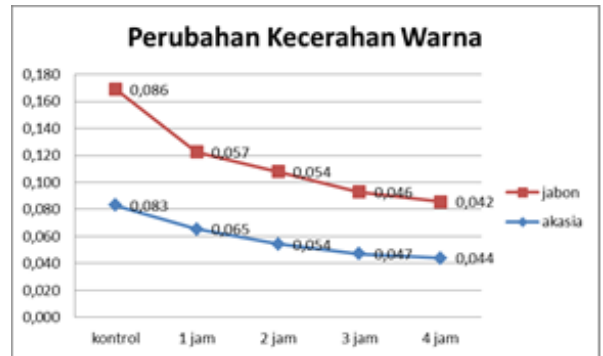
ma = berat sebelum direndam (gram)

mw = berat setelah direndam (gram).

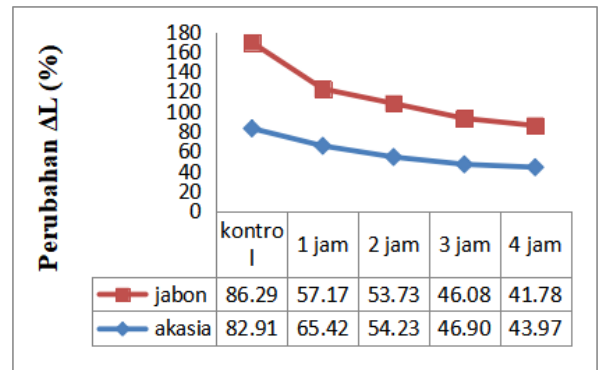
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan Warna Kayu

Pengaruh yang terjadi pada perlakuan dengan durasi 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam menunjukkan peningkatan perubahan warna pada kayu, yang artinya durasi perlakuan sangat mempengaruhi OHT. [11] menyatakan bahwa modifikasi perlakuan panas pada kayu menyebabkan perubahan warna kayu menjadi lebih gelap tergantung suhu dan waktu perlakuan panas. Perubahan warna keseluruhan terutama disebabkan oleh penurunan tingkat kecerahan [21, 22, 23].



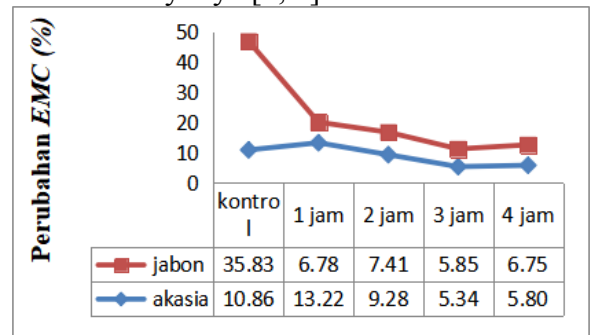
Gbr. 1 Perubahan warna (ΔE)



Gbr. 2 Perubahan kecerahan (ΔL)

B. Perubahan Kadar Air

Pengaruh durasi OHT menunjukkan penurunan tingkat kadar air dari durasi 1, 2, 3, dan 4 jam pada kayu jabon sedangkan pada kayu akasia terjadi penurunan kadar air pada durasi 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Menurut [2, 16], penggunaan suhu tinggi di atas 200°C dan waktu perlakuan di atas 24 jam menimbulkan pengaruh positif pada penurunan kadar air setimbang, peningkatan stabilitas dimensi dan keawetan kayunya, akan tetapi menyebabkan kerugian pada penurunan keteguhan rekat [2], serta sifat kekuatan kayunya [6, 7].

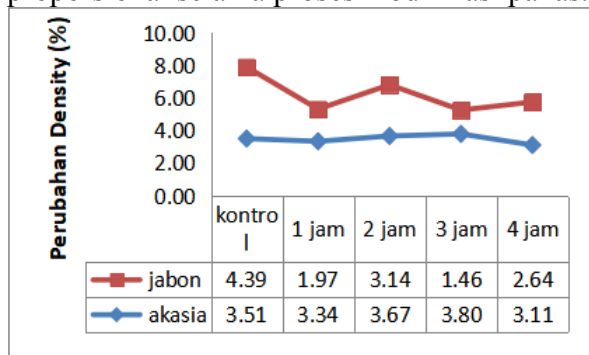


Gbr. 3 Kadar air (ΔEMC)

C. Perubahan Kerapatan

Perubahan kerapatan yang terlihat jelas yaitu pada kayu jabon sedangkan pada kayu akasia tidak terlihat jelas perubahan pada

kerapatan. [6] menyatakan bahwa kerapatan kayu akan sebelum dan setelah modifikasi panas tidak terlihat jelas pada semua tingkat suhu. Analisis statistik juga menunjukkan hasil perubahan kerapatan gubal dan teras tidak dipengaruhi oleh metode perlakuan panas baik suhu maupun durasi. Hal ini terjadi karena hilangnya berat dan penyusutan volume terjadi secara proporsional selama proses modifikasi panas.

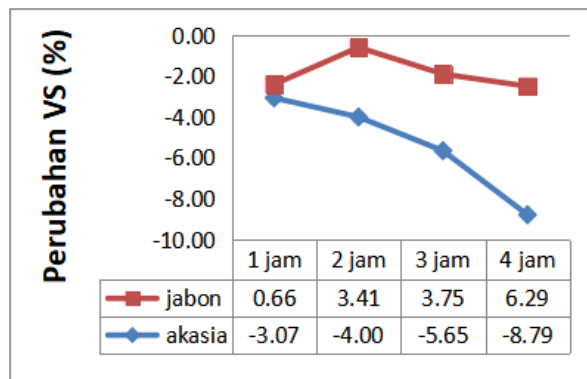


Gbr. 4 Perubahan kerapatan (Δ Density)

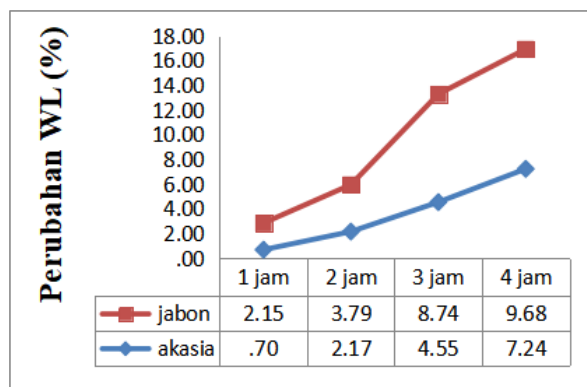
D. Perubahan Volume dan Berat

Pengaruh perlakuan panas dengan minyak terhadap perubahan volume mengalami kenaikan pada durasi 1 jam ke 2 jam dan pada durasi 3 jam sampai 4 jam mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pada durasi 1-2 jam panas minyak dan penyerapan minyak belum terlalu berpengaruh pada kayu, sedangkan pada durasi 3-4 jam sangat mempengaruhi kayu, seperti penyusutan kayu. Perlakuan minyak panas dapat mengurangi volume dari contoh uji, seperti yang ditemukan pada perlakuan panas dengan proses lainnya, hal ini terjadi karena ketidakmampuan trigliserida-trigliserida dari minyak untuk menembus dinding sel [16]. Penyusutan volume meningkat seiring peningkatan durasi perlakuan [2, 7].

Perlakuan panas dengan minyak menyebabkan kenaikan berat pada kayu, disebabkan penyerapan minyak ke dalam kayu. [17] menyatakan bahwa penggunaan minyak nabati dalam proses OHT adalah media pemanasan yang baik dan mampu membatasi oksigen dalam tanur. Namun, kekurangan produk yang dihasilkan dalam proses OHT adalah peningkatan masa kayu sekitar 50-70% yang disebabkan penyerapan minyak yang cukup banyak.



Gbr. 5 Perubahan volume (Δ VS)



Gbr. 6 Perubahan berat (Δ WL)

IV. PENUTUP

Pengaruh perlakuan panas dengan minyak sangat mempengaruhi sifat-sifat kayu akasia dan jabon. Hal itu disebabkan pengaruh durasi selama perlakuan, semakin lama durasi perlakuan akan menyebabkan perubahan pada sifat alami kayu. Perubahan yang terlihat jelas yaitu perubahan warna, perubahan berat, perubahan kadar air dan perubahan volume pada kayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada M. Abdilah, Ganang Bagus, A. Halim Hardianto dan Reynaldo Zevan yang telah membantu selama proses penelitian.

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] Esteves, B.M., dan Pereira, H. 2009. Wood modification by heat treatment: a review. *BioResources*. 4(1) : 370-404.

- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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 Wood (*Cylicodiscus gabunensis* [Taub.] Harms) Wood. *Bioresources*. 10(4): 6961–6974.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62(1): 145–152.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Hidayat, W., dan Febrianto, F. 2018. *Teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan: modifikasi panas dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kayu*. Buku. Pusaka media. Bandar Lampung.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Hill CAS. 2006. *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Process*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. Hlm: 99–127.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.

- [23] 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.