

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

# Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Warna dan Stabilitas Dimensi Kayu Gmelina (*Gmelina arborea*) dan Kelapa (*Cocos nucifera*)

Shalehudin Denny Ma'ruf<sup>1\*</sup>, Samsul Bakri<sup>2</sup>, Wahyu Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

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

\*wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

**Intisari** — Modifikasi kayu merupakan salah satu metode peningkatan mutu kayu yang memiliki banyak jenis seperti modifikasi kimia, impregnasi, modifikasi permukaan, dan modifikasi panas. Modifikasi panas pada kayu adalah aplikasi panas terhadap kayu pada suhu tinggi dengan waktu yang relatif singkat untuk menghasilkan sifat kayu yang diinginkan. Salah satu metode modifikasi panas kayu yang sudah digunakan yaitu *oil heat treatment* (OHT) yang merupakan metode memanaskan kayu dengan minyak nabati dengan waktu dan suhu tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan warna dan stabilitas dimensi kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan kelapa (*Cocos nucifera*) melalui OHT. Proses OHT dilakukan dalam tungku skala lab menggunakan minyak kelapa sawit komersial pada suhu 180°C, 200°C, 220°C, dan 240°C selama 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu perlakuan akan semakin tinggi total perubahan warna ( $\Delta E^*$ ) pada kedua kayu. Kerapatan gmelina menurun dengan meningkatnya suhu, sedangkan kerapatan kelapa meningkat setelah perlakuan panas pada 180°C dan 200°C dan menurun setelah perlakuan panas pada 220°C, dan 240°C. Semakin meningkatnya suhu menurunkan kadar air dan kerapatan di kedua kayu. Perubahan berat kedua kayu menunjukkan adanya peningkatan berat hingga suhu 200°C dan terjadi penurunan berat pada suhu yang lebih tinggi.

**Kata kunci** — perubahan warna, oil heat treatment, stabilitas dimensi

**Abstract** — Wood modification is a method to improve wood quality that includes chemical modification, impregnation, surface modification, and thermal modification. Thermal modification or heat treatment in wood is a method to heat the wood at high temperatures in a relatively short duration to produce a desired wood properties. The method of heat treatment that has been used is oil heat treatment (OHT), which is a method of heating wood with vegetable oil at a specific temperature and duration. The objective of this study was to measure color change and dimensional stability of gmelina (*Gmelina arborea*) and coconut (*Cocos nucifera*) woods via OHT. The OHT was conducted in a lab-scale furnace of commercial-grade palm oil at 180°C, 200°C, 220°C, and 240°C for 3 h. The effect of OHT on color change and dimension stability on woods was evaluated. The results showed that an increase in treatment temperature increased the overall color change ( $\Delta E^*$ ) in both *G. arborea* and *C. nucifera* woods. The density of *G. arborea* decreased with increased temperature. In contrast, the density of *C. nucifera* increased after heat treatment at 180°C and 200°C and decreased after heat treatment at 220°C and 240°C. The results showed that increased temperature decreased the moisture content and density in both woods. Weight change both of the woods showed an increased weight to 200°C and decreased at higher temperatures.

**Keywords**— color change, oil heat treatment, dimensional stability

## I. PENDAHULUAN

Indonesia memproduksi kayu dalam jumlah besar [16, 17, 18]. Produksi kayu bulat sebagian besar berasal dari hutan tanaman yang didominasi oleh kayu cepat tumbuh [19, 20, 21]. Namun, kayu cepat tumbuh memiliki kerapatan rendah, kekuatan rendah, susut longitudinal tinggi, dan proporsi kayu juvenil yang tinggi [2, 3, 4, 14]. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas kayu, seperti melalui modifikasi kayu [12]. Modifikasi kayu dapat didefinisikan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas kayu sehingga

menghasilkan kayu berkualitas lebih tinggi [1, 5]. Modifikasi kayu terdiri dari modifikasi kimia, impregnasi, modifikasi permukaan, dan modifikasi termal (perlakuan panas) [6, 7]. Perlakuan panas kayu memiliki lebih banyak keuntungan dibandingkan dengan teknik modifikasi kayu lainnya karena dianggap sebagai teknologi modifikasi ramah lingkungan karena tidak ada bahan kimia beracun yang digunakan dalam proses [8, 9, 10].

Perlakuan panas kayu adalah penerapan panas pada kayu pada suhu berkisar antara 160°C - 180°C dengan waktu yang relatif singkat [1, 12]. Perlakuan panas kayu

memiliki beberapa metode, yaitu *Thermo Wood*, *Plato Wood*, Retifikasi, *Bois Perdure*, dan *Oil Heat Treatment* yang berguna untuk meningkatkan stabilitas dimensi, meningkatkan ketahanan terhadap pembusukan dan meningkatkan kekuatan kayu [11, 12]. Salah satu metode modifikasi kayu yang telah digunakan adalah *oil heat treatment* (OHT) yang merupakan metode memanaskan kayu dalam media minyak pada waktu dan suhu tertentu.

OHT dapat meningkatkan daya tahan biologis kayu terhadap serangan jamur, menurunkan hemiselulosa, mengurangi sifat higroskopis, dan menurunkan stabilitas dimensi [1, 12, 13, 15]. Kayu cepat tumbuh seperti gmelina dan kelapa belum banyak dipelajari dalam modifikasi kayu terutama pada penggunaan OHT sehingga perlu ada penelitian penggunaan OHT di kedua kayu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu perlakuan selama OHT pada perubahan warna dan perubahan stabilitas dimensi kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan kelapa (*Cocos nucifera*).

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan utama dari penelitian ini adalah kayu gmelina (*Gmelina Arborea Roxb*) dan kelapa (*Cocos nucifera*). Minyak nabati dalam bentuk minyak sawit digunakan sebagai media perpindahan panas kayu.

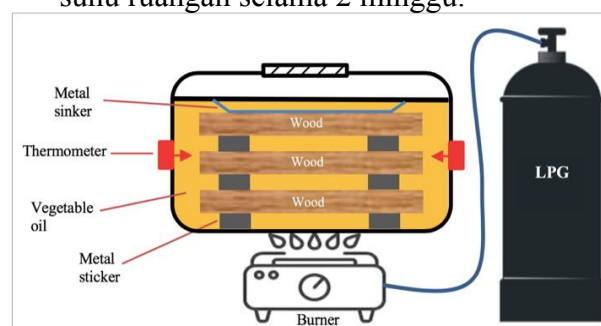
### B. Persiapan Sampel

Kayu Gmelina dan batang kelapa dengan umur tertentu diperoleh dari hutan rakyat. Log kemudian dikonversi menjadi papan berukuran 300 mm (panjang) × 90 mm (lebar) × 20 mm (tebal). Papan kemudian dikeringkan secara bertahap dan disimpan dalam ruang pendingin pada suhu kamar (25°C) dan kelembaban relatif ± 80% sampai kadar air sampel mencapai kadar air kesetimbangan. Papan kemudian disortir, hanya papan dengan serat normal dan bebas dari cacat dipilih sebagai sampel.

### C. Proses OHT

Sampel kayu disiapkan menggunakan stiker logam dan tumpukan atas dipertahankan menggunakan penahan logam untuk mencegah kayu melayang selama proses OHT (Gbr. 1). Minyak kemudian dimasukkan ke dalam tungku. Modifikasi panas dilakukan pada tahapan berikut:

- 1) Suhu dinaikkan dari 25-30°C ke suhu target maksimum dengan peningkatan suhu 4°C/menit,
- 2) Suhu maksimum (180°C, 200°C, 220°C dan 240°C) dipertahankan selama 3 jam,
- 3) Suhu diturunkan untuk mencapai suhu kamar,
- 4) Pengkondisian. Sampel disimpan pada suhu ruangan selama 2 minggu.



Gbr. 1 Desain dan bangun tungku OHT

### D. Proses Pengujian

Sifat-sifat kayu yang akan diuji meliputi:

#### 1) Perubahan warna

Pengukuran warna dengan membandingkan warna sebelum dan sesudah OHT dengan perubahan warna berupa  $\Delta L$  (terang dan gelap),  $\Delta a$  (merah dan hijau),  $\Delta b$  (kuning dan biru), dan  $\Delta E$  (total perubahan warna).

#### 2) Stabilitas dimensi

Stabilitas dimensi kayu meliputi pengukuran kadar air, kerapatan, dan Perubahan berat kayu sebelum dan sesudah OHT.

Analisis data menggunakan model statistik non parametrik rancangan percobaan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Faktor yang diteliti meliputi faktor suhu OHT (kontrol, 180°C, 200°C, 220°C dan 240°C) pada sifat-sifat kayu di berbagai pengujian. Pengolahan data menggunakan aplikasi SPSS

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Perubahan warna

Kedua kayu menunjukkan perubahan warna setelah OHT dari kayu kontrol berdasarkan nilai  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ , dan  $\Delta b^*$ . Data

dari kedua kayu (Tabel 1) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu OHT semakin tinggi nilai  $\Delta E^*$ . ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhunya, semakin tinggi pula perubahan warna kayu. Jika  $\Delta E^*$  melebihi 12.0, dapat dinyatakan bahwa perubahan warna kayu telah berubah total, jadi setelah OHT kedua warna kayu telah berubah total [10, 11].

Tabel I. Perubahan warna kayu setelah OHT

Jenis kayu	Suhu	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
Gmelina	Control	81.52	4.05	20.58	
	180°C	54.50	12.42	25.13	28.67
	200°C	46.49	11.23	18.33	35.85
	220°C	43.84	7.10	10.36	39.25
	240°C	38.77	2.75	1.73	46.82
Kelapa	Control	63.01	9.65	18.73	
	180°C	46.28	10.29	15.17	17.13
	200°C	32.21	6.59	6.05	33.50
	220°C	35.53	4.90	6.67	30.39
	240°C	31.11	5.35	5.53	34.79

#### B. Kerapatan dan Kadar air

Kerapatan kayu Gmelina (Tabel 2) menurun ketika suhu OHT semakin tinggi dan batang kelapa terjadi peningkatan kerapatan hingga suhu 200°C, kemudian terjadi penurunan ketika suhu lebih tinggi. Semua kayu kontrol memiliki kadar air lebih tinggi dari pada setelah OHT dan menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air ketika suhu OHT semakin tinggi. Metode modifikasi panas *clamp* pada kayu dapat mengurangi kadar air dan kerapatan [5, 6, 8].

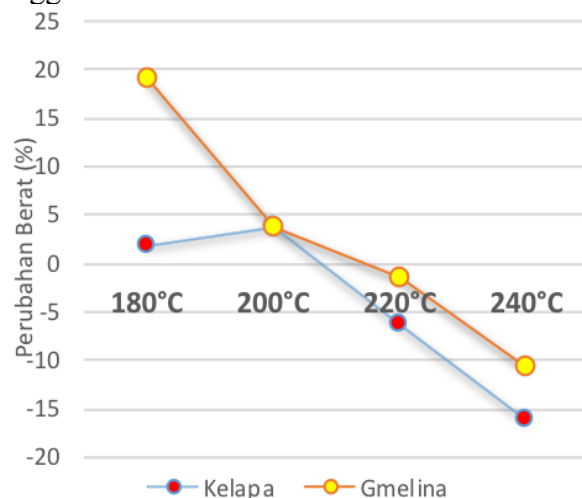
Tabel II. Kerapatan dan kadar air setelah OHT.

Jenis kayu	Suhu	Kerapatan	Kadar Air (%)
Gmelina	Control	0.44 (0.07)	13.40 (1.72)
	180°C	0.43 (0.03)	5.07 (0.90)
	200°C	0.43 (0.02)	6.59 (1.07)
	220°C	0.41 (0.02)	4.17 (2.04)
	240°C	0.41 (0.02)	3.25 (0.98)
Kelapa	Control	0.54 (0.10)	11.62 (0.80)
	180°C	0.55 (0.09)	6.03 (0.11)
	200°C	0.63 (0.07)	4.54 (0.21)
	220°C	0.45 (0.02)	3.56 (0.22)
	240°C	0.43 (0.00)	4.07 (0.04)

#### C. Perubahan Berat

Data menunjukkan adanya peningkatan berat pada kayu kelapa hingga suhu 200°C dan menurun pada suhu yang lebih tinggi sementara kayu gmelina terjadi kehilangan berat semakin besar saat suhu OHT semakin tinggi. Menurut [5, 11], pengurangan berat

kayu akan semakin besar saat suhu perlakuan panas pada kayu semakin tinggi karena terdegradasinya hemiselulosa kayu pada suhu tinggi.



Gbr. 2 Perubahan berat setelah OHT

#### IV. PENUTUP

Pengukuran warna kedua kayu menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu OHT menyebabkan perubahan warna kayu yang semakin besar. Sifat fisik kayu menunjukkan bahwa kayu gmelina mengalami penurunan kerapatan berat karena OHT dan batang kelapa mengalami peningkatan kerapatan dan berat hingga suhu 200°C dan berkurang ketika suhu OHT semakin tinggi. Kedua jenis kayu menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air ketika suhu OHT semakin tinggi. Penelitian selanjutnya akan digunakan jenis kayu yang berbeda untuk mengetahui pengaruh OHT pada sifat-sifat kayu di berbagai jenis kayu.

#### REFERENSI

- [1] Esteves, B.M., dan Pereira, H. 2009. Wood modification by heat treatment: a review. *BioResources*. 4(1) : 370-404.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Hidayat, W., dan Febrianto, F. 2018. *Teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan: modifikasi panas dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kayu*. Buku. Pusaka media. Bandar Lampung.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 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.