

**PENINGKATAN KUALITAS KAYU JABON (*Anthocephalus cadamba*)
MELALUI MODIFIKASI PANAS *OIL HEAT TREATMENT***

SKRIPSI

Oleh

**Hade Afkar
1914151069**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENINGKATAN KUALITAS KAYU JABON (*Anthocephalus cadamba*) MELALUI MODIFIKASI PANAS *OIL HEAT TREATMENT*

Oleh

Hade Afkar

Tingginya permintaan pertukangan dan maraknya penggundulan hutan juga menyebabkan kelangkaan bahan baku untuk industri perkayuan. Kayu jabon memiliki potensi besar sebagai jenis tanaman cepat tumbuh yang dapat dipanen dengan cepat pada umur 5 tahun. Sebagian besar kayu cepat tumbuh umumnya memiliki kualitas yang rendah, oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi panas menggunakan *oil heat treatment* untuk meningkatkan kualitas kayu tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur perlakuan panas minyak terhadap perubahan kualitas sifat fisik dan mekanik kayu jabon. *Oil heat treatment* (OHT) dilakukan dengan durasi 4 jam dengan perlakuan suhu 170°C, 190°C, 210°C. OHT dapat mengubah warna kayu jabon secara keseluruhan dan meningkatkan kualitas warna kayu jabon menjadi lebih gelap sesuai selera masyarakat. Terjadi peningkatan sifat mekanik kekerasan kayu jabon yang meningkat secara signifikan pada suhu 170°C dan 210°C.

Kata kunci: Suhu perlakuan, jabon, *oil heat treatment*, sifat fisik, sifat mekanik

ABSTRACT

QUALITY IMPROVEMENT OF JABON WOOD (*Anthocephalus cadamba*) WITH OIL HEAT TREATMENT OF HEAT MODIFICATION

By

Hade Afkar

The high demand for carpentry and rampant deforestation have also led to a scarcity of raw materials for the timber industry. Jabon wood has great potential as a fast growing species which can be harvested quickly at the age of 5 years. Most of the fast growing wood generally has low quality, therefore it is necessary to do heat modification using oil heat treatment to improve the quality of the wood. The purpose of this study was to determine the effect of oil heat treatment temperature on changes in the quality of the physical and mechanical properties of jabon wood. OHT was carried out at a duration of 4 hours with a temperature treatment of 170°C, 190°C, 210°C. Oil heat treatment (OHT) can change the overall color of jabon wood and improve the quality of the color of jabon wood to be darker according to people's tastes. There was an increase in the mechanical properties of the hardness of jabon wood which increased significantly at 170°C and 210°C.

Keywords: Temperature of treatment, jabon, oil heat treatment, physical properties, mechanical properties

**PENINGKATAN KUALITAS KAYU JABON (*Anthocephalus cadamba*)
MELALUI MODIFIKASI PANAS *OIL HEAT TREATMENT***

Oleh

Hade Afkar

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **Peningkatan Kualitas Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*) Melalui Modifikasi Panas *Oil Heat Treatment***

Nama : **Hade Afkar**

NPM : 1914151069

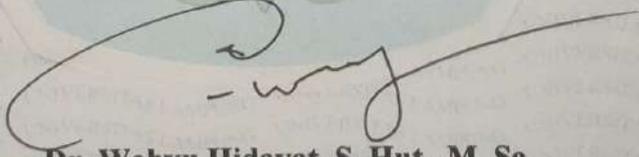
Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

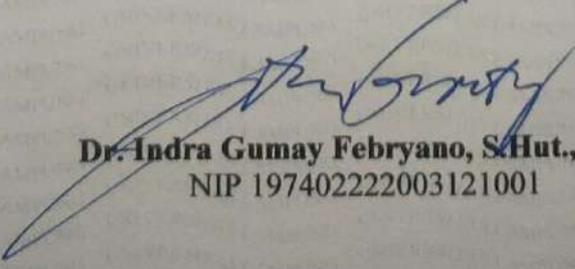
Tanggal Pengajuan : 3 Februari 2023

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Wahyu Hidayat, S. Hut., M. Sc
NIP 197911142009121001

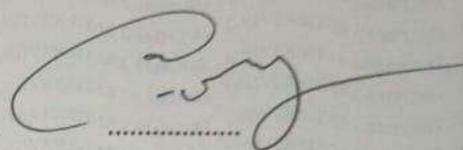
2. Ketua Jurusan Kehutanan


Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si
NIP 197402222003121001

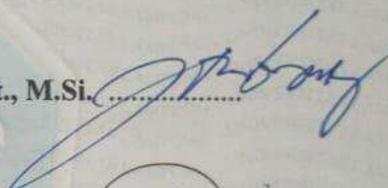
MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

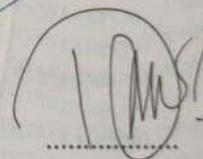
Ketua : Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.**



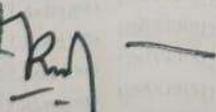
**Penguji
Bukan Pembimbing : Duryat, S. Hut., M. Si.**



Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196170201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 2 Februari 2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hade Afkar

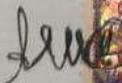
NPM : 1914151069

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sungguh-sungguh, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“PENINGKATAN KUALITAS KAYU JABON (*Anthocephalus cadamba*)
MELALUI MODIFIKASI PANAS *OIL HEAT TREATMENT*”**

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung,



Hade Afkar
NPM 1914151069

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta Selatan, 19 Februari 2001 sebagai anak pertama dari empat bersaudara pasangan Bapak Roy Fiqri dan Ibu Ismawati. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD IT Rahmatan Lil Alamin Bogor 2007-2013, SMP IT Rahmatan Lil Alamin Bogor 2013-2016, dan SMAN 1 Cibungbulang Bogor 2016-2019. Tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui salah satu program penerimaan mahasiswa baru seleksi SBPMTN.

Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasylva) sebagai anggota pada 2019-2022. Penulis juga aktif di organisasi Forum Studi Islam Fakultas Pertanian Universitas Lampung (FOSI FP) sebagai pengurus bidang Fundaraising and Marketing. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa LeuweungKolot, kecamatan Cibungbulang, Kab. Bogor selama 40 hari pada bulan Januari – Februari 2022. Penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Getas dan Wanagama selama 20 hari pada bulan Agustus 2022. Penulis menjadi mahasiswa mempublikasikan tulisan ilmiah di Prosiding Nasional Universitas Tadulako dengan judul “Pengaruh Perlakuan Panas *Oil Heat Treatment* Terhadap Perubahan Warna Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*).

SANWACANA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya serta shalawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Peningkatan Kualitas Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*) melalui Modifikasi Panas *Oil Heat Treatment*” ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Wahyu Hidayat, S. Hut., M. Sc selaku Pembimbing skripsi saya yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan arahan serta petunjuk dalam penyusunan skripsi saya
4. Bapak Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Sc. selaku pembimbing akademik penulis atas segala bimbingan dan motivasi selama kuliah.,
5. Bapak Dr. Indra Gumay Febryano, S. Hut., M. Si. selaku dosen penguji utama atas kritik, saran, dan motivasinya dalam proses penyelesaian skripsi,
6. Bapak Duryat, S. Hut., M. Si selaku dosen penguji kedua atas kritik, saran, dan motivasinya dalam proses penyelesaian skripsi,
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Roy Fiqri dan Ibu Ismawati, serta saudari-saudari terbaik Saffana, Aqsho Ramadhan dan Arsyad Suhada yang selalu memberikan kasih sayang, selalu menemani, memberi dukungan baik dalam segi material, non material, serta semangat dan doa yang tiada henti sampai penulis menyelesaikan penulisan laporan ini dengan baik.,

8. Saudari Khansa Qonita, selaku *support system* yang membantu, memberikan dukungan baik dalam segi material maupun non material, menemani dan mendoakan penulis hingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Teman seperbimbingan Teknologi Hasil Hutan Lusy Rahmawati, Daffa Naufalian Fauzi, Porto Mauritio, Ukhti Assyifa, M. Dimaz Nugraha dan M. Alfaridzi yang telah membantu penelitian sampai dengan kekelulusan.
10. Keluarga RU dan Triboy yang selalu mensupport saya dan membantu saya saat berkuliah di Universitas Lampung,
11. Keluarga besar FORMICS yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam penyelesaian penulisan laporan ini.
12. Keluarga besar HIMASYLVA yang telah memberi dukungan dan ilmu dalam perkuliahan ini.
13. Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 26 Februari 2023

Hade Afkar

Kupersembahkan karya ini untuk Ayah, Ibu, dan Adik-adikku Tercinta

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir	4
1.5. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Potensi Kayu di Indonesia	8
2.2. Jabon	9
2.3. Kegunaan Kayu Jabon	10
2.4. Modifikasi Kayu	12
2.5. Peningkatan Kualitas Kayu Menggunakan <i>Oil Heat Treatment</i>	14
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3. Cara Kerja	19
3.3.1 Penebangan Kayu	19

	Halaman
3.3.2 Persiapan Sampel.....	19
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.3.3.3 Pengukuran Parameter Setelah Perlakuan	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pengaruh <i>Oil Heat Treatment</i> (OHT) terhadap Perubahan Kualitas Sifat Fisis Pada Kayu Jabon pada Suhu 170°C, 190°C dan 210°C	25
4.1.1 Perubahan Warna Kayu	25
4.1.2 Perubahan Berat, Susut Volume dan Kerapatan.....	29
4.1.3 Daya Serap Air.....	31
4.2. Pengaruh <i>Oil Heat Treatment</i> (OHT) terhadap Perubahan Kualitas Sifat Mekanis Pada Kayu Jabon pada Suhu 170°C, 190°C dan 210°C ..	32
4.2.1 Kekerasan.....	32
4.2.2 Kuat tekan.....	33
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Simpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perubahan Warna Kayu Jabon Setelah Perlakuan OHT	28
2. Pengaruh Suhu Perlakuan OHT terhadap Perubahan Berat, Susut Volume dan Kerapatan.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	6
2. Diagram alir persiapan sampel.....	19
3. Tampilan permukaan kayu jabon sebelum dan sesudah OHT pada berbagai suhu perlakuan	26
4. Perubahan nilai L^* pada papan kayu jabon setelah OHT	26
5. Perubahan nilai a^* pada papan kayu jabon setelah perlakuan OHT	27
6. Perubahan nilai b^* pada papan kayu jabon setelah OHT.....	28
7. Pengaruh suhu perlakuan OHT terhadap kerapatan kayu jabon	31
8. Daya serap air (DSA) kayu jabon sebelum dan sesudah OHT pada berbagai suhu perlakuan	32
9. Kekerasan kayu jabon sebelum dan sesudah OHT pada berbagai suhu perlakuan	33
10. Kuat tekan kayu jabon sebelum dan sesudah OHT pada berbagai suhu perlakuan	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan tanaman sejak abad ke-20 menjadi penyuplai utama produksi kayu bulat di Indonesia, hutan tanaman tahun terakhir ini menjadi pemasok kayu bulat untuk industri kayu mencapai sekitar 85% (Hadi dan Lestari, 2022). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kementerian Lingkungan Hidup di Indonesia (2020) Indonesia menghasilkan 57,93 juta m³ kayu bulat secara keseluruhan pada tahun 2019 sebesar 53 juta m³ dan di antaranya berasal dari hutan tanaman (91,5%). Tingginya kebutuhan kayu pertukangan dan juga maraknya deforestasi juga mengakibatkan kelangkaan bahan baku industri perkayuan dari hutan alam (Chaowana, 2013). Beberapa contoh jenis kayu yang berasal dari hutan tanaman yaitu sengon (*Falcataria moluccana*), pinus (*Pinus merkusii*) dan juga jabon (*Anthocephalus cadamba*). Kayu jabon sangat berpotensi sebagai salah satu jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing species*) yang dapat dipanen cepat pada umur 5 sampai 6 tahun dan riap pertumbuhan jabon dapat mencapai 10 cm per tahun (Sarjono *et al.*, 2017; Nandika *et al.*, 2015).

Kayu jabon termasuk komoditas kehutanan unggulan pada Hutan Tanaman Industri (HTI) karena dapat menjadi alternatif untuk digunakan sebagai kayu pertukangan. Salah satu contoh HTI jabon yaitu pada areal IUPHHK-HT PT. Gorontalo Citra Lestari (GCL), PT GCL memperoleh Ijin Usaha Pemanfaatan hasil Hutan Kayu pada Hutan Tanaman (IUPHHK-HT) berdasarkan SK Menhut No.261/Menhut-II/2011 tanggal 12 Mei 2011 dengan luas areal 46.170 hektar di bekas areal Eks PT Inimexintra. Kayu jabon juga telah banyak digunakan untuk bahan dasar perindustrian kayu lapis, furnitur dan juga bubur kayu (*pulp and paper*).

(Lempang, 2014). Menurut Barus (2012), kebanyakan dari kayu cepat tumbuh umumnya memiliki kualitas rendah, sehingga kayu dengan daya tahan dan kerapatan rendah tidak cocok untuk furnitur maupun kayu pertukangan. Kayu cepat tumbuh juga pada dasarnya memiliki kelemahan dibandingkan dengan kayu yang berasal dari hutan alam terutama pada segi kekuatan dan kerapatan rendah (Hidayat, 2012). Sifat kayu dapat dimodifikasi untuk meningkatkan kualitas dari kayu tersebut.

Menurut Hidayat *et al.* (2018) modifikasi kayu adalah perlakuan kimia, biologi, dan fisik kayu dengan tujuan meningkatkan sifat kayu yang diinginkan. Terdapat beberapa teknologi modifikasi pada kayu seperti modifikasi permukaan kayu (Petrtic, 2013), modifikasi biologi kayu (Maulida, 2020), modifikasi kimia kayu (Gérardin, 2016), modifikasi impregnasi kayu (Sandberg *et al.* 2017), dan modifikasi panas kayu (Hidayat dan Febrianto, 2018). Salah satu modifikasi pada kayu dipilih karena dapat mengurangi sifat higrokopis kayu dan merubah warna kayu menjadi lebih gelap (Hidayat dan Febrianto, 2018). Menurut Jirouš dan Miklečić (2019) modifikasi panas paling banyak digunakan untuk industri karena perlakuannya yang mudah, ramah lingkungan dan juga bermanfaat secara komersial. Menurut Karlina *et al.* (2018) kayu yang diberi perlakuan panas pada suhu antara 140°C dan 280°C dengan berbagai waktu pemaparan dikenal sebagai kayu yang dimodifikasi dengan panas.

Modifikasi panas kayu terdiri dari berbagai perlakuan seperti perlakuan panas dengan uap (*thermowood treatment*) (Poncsak *et al.*, 2011), perlakuan panas dengan udara (*air heat treatment*) (Esteves *et al.*, 2009), perlakuan panas dengan kombinasi antara udara dan uap (*plato wood treatment*) (Esteves *et al.*, 2009) dan perlakuan panas dengan minyak (*oil heat treatment*) (Abdillah *et al.*, 2020). Modifikasi panas kayu dengan minyak dipilih karena minyak dapat menjadi solusi yang berkaitan dengan ramah lingkungan, keberlanjutan bahan kimia dan juga mudahnya perlakuan (Tang *et al.*, 2019).

Teknologi OHT dapat digunakan dalam memodifikasi beberapa sifat kayu (Hidayat *et al.*, 2016). OHT juga dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas kayu dalam stabilitas dimensi, higrokopis dan juga daya tahan biologisnya (Welzbacher *et al.*, 2008). Berdasarkan penelitian menggunakan kayu cepat tumbuh, OHT dapat

menurunkan kadar air pada kayu gmelina (*Gmelina arborea*) (Ma'ruf *et al.*, 2020). OHT dianggap sebagai salah satu pendekatan paling praktis untuk menghilangkan mutu kayu rendah pada kayu (Tang *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan mengenai perlakuan panas pada kayu dengan menggunakan jenis sengon (*Falcataria moluccana*), gmelina (*Gmelina arborea*), pinus (*Pinus merkusii*), akasia (*Acacia mangium*) dan jabon (*Anhtocepalus cadamba*) (Agussalim, 2018; Hardianto *et al.*, 2020; Prayoga *et al.*, 2020; Prihastono *et al.*, 2020). Priadi *et al.* (2015) melaporkan perlakuan panas dengan minyak terbukti meningkatkan keawetan kayu kecap dan rambutan dan tidak menurunkan sifat mekanisnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian Hardianto *et al.* (2020) terhadap kayu gmelina, OHT menyebabkan kayu gmelina mengalami penurunan kerapatan berat hingga suhu mencapai 200°C dan kemudian berkurang ketika suhu dinaikan.

Prayoga *et al.* (2020) melaporkan peningkatan kualitas kayu cepat tumbuh dengan pengaruh durasi perlakuan panas minyak pada kayu jabon menggunakan suhu 200°C, didapati perubahan sifat fisis yang signifikan pada durasi perlakuan selama 2 jam dan telah terbukti memperbaiki sifat fisis kayu. Sementara itu perlakuan panas dengan minyak menyebabkan kerusakan pada sifat mekanis kayu seiring pertambahan durasi perlakuan pada kayu jabon. Maka dari itu penting dilakukannya penelitian menggunakan suhu 170°C, 190°C, dan 210°C dengan durasi 4 jam. Suhu yang berbeda bertujuan untuk melengkapi penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan suhu 200°C dengan berbagai durasi perlakuan yang menyebabkan penurunan pada sifat mekanis kayu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas kayu jabon menggunakan OHT dengan berbagai suhu yang berbeda terhadap sifat fisis dan mekanis pada kayu jabon.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh suhu perlakuan *oil heat treatment* (170°C, 190°C dan 210°C) terhadap perubahan kualitas sifat fisis pada kayu jabon,

2. Mengetahui pengaruh suhu perlakuan *oil heat treatment* (170°C, 190°C dan 210°C) terhadap perubahan kualitas sifat mekanis kayu jabol.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk memperoleh modifikasi perlakuan kayu menggunakan modifikasi *oil heat treatment* (OHT) yang dapat dijadikan salah satu solusi dalam perbaikan mutu kayu. Ditinjau dari hasil penelitian modifikasi modifikasi OHT mampu meningkatkan sifat-sifat kayu terutama kayu yang berasal dari pohon yang cepat tumbuh.

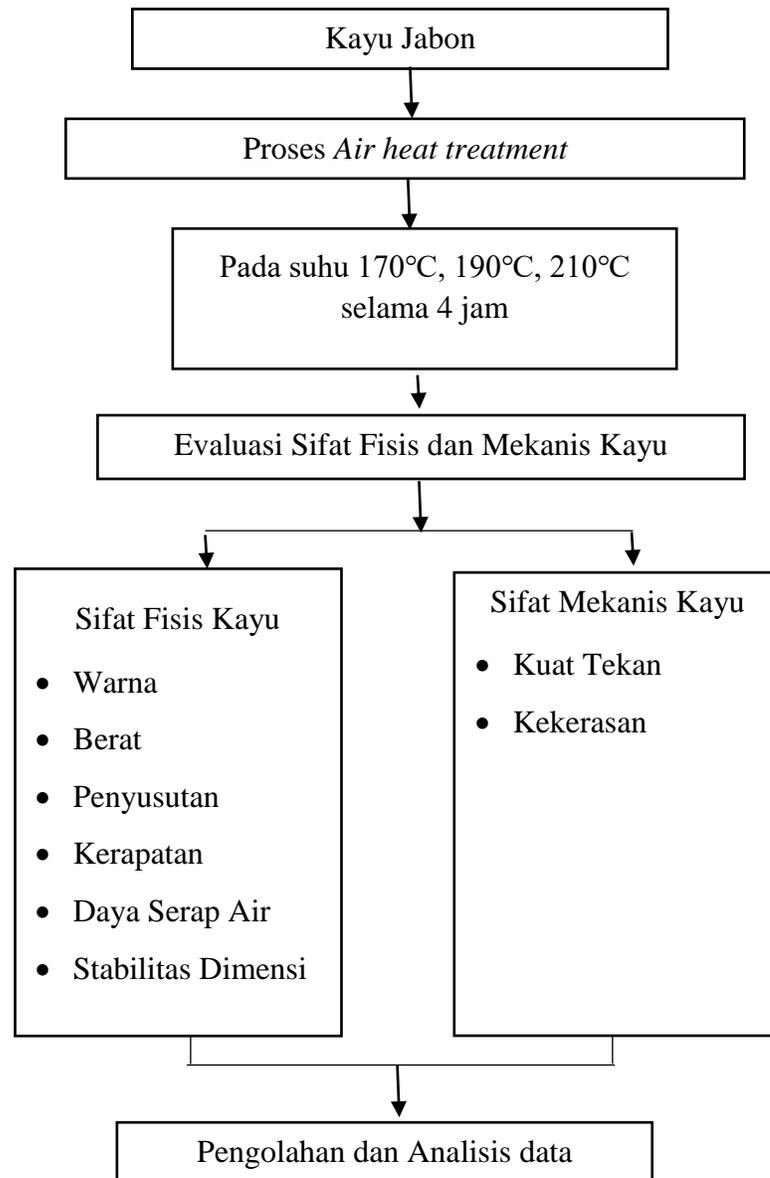
1.4 Kerangka Pikir

Hutan tanaman biasanya ditanami dengan jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing species*) (Muhamad, *et al.*, 2019). Kayu cepat tumbuh memiliki karakteristik berat jenis dan keawetan yang rendah, sifat ini dapat berdampak pada ketahanan kayu serta stabilitas dimensi yang rendah, sehingga tidak cocok untuk bahan konstruksi maupun mebel (Abdillah, 2020). Diperlukan peningkatan kualitas kayu cepat tumbuh terutama stabilitas dimensi dan keawetan. Modifikasi merupakan salah satu solusi dalam mengubah sifat-sifat kayu, khususnya pada kayu cepat tumbuh. Ide dasar di balik modifikasi ini adalah menggunakan bahan kimia atau kombinasi bahan kimia untuk mengisi dinding sel kayu, kemudian memicu reaksi yang membuat bahan yang terkunci di dinding sel kayu (Hidayat dan Febrianto, 2018).

Upaya peningkatan kualitas kayu, salah satunya melibatkan kayu modifikasi dengan perlakuan panas. Salah satu cara untuk memperbaiki atau menyiasati kekurangan kayu adalah tersebut adalah dengan memodifikasi kayu yang diberi perlakuan panas (Hidayat dan Febrianto, 2018). Kayu yang diberi perlakuan panas meningkatkan ketahanan kayu baik varietas lunak maupun keras (Esteves dan Pereira, 2009). Warna adalah sesuatu yang perlu dipertimbangkan saat menggunakan kayu untuk digunakan pada *cladding* (struktur eksterior), *decking* (lantai), *garden furniture*

(perabot rumah tangga), dan hal-hal lain yang tidak membutuhkan banyak kekuatan (Karlinasari *et al.*, 2018).

Dilakukannya proses perlakuan panas dengan minyak (*oil heat treatment*) menggunakan berbagai macam suhu yaitu 170°C, 190°C, 210°C dengan durasi perlakuan selama 4 jam, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan yang dihasilkan dari proses perlakuan panas tersebut. Setelah dilakukan perlakuan panas dengan udara pada kayu jabon kemudian dilakukan evaluasi pada sifat fisis (warna, berat, penyusutan, kerapatan, kadar air, dan daya serap air) serta sifat mekanis kayu (kuat tekan dan kekerasan) pada kayu jabon. Setelah itu dilakukan analisis dan pengolahan data pada data yang didapatkan berdasarkan perlakuan panas menggunakan minyak yang telah dilakukan. Diagram alir kerangka pikir dipaparkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1.5. Hipotesis

Oil heat treatment dapat meningkatkan kualitas dari kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) pada sifat fisis seperti warna, berat, penyusutan, daya serap air (DSA), stabilitas dimensi dan juga sifat mekanis seperti kuat tekan dan kekerasan yang dijadikan sebagai acuan perbandingan perubahan dari kualitas kayu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Kayu di Indonesia

Laju perkembangan industri perkayuan menunjukkan pelambatan dalam beberapa tahun terakhir. Kelangkaan kayu sebagai bahan baku merupakan salah satu masalah utama yang perlu ditangani. Banyaknya kebutuhan kayu dalam dunia konstruksi menyebabkan dimanfaatkannya hutan tanaman industri dengan kayu cepat tumbuh seperti kayu sengon, akasia dan jabon jabon (Baskara *et al.*, 2022; Febrianto *et al.*, 2009; Hidayat *et al.*, 2013). Industri sekarang memiliki lebih banyak peluang untuk memanfaatkan sebanyak mungkin jenis kayu, termasuk spesies yang kurang dikenal, karena kurangnya bahan baku kayu berkualitas tinggi (Febrianto *et al.*, 2015; Hidayat *et al.*, 2020). Namun, belum semua jenis kayu dapat diterima oleh pasar dalam negeri. Ada banyak alasan, tetapi satu hal yang jelas dari 4.000 spesies kayu di Indonesia, hanya keberadaannya yang diketahui, dan banyak di antaranya tidak diketahui sifat, cara pengolahan, dan aplikasinya (Febrianto *et al.*, 2010; Hidayat *et al.*, 2017a; Lempang, 2014). Menurut Lempang (2014), sekitar 400 diantaranya berdiameter besar dan dianggap penting, dengan 267 spesies masuk dalam 120 kategori.

Saat ini jenis kayu perdagangan semakin banyak, maka klasifikasi 267 jenis kayu komersial menjadi 120 kelompok kayu perdagangan sudah tidak sesuai lagi (Muslich *et al.*, 2013). Menurut Kaskoyo (2009), kebutuhan kayu nasional sebesar 57,1 juta m³ tidak dapat dipenuhi oleh kayu dari hutan alam dan hutan tanaman. Hal ini mengharuskan pemanfaatan kayu rakyat sebagai alternatif salah satu bahan baku (Aminah *et al.*, 2013; Siadari *et al.*, 2013; Utama *et al.*, 2019). Pohon dengan spesies

cepat tumbuh menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi masalah kayu di Indonesia, karena waktu pemanenannya setelah penanaman hanya sekitar 5-6 tahun (Hidayat *et al.*, 2017b). Jabon merupakan salah satu spesies pohon cepat tumbuh dan bisa menjadi alternatif pemasok kayu pertukangan di Indonesia (Nandika *et al.*, 2015; Prayoga *et al.*, 2020; Hidayat *et al.*, 2021).

2.2. Jabon

Di Indonesia, persebaran alami jabon (*Anthocephalus cadamba*) hampir menyebar pada semua daerah Indonesia, misalnya Sulawesi, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, Sumatera dan Papua (Mansur dan Tuheteru, 2010; Sulistio *et al.*, 2020). Jabon memiliki tekstur kayu halus sampai dengan kasar, mempunyai serat yang lurus, sedikit mengkilat dan juga tak berbau. Kerapatan kayu jabon yaitu 290-650 kg/m³ dengan kadar air 15% (Krisnawati *et al.*, 2011). Kayu jabon juga termasuk kayu ringan dengan banyak manfaat seperti bahan baku kayu lapis maupun sebagai konstruksi ringan (Krisnawati *et al.*, 2011; Prayoga *et al.*, 2020; Hidayat *et al.*, 2021). Menurut Mansur dan Tuheteru (2010), susunan klasifikasi pohon jabon yaitu:

Regnum : *Plantae*
Subregnum : *Tracheobionta*
Superdivisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub-kelas : *Asteridae*
Ordo : *Rubiales*
Famili : *Rubiaceae*
Genus : *Anthocephalus*
Jenis : *Anthocephalus cadamba*

Mulyana *et al.* (2011) mengatakan bahwa jabon merupakan endemik Indonesia dan berkembang begitu baik karena jabon termasuk *fast growing species*. Jabon dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dan rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Pohon

jabon biasanya tumbuh hingga ketinggian 45 m, mempunyai panjang batang 30 m tanpa cabang, dan diameter batang sekitar 160 cm (Mulyana *et al.*, 2011). Jabon mempunyai kulit luar berwarna kelabu kecokelatan dan juga cokelat, dan juga beralur dangkal. Mempunyai daun tunggal, memiliki panjang tangkai 1,5-4 cm, helaian daun berbentuk ellips atau lonjong, kadang hampir bundar. Jabon mempunyai bunga dengan ukuran relatif besar, dan berdiameter sekitar 4,5-6 cm (Mulyana *et al.*, 2011).. Panjang butir 6 mm dan ditutupi oleh kelopak daun, bagian bawah relatif lunak dan biji mempunyai banyak biji. Kayu jabon mempunyai berat jenis 0,42 (0,29-0,56) dengan kelas kuat III-IV dan kelas awet V (Mulyana *et al.*, 2011). Jabon tersebar diberbagai negara seperti Australia, Cina, India, Malayasia, Papua Nugini, Singapura, Vietnam dan Indonesia. Kayu jabon termasuk mudah dikeringkan. Kayu jabon perlu segera diproses setelah dipanen untuk menghindari jamur (noda) biru pada permukaannya. (Soerianegara dan Lemmens, 1993).

2.3. Kegunaan Kayu Jabon

Jabon merupakan pohon asli Indonesia yang dapat tumbuh subur di hutan tropis karena pertumbuhannya yang cepat (*fast growing species*). Karena berbagai keunggulannya dibandingkan tanaman berkayu lainnya, jabon merupakan komoditas yang populer di industri perkayuan. Berikut beberapa manfaat jabon (Mulyana *et al.*, 2011; Hidayat *et al.*, 2019; Muhamad *et al.*, 2019):

1. Jabon adalah sejenis tumbuhan yang cepat tumbuh. Diameter batang tumbuh 5-10 cm per tahun, dan pohon tumbuh setinggi 3-6 m per tahun.
2. Proses pemanenan kayu jabon terukur cepat. karena hanya membutuhkan waktu 5 sampai 6 tahun untuk memanen satu batang dengan diameter 30-50 cm.
3. Veneer basah memiliki kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu sengon karena hasil log kayu yang dimasukkan ke dalam mesin rotari. Diperkirakan kayu jabon pada akhirnya akan menggantikan kayu meranti sebagai bahan utama triplek.

4. Kayu jabon merupakan bahan yang cukup umum untuk bahan bangunan, seperti peralatan dan rangka rumah. Mengukir kayu jabon untuk mempercantik tampilannya memang sederhana.
5. Papan partikel dan bubur kertas sama-sama dapat dihasilkan dari limbah kayu jabon. Sedangkan sumpit, papan buah, peti, dan balok semuanya terbuat dari kayu jabon termurah.
6. Pohon jabon berbatang lurus berbentuk silinder. mendatar dan bercabang mini. Jika dibandingkan dengan tumbuhan lain seperti sengon, kemampuan pangkas alami jabon mendorong batang tumbuh bebas dan tinggi.
7. Jabon merupakan pohon pionir yang dapat tumbuh subur di lingkungan yang keras, seperti tanah liat, tanah liat podsolik coklat, dan tanah berbatu. Hasilnya, jabon dapat dimanfaatkan untuk naungan, penghijauan, dan reklamasi manusia bekas tambang.

Menurut Soerianegara dan Lemmens (1993), kayu jabon dapat digunakan untuk pembuatan papan partikel, papan semen, dan papan kertas karena dapat digunakan baik sebagai lapisan atas maupun lapisan inti kayu lapis. Dalam memproduksi kertas dengan kualitas rendah hingga sedang, penggunaan kayu jabon merupakan faktor terpenting. Selain itu, jabon dapat dimanfaatkan untuk reboisasi dan rehabilitasi lahan sebagai pohon peneduh.

Setiap bagian dari pohon jabon dapat digunakan sehingga dapat memperoleh keuntungan di India. Sebagai contoh "attar" adalah bahan parfum khas India yang terbuat dari bunga jabon (Martawijaya *et al.*, 2005). Industri lebah madu juga didukung oleh produksi bunga pohon jabon. Getah yang berasal dari akar pohon jabon ini berwarna kuning dan dapat digunakan sebagai pewarna pada kerajinan. Kulit kayu kering digunakan sebagai tonikum dan obat demam (Martawijaya *et al.*, 2005). Kayu jabon sebagai kayu cepat tumbuh biasanya memiliki daya tahan yang rendah dan kualitas rendah. Oleh karena itu dilakukannya peningkatan kualitas kayu agar kayu cepat tumbuh dapat bersaing dipasaran kayu pertukangan. *Oil heat treatment* dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas kayu, perlakuan panas ini dapat digunakan

pada kayu jabon cepat tumbuh (Hardianto *et al.*, 2020; Hartono *et al.*, 2019; Haryanto *et al.*, 2021).

2 4. Modifikasi Kayu

Menurut Hill (2006), modifikasi kayu merupakan proses mengubah sifat-sifat dari kayu menjadi unggul dari sifat alami kayu tersebut. Sifat-sifat kayu seperti ketahanannya terhadap pembusukan (*decay*), stabilitas dimensi, daya serap air, kualitas kekuatan kayu, dan lain sebagainya, semuanya dapat ditingkatkan dengan modifikasi ini. Modifikasi kayu adalah perlakuan kimia, biologi, dan fisik kayu dengan tujuan meningkatkan sifat kayu yang diinginkan (Hidayat *et al.*, 2018; Abdillah *et al.*, 2020). Kayu yang dimodifikasi tidak boleh berbahaya, dan tidak ada zat beracun yang harus dihilangkan selama digunakan. Pengawetan kimiawi (boron, kreosot, dll.) dapat menghentikan jamur dan penggerek menyerang kayu. Namun, penggunaan bahan kimia akan terus berkurang karena tersingkir oleh air hujan atau panas. Air hujan akan menghanyutkan bahan kimia, memungkinkan mereka untuk memasuki lingkungan dan menyebabkan polusi. Properti kayu akan kembali ke keadaan semula seiring berjalannya waktu (Hidayat dan Febrianto, 2018).

Menurut Hidayat dan Febrianto (2018), terdapat modifikasi aktif dan modifikasi pasif. Modifikasi aktif adalah perubahan yang terjadi pada sifat kimia kayu, sedangkan modifikasi pasif hanya mempengaruhi sifat fisik kayu tanpa mengubah komposisi kimianya. Perlakuan tadi berlaku dalam dinding sel atau rongga sel. Ada beberapa metode modifikasi kayu yaitu, modifikasi kimia, modifikasi impregnasi, modifikasi permukaan dan modifikasi panas. Perlakuan diaplikasikan melalui rongga sel atau dinding. Hidayat dan Febrianto (2018) mengatakan bahwa reagen kimia bereaksi dengan konstituen polimer kayu untuk memodifikasi kayu secara kimiawi, membentuk ikatan antara reagen dan substrat. Penyerapan dan pelepasan air dari dinding sel mendorong pengembangan modifikasi kimiawi kayu dengan tujuan meningkatkan stabilitas dimensi material. Menurut Hidayat dan Febrianto (2018), tujuan pengaplikasian pernis, atau bahkan pengecatan pada lapisan luar kayu adalah

untuk meningkatkan kestabilan dimensi kayu dan mengurangi agresivitas jamur pembunuh kayu (Febrianto *et al.*, 2014; Hidayat dan Febrianto, 2018; Hidayat *et al.*, 2018; Hidayat *et al.*, 2019; Ma'ruf *et al.*, 2020). Namun perlakuan ini hanya berlangsung singkat. Saat bahan yang digunakan dirawat, sifat asli kayu hilang, dan tempat masuknya air dan celah menguap dapat menyebabkan keretakan pada kayu.

Menurut Hidayat dan Febrianto (2018), modifikasi impregnasi merupakan proses pemasukan impregnan ke dalam kayu untuk menaikkan sifat kayu sesuai dengan yang diinginkan. Ide dasar di balik modifikasi ini adalah menggunakan bahan kimia atau kombinasi bahan kimia untuk mengisi dinding sel kayu, kemudian memicu reaksi yang mengunci material di dinding sel kayu. Untuk memastikan filler dapat diakses selama fase impregnasi, dinding sel harus digembungkan. Komponen molekul filler cukup kecil untuk menembus dinding sel kayu. Fiksasi filler dapat terjadi melalui impregnasi monomer atau oligomer, yang diikuti oleh polimerisasi pada dinding sel dan difusi bahan terlarut. Dinding sel kemudian harus diberi perlakuan lebih lanjut untuk mencegah bahan pengisi keluar (Hidayat dan Febrianto, 2018).

Modifikasi permukaan mempunyai tujuan yang sama seperti modifikasi impregnasi, tetapi hanya beberapa lapisan pertama dari permukaan kayu yang diperlakukan dalam modifikasi permukaan. Penerapan bahan kimia, fisik, atau biologis pada permukaan kayu yang bertujuan untuk menaikkan sifat yang diinginkan dari kayu dikenal sebagai modifikasi permukaan (Hidayat dan Febrianto, 2018). Menurut Hidayat dan Febrianto (2018), ketahanan UV kayu, penyerapan air, kompatibilitas dengan bahan pelapis atau matriks, dan ikatan antar permukaan telah ditingkatkan melalui modifikasi permukaan. Keandalan berlapis yang lebih baik, kekuatan yang lebih besar, dan keramahan lingkungan adalah keuntungan dari kayu yang dimodifikasi, karena menggunakan lebih sedikit bahan sintetis. Sifat mekanik, pola, dan warna yang diubah tetap dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pasar, khususnya para insinyur konstruksi. Kayu yang telah mengalami perlakuan panas dalam jangka waktu yang bervariasi dan pada suhu tinggi berkisar antara 140-280 °C dikenal sebagai kayu yang dimodifikasi dengan panas. Perlakuan panas ini

bertujuan untuk mengubah komponen sel kayu sehingga mengubah sifat-sifatnya (Esteves dan Pereira, 2009; Hidayat *et al.*, 2017).

Suhu, waktu perlakuan, kondisi suhu sekitar, jenis kayu, dan kondisi sistem kadar air kayu selama proses perlakuan panas merupakan variabel-variabel yang dapat menentukan keberhasilan suatu perlakuan panas pada kayu (Boonstra, 2008; Hill, 2006; Hidayat *et al.*, 2015). Hidayat dan Febrianto (2018) mengatakan bahwa untuk menjaga agar kayu tidak terbakar selama perlakuan panas, modifikasi kayu dilakukan pada kondisi tidak ada oksigen atau sangat sedikit oksigen. Oleh karena itu, media nitrogen (Hakkou *et al.*, 2005), uap (Boonstra *et al.*, 2007), dan minyak digunakan dalam perlakuan panas dan memanfaatkan ruang hampa (Allegretti *et al.*, 2012). Menurut Esteves dan Pereira (2009), temperatur tinggi di atas 200°C dan waktu perawatan lebih dari 24 jam bisa menurunkan kadar air kesetimbangan, peningkatan stabilitas dimensi, dan meningkatkan keawetan kayu. Namun, hal ini dapat mengakibatkan penurunan kekuatan rekat, selain sifat kekuatan kayu (Sernek *et al.*, 2009; Dwianto dan Norimoto, 1999; Hidayat *et al.*, 2017d). Menurut Varga dan Zee (2008), pengukusan pada suhu 108°C selama tiga jam dan 105°C selama 7,5 jam dengan kayu Sapuira menghasilkan kekuatan rekat terbaik untuk kayu belalang hitam.

Peningkatan kekuatan tertinggi ketiga ditemukan ketika Dwianto dan Norimoto (1999) melakukan perlakuan panas pada kayu pinus (*Pinus merkusii*), dan albasia (*Albiza chinensis*) pada suhu 160°C, 180°C, dan 200°C selama satu sampai 24 jam. Jenis kayu ini setelah diberi perlakuan pada suhu 160°C selama tiga jam dan 180°C selama satu jam. Kemampuan perekat untuk melekat pada permukaan kayu dipengaruhi oleh perubahan sifat kimia, fisika, dan struktur kayu selama perlakuan panas. Karena dapat mengurangi penyusutan kayu yang direkatkan sehingga garis rekat tidak terpengaruh oleh penyusutan kayu dan dapat meningkatkan stabilitas dimensi kayu (Febrianto *et al.*, 2010; Febrianto *et al.*, 2014; Hidayat dan Febrianto, 2018; Hidayat *et al.*, 2018; Hidayat *et al.*, 2019; Ma'ruf *et al.*, 2020).

2.5. Peningkatan Kualitas Kayu Menggunakan *Oil Heat Treatment*

Proses pemberian panas pada kayu dengan menggunakan minyak nabati yang dipanaskan dikenal dengan perlakuan panas dengan minyak (Hidayat *et al.*, 2020; Prayoga *et al.*, 2020; Zevan *et al.*, 2020; Suri *et al.*, 2021). Prof. Dr. A Rapp mengembangkan *oil heat treatment* (OHT), bekerja sama dengan di Hamburg pada tahun 1998. Kayu dengan ukuran tertentu diperlakukan dengan hidrotermolisis, dikeringkan, kemudian secara konvensional dirawat di ruang pengering selama tahapan modifikasi panas menggunakan panas metode minyak. Minyak panas reaktif diterapkan pada kayu di bawah vakum sebelum masuk dan keluar reaktor. Saat suhu perawatan di atas 100°C, keluarkan sisa udara dari kayu dan tambahkan minyak panas sekali lagi. Minyak panas dihilangkan dari permukaan kayu dengan mereaksikannya dengan minyak reaktif pada suhu 200°C, dan minyak panas mengubah kayu dengan polimerisasi oksidatif. Studi sebelumnya telah melaporkan bahwa minyak nabati diolah pada suhu tinggi pada kayu. Minyak lobak, biji rami, atau bunga matahari adalah minyak nabati yang digunakan. Menurut Homan dan Jorissen (2004), minyak dalam perlakuan panas ini berperan sebagai perpindahan panas yang baik dan memisahkan oksigen dari kayu. Menurut Hill (2005), proses modifikasi kayu dengan minyak panas tidak akan berhasil dengan baik pada suhu rendah 60-90 °C karena impregnasi yang tidak memadai ke dalam kayu.

Penggunaan minyak dalam proses modifikasi panas membutuhkan suhu yang lebih tinggi antara 140 dan 220 derajat Celcius, menyebabkan perubahan kimia pada bagian penyusun kayu (Karlina *et al.*, 2018; Hidayat *et al.*, 2020; Prayoga *et al.*, 2020; Zevan *et al.*, 2020; Suri *et al.*, 2021). Menurut Rapp (2001), hasil penelitiannya tentang prosedur modifikasi panas menggunakan minyak biji rami pada media panas. Pemanas minyak biji rami digunakan untuk merebus kayu dengan kadar air 6% selama 4,5 jam. Adanya minyak dapat diserap oleh kayu selama proses pemanasan, setelah itu kayu didinginkan dan minyak dipanaskan kembali, sehingga terjadi peresapan minyak hingga 50% sampai 70% dari beratnya di dalam kayu. dimana, dalam kondisi kering, permukaan kayu diperlakukan sekali lagi.

Ketidakmampuan minyak menembus dinding sel kayu, perlakuan minyak panas dapat mengurangi volume sampel, seperti halnya proses perlakuan panas

lainnya. Dalam kondisi tidak adanya oksigen, perlakuan panas dilakukan pada suhu berkisar antara 140°C-280°C (Karlina et al., 2018). Suhu yang diinginkan (misalnya 220°C) harus diperhatikan dengan seksama selama 2 sampai 4 jam (Rapp, 2001). Minyak lobak, minyak biji rami, atau minyak bunga matahari adalah pilihan untuk media minyak. Minyak memisahkan oksigen dari kayu dan membantu memindahkan panas secara efektif.

Menurut penelitian Priadi (2015), perlakuan minyak pemanas meningkatkan keawetan kayu kecap dan rambutan. Setelah dipanaskan dengan minyak, nilai keawetan kayu meningkat dari 4 (kontrol) menjadi 8. Setelah dipanaskan dengan minyak, nilai keawetan kayu rambutan meningkat dari 7 (kontrol) menjadi 10. Priadi (2015) melaporkan, sifat mekanik kayu tidak terpengaruh pada perlakuan pemanasan, dengan pengecualian penurunan nilai MOE selama dua jam hingga 25% pada suhu 180°C. Sidorova (2008) mengatakan bahwa sifat hidrofobik dan ketahanan terhadap serangan biologis kayu yang diberi perlakuan panas minyak tidak hanya diuntungkan dari perlakuan panas, tetapi juga dari cangkang yang dibentuk oleh minyak selama proses. Ketahanan warna terhadap pelapukan tidak ditingkatkan dalam kasus perlakuan panas dengan minyak (Sidorova, 2008). Menurut Sidorova (2008) kayu menyerap lebih banyak minyak ketika pendinginan setelah perlakuan panas dengan minyak. Alasan untuk penyerapan minyak yang lebih tinggi pada tahap pendinginan adalah karena adanya tekanan internal dalam kayu selama pemanasan dan tekanan rendah selama perendaman.

Penelitian Ma'ruf (2019) menggunakan kayu gmelina dengan perlakuan panas menggunakan minyak, didapati kadar air kayu sebelum perlakuan lebih tinggi dibandingkan setelah perlakuan panas dengan minyak pada kayu. Hal ini menunjukkan penurunan kadar air ketika suhu perlakuan semakin tinggi. Berkurangnya kadar air kayu dapat meningkatkan ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu (Hidayat dan Febrianto, 2018). Menurut Ma'ruf (2019) kerapatan kayu berkurang ketika suhu perlakuan minyak panas semakin tinggi. Suri (2021) juga melaporkan bahwa pada kayu gmelina dan mindi yang diberi perlakuan OHT mengalami perubahan berat. Peningkatan besar dalam berat setelah perlakuan panas dengan minyak pada suhu

180°C dan 200°C. Perlakuan panas juga dapat menstabilkan dimensi dan keawetan pada kayu (Paul *et al.*, 2005). Perawatan ini sebagian besar diterapkan pada panel kayu eksterior untuk meningkatkan kualitas kadar air dan ketahanan terhadap serangan jamur (Paul *et al.*, 2005).

III. METODE PENELITIAN

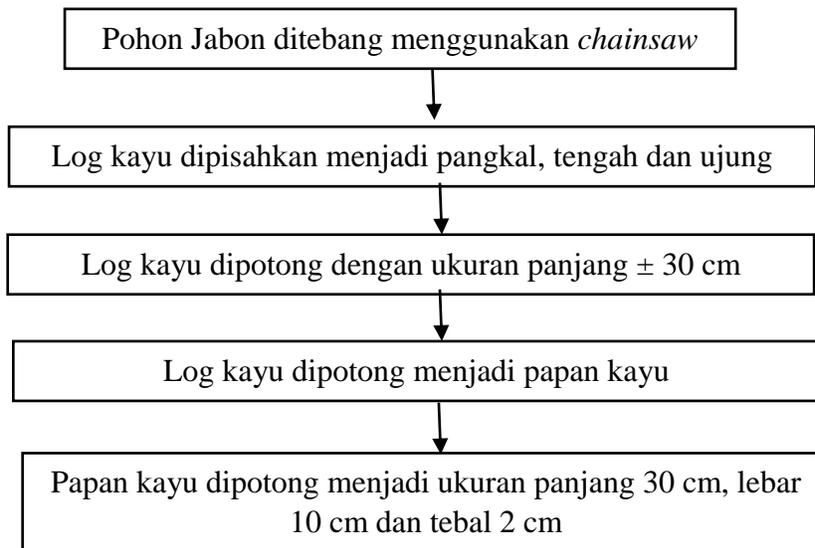
3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, di mulai pada September-Oktober 2022 di *Workshop* Teknologi Hasil Hutan dengan melakukan pemotongan sample dan perlakuan panas *Oil Heat Treatment*. Sedangkan perhitungan dan pengelolaan data hasil perlakuan dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*) yang berusia 7 tahun dan berasal dari hutan tanaman di Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan. Media pemanasan menggunakan minyak goreng, tungku dan gas elpiji. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu kompor, tungku, *thermo couple*, oven, penggaris, laptop, kaliper, timbangan elektrik, *tallysheet*, kamera, *scanner general colorimeter*, mesin amplas dan Alat UTM (*Universal Testing Machine*).

3.3. Cara Kerja



Gambar 2. Diagram alir persiapan sampel

3.3.1 Penebangan Kayu

Pohon jabon (*Anthocephalus cadamba*) yang berusia 7 tahun dengan tinggi tegakan ± 20 m yang berada di hutan tanaman ditebang dengan menggunakan *chainsaw*, penebangan menggunakan takik rebah. Kemudian kayu yang sudah ditebang dan dalam keadaan rebah dipotong dan dibagi ke dalam beberapa bagian yaitu pangkal, tengah, dan ujung batang. Masing-masing bagian yang dipotong membentuk log-log kayu dengan ukuran panjang ± 30 cm. Setelah selesai dilakukan pembagian batang kemudian log tersebut dibawa ke panglong kayu untuk dilakukan pemotongan menjadi papan kayu.

3.3.2 Persiapan Sampel

Kayu jabon yang telah dipecah kecil-kecil menjadi papan dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 10 cm, dan tebal 2 cm. Kami hanya memilih papan dengan serat lurus dan tanpa cacat alami. Tiga sampel tanpa perlakuan (kontrol) dan tiga pengulangan untuk setiap suhu perlakuan (170°C, 190°C, 210°C) digunakan untuk

menyelesaikan total sampel yang disiapkan, masing-masing berlangsung selama 4 jam untuk perlakuan panas minyak.

3.3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.3.1 Pengukuran Parameter Sebelum Perlakuan

Sampel kayu amplas dengan dimensi 30 cm x 10 cm x 2 cm memudahkan untuk mendapatkan data perubahan warna. Papan kayu ditimbang menggunakan timbangan digital untuk menentukan berat basahnya untuk pengukuran berat. Menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,5 mm, pengukuran panjang dilakukan pada tiga titik mulai dari kanan. Kaliper digunakan untuk mengukur lebar pada tiga titik berbeda. Kaliper digunakan untuk mengukur ketebalan di tiga lokasi berbeda. Menggunakan kolorimeter umum, warna diukur pada tiga titik: titik 1, titik tengah, dan titik 3. Kemudian memasukkan sampel ke dalam oven dengan suhu 100°C untuk mendapatkan data berat kering oven.

3.3.3.2 Proses *Oil Heat Treatment* (OHT)

Proses OHT diawali dengan memasukkan sampel ke dalam minyak yang suhunya dinaikan dari 25-30°C ke suhu target maksimum. Kemudian, menstabilkan temperatur oven dengan suhu 170°C, 190°C, dan 210°C dengan masing-masing durasi 4 jam. Setelah selesai pada proses perlakuan panas dengan udara, sampel didiamkan di dalam minyak dalam keadaan api mati untuk menstabilkan suhu sampel. Tahap terakhir pengkondisian sampel, yaitu ditiriskan pada suhu ruangan sampai permukaan sampel kayu tidak berminyak. Setelah perlakuan panas minyak, sampel ditimbang untuk mendapatkan informasi berat. Untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik kayu, sampel kemudian dibagi menjadi beberapa bagian.

3.3.3.3 Pengukuran Parameter Setelah Perlakuan

a. Warna Kayu

Perubahan warna akibat perlakuan panas yang tinggi pada proses OHT ditentukan dengan menguji perubahan warna pada papan contoh kayu. Warna dan nilai kilau bahan kayu bervariasi. Perubahan sampel kayu yang belum diberi perlakuan panas dengan warna kayu ditentukan menggunakan sistem CIE Lab* (Ayata et al., 2018). Pemindai umum digunakan untuk melakukan pengujian di tiga titik pada setiap papan sampel kayu abon, mengumpulkan data warna sebelum dan sesudah OHT mengampelas permukaan. Parameter warna yang diukur meliputi kecerahan (L^*), kromatisitas merah ke hijau (a^*) dan kromatisitas kuning ke biru (b^*) (Park *et al.*, 2016). Sehingga Perubahan warna ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$\Delta a^* = a_2^* - a_1^*$$

$$\Delta b^* = b_2^* - b_1^*$$

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

Keterangan:

L_1^* = Tingkat Kecerahan (hitam ke putih) sebelum OHT

L_2^* = Tingkat Kecerahan (hitam ke putih) sesudah OHT

a_1^* = Kromatisitas (merah ke hijau) sebelum OHT

a_2^* = Kromatisitas (merah ke hijau) sesudah OHT

b_1^* = Kromatisitas (kuning ke biru) sebelum OHT

b_2^* = Kromatisitas (kuning ke biru) sesudah OHT

ΔL^* = Perbedaan antara nilai L^* awal dan akhir setelah perlakuan

Δa^* = Perbedaan antara nilai a^* sebelum dan sesudah OHT

Δb^* = Perbedaan antara nilai b^* sebelum dan sesudah perlakuan pemanasan

ΔE^* = Perubahan warna keseluruhan

Menurut Valeverde dan Moya (2014), perubahan warna dapat ditentukan dengan derajat perubahan warna sebagai berikut.

$0,0 < \Delta E^* \leq 0,5$	= Perubahan dapat dihiraukan
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	= Perubahan warna sedikit
$1,5 < \Delta E^* \leq 3$	= Perubahan warna nyata
$3 < \Delta E^* \leq 6$	= Perubahan warna besar
$6 < \Delta E^* \leq 12$	= Perubahan warna sangat besar
$\Delta E^* > 12$	= Warna berubah total

a. Perubahan Berat

Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan dengan ukuran sampel uji 30 cm x 10 cm x 2 cm (panjang × lebar × tebal). Perubahan berat diukur menggunakan standar JIS A 5908. Perubahan berat (PB) dan susut volume (VS) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

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

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

Keterangan:

PB = Persentase perubahan berat (%)

VS = Persentase susut volume (%)

ma = berat sebelum OHT (g)

mb = berat setelah OHT (g)

Va = volume sampel sebelum OHT (cm³)

Vb = volume sampel setelah OHT (cm³)

b. Kerapatan

Sampel yang telah dipotong setelah OHT digunakan untuk uji kerapatan. Uji ini memiliki tiga ulangan dan berukuran 4 cm x 2 cm x 2 cm (panjang, lebar, dan tebal). Standar SNI Badan Standardisasi Nasional 2002 03-6844-2002 menjadi dasar perhitungan densitas, dengan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

ρ = Kerapatan (g/cm^3)

m = Berat sampel (g)

v = Volume sampel (cm^3)

c. Daya Serap Air

Setelah direndam selama dua minggu, jumlah air yang terserap oleh sampel kayu didapatkan persentase penyerapan air. Setelah direndam selama dua minggu, persentase penyerapan air sampel kayu menunjukkan seberapa banyak air yang terserap. Perlakuan perendaman air dengan cara mengolah potongan papan sampel yang direndam air selama dua minggu dan memiliki ukuran sampel uji 4 cm 2 cm 2 cm (panjang, lebar, dan tebal). Uji daya serap air menggunakan standar JIS A 5908:2003 (JSA, 2003). Perlakuan ini dilakukan untuk melihat perubahan visual dan fisik pada papan sampel kayu jabon. Dapat dihitung dan digunakan rumus daya serap air sebagai berikut:

$$\text{WA} = \frac{(mw - ma)}{ma} \times 100\%$$

Keterangan:

WA = daya serap air (%)

ma = berat sebelum direndam (g)

mw = berat setelah direndam (g)

e. Kuat Tekan

Kekuatan kayu untuk menahan suatu beban atau beban kerja dikenal dengan kuat tekannya. Dalam pengujian ini, kecepatan pemuatan adalah 2 mm/s. Mirip dengan tes kadar air, sampel untuk tes diambil. Panjang, lebar, dan tebal benda uji berturut-turut adalah 4 cm, 2 cm, dan 2 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan Standar

Nasional Indonesia (SNI) 1974-2011. Kekuatan tekan sejajar serat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

Kuat Tekan (N/mm²)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

f. Kekerasan

Untuk menerapkan uji kekerasan (*brinell hardness*) kayu ditekan dengan mesin penekan sampai bola baja masuk ke kayu sedalam setengah dari diameter bola baja (10 mm). Pengujian kekerasan ini mengacu pada ASTM E10-01, untuk mengetahui besarnya kuat tekan sejajar dengan serat yaitu dengan melihat nilai Pmax atau nilai beban terbesar yang dapat diterima oleh kayu tanpa menyebabkan defomasi plastis pada kayu, digunakan rumus :

$$\sigma = P_{\max}$$

Keterangan :

σ = Tegangan tekan (N)

P max = Beban maksimum yang diberikan sampai benda uji mengalami keruntuhan (N)

3.3.4 Analisis Data

Statistik deskriptif atau analisis statistik yang memberikan gambaran tentang karakteristik masing-masing variabel penelitian dalam hal nilai rata-rata (mean), nilai maksimum, nilai minimum, dan standar deviasi digunakan untuk analisis data.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu.

1. *Oil heat Treatment* (OHT) dapat meningkatkan kualitas warna dari kayu jabon menjadi lebih gelap sesuai dengan selera masyarakat.
2. Berat kayu jabon meningkat seiring dengan meningkatnya suhu, memungkinkannya menahan tekanan, dan memperlambat laju keretakan atau kerusakan kayu saat tekanan diterapkan.
3. Daya serap air pada kayu jabon semakin menurun ketika suhu yang lebih tinggi, karena masuknya minyak ke dalam kayu sehingga mempengaruhi sifat higroskopis kayu.
4. Terjadi peningkatan mekanis pada kekerasan kayu jabon yang meningkat secara signifikan pada suhu 170°C dan 210°C.
5. Pengaruh suhu berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan kayu jabon pada suhu perlakuan 170°C.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah dibutuhkannya banyak penelitian mengenai OHT dengan menggunakan jenis kayu cepat tumbuh yang berbeda untuk mengetahui pengaruh OHT terhadap jenis kayu cepat tumbuh lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M., Ma'ruf, S. D., Kaskoyo, H., Safe'i, R., dan Hidayat, W. 2020. Modifikasi sifat fisik dan mekanis kayu sengon (*Falcataria moluccana*) dan kelapa (*Cocos nucifera*) melalui perlakuan panas dengan minyak. *In: Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan* LPPM Universitas Lampung, Bandar Lampung. 564–569.
- Agussalim, A. 2018. Peningkatan Mutu Kayu Pinus yang Terserang Bluestain. *Jurnal Perennial* 14(1): 28-31.
- Allegretti, O., Brunetti, M., Cuccui, I., Ferrari, S., Nocetti, M., dan Terziev, N. 2012. Thermo-vacuum modification of spruce (*Picea abies* Karst.) and fir (*Abies alba* Mill.) wood. *BioResources* 7(3): 3656-3669.
- American Association State Highway and Transportation Officials Standard. 2017. Annual Hand Book ASTM E 10 – 01 Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials. *ASTM International* Unites States.
- Aminah, L. N., Qurniati, R., and Hidayat, W. 2013. Kontribusi hutan rakyat terhadap pendapatan petani di Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 47–54
- Ayata, Ü. 2019. Effects of artificial weathering on the surface properties of ultraviolet varnish applied to lemonwood (*Citrus limon* (L.) Burm.). *BioResources* 14(4): 8313–8323
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. Metode Pengujian Berat Jenis Kayu dan Bahan dari Kayu dengan Cara Pengukuran. SNI 03-6844. *Badan Standardisasi Nasional* (BSN), Jakarta, Indonesia.
- Barus, A. 2012. Pengendalian Cacat Bentuk dalam Pengeringan Kayu Durian (*Durio zibethinus* Murr), Kayu Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dan Kayu Kecapi (*Sandoricum koetjape* Burm. f. Merr). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Baskara, M. I. A., Hapsoro, D., Maulana, M. I., Prasetia, D., Hidayat, W., Lubis, M. A. R., Kim, N. H., dan Febrianto, F. 2022. Physical and Mechanical Properties of Oriented Strand Board from Three Species of Plantation Forests at Various Resin Contents. *Jurnal Sylva Lestari* 10(1): 49–62.
- Bekhta, P., dan Niemz, P. 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Journal of Wood Research and Technology* 57(5): 539-546.
- Boonstra, M. J. 2008. A two-stage thermal modification of wood. Ph.D. *Dissertation in cosupervision Ghent University and Universite' Henry Poincare, Nancy 1. Belgium.* 297.
- Chaowana, P. 2013. Bamboo: An alternative raw material for wood and wood based composites. *Journal of Materials Science Research* 2(2): 90–102.
- Daud M., dan Coto Z. 2009. Peningkatan Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Durian (*Durio* sp) dengan Penggorengan. *Simposium Forum Teknologi Hasil Hutan.* Bogor.
- Dwianto, W., dan Norimoto M. 1999. Peningkatan sifat kekuatan kayu dengan perlakuan suhu tinggi yang optimum. *Prosiding Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI).* Yogyakarta.73-79.
- Esteves, B. M., dan Pereira, H. M. 2009. Wood modification by heat treatment: A review. *Bio Resources* 4(1): 340-404.
- 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): effect of pretreatment of strand and adhesive content on the physical and mechanical properties of OSB. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 37(2): 121–127.
- Febrianto, F., Hidayat, W., Samosir, T. P., Lin, H. C., dan 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): 26-272.
- Febrianto, F., Lee, S. H., Jang, J. H., Hidayat, W., Kwon, J. H., Kondo, T., dan Kim, N. H. 2014. Tensile properties and dimensional stability of wood flour–reinforced cis-1,4-isoprene rubber composites. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University* 59(2): 333-337.

- Febrianto, F., Pranata, A. Z., Septiana, D., Arinana, Gumilang, A., Hidayat, W., Jang, J. H., Lee, S. H., Hwang, W. J., and Kim, N. H. 2015. Termite resistance of the less known tropical woods species grown in West Java, Indonesia. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 43(2): 248-257.
- Gérardin, P. 2016. New alternatives for wood preservation based on thermal and chemical modification of wood—a review. *Annals of Forest Science* 73(3): 559-570.
- Hadi, Y.S., dan Lestari, A. S. R. D. 2022. Suatu tinjauan pemanfaatan kayu hutan tanaman untuk glulam. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 40(1): 31-36.
- Hakkou, M., Pétrissans, M., Zoulalian, A., dan Gérardin, P. 2005. Investigation of wood wettability changes during heat treatment on the basis of chemical analysis. *Polym. Degrad. Stab* 89(1): 1-5.
- Hall, N., Turnbull, J. W., Doran, J. C., dan Martenez, P. N. 1980. *Acacia mangium* : Australian acacia series. CSIRO Forest Research Leaflet 9. *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*. Canberra. Australia.
- Hardianto, A.H., Ma'ruf, S.D., dan Hidayat, W. 2020. Oil Heat Treatment Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*) dan Kelapa (*Cocos nucifera*) pada Berbagai Durasi Perlakuan. *Seminar Nasional Konservasi 2020 “Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan”*. Bandar Lampung. 287-292.
- Hartono, R., Hidayat, W., Wahyudi, I., Febrianto, F., Dwianto, W., Jang, J. H., dan Kim, N. H. 2016. Effect of phenol formaldehyde impregnation on the physical and mechanical properties of soft-inner part of oil palm trunk. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 44(6): 842–851.
- Haryanto, A., Nita, R., Telaumbanua, M., Suharyatun, S., Hasanudin, U., Hidayat, W., Iryani, D. A., Triyono, S., Amrul, dan Wisnu, F. K. 2021. Torréfaction to Improve Biomass Pellet made of Oil Palm Empty Fruit Bunch. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 749: 012047.
- Hidayat, R. 2012. Perbaikan kualitas sifat mekanis jenis kayu cepat tumbuh Jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb. Miq.) dengan metode pemadatan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hidayat, W., Carolina, A., and Febrianto, F. 2013. Physical, mechanical, and durability properties of osb prepared from ccb treated fast growing tree species strands. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 11(1): 55–61.

- 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.
- Hidayat, W., Kim, Y. K., Jeon, W. S., Lee, J. A., Kim, A. R., Park, S. H., Maail, R. S., and Kim, N. H. 2017a. Qualitative and quantitative anatomical characteristics of four tropical wood species from Moluccas, Indonesia. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 45(4): 369–381.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., Lee, S. H., Chae, H. M., Kondo, T., and Kim, N. H. 2017b. Carbonization characteristics of juvenile woods from some tropical trees planted in Indonesia. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 62(1): 145–152.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017c. Effect of mechanical restraint on the properties of heat-treated *Pinus koraiensis* and *paulownia tomentosa* woods. *BioResources* 12(4): 7539–7551.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017d. Effect of Mechanical Restraint on Drying Defects Reduction in Heat-treated Okan Wood. *BioResources* 12(4): 7452–7465.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Park, B. H., Banuwa, I. S., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2017e. 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.
- Hidayat, W., dan Febrianto, F. 2018. Teknologi Modifikasi Kayu Ramah Lingkungan: Modifikasi Panas dan Pengaruhnya terhadap Sifat-sifat Kayu. *Pusaka Media*. Bandar Lampung.
- Hidayat, W., Febrianto, F., Purusatama, B. D., dan 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.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J.H., Febrianto, F., Lee, S.H., dan Kim, N.H., 2016: Effect of treatment duration and clamping on the properties of heat-treated Okan wood. *BioResources* 11(4): 10070-10086.

- Hidayat, W., Suri, I. F., Safe'i, R., Wulandari, C., Satyajaya, W., Febryano, I. G., dan 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.
- Hidayat, W., Ma'ruf, S. D., Abdillah, M., Prayoga, S., Zevan, R., Prihastono, G. B. A., Hardianto, A. H., and Ridjayanti, S. M. 2020. *Perlakuan Minyak Panas (Hot Oil Treatment) pada Kayu*. Pusaka Media. Bandar Lampung.
- Hidayat, W., Rubiyanti, T., Sulistio, Y., Iryani, D. A., Haryanto, A., Amrul, Yoo, J., Kim, S., Lee, S., dan Hasanudin, U. 2021. Effects of torrefaction using comb dryer/pyrolizer on the properties of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) and jabon (*Anthocephalus cadamba*) pellets. in: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Biomass (ICSB 2019)* Bandar Lampung. 209–213.
- Hill, C. A. S. 2006. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Process. *Chichester: John Wiley dan Sons Ltd. Chichester. England.* 99-127.
- Homan, W., dan J., Jorissen, A. J. M. 2004. Wood modification developments. *Journal Heron* 49(4): 361-385.
- Japanese Standard Association. 2003. Japanese Industrial Standard Particle Board JIS A 5908. *Japanese Standard Association. Tokyo.*
- Jihannanda, P. 2013. Studi Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengon Dengan Kayu Kelapa Di Daerah Pati Semarang. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Jirouš-Rajković, V., dan Miklečić, J. 2019. Heat-treated wood as a substrate for coatings, weathering of heat-treated wood, and coating performance on heat-treated wood. *Advances in Materials Science and Engineering*. 9.
- Karlinasari, L., Yoresta, S. Y., dan Priadi, T. 2018. Karakteristik perubahan warna dan kekerasan kayu termodifikasi panas pada berbagai suhu dan jenis kayu. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis* 16(1): 68-82.
- Kaskoyo, H. 2009. Potensi dan Kerapatan Jenis Pohon di Hutan Rakyat Desa Tanjung Rusia Kecamatan Pardasuka Kabupaten Tanggamus. in: *Seminar Agroforestry sebagai Pemanfaatan Lahan Berkelanjutan di Masa Depan (Agroforestry as the Future Sustainable Land Use)* Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. *Statistik 2019 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.

- Kim, Y. S. 2016. Research trend of the heat-treatment of wood for improvement of dimensional stability and resistance to biological degradation. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 44(3): 457-476.
- KSA. 2011. KS F 2198: Determination of Density and Specific Gravity of Wood. *Korean Standards Association*. Seoul.
- Lee, W. H., Lim, H. M., dan Kang, H. Y. 2015. The color change of korean pine specimens oil-heat-treated at 180 and 200°C. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 43(4): 438-445.
- Ma'ruf, S. D., Bakri, S., dan Hidayat, W. 2020. Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Warna dan Stabilitas Dimensi Kayu Gmelina (*Gmelina arborea*) dan Kelapa (*Cocos nucifera*). in: *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan* LPPM Universitas Lampung, Bandar Lampung, 218–221.
- Ma'ruf, S. D., Bakri, S., Febryano, I. G., Setiawan, A., Haryanto, A., Suri, I. F., dan Hidayat, W. 2021. Effects of Eco-friendly Hot Oil Treatment on the Wood Properties of *Gmelina Aborea* and *Cocos Nucifera*. In *International Conference on Sustainable Biomass*. Atlantis Press. 190-194.
- Mansur, I., dan Tuhrtu, F. D. 2010. *Kayu Jabon*. Penebar Swadaya. Jakarta. 118.
- Martawijaya, A., Soewanda A. P., dan Kosasi, K. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Edisi Revisi. *Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan*. Departemen Kehutanan. Bogor
- Maulida, L. 2020. Karakterisasi Tepung Singkong Termodifikasi melalui Fermentasi Bimo-CF dan Siklus Pemanasan-Pendinginan Berulang. *Doctoral dissertation*. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Mitsui, K., Takada, H., Sugiyama, M., dan Hasegawa, R. 2001. Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment. *Effect of treatment conditions on the change in color*. Part 1.
- Muhamad, S., Marwanto, Maulana, M. I., Maulana, S., Fatrawana, A., Hidayat, W., Sari, R. K., dan Febrianto, F. 2019. Sifat fisis dan mekanis papan partikel hibrida dari kayu cepat tumbuh dan bambu dengan perlakuan perendaman panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 17(1): 47–57.
- Muslich, M., Wardani, M., Kalima, T., Rulliaty, S., Darmayanti, R., Hajib, H. Pari, G., Suprpti, S., Iskandar, M. I., Abdurachman, E., Basri, I., Heriansyah dan Tata, H. L. 2013. Atlas Kayu Indonesia Jilid IV. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan*. Bogor.

- Nandika, D., Darmawan, W., dan Arinana. 2015. Peningkatan kualitas kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) melalui teknik kompregnasi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 25(2): 125–135.
- Park, S. H., Jang, J. H., Qi, Y., Hidayat, W., Hwang, W. J., Febrianto, F., dan Kim, N.H. 2016. Color change of major wood species planted in Indonesia by ultraviolet radiation. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 44(1): 9-18.
- Paul, W., Ohlmeyer, M., Leithoff, H., Boonstra, M. J., dan Pizzi, A. 2006. Optimising the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process. *Holz als Roh- und Werkstoff* 64(3): 227-234.
- Petrič, M. 2013. Surface modification of wood. *Reviews of Adhesion and Adhesives* 1(2): 216-247.
- Poncsak, S., Kocaefer, D., dan Younsi, R. 2011. Improvement of the heat treatment of Jack pine (*Pinus banksiana*) using ThermoWood technology. *European Journal of Wood and Wood Products* 69(2): 281-286.
- Prayoga, S., Ma'ruf, S. D., Febryano, I. G., Duryat, dan Hidayat, W. 2020. Peningkatan kualitas kayu cepat tumbuh: pengaruh durasi perlakuan panas dengan minyak terhadap sifat-sifat kayu akasia dan jabon. in: *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan* LPPM Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia 212–217.
- Prayoga, S., Ma'ruf, S. D., Febryano, I. G., Duryat, D., dan Hidayat, W. 2020. Peningkatan Kualitas Kayu Cepat Tumbuh: Pengaruh Durasi Perlakuan Panas dengan Minyak terhadap Sifat-Sifat Kayu Akasia dan Jabon. in: *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan* LPPM Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia 212–217.
- Priadi, T., dan Maretha, S. D. 2015. Sifat keawetan dan fisis-mekanis kayu kecap dan rambutan setelah perlakuan pemanasan minyak sebagai upaya peningkatan mutu kayu ramah lingkungan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 13(2): 146-160.
- Prihastono, G. B. A., Ma'ruf, S. D., Febryano, I. G., Duryat, D., dan Hidayat, W. 2020. Perbandingan sifat-sifat kayu gmelina dan mindi setelah oil heat treatment pada berbagai durasi perlakuan. In: *Seminar Nasional Konservasi 2020 “Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan”*. Bandar Lampung 82-87.

- Priyanto, A., Hantarum, H., dan Sudarno, S. 2018. Pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran pada briket kayu sengon. *In : Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* 541-546.
- Sandberg, D., Kutnar, A., dan Mantanis, G. 2017. Wood modification technologies-a review. *Iforest-Biogeosciences and forestry* 10(6): 895.
- Sarjono, A., Lahjie, A. M., Kristiningrum, R., dan Herdiyanto, H. 2017. Produksi kayu bulat dan nilai harapan lahan jabon (*anthocephalus cadamba*) di pt intraca hutani lestari. *Jurnal Hutan Tropis* 5(1): 22-30.
- Serneck, M., Boonstra, M., Pizzi, A., Despres, A., dan G´erardin, P. 2008. Bonding performance of heat treated wood with structural adhesives. *Holz Roh Werkst* 66(3): 173-180.
- Siadari, T. P., Hilmanto, R., dan Hidayat, W. 2013. potensi kayu rakyat dan strategi pengembangannya (studi kasus) di hutan rakyat desa buana sakti kecamatan batanghari kabupaten lampung timur. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 75–84.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta.
- Sulistio, Y., Febryano, I. G., Yoo, J., Kim, S., Lee, S., Hasanudin, U., dan 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.
- Sundqvist, B. 2002. Color response of Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pubescens*) subjected to heat treatment in capillary phase. *Holz als Roh-und werkstoff* 60(2): 106-114.
- Suri, I. F., Kim, J. H., Purusatama, B. D., Yang, G. U., Prasetya, D., Lee, S. H., Hidayat, W., Febrianto, F., Park, B. H., dan Kim, N. H. 2021a. Comparison of the color and weight change in *paulownia tomentosa* and *pinus koraiensis* wood heat-treated in hot oil and hot air. *BioResources* 16(3): 5574-5585.b
- Suri, I. F., Purusatama, B. D., Kim, J. H., Yang, G. U., Prasetya, D., Kwon, G. J., Hidayat, W., Lee, S. H., Febrianto, F., dan Kim, N. H. 2022. Comparison of physical and mechanical properties of *paulownia tomentosa* and *pinus koraiensis* wood heat-treated in oil and air. *European Journal of Wood and Wood Products* 80: 1389-1399.

- Suri, I. F., Purusatama, B. D., Lee, S., Kim, N., Hidayat, W., Ma'ruf, S. dan D., Febrianto, F. 2021b. Characteristic features of the oil-heat treated woods from tropical fast growing wood species. *Wood Research*.66(3): 365-378.
- Utama, R. C., Febryano, I. G., Herwanti, S., dan 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.
- Varga, D., dan Van Der Zee, M. E. 2008. Influence of steaming on selected wood properties of four hardwood spesies. *Holz Roh Werkst.* 66(1): 11-18.
- Welzbacher, C. R., Wehsener, J., Rapp, A.O., dan Haller, P. 2008. Thermo-mechanical densification combined with thermal modification of Norway spruce (*Piceaabies Karst.*) in industrial scale-Dimensional stability and durability aspects. *HolzalsRoh und Werkstoff* 39-49.
- Won, K. R., Hong, N. E., Park, H. M., Moon, S. O., dan Byeon, H. S. 2015. Effects of heating temperature and time on the mechanical properties of heat-treated woods. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 43(2): 168-176.
- Zevan, R., Ma'ruf, S. D., Riniarti, M., Duryat, and Hidayat, W. 2020. Karakteristik kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan mindi (*Melia adezarach*) setelah perlakuan panas dengan minyak. in: *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan* LPPM Universitas Lampung, Bandar Lampung. 421-425.