

**PENGARUH PERLAKUAN *OIL HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT
FISIS DAN SIFAT ANATOMI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DAN
BAMBU ATER (*Gigantochloa atter*)**

(Skripsi)

Oleh

**Anom Tahta Permana
2154151006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PENGARUH PERLAKUAN *OIL HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT
FISIS DAN SIFAT ANATOMI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DAN
BAMBU ATER (*Gigantochloa atter*)**

Oleh

Anom Tahta Permana

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH PERLAKUAN *OIL HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT ANATOMI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DAN BAMBU ATER (*Gigantochloa atter*)

Oleh

ANOM TAHTA PERMANA

Keterbatasan suplai kayu dari hutan alam mendorong pencarian alternatif bahan baku terbarukan yang cepat tumbuh dan ramah lingkungan, seperti bambu. Terdapat beberapa kekurangan dalam pemanfaatan bambu seperti kadar air tinggi, sifat higroskopis, dan ketahanan rendah terhadap faktor lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan *Oil Heat Treatment* (OHT) terhadap sifat fisis dan sifat anatomi bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*), serta membandingkan mutu keduanya setelah perlakuan. Metode yang digunakan melibatkan OHT dengan variasi suhu 160°C, 180°C, 200°C, dan 220°C selama 2 jam. Parameter yang diamati meliputi perubahan warna, perubahan berat, perubahan volume, kerapatan, kadar air, daya serap air, dan penyusutan diameter pembuluh. Hasil menunjukkan bahwa OHT mempengaruhi sifat fisis dan anatomi kedua jenis bambu, seperti merubah warna bambu menjadi lebih gelap, menurunkan berat dan volume, menurunkan kadar air dan daya serap air, serta menyusutkan diameter pembuluh, tetapi sifat fisis kerapatan bambu tidak menunjukkan adanya pengaruh dari OHT. Bambu apus mengalami perubahan yang lebih besar dibanding bambu ater, terutama dalam hal perubahan warna dan daya serap air. Bambu ater mengalami perubahan yang signifikan pada daya serap air dan penyusutan diameter pembuluh. Perubahan sifat yang terjadi menunjukkan OHT terbukti efektif meningkatkan mutu bambu sebagai bahan baku substitusi kayu.

Kata kunci: bambu apus, bambu ater, *oil heat treatment*, sifat fisis, sifat anatomi.

ABSTRACT

EFFECT OF OIL HEAT TREATMENT ON PHYSICAL AND ANATOMICAL PROPERTIES OF APUS BAMBOO (*Gigantochloa apus*) AND ATER BAMBOO (*Gigantochloa atter*)

By

ANOM TAHTA PERMANA

The limited supply of wood from natural forests encourages the search for alternative renewable raw materials that are fast-growing and environmentally friendly, such as bamboo. There are several drawbacks in the utilisation of bamboo such as high moisture content, hygroscopic properties, and low resistance to environmental factors. This study aimed to determine the effect of Oil Heat Treatment (OHT) on the physical and anatomical properties of apus bamboo (*Gigantochloa apus*) and ater bamboo (*Gigantochloa atter*), and compare the quality of both after treatment. The method used involved OHT with temperature variations of 160°C, 180°C, 200°C, and 220°C for 2 hours. Parameters observed included colour change, weight change, volume change, density, moisture content, water absorption, and vessel diameter shrinkage. Results showed that OHT affected the physical and anatomical properties of both bamboo species, such as changing the color of the bamboo to a darker shade, decreasing weight and volume, decreasing moisture content and water absorption, and shrinking vessel diameter, but the physical properties of bamboo density did not show any effect by OHT. Apus bamboo experienced greater changes than ater bamboo, especially in terms of colour change and water absorption. Ater bamboo experienced significant changes in water absorption and vessel diameter shrinkage. The changes in properties showed that OHT was effective in improving the quality of bamboo as a wood substitute raw material.

Keywords: apus bamboo, ater bamboo, oil heat treatment, physical properties, anatomical properties.

Judul Penelitian

: **PENGARUH PERLAKUAN *OIL HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT ANATOMI BAMBU APUS (*Gigantochloa apus*) DAN BAMBU ATER (*Gigantochloa atter*)**

Nama

: **Anom Tahta Permana**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2154151006**

Jurusan

: **Kehutanan**

Fakultas

: **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

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

Intan Fajar Suri, S.Hut., M.Sc.
NIP 199606032023212033

2. **Ketua Jurusan Kehutanan**

Dr. Hj. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM.
NIP 197310121999032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.

Sekretaris : Intan Fajar Suri, S.Hut., M.Sc.

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

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anom Tahta Permana
NPM : 2154151006
Jurusan : Kehutanan
Alamat Rumah : Jalan Eforbia 3 No. 22 Beringin Raya, Kemiling, Bandar Lampung, Lampung.

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

“Pengaruh Perlakuan *Oil Heat Treatment* Terhadap Sifat Fisis dan Sifat Anatomi Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) dan Bambu Ater (*Gigantochloa atter*)”

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, 16 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Anom Tahta Permana
NPM 2154151006

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Anom Tahta Permana atau akrab disapa Anom, lahir di Seputih Raman, 30 Maret 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Iwan Sastrawan, S.Pd. dan Ibu Djanatin Okdiana. Penulis memiliki kakak laki-laki bernama Agih Putut Iswangkoro dan adik perempuan bernama Atika Laras Shati.

Penulis menempuh pendidikan di SDN 1 Beringin Raya pada tahun 2009-2015, SMPN 13 Bandar Lampung pada tahun 2015-2018, SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2018-2021. Tahun 2021, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti organisasi seperti Himpunan Mahasiswa Kehutanan (Himasyilva) Universitas Lampung sebagai anggota. Pada bulan Januari-Februari 2024, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Wai Muli Timur, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tanggal 7 Juni 2024, penulis ikut serta sebagai anggota dalam Tim Pengabdian kepada Masyarakat dan menerbitkan publikasi ilmiah dari kegiatan ini dengan judul “Peningkatan Persepsi Petani Hutan Kemasyarakatan dalam Pemilihan Jenis Pohon Produktif pada Kelompok Gapoktan Wana Tani Lestari di KPH Batuteji, Tanggamus”. Pada bulan Juli-Agustus, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum Pengelolaan Hutan Lestari (PU-PHL) di Kampus Lapangan Universitas Gadjah Mada yaitu KHDTK Getas, Kecamatan Kradenan, Blora, Jawa Tengah dan Hutan Pendidikan Wanagama, Kecamatan Playen, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan. Skripsi yang berjudul “Pengaruh Perlakuan *Oil Heat Treatment* Terhadap Sifat Fisis dan Sifat Anatomi Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) dan Bambu Ater (*Gigantochloa atter*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A. IPM., ASEAN. Eng. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing utama yang telah membimbing, memberikan arahan, nasihat, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Intan Fajar Suri, S.Hut., M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing, memberikan arahan, nasihat, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut, M.Sc. selaku dosen penguji atas arahan, kritik, dan saran yang telah diberikan kepada penulis pada seluruh rangkaian proses penyusunan skripsi ini.

7. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, memberikan arahan, nasihat, dan motivasi kepada penulis dalam proses perkuliahan.
8. Seluruh Bapak Ibu Dosen dan Staff Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu selama proses perkuliahan dan menuntut ilmu di Universitas Lampung.
9. Orang tua penulis yaitu Bapak Iwan Sastrawan, S.Pd. dan Ibu Djanatin Okdiana serta Kakak penulis yaitu Agih Putut Iswangkoro dan Ayu, serta Adik penulis yaitu Atika Laras Shati yang selalu memberikan doa, semangat, kasih sayang, warna dan dukungan moril maupun materil selama ini.
10. Teman seperbimbingan (Ahmad Izzudin Ar-Rofi, Elsa Nadia Almaidah, Faiz Al Qorny, Fania Naviza, Novita Wibowo, Oktavian Rizky Risnanda, dan Raden Aji) yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penyusunan skripsi.
11. Rekan-rekan seperjuangan (Ahmad Afif, Aidil Aqbar Putra, Hadid Ramadhan, M. Agung Prasetyo, M. Sulaiman Ar-Rasyid, M. Rafi Udhiharta Firdaus, Muhammad Fikri, dan Rahmat Perriansyah) yang telah memberikan bantuan, dukungan dan semangat sejak masa sekolah hingga penyusunan skripsi.
12. Saudara seperjuangan Angkatan 2021 (Laboriosa) serta keluarga besar Himasyilva Universitas Lampung.
13. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi secara langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi masih banyak kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca.

Bandar Lampung,
Penulis,



Anom Tahta Permana

Bismillahirrahmanirrahim

***Karya Tulis ini Kupersembahkan untuk Kedua Orang Tuaku tersayang
Ayahanda Iwan Sastrawan, S.Pd. dan Ibunda Djanatin Okdiana***

MOTTO

“Daun tua yang berguguran tak hanya jatuh dan mati begitu saja, tetapi akan menjadi nutrisi bagi daun muda yang baru. Ketika daun tua berguguran, lalu pucuk duan yang baru bermunculan. Itulah puncak dari masa muda”

- Might Guy -

“Pohon yang kokoh juga lahir dari benih yang kecil”

- Belerick -

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Potensi Bambu di Indonesia	6
2.2 Potensi Bambu Apus (<i>Gigantochloa apus</i>) di Indonesia	8
2.3 Potensi Bambu Ater (<i>Gigantochloa atter</i>) di Indonesia.....	9
2.4 <i>Heat Treatment</i>	10
2.5 <i>Oil Heat Treatment</i>	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Cara Kerja.....	13
3.3.1 Persiapan Sampel	13
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.3.2.1 Pengkondisian Sampel.....	14
3.3.2.2 Proses Perlakuan Panas.....	15
3.3.3 Pengukuran Parameter Setelah Perlakuan.....	15
a. Warna	15
b. Perubahan Berat dan Volume.....	16
c. Kerapatan.....	17

d. Kadar Air.....	17
e. Daya Serap Air	18
f. Penyusutan Diameter Pembuluh	18
3.4 Analisis Data	19
3.4.1 Uji ANOVA	19
3.4.2 Uji DMRT	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Sifat Fisis pada Bambu Apus dan Bambu Ater	20
4.1.1 Perubahan Warna	20
4.1.2 Perubahan Berat	26
4.1.3 Penyusutan Volume	29
4.1.4 Kerapatan	32
4.1.5 Kadar Air	35
4.1.6 Daya Serap Air.....	38
4.2 Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Sifat Anatomi pada Bambu Apus dan Bambu Ater	41
4.2.1 Vessels Diameter Shrinkage	41
4.3 Perbandingan Sifat Fisis dan Sifat Anatomi Setelah OHT dari Bambu Apus dan Bambu Ater.....	48
V. SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan.....	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian	5
2. Penebangan bambu.....	14
3. Letak pemindaian mengambil data warna.....	16
4. Ikatan pembuluh bambu, Diameter pembuluh bambu	19
5. Perubahan warna bambu apus dan bambu ater setelah OHT	22
6. Perubahan nilai L^* pada bambu ater dan bambu apus setelah OHT.....	23
7. Perubahan nilai a^* pada bambu ater dan bambu apus setelah OHT	24
8. Perubahan nilai b^* pada bambu ater dan bambu apus setelah OHT	25
9. Perubahan nilai ΔE^* pada bambu ater dan bambu apus setelah OHT ..	27
10. Perubahan berat bambu ater dan bambu apus setelah OHT	28
11. Perubahan volume bambu ater dan bambu apus setelah OHT	31
12. Perubahan kerapatan bambu ater dan bambu apus setelah OHT	34
13. Kadar air bambu ater dan bambu apus setelah OHT	37
14. Perubahan daya serap air bambu ater dan bambu apus setelah OHT .	40
15. Perubahan diameter pembuluh sampel bambu apus	45
16. Perubahan diameter pembuluh sampel bambu ater.....	46
17. Penyusutan diameter pembuluh penampang melintang vertikal dan horizontal bambu ater dan bambu apus setelah OHT	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil uji ANOVA untuk parameter perubahan berat bambu apus.....	29
2. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus	29
3. Hasil uji ANOVA untuk parameter perubahan berat bambu ater	29
4. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu ater	30
5. Hasil uji ANOVA untuk parameter penyusutan volume bambu apus ..	32
6. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus	32
7. Hasil uji ANOVA untuk parameter penyusutan volume bambu ater ...	33
8. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu ater	33
9. Hasil uji ANOVA untuk parameter kerapatan bambu apus.....	35
10. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus.....	35
11. Hasil uji ANOVA untuk parameter kerapatan bambu ater	35
12. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu ater	36
13. Hasil uji ANOVA untuk parameter kadar air bambu apus	38
14. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus.....	38
15. Hasil uji ANOVA untuk parameter kadar air bambu ater.....	38
16. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu ater	39
17. Hasil uji ANOVA untuk parameter daya serap air bambu apus	41
18. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus.....	41
19. Hasil uji ANOVA untuk parameter daya serap air bambu ater	41
20. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu ater	42
21. Hasil uji ANOVA untuk parameter susut diameter pembuluh bambu apus	47
22. Hasil uji lanjut DUNCAN untuk bambu apus.....	48
23. Hasil uji ANOVA untuk parameter susut diameter pembuluh bambu ater	48
24. Hasil uji DUNCAN untuk bambu ater	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persiapan sampel.....	67
2. Perlakuan OHT.....	67
3. Pengambilan data	68

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Keterbatasan pasokan kayu dari hutan alam untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik dan internasional, menjadi kendala untuk memenuhi kebutuhan akan kayu yang meningkat setiap tahun (Fauzan *et al.*, 2019). Peningkatan permintaan terhadap kayu sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, serta dengan terbatasnya pasokan kayu dari hutan alam yang dapat dimanfaatkan kayunya dalam bentuk kayu gergajian semakin mempersempit sumber pendapatan kayu. Dampaknya industri perkayuan mengalami kesulitan memperoleh bahan baku untuk menunjang proses produksinya. Menurut BPS (2024), penggunaan kayu oleh industri primer setiap tahunnya mengalami peningkatan seperti yang terjadi dalam 5 tahun terakhir, dimana pada tahun 2019 penggunaan kayu mencapai 57,93 juta m³, lalu mengalami peningkatan di tahun 2020 menjadi 61,01 juta m³, pada tahun 2021 penggunaan kayu meningkat lagi mencapai 64,42 juta m³, peningkatan penggunaan kayu pada tahun 2022 mencapai 64,65 juta m³, dan di tahun 2023 penggunaan kayu oleh industri primer meningkat sampai 68,22 juta m³. Permasalahan akibat meningkatnya kebutuhan kayu dapat diatasi dengan menambahkan pilihan bahan baku selain kayu yang sifat dan karakteristiknya serupa dengan kayu. Salah satu bahan baku yang dapat diaplikasikan sebagai substitusi kayu adalah bambu (Saputro *et al.*, 2021).

Bambu merupakan sumber daya terbarukan yang sangat mudah dibudidayakan karena bambu dapat bertahan hidup di tanah marjinal, bambu juga diketahui dapat bertahan hidup di berbagai kondisi tanah selama bambu masih mendapatkan air dan terpapar sinar matahari yang mencukupi (Irawati *et al.*, 2021). Bambu termasuk spesies tanaman cepat tumbuh atau *fast growing species*, bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan tercepat di dunia, ketika

bambu tumbuh diatas tanah potensial, pertumbuhannya dalam sehari dapat mencapai 1,2 meter (Chen *et al.*, 2022). Kesamaan lain antara bambu dengan kayu yaitu kandungan senyawa dalam bambu yang sama seperti kayu yang terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa (Fakhruzy, 2018). Kemudahan dalam membudidayakan bambu serta pertumbuhannya yang sangat cepat dapat menjadikan bambu sebagai bahan baku substitusi kayu untuk mengatasi masalah-masalah yang ditimbulkan karena penggunaan kayu sebagai bahan bangunan, seperti waktu panen kayu yang lama dan masalah deforestasi (Nurdiah, 2016).

Di Indonesia terdapat sekitar 157 jenis bambu endemik yang tersebar di berbagai wilayah, akan tetapi keragaman jenis bambu ini tidak dimanfaatkan dengan maksimal (Munawarah *et al.*, 2019). Hanya beberapa jenis bambu yang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat dan menjadi kearifan lokal di berbagai daerah di Indonesia. Salah satunya adalah bambu apus (*Gigantochloa apus*), bambu apus termasuk bambu simpodial asli dari Myanmar dan saat ini sudah tersebar ke seluruh wilayah di Indonesia (Saifudin, 2017). Bambu apus sering dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat kerajinan tangan, furnitur, bahkan konstruksi ringan pada bangunan, termasuk untuk membuat jembatan sederhana (Riastuti *et al.*, 2019). Terdapat juga bambu lain yang masih berkerabat dengan bambu apus yaitu bambu ater (*Gigantochloa atter*) (Khanday *et al.*, 2022). Bambu ater juga sering dimanfaatkan oleh masyarakat, pemanfaatan bambu ater biasanya sebagai bahan baku alat musik sampai konstruksi ringan seperti gazebo (Pratama dan Mutmainah, 2021). Bambu termasuk bahan baku yang memiliki kualitas tinggi untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku pembangunan (Marcelina *et al.*, 2024).

Belakangan ini, bambu mulai dimanfaatkan sebagai material bangunan, namun dalam pemanfaatannya ada beberapa kekurangan yang menjadikan kendala sehingga berpengaruh ke penggunaannya (Permana *et al.*, 2025). Salah satu kendala utama adalah bambu segar memiliki kadar air tinggi yang dapat menyebabkan retak, deformasi, atau penyusutan saat kering (Wulandari, 2019). Perlakuan panas membantu mengurangi kadar air secara merata, sekaligus meningkatkan stabilitas dimensi bambu (Pranowo dan Wicaksono, 2023). Ketahanan bambu terhadap cuaca termasuk rendah, sehingga mudah terpengaruh oleh perubahan suhu, kelembapan, dan sinar matahari (Huang *et al.*, 2018). Dengan perlakuan panas, stabilitas bambu

terhadap faktor lingkungan meningkat. Selain itu, bambu cenderung menyerap air, yang dapat menyebabkan pembengkakan, pelapukan, atau pertumbuhan jamur, namun perlakuan panas mengurangi sifat higroskopis bambu, menjadikannya lebih tahan terhadap kelembapan (Febrianto *et al.*, 2016). Tanpa perlakuan, bambu memiliki umur pakai yang relatif singkat, terutama jika digunakan di luar ruangan (Sadir dan Mirawati, 2024). Perlakuan panas membantu memperpanjang umur pakai bambu dengan meningkatkan daya tahannya terhadap berbagai faktor lingkungan dan biologis, sehingga menjadikannya material yang lebih kuat dan tahan lama (Kim *et al.*, 2024). Bambu memiliki beberapa kendala yang mempengaruhi penggunaannya karena pada hakikatnya bambu merupakan bahan baku organik sehingga diperlukan perlakuan panas (*heat treatment*) untuk mengatasinya (Kumar *et al.*, 2017).

Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk modifikasi kayu dengan media air atau minyak, suhu yang digunakan antara 140°C - 240°C, dalam penerapan suhu yang lebih rendah perubahan yang terjadi pada sifat-sifat kayu sangat kecil sementara suhu yang lebih tinggi sangat merubah sifat-sifat kayu (Abdillah *et al.*, 2020). Menurut Prihastono *et al* (2020), sifat fisis seperti kadar air juga terpengaruh dalam pemberian perlakuan panas, kadar air kayu gmelina yang awalnya sebesar 13,40% berkurang menjadi 5,96% setelah diberikan perlakuan panas dalam waktu 1 jam. Penurunan kadar air menjelaskan bahwa *heat treatment* dapat meningkatkan hidrofobisitas kayu sebagai akibat dari penurunan jumlah gugus hidroksil oleh reaksi kimia yang terjadi selama perlakuan panas, sehingga penyerapan air berkurang (Hidayat *et al.*, 2015). Menurut Yang *et al.* (2016), perlakuan panas dengan media minyak berpengaruh terhadap EMC (*Equilibrium Moisture Content*) atau kadar air bambu moso, sebelum perlakuan kadar air bambu moso 10,4% setelah diberikan perlakuan panas kadar air bambu moso berkurang menjadi 5,1%.

Oil heat treatment merupakan salah satu perlakuan yang sudah banyak digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat baik kayu maupun bambu, perlakuan ini memanfaatkan sinergisitas dari panas dan minyak (Siska *et al.*, 2025). Dalam proses *oil heat treatment* (OHT), minyak berperan dalam memisahkan oksigen dari kayu dan menekan reaksi oksidatif, yang dapat mencegah penurunan kekuatan kayu (Suri

et al., 2023). Menurut Ma'ruf *et al.* (2021), penggunaan suhu OHT mempengaruhi perubahan warna kayu, kayu *Gmelina aborea* yang di OHT pada suhu 180°C memiliki nilai perubahan warna sebesar 28,67 dan terus meningkat, hingga pada suhu 240°C nilai perubahan warnanya menjadi 46,82, pada jenis kayu lain yaitu *Cocos nucifera* penggunaan suhu OHT 180°C menghasilkan nilai perubahan warna sebesar 15,79 dan pada suhu yang lebih tinggi 240°C nilai perubahan warnanya semakin besar menjadi 36,73.

Berdasarkan uraian-uraian di atas maka dapat dirumuskan masalah yang perlu dikaji, yaitu menganalisis pengaruh yang diberikan dari penerapan perlakuan panas terhadap jenis bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*), serta bagaimana perbedaan mutu dari bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*) setelah diberikan upaya modifikasi berupa OHT.

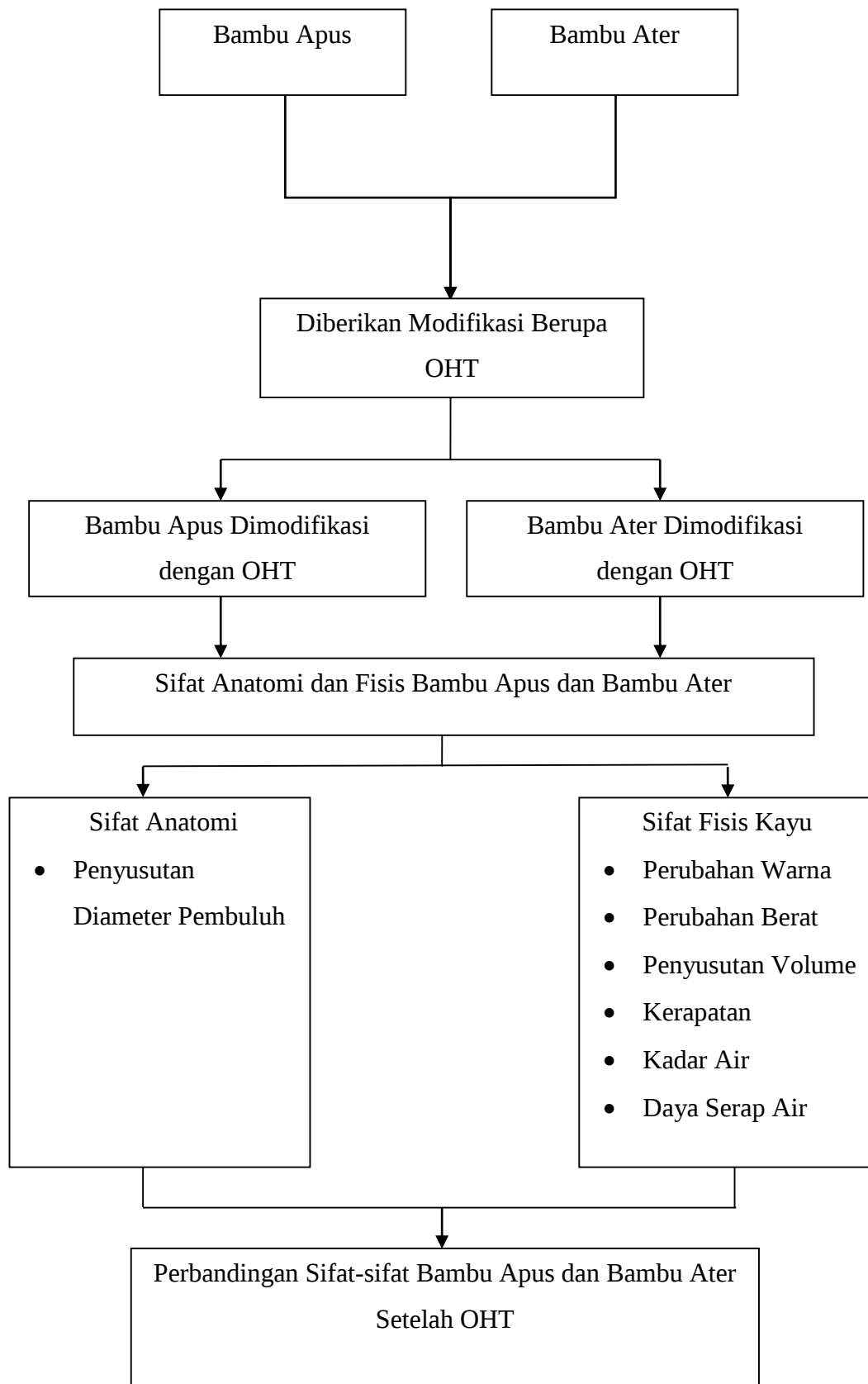
1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh metode OHT terhadap sifat anatomi dan sifat fisis bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*).
2. Menganalisis perbandingan sifat anatomi dan sifat fisis bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*) setelah diberikan OHT.

1.3. Kerangka Pemikiran

Spesies bambu yang terdapat di Indonesia diketahui sebanyak 157 spesies, diantaranya adalah bambu apus dan bambu ater. Dalam pemanfaatan bambu diperlukan modifikasi sifat salah satunya OHT. Bambu apus dan bambu ater yang telah di OHT dapat dianalisis untuk melihat perubahan yang terjadi pada bambu, dalam hal ini sifat fisis dan sifat anatomi. Analisis sifat fisis mencakup beberapa variabel seperti, perubahan warna, perubahan berat, penyusutan volume, kerapatan, kadar air, dan daya serap air. Analisis sifat anatomi hanya mencakup penyusutan diameter pembuluh. Dari analisis yang sudah dilakukan, dapat dibandingkan perubahan sifat-sifat yang terjadi pada bambu apus dan bambu ater setelah OHT. Kerangka pemikiran secara rinci dalam penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Bambu di Indonesia

Bambu dengan nama latin *Bambusoideae* merupakan tumbuhan jenis rumput-rumputan dengan batang berbentuk silindris dan beruas-ruas mirip tanaman berkayu dari suku *Gramineae* (Yahya *et al.*, 2016). Bambu dapat tumbuh dengan cepat dan mudah ditemukan di berbagai daerah tropis, menjadikannya salah satu sumber daya alam yang berkelanjutan. Kondisi alam yang mendukung memberikan pengaruh yang baik bagi perkembangan bambu. Bahkan tanaman ini mampu tumbuh di lahan-lahan marjinal sehingga secara tidak langsung berkontribusi pada konservasi tanah dan air (Iqbal *et al.*, 2014). Di Indonesia, bambu juga memiliki nilai budaya yang mendalam, sering digunakan dalam upacara adat dan pembuatan alat musik tradisional seperti angklung dan seruling. Tanaman ini memiliki banyak manfaat, mulai dari keperluan bahan bangunan sampai bahan kerajinan tangan. Hal menarik lain dari bambu yaitu memiliki kemampuan tumbuh cepat dengan daur hidup yang relatif singkat, menjadikannya tanaman yang sangat potensial untuk dikembangkan (Mainaki dan Maliki, 2020).

Tercatat pada tahun 2022, produksi tanaman bambu nasional mencapai 66,92 juta batang, wilayah persebaran produksi bambu dibagi ke dalam tiga wilayah yaitu Pulau Jawa, Pulau Sumatera, dan Kepulauan Sunda Kecil (BPS, 2023). Kadar karbon pada bambu serupa dengan tanaman hutan lainnya, sehingga bambu layak untuk dibudidayakan (Jaya, 2021). Dari segi lingkungan, bambu memiliki kemampuan untuk mencegah erosi tanah, selain itu kemampuan lain dari bambu yaitu dapat menyerap karbon yang tinggi, menjadikannya efektif dalam mengurangi kadar CO₂ di atmosfer (Akinbile *et al.*, 2023). Kemampuan ini memberikan manfaat besar dalam konservasi lingkungan serta melindungi lingkungan dari dampak pemanasan global.

Menurut Musa dan Tamrin (2025), persebaran bambu di Indonesia sangat luas dan sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat lokal, mulai dari pemanfaatan sederhana seperti untuk bahan kerajinan, hingga dimanfaatkan untuk bahan konstruksi tetapi pemahaman masyarakat tentang sifat dan kualitas bambu masih rendah. Kadar air merupakan salah satu sifat bambu yaitu sifat fisis, bambu apus (*Gigantochloa apus*) umumnya memiliki kadar air sebesar 49,2% sedangkan kadar air bambu santong atau bambu ater (*Gigantochloa atter*) sebesar 48,57%, kadar air bambu sangat dipengaruhi oleh umur, jenis, serta cara pemanenan bambu (Wulandari, 2021). Sifat mekanis seperti kekuatan tekan, geser, dan lentur bambu juga sebanding dengan kayu. Kekuatan tekan bambu cukup tinggi yang disebabkan oleh kandungan lignin yang mendukung di dalamnya (Li *et al.*, 2015).

Bambu memiliki beragam kegunaan, mulai dari bahan untuk kerajinan hingga bahan makanan, industri, dan konstruksi. Keunggulan dari bambu adalah tingkat penyusutannya yang lebih rendah dibandingkan kayu, kemudahan untuk dilengkungkan, fleksibilitas yang tinggi, serta nilai estetika yang menonjol (Rao, 2014). Keawetan dan kekuatan adalah keunggulan yang dimiliki bambu sebagai bahan bangunan. Bambu harus diawetkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan bangunan. Bambu bulat sering digunakan untuk berbagai jenis konstruksi, seperti pembuatan rumah, bangunan sementara, dan penyangga sementara pada bangunan bertingkat (Hidayah, 2023). Sementara itu, bambu yang telah dibelah dapat dimanfaatkan untuk membuat bilik, dinding, lantai, pagar, bahkan digunakan dalam pembangunan jembatan atau kandang ternak (Arsad, 2015).

Bambu merupakan bahan organik yang sifatnya higroskopis sehingga dapat menyerap air (Amelia *et al.*, 2023). Kadar air bambu yang tinggi menjadikan kendala dalam pemanfaatan bambu, karena kadar air dapat mempengaruhi stabilitas dimensi bambu, yang menyebabkan deformasi atau retak saat bambu digunakan (Zhang *et al.*, 2022). Warna bambu juga dapat dipengaruhi oleh kadar air, kadar air yang tinggi pada bambu segar akan mengalami oksidasi seiring dengan lamanya bambu digunakan (Jia *et al.*, 2022). Bambu yang kehilangan kadar air, perlahan-lahan akan berubah warnanya, yang awalnya berwarna hijau menjadi pucat atau kecoklatan (Salim *et al.*, 2022).

2.2. Potensi Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) di Indonesia

Salah satu jenis bambu yang sering dimanfaatkan adalah bambu apus/bambu tali (*Gigantochloa apus*). Jenis bambu ini banyak ditemukan di Indonesia dan kawasan Asia Tropis. Menurut Rini *et al.* (2017), susunan klasifikasi dari bambu apus adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Monocotyledonae
 Ordo : Graminales
 Famili : Gramineae
 Genus : *Gigantochloa*
 Spesies : *Gigantochloa apus* (Bl. Ex Schult.) Kurz

Bambu apus banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat kerajinan, furnitur, serta konstruksi ringan pada bangunan, termasuk untuk membuat jembatan sederhana (Riastuti *et al.*, 2019). Kadar air pada bambu menunjukkan jumlah air yang terdapat dalam sepotong bambu, dinyatakan dalam persentase berdasarkan berat kering setelah dikeringkan dalam tanur. Kadar air ini dapat bervariasi dalam satu batang bambu dan dipengaruhi oleh faktor seperti usia bambu, musim saat panen, serta jenis bambu tersebut (Singh *et al.*, 2023).

Menurut Wulandari (2019), kadar air tertinggi pada bambu apus terdapat di bagian pangkal, sedangkan kadar air terendah terdapat di bagian ujung. Bagian pangkal memiliki nilai rata-rata tertinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan ujung. Kadar air pada bambu ditentukan berdasarkan jumlah air yang terdapat dalam batangnya. Semakin tinggi kadar air yang terukur, semakin banyak kandungan air dalam bambu tersebut. Faktor seperti usia bambu juga mempengaruhi kadar airnya (Hamzah *et al.*, 2016). Pada bambu segar, kadar air berkisar antara 50-99%, sedangkan pada bambu muda bisa mencapai 80-150%. Sementara itu, kadar air pada bambu yang telah kering berada dalam rentang 12-18%. Kadar air dalam bambu apus dalam kondisi segar menunjukkan nilai yang berkurang sebesar 45,18% dari pangkal ke tengah, tetapi meningkat sebesar 1,45% dari tengah ke ujung (Wulandari, 2019).

Kadar air bambu yang tinggi dapat menjadi kekurangan dalam memanfaatkan bambu, tingginya kadar air membuat bambu menjadi lebih mudah mengalami pelapukan yang dapat mengurangi umur pakai sebuah bambu (Prabawa, 2018). OHT (*oil heat treatment*) merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk

mengurangi kadar air bambu. Menurut Tambunan *et al.* (2023), kadar air bambu akan berkurang karena penguapan yang disebabkan oleh suhu tinggi, selain itu minyak yang digunakan sebagai media penghantar panas akan membentuk lapisan yang menghambat bambu untuk menyerap air dari lingkungan. Kadar air bambu apus terbilang cukup tinggi, untuk itu pengaplikasian OHT dapat dilakukan untuk mengurangi kadar air pada bambu.

2.3. Potensi Bambu Ater (*Gigantochloa atter*) di Indonesia

Bambu ater/bambu legi (*Gigantochloa atter*), atau yang lebih dikenal sebagai pring legi adalah salah satu jenis bambu yang banyak ditemukan di Indonesia. Bambu ini memiliki batang berwarna hijau terang hingga hijau gelap dengan bulu-bulu halus berwarna hitam. Bambu ater memiliki panjang ruas berkisar antara 40–50 cm dan diameter nya sekitar 5-10 cm, dan tinggi batangnya umumnya dapat mencapai 22 m (Dewi *et al.*, 2024). Menurut Liana *et al.* (2017), susunan klasifikasi dari bambu ater adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Equisetopsida
 Ordo : Poales
 Famili : Poaceae
 Genus : *Gigantochloa*
 Spesies : *Gigantochloa atter* (Hassk.) Kurz ex Munro

Bambu ater sudah digunakan dalam berbagai keperluan, terutama dalam industri kerajinan dan konstruksi. Bambu jenis ini sering digunakan untuk membuat anyaman, kerajinan tangan, dan bahan bangunan seperti dinding dan atap rumah tradisional (Thahirah, 2024). Hal menarik dari bambu ater adalah kekuatannya yang luar biasa dan ketahanannya terhadap hama (Suardika *et al.*, 2023). Selain itu, bambu ini memiliki rasa yang manis, yang membuatnya berbeda dari jenis bambu lain (Husen *et al.*, 2023). Manfaat ekologisnya juga tidak bisa diabaikan, karena bambu dapat tumbuh dengan cepat dan membantu mencegah erosi tanah (Wibisono *et al.*, 2023).

Menurut Hidayah (2023), kolom bambu terdiri dari sekitar 50% parenkim, 40% serat, dan 10% sel penghubung. Parenkim dan sel penghubung lebih dominan di bagian dalam, sedangkan serat lebih banyak terdapat di bagian luar. Pada ruas

penghubung antar buku, jumlah serat cenderung meningkat dari pangkal ke ujung, sementara parenkimnya berkurang (Ndale, 2013). Variasi jumlah dan bentuk ikatan pembuluh ditemukan dalam arah horizontal maupun aksial (vertikal) batang bambu. Ukuran ikatan pembuluh menjadi lebih besar di bagian dalam, sedangkan jumlah totalnya menurun dari pangkal ke ujung batang (Tsuyama *et al.*, 2023).

Bambu ater terasa manis dan memiliki aroma yang kuat, yang disebabkan oleh kandungan pati dan gula yang tinggi, keunikan ini menyebabkan bambu ater disukai oleh hama seperti kumbang dan rayap (Subekti *et al.*, 2015). OHT dapat memicu reaksi penguapan pati dan gula yang merupakan komponen-komponen kimia bambu, pada suhu tinggi terjadi proses dekomposisi termal yang mengurangi kadar pati dan gula (Agustin dan Sari, 2023). Pati dan gula yang terurai karena tingginya suhu OHT, akan memicu reaksi karamelisasi yang terbentuk oleh minyak panas, pati, dan gula yang membentuk lapisan di permukaan bambu yang kurang menarik bagi hama seperti serangga (Yuan *et al.*, 2020).

2.4. Heat Treatment

Menurut Hidayat *et al.* (2020), perlakuan panas atau *heat treatment* merupakan salah satu metode modifikasi sifat-sifat bahan baku seperti bambu dan kayu yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan kualitas. Proses modifikasi bertujuan untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat-sifat bambu melebihi kondisi alaminya, termasuk peningkatan terhadap durabilitas, stabilitas ukuran, kadar air, serta kualitas kekuatan (Hardianto *et al.*, 2020). Modifikasi dapat dilakukan melalui berbagai perlakuan seperti, impregnasi, modifikasi permukaan, modifikasi kimia, dan modifikasi termal (perlakuan panas) yang tujuannya untuk memperbaiki kualitas bambu dalam berbagai aspek (Ma'ruf *et al.*, 2020). Penggunaan metode *heat treatment* harus memperhatikan suhu, waktu perlakuan, dan laju pemanasan serta pendinginan karena ini merupakan beberapa parameter yang mempengaruhi proses *heat treatment*, dan sering disebut sebagai variabel proses *heat treatment* (Sözbir *et al.*, 2019).

Hal ini didukung dengan pernyataan dari Hidayat *et al.* (2015), yang menyebutkan bahwa variabel-variabel yang menentukan keberhasilan suatu perlakuan panas antara lain, suhu, waktu perlakuan, kondisi suhu sekitar, jenis, dan

kondisi kadar air terkandung selama proses perlakuan panas. Besarnya kebutuhan variabel-variabel ini tergantung pada komposisi kimia, ukuran dan bentuk objek serta sifat akhir yang diinginkan pada sebuah bambu. Menurut Suri *et al.* (2021), perlakuan *oil heat treatment* (OHT) dan *air heat treatment* (AHT) pada kayu *Paulownia tomentosa* dan kayu *Pinus koraiensis* memberikan berbagai pengaruh, OHT lebih unggul dan efektif dalam merubah warna kayu dibandingkan AHT, sampel yang di OHT mengalami penurunan kecerahan yang lebih besar. Proses OHT menggunakan minyak selama pemanasan, minyak dapat terserap oleh kayu yang terpapar selama proses OHT yang dapat menyebabkan perubahan sifat kimia komponen kayu. Sifat lain yang terpengaruh salah satunya adalah kerapatan, OHT meningkatkan kerapatan kayu, sebaliknya AHT menyebabkan penurunan kerapatan (Suri *et al.*, 2022).

Proses *heat treatment* menurut Rajan *et al.* (2023), dapat meningkatkan kualitas bambu karena proses ini mempengaruhi perubahan pada sifat-sifat bambu yang berperan dalam mengurangi kadar air, meningkatkan stabilitas dimensi, serta ketahanan terhadap perubahan warna. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas (*heat treatment*) mampu menurunkan kadar air setimbang, mengurangi emisi dari *volatile organic compound* (VOC), meningkatkan stabilitas dimensi, ketahanan terhadap jamur, menyeragamkan dan menstabilkan warna, dan menurunkan nilai keterbasahan. Pemanasan dilakukan dengan memanfaatkan sinergisitas antara minyak dan suhu yang dapat mengurangi kelembapan pada kayu dan menyebabkan penguraian komponen-komponen kimia tertentu, seperti hemiselulosa menghasilkan penurunan sifat higroskopis, hal ini membuat bambu menjadi lebih tahan terhadap perubahan bentuk akibat kelembapan udara (Asmunandar *et al.*, 2023). *Heat treatment* juga meningkatkan keindahan estetika dengan memperdalam warna bambu, menciptakan penampilan yang lebih eksotik. (Taghiyari *et al.*, 2020).

2.5. Oil Heat Treatment

OHT (*oil heat treatment*) merupakan proses modifikasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas bambu. OHT menggunakan media berupa minyak, serta suhu yang berkisar antara 140-240°C, proses ini mengakibatkan perubahan

sifat-sifat pada bambu. Peningkatan kualitas bambu melalui perlakuan panas umumnya mempengaruhi kestabilan dimensi serta mengurangi kadar air dan komponen kimia (Kocaefe *et al.*, 2015). Sifat higroskopis pada bambu juga terpengaruh akibat proses OHT, selama OHT terjadi pembentukan lapisan baru yang disebabkan oleh minyak (Priadi dan Maretha, 2015). OHT dapat diaplikasikan pada jenis bambu yang secara alami memiliki daya tahan yang rendah atau meningkatkan nilai estetika bambu.

Proses perlakuan panas ini memerlukan parameter khusus seperti durasi dan suhu yang tepat, dan juga tergantung pada jenis material yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suri *et al.* (2024), bambu andong yang diberikan OHT pada suhu 180°C mengalami peningkatan berat yang dapat disebabkan karena penyerapan minyak, tetapi ketika suhu OHT dinaikan menjadi 240°C berat bambu andong mengalami penurunan berat, yang menandakan terjadinya degradasi komponen struktur bambu. Kayu gmelina dan kayu mindi yang di OHT dengan suhu 220°C memiliki respon yang sama terhadap penyusutan diameter pembuluh pada penampang melintang, kedua jenis kayu sama-sama mengalami penyusutan, tetapi penyusutan pada kayu gmelina lebih besar dari kayu mindi (Suri *et al.*, 2021).

Tujuan utama dari pemanasan adalah untuk merubah struktur kimia makromolekul bambu, yang nantinya akan mempengaruhi sifat-sifat bambu tersebut. Perlakuan panas ini tidak hanya meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, tetapi juga dapat meningkatkan daya tahan tersebut. Teknik pemanasan ini telah menjadi komersial dan dikenal dengan berbagai nama, seperti "*Lignostone*" dan "*Lignifol*" di Jerman, serta "*Staybwood*" di Amerika Serikat. OHT sudah banyak digunakan baik dalam maupun luar negeri, karena proses ini sudah terbukti efektif untuk digunakan dalam memodifikasi kayu yang memiliki kondisi alami kurang bermutu (Sulistio *et al.*, 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, di mulai pada bulan Maret – April 2025 di *Workshop* Teknologi Hasil Hutan untuk melakukan pemotongan sample dan pengovenan sampel sebelum melakukan OHT, serta untuk melakukan OHT. Perhitungan dan pengolahan data hasil perlakuan dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *oil bath* (C-WHT-S2; Chang Shin Science, Seoul, Korea), oven, penggaris, laptop, kaliper, timbangan elektrik, *tallysheet*, kamera, *scanner general colorimeter* (AMT507, China), gergaji, dan mikroskop stereo. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 liter minyak kelapa sawit FILMA, PT. SMART Tbk., Tangerang, Indonesia, bambu apus dan bambu ater yang berumur ± 5 tahun.

3.3. Cara Kerja

3.3.1. Persiapan Sampel

Bambu apus dan bambu ater yang sudah tumbuh dan berumur 4-5 tahun dan memiliki batang yang berdiameter sebesar ± 10 cm dari hutan rakyat ditebang menggunakan gergaji, proses penebangan bambu v dapat dilihat pada gambar 2. Setelah tumbang, batang bambu dipotong menjadi beberapa segmen: bagian pangkal, tengah, dan ujung. Setelah pemotongan, bambu yang telah dipotong

diangkut ke tempat pemotongan atau panglong, untuk memproses pemotongan lebih lanjut menjadi potongan-potongan berbentuk bulat dengan tinggi 5 cm.



Gambar 2. Penebangan bambu

3.3.2. Pelaksanaan Penelitian

Bambu ater dan bambu apus dipotong menjadi lebih kecil dengan tinggi 5 cm dan diameter 10 cm. Bambu yang digunakan harus memiliki batang yang lurus dan tanpa cacat alami. Dibutuhkan sebanyak 40 sampel dari masing-masing jenis bambu, yang terdiri dari 15 sampel bentuk tabung, 15 sampel bentuk papan (4x1x1 cm), dan 10 sampel bentuk papan (1x1x1 cm). Sampel dibagi menjadi 2 yaitu sampel kontrol dan sampel perlakuan. Seluruh sampel perlakuan dari masing-masing jenis bambu diberikan perlakuan OHT dengan waktu selama 2 jam dan suhu bervariasi mulai dari 160°C, 180°C, 200°C, dan 220°C.

3.3.2.1. Pengkondisian Sampel

Sampel bambu dengan tinggi 5 cm dan diameter 10 cm ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan data berat basah. Selanjutnya, sampel bambu dicek data berat kering oven dengan cara sampel bambu dioven selama 24 jam dengan suhu 100°C. Sampel yang telah dioven, kembali dilakukan pengukuran diameter dengan menggunakan kaliper, serta pengukuran berat dengan menggunakan timbangan digital sebelum dilakukan proses OHT untuk mengetahui perubahan dimensi sampel akibat pengovenan.

3.3.2.2. Proses Perlakuan Panas

Proses OHT diawali dengan memanaskan minyak dengan menggunakan *oil bath* (C-WHT-S2; Chang Shin Science, Seoul, Korea) hingga suhunya mencapai suhu target (160°C, 180°C, 200°C dan 220°C), setelah mencapai suhu target sampel bambu dimasukan kedalam *oil bath*. Diamati waktu yang dibutuhkan minyak untuk mencapai suhu target. Setelah suhu minyak sudah mencapai target, sampel perlakuan dimasukan ke dalam *oil bath* (C-WHT-S2; Chang Shin Science, Seoul, Korea) selama 2 jam. Setelah proses OHT selesai, sampel perlakuan dikeluarkan dari *oil bath* dan didiamkan di suhu ruangan. Tahap terakhir pengkondisian sampel, yaitu ditiriskan pada suhu ruangan sampai permukaan sampel bambu tidak berminyak. Setelah itu, sampel ditimbang untuk mendapatkan data berat setelah perlakuan. Untuk mengetahui sifat fisis dan sifat anatomi bambu, sampel dievaluasi dengan menggunakan rumus-rumus dibawah ini.

3.3.3. Pengukuran Parameter Setelah Perlakuan

Sampel bambu diuji untuk mengetahui perubahan sifat-sifat, seperti sifat fisis dan sifat anatomi yang diakibatkan oleh perlakuan. Sifat fisis bambu yang diukur antara lain, warna, berat, volume, kerapatan, kadar air, dan daya serap air. Parameter kedua yaitu sifat anatomi bambu, yang diukur adalah diameter pembuluh. Semua data hasil pengukuran dicatat dan dievaluasi untuk menganalisis pengaruh suhu perlakuan terhadap sampel bambu.

a. Warna

Perubahan warna diuji untuk mengetahui apakah terjadi perubahan warna akibat perlakuan OHT. Pengujian dilakukan pada empat titik di setiap sampel bambu, pengambilan data warna dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan, pengambilan data warna pada sampel bambu dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam pengujian warna, bagian permukaan bambu dipindai dengan *scanner general colorimeter* (AMT507, China) dan perubahan warna yang terjadi dievaluasi sesuai sistem yang sudah ditentukan yaitu sistem CIE Lab* (Ayata *et al.*, 2018). Perubahan warna ΔE^* , ΔL^* , Δa^* , Δb^* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

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

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

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

Keterangan:

ΔE^* = Perubahan warna keseluruhan

ΔL^* = Perbedaan antara nilai L^* sebelum dan sesudah OHT

L_1^* = Tingkat kecerahan sebelum OHT

L_2^* = Tingkat kecerahan sesudah OHT

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

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

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

Δb^* = Perbedaan antara nilai b^* sebelum dan sesudah OHT

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

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

Klasifikasi perubahan warna ditentukan sebagai berikut:

$0,0 < \Delta E^* \leq 0,5$ = Perubahan warna samar

$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$ = 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



Gambar 3. Letak pemindaian mengambil data warna

b. Perubahan Berat dan Volume

Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan dengan ukuran sampel berdiameter 10 cm dan tinggi 5 cm. Perubahan berat dan penyusutan diukur menggunakan standar JIS A 5908. Untuk menghitung perubahan berat (PB) dan susut volume (VS) dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

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

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

Keterangan:

PB = Persentase perubahan berat (%)

ma = berat sebelum OHT (g)

mb = berat setelah OHT (g)

VS = Persentase susut volume (%)

Va = volume sampel sebelum OHT (cm³)

Vb = volume sampel setelah OHT (cm³)

c. Kerapatan

Uji kerapatan menggunakan sampel kontrol dan sampel perlakuan yang sudah dipotong dan telah selesai dilakukan proses OHT. Kerapatan diuji menggunakan standar JIS Z 2101 menjadi dasar perhitungan densitas. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung kerapatan bambu:

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

Keterangan:

ρ = Kerapatan (g/cm³)

m = Berat sampel (g)

v = Volume sampel (cm³)

d. Kadar Air

Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan dengan ukuran sampel berdiameter 10 cm dan tinggi 5 cm. Total sampel yang diuji sebanyak 6 buah dengan rincian 3 bambu apus dan 3 bambu ater. Standar JIS Z 2101 digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kadar air. Berikut adalah rumus untuk mengetahui kadar air dalam bambu:

$$KA = \frac{BA - BKO}{BKO} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)

BA = Bobot Awal (g)

BKO = Bobot Kering Oven (g)

e. Daya Serap Air

Daya serap air memperlihatkan persentase jumlah air yang terserap oleh sampel bambu setelah direndam selama 2 minggu. Pengujian daya serap air dilakukan dengan cara merendam sampel uji yang berukuran 4x1x1 cm ke dalam air selama 2 minggu. Uji daya serap air menggunakan standar JIS Z 2101. Berikut adalah rumus untuk menghitung daya serap air:

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

Keterangan:

WA = daya serap air (%)
 ma = berat sebelum direndam (g)
 mw = berat setelah direndam (g)

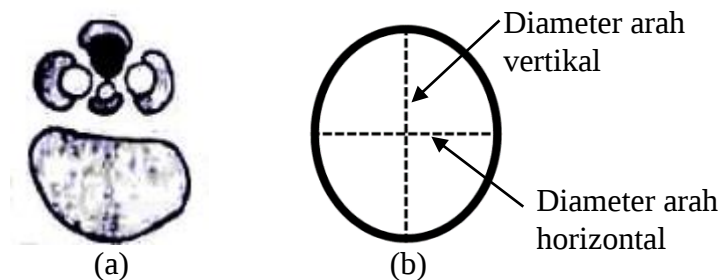
f. Penyusutan Diameter Pembuluh

Gambar mikrograf sampel didapatkan dengan menggunakan mikroskop stereo ZEISS Stemi DVP. Pengukuran diameter pembuluh arah penampang melintang pada masing-masing bambu dilakukan di 10 area ikatan pembuluh. Ikatan pembuluh bambu yang terlihat ditandai untuk menganalisis diameter salah satu pembuluh bambu. Pengambilan data susut diameter pembuluh dapat dilihat pada Gambar 4. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung penyusutan diameter pembuluh:

$$\text{Penyusutan Diameter Pembuluh (\%)} = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100$$

Keterangan:

D_1 = Diameter pembuluh bambu sebelum perlakuan OHT
 D_2 = Diameter pembuluh bambu setelah perlakuan OHT



Gambar 4. (a) Ikatan pembuluh bambu, (b) Diameter pembuluh bambu

3.4. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk menyajikan informasi secara ringkas dan menyeluruh dari data yang telah didapatkan. Data yang sudah diperoleh diolah dengan *Microsoft Office Excel* dan dianalisis dengan menggunakan aplikasi *software IBM SPSS Statistics 24*. Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang diberikan oleh variasi perlakuan, dengan menggunakan pengujian sebagai berikut.

3.4.1 Uji ANOVA

Uji ANOVA (*Analysis of variance*) digunakan untuk menguji homogenitas data. ANOVA digunakan untuk melihat tingkat dari signifikansi variabel yang digunakan pada penelitian dilihat dari perbandingan kelompok sampel yang digunakan.

3.4.2 Uji DMRT

Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) digunakan dengan tingkat kepercayaan 95%. Setelah uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan, dilakukan uji lanjut seperti *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk membandingkan rata-rata antar kelompok.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Untuk mengetahui mutu bambu apus dan bambu ater setelah OHT dapat dilihat dari sifat-sifat nya, seperti sifat fisis dan sifat anatomi. Sifat fisis seperti perubahan warna, perubahan berat, perubahan volume, kadar air, dan daya serap air dipengaruhi oleh OHT dengan suhu 160°C - 220°C, hanya sifat kerapatan yang tidak terpengaruh OHT. Kerapatan pada kedua jenis bambu setelah OHT tidak berbeda nyata dengan sampel kontrol, ini menunjukkan bahwa OHT dengan suhu 160°C - 220°C tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan bambu. Sifat lain yaitu sifat anatomi berupa penyusutan diameter pembuluh pada bambu apus lebih kecil dibandingkan dengan bambu ater.

Perubahan yang terjadi pada bambu apus setelah mengalami OHT yaitu lebih stabil jika terpapar air dalam pengaplikasiannya, hal ini sudah dibuktikan dengan perendaman bambu apus di dalam air selama 14 hari. Perubahan pada bambu ater memiliki tren yang lebih stabil pada dimensi bambu, tetapi mudah mengalami kembang susut jika terpapar air secara terus menerus, hal ini menunjukkan bahwa bambu ater lebih kuat jika penggunaannya tidak berhubungan atau berkontak langsung dengan air.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan yang berfokus pada sifat kimia atau sifat mekanis dapat dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur bambu apus dan bambu ater yang menyebabkan penyusutan. Penelitian lain guna mengetahui ketahanan jangka panjang bambu terhadap paparan dari lingkungan dapat juga dilakukan untuk mengetahui pengaplikasian jenis bambu yang tepat di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M., Ma'ruf, S. D., Kaskoyo, H., Safe'i, R., Hidayat, W. 2020. Modifikasi sifat fisis dan mekanis kayu sengon (*Falcataria moluccana*) dan kelapa (*Cocos nucifera*) melalui perlakuan panas dengan minyak. In *Prosiding Seminar Nasional Konservasi* 2020. 564-569.
- Abdullah, A. H. D., Karlina, N., Rahmatiya, W., Mudaim, S., Fajrin, A. R. 2017. Physical and mechanical properties of five Indonesian bamboos. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 60(1): 1-5.
- Adelia, E., Sany, N., Damastuti, P., Damayanti, F., Ma'Wa, S. P. 2024. Kajian estetika implementasi bambu laminasi pada transformable furniture BRUNA Cabinet. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri dan Arsitektur*. 12(02): 19-19.
- Afkar, H., Febryano, I. G., Duryat, D., Suri, I. F., Hidayat, W. 2023. Pengaruh perlakuan panas oil heat treatment terhadap perubahan warna kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Jurnal Warta Rimba*. 10(5): 97-104.
- Agussalim, A. A., Umami, N., Budisatria, I. G. S. 2017. Variasi jenis tanaman pakan lebah madu sumber nektar dan polen berdasarkan ketinggian tempat di Yogyakarta. *Buletin Peternakan*. 41(4): 448-460.
- Agustin, S., Sari, A. M. 2023. Study of spontaneous fermentation time effect on the physico-chemical characteristics of betung bamboo shoots flour (*Dendrocalamus asper Backer*). *Jambura Journal of Food Technology*. 5(01): 23-31.
- Akbar, R. T. M., Setiyowati, Y., Widiana, A., Cahyanto, T. 2022. Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di Situ Patengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*. 8(1): 74-86.
- Akinbile, C., Epebinu, E. M., Olanrewaju, O. O., Abolude, A. T. 2023. Comparative performance analysis of bamboo-based (*Bambusa vulgaris*) activated carbon produced through carbonization and activation processes. *Nigerian Journal of Technological Development*. 20(2): 1-10.

- Amaliah, W., Dewi, E. P., Saputra, O. 2024. Physical characteristics of bamboo and aren's midrib crafts waste as hydroponic growth media. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(1): 179-186.
- Amelia, T., Astuti, U. P., Setiani, V. 2023. Komposisi biochar dan suhu pembakaran pirolisis terhadap kadar air biochar. *In Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. 6(1): 152-155.
- Anggreni, N. L. P. Y., Indrawan, I. P. E., Suparyana, P. K. 2022. Wirausaha masyarakat Desa Mendoyo Kabupaten Negara dalam pemanfaatan limbah kayu sebagai produk kerajinan tangan yang ramah lingkungan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Widya Mahadi*. 2(2): 8-16.
- Arsad, E. 2013. Prospek kayu kualitas rendah dan kurang dikenal sebagai substitusi kayu komersial. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 5(1): 45-53.
- Arsad, E. 2015. Teknologi pengolahan dan manfaat bambu. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 7(1): 45-52.
- Asmunandar, A., Goembira, F., Raharjo, S., Yuliarningsih, R. 2023. Evaluasi pengaruh suhu dan waktu pirolisis biochar bambu betung (*Dendrocalamus asper*). *Jurnal Serambi Engineering*. 8(1): 4760 – 4771.
- Ayata, U., Gurleyen, T., Gurleyen, L. 2018. Effect of heat treatment on colour and glossiness properties of zebrano, sapelli and merbau woods. *Furniture and Wooden Material Research Journal*. 1(1): 11-20.
- Azadeh, A., Ghavami, K., García, J. J. 2021. The influence of heat on mechanical properties of *Dendrocalamus giganteus* bamboo. *Journal of Building Engineering*. 43: 102613.
- Bahtiar, E. T., Nugroho, N., Suryokusumo, S., Lestari, D. P., Karlinasari, L., Nawawi, D. S. 2016. Pengaruh komponen kimia dan ikatan pembuluh terhadap kekuatan tarik bambu. *Jurnal Teknik Sipil Itb*. 23(1): 31-40.
- Basri, E., Pari, R. 2017. Sifat fisis dan pengeringan lima jenis bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(1): 1-13.
- Cahyono, T. D., Ohorella, S., Febrianto, F. 2012. Sifat fisis kayu samama (*Antocephalus macrophyllus* Roxb.). *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Mapeki) XV*. 6: 77-81.
- Chen, M., Guo, L., Ramakrishnan, M., Fei, Z., Vinod, K. K., Ding, Y., Wei, Q. 2022. Rapid growth of moso bamboo (*Phyllostachys edulis*): Cellular roadmaps, transcriptome dynamics, and environmental factors. *The Plant Cell*. 34(10): 3577-3610.

- Chen, Y., Zhang, K., Yu, L., Dai, F., Sha, G., Tian, G. 2024. Variations in characteristics of bamboo vascular bundles between *Dendrocalamus* and *Bambusa*. *Industrial Crops and Products*. 219: 119140.
- Choudhury, S., Datta, S., Talukdar, A. D., Choudhury, M. D. 2011. Phytochemistry of the family bignoniaceae-A review. *Assam University Journal of Science and Technology*. 7(1): 145-150.
- Christy, E. O., Siska, G. 2024. Studi pendahuluan kualitas kayu hutan tanaman *Eucalyptus pellita* f. muell dengan teknologi modifikasi panas Oil Heat Treatment (OHT). *HUTAN TROPIKA*. 19(2): 207-212.
- Cocusse, M., Rosales, M., Maillet, B., Sidi-Boulenouar, R., Julien, E., Caré, S., Coussot, P. 2022. Two-step diffusion in cellular hygroscopic (vascular plant-like) materials. *Science Advances*. 8(19): 1-16.
- Dewi, L. R., Nendra, S. O., Dananjaya, M. A., Nuryadi, A. 2024. Identifikasi angiospermae di Air Terjun Tirtowati, Kabupaten Semarang. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*. 12(2): 173-183.
- Dewi, S. H. 2014. Sifat mekanik kayu keruing untuk konstruksi. *Jurnal Saintis*. 13(1): 83-87.
- Dwianto, W., Marsoem, S. N. 2008. Tinjauan hasil-hasil penelitian faktor-faktor alam yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanik kayu Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 6(2): 85-100.
- Efiyanti, L., Wati, S. A., Setiawan, D., Saepuloh, S., Pari, G. 2020. Sifat kimia dan kualitas arang lima jenis kayu asal Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 38(1): 55-68.
- Eraku, S. S., Permana, A. P., Hulukati, E. 2017. Pengembangan potensi sumber daya alam fosil kayu di daerah Gorontalo. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 7(2): 172-177.
- FajarAmrillah, A., Ula, S., Sudrajad, A., Saefuloh, I., Sunardi1a, S. 2024. Karakteristik termal papan komposit yang diperkuat dengan partikel cangkang telur. *Jurnal CRANKSHAFT*. 7(3): 25-33
- Fakhruzy, M. N. 2018. Biopellet bambu betung (*Dendrocalamus asper*) sebagai sumber energi terbarukan. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*. 12(9): 51-56.
- Fauzan, H., Sulistyawati, E., Lastini, T. L. 2019. Strategi pengelolaan untuk pengembangan hutan rakyat di Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Sylva Lestari*. 7(2): 164-173.

- Febrianto, F., Endriadilla, D. R., Nawawi, D. S. 2016. Sifat fisis dan mekanis papan partikel bambu betung dengan perlakuan perendaman asam asetat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 14(1): 23-38.
- Halawane, J. E., Hidayah, H. N., Kinho, J. 2015. Prospek pengembangan jabon merah, *Anthocephalus macrophyllus* (roxb.) havil: solusi kebutuhan kayu masa depan. Balai Penelitian Kehutanan Manado, Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Hamdy, N., Setiawan, A. 2017. Model pengembangan struktur dan bahan pada elemen tiang/kaki (super struktur) pada permukiman rumah tradisional bugis Makssar di Kawasan Pesisir Kota Makassar. *Prosiding SINALTSUB-I*. 149-165.
- Hamzah, N., Pujirahayu, N., Tama, S. R. 2016. Pemanfaatan boraks untuk pengawetan bambu betung (*Dendrocalamus asper* Backer) terhadap serangan rayap tanah (*Captotermes curvignathus*). *Ecogreen Journal*. 2: 131-136.
- Hardianto, A. H., Ma'ruf, S. D., Hidayat, W. 2020. Oil heat treatment kayu sengon (*Falcataria moluccana*) dan kelapa (*Cocos nucifera*) pada berbagai durasi perlakuan. *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. 287–292.
- Hao, X., Wang, Q., Wang, Y., Han, X., Yuan, C., Cao, Y., Li, Y. 2021. The effect of oil heat treatment on biological, mechanical and physical properties of bamboo. *Journal of wood science*. 67(1): 1-14.
- Haroen, W. K., Dimiyati, F. 2017. Sifat kayu tarik, teras dan gubal *Acacia mangium* terhadap karakteristik pulp. *Jurnal Selulosa*. 41(1): 1-7.
- Hidayah, H. 2023. Penyuluhan pemanfaatan tanaman bambu untuk keberlangsungan hidup masyarakat desa. *SAFARI: Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*. 3(1): 75-84.
- Hidayat, W., Jang, J. H., Park, S. H., Qi, Y., Febrianto, F., Lee, S. H., 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., Ma'ruf, S. D., Abdillah, M., Prayoga, S., Zevan, R., Prihastono, G. B. A., Ridjayanti, S. M. 2020. *Perlakuan Minyak Panas (Hot Oil Treatment) pada Kayu*. Pustaka Media. Bandar Lampung. 58 hlm.

- Hidayat, W., Suri, I. F., Febryano, I. G., Afkar, H., Rahmawati, L., Duryat, D., dan Kim, N. H. 2024. Elevating timber sustainability: exploring non-chemical wood modification via air heat treatment for diverse applications. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*. 19(1): 119–128.
- Hone, T., Cahill, L., Robinson, A., Korde, C., Taylor, D. 2020. The splitting of bamboo in response to changes in humidity and temperature. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 111: 1-7.
- Huang, P., Chang, W. S., Ansell, M. P., Bowen, C. R., Chew, J. Y., Adamaki, V. 2018. Thermal and hygroscopic expansion characteristics of bamboo. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers–Structures and Buildings*. 171(6): 463-471.
- Hunggurami, E., Ramang, R., Djenmakani, Y. 2014. Pengaruh tindakan pengawetan terhadap sifat mekanis kayu kelapa. *Jurnal Teknik Sipil*. 3(2): 149-160.
- Husen, R., Hadun, R., Salatalohy, A. 2023. Eksplorasi jenis produk Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Pulau Tidore. *Savana Cendana*. 8(3): 66-78.
- Imayanti, R. A., Rochmah, Z., Aisyah, S. N., Alfari, M. R. 2019. Pemberdayaan masyarakat dalam pengolahan bunga telang di Desa Pangreh Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo. In *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*. 2(1):77-82.
- Iqbal, M., Putri, E. I. K., Bahrani, B. 2014. Nilai ekonomi total sumberdaya bambu (*Bambuseae sp.*) di Kecamatan Sajira, Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 11(2): 91-105.
- Irawati, I. S., Wusqo, U., Arifin, H. Z. 2021. Peluang aplikasi produk bambu rekayasa dalam pembangunan infrastruktur berkelanjutan. In *Proceedings*. 9(1): 369-383.
- Jaya, A. P. 2021. Arah pengembangan bambu di Kabupaten Ngada: Tinjauan Literatur. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 18(2): 79-89.
- Jia, H., Chen, L., Fei, B., Sun, F.-B., Fang, C. 2022. Effects of accelerated ageing by humidity and heat cycles on the quality of bamboo. *Polymers*. 14(19): 1-20.
- Jimenez Jr, J. P., Ramos, J. E. C. 2024. Dimensional stability and mechanical strength of thermally modified giant bamboo [*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer] using steam and oil. *Advances in Bamboo Science*. 7: 1-11.

- Judawisastra, H., Sitohang, R. D. R., Rosadi, M. S. 2017. Water absorption and tensile strength degradation of petung bamboo (*Dendrocalamus asper*) fiber—reinforced polymeric composites. *Materials Research Express*. 4(9): 094003.
- Juniawan, R., dan Gasim, G. 2021. Perbandingan tingkat akurasi pengenalan cacat kayu berdasarkan tingkat pencahayaan dengan metode JST. *Jurnal Algoritme*. 2(1): 25-38.
- Kocaeefe, D., Huang, X., Kocaeefe, Y. 2015. Dimensional stabilization of wood. *Current Forestry Reports*. 1: 151-161.
- Kamal, K., Manik, P., Samuel, S. 2017. Analisa teknis dan ekonomis penggunaan bambu laminasi apus dan petung sebagai material alternatif pembuatan komponen kapal kayu. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 5(2): 381-386.
- Khanday, A. H., Gawande, P. A., Badroo, I. A., Wagay, N. A., Abdi, G., Tarighat, M. A. 2022. Phylogenetic analysis of bamboo species using internal transcribed spacer sequence. 1-10.
- Kim, Y., Kim, B., Park, H., Choi, Y. H., Kim, K. J., Park, S. Y. 2024. Improvement of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) properties using a heat treatment process for landscaping materials and evaluation of its durability against biotic/abiotic factors. *Forests*. 15(1): 1-16.
- Krüger-Genge, A., Blocki, A., Franke, R. P., Jung, F. 2019. Vascular endothelial cell biology: an update. *International journal of molecular sciences*. 20(18): 4411.
- Kumar, N., Mathur, U., Phulwari, B., Choudhary, A. 2017. Bamboo as a construction material. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*. 3(1): 343–349.
- Kuribayashi, T., Ogawa, Y., Morfin, I., Matsumoto, Y., Nishiyama, Y. 2023. Mesostructural changes in cellulose within wood cell wall upon hydrothermal treatment at 200°C. *Cellulose*. 30(13): 8405-8413.
- Larasati, I. A., Argo, B. D., Hawa, L. C. 2019. Proses delignifikasi kandungan lignoselulosa serbuk bambu betung dengan variasi NaOH dan tekanan. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7(3): 235-244.
- Li, D. L., Wu, J. Q., Peng, W. X., Xiao, W. F., Wu, J. G., Zhuo, J. Y., Sun, R. C. 2015. Effect of lignin on bamboo biomass self-bonding during hot-pressing: lignin structure and characterization. *BioResources*. 10(4): 6769-6782.

- Li, J., Xu, H., Zhang, Y., Zhong, T., Semple, K., Nasir, V., Dai, C. 2023. Radial distribution of vascular bundle morphology in Chinese bamboos: machine learning methodology for rapid sampling and classification. *Holzforschung*. 77(6): 468-483.
- Liana, A., Purnomo, P., Sumardi, I., Daryono, B. S. 2017. Bamboo species (Poaceae: Bambusoideae) from Selayar Island. *Floribunda*. 5(6): 185-191.
- Londok, M. P., Supit, S. W., Rangkang, J. 2022. Pengaruh pemanfaatan serat selulosa bambu terhadap kuat tekan dan penyusutan campuran mortar. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*. (8)1: 343-350.
- Ma'ruf, S. D., Bakri, S., Febryano, I. G., Setiawan, A., Haryanto, A., Suri, I. F., Hidayat, W. 2021. Effects of eco-frendly hot oil treatment on the wood properties of *Gmelina aborea* and *Cocos nucifera*. In *International Conference on Sustainable Biomass (ICSB 2019)*: 190-194.
- Ma'ruf, S. D., Bakri, S., Hidayat, W. 2020. Pengaruh oil heat treatment terhadap perubahan warna dan stabilitas dimensi kayu gmelina (*Gmelina arborea*) dan kelapa (*Cocos nucifera*). *Seminar Nasional Konservasi 21 April 2020: Konservasi Sumberdaya Alam Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. 218–221.
- Maail, R. S., Purimahua, V. 2020. Analisis sifat fisis dan kimia produk minyak kayu putih di Pasaran Kota Ambon. *MAKILA*. 14(1): 47-55.
- Maharani, D., Patria, R. 2025. Analisis kuat bambu petung sebagai tulangan beton. *Jurnal Akkasia*. 1(01): 10-25.
- Mainaki, R., Maliki, R. Z. 2020. Pemanfaatan keanekaragaman bambu secara hidrologis, ekonomis, sosial dan pertahanan. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*. 4(1): 44-54.
- Malik, A. A., Anggreany, R., Sari, M. W., Walid, A. 2020. Keanekaragaman hayati flora dan fauna di kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) Resort Merpas Bintuhan Kabupaten Kaur. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*. 1(1): 35-42.
- Mandegani, G. B., Eskak, E. 2021. Pemanfaatan kayu kayumanis untuk pembuatan produk furnicraft. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*. 38(2): 133-144.
- Mandraveli, E., Mitani, A., Terzopoulou, P., Koutsianitis, D. 2024. Oil heat treatment of wood—a comprehensive analysis of physical, chemical, and mechanical modifications. *Materials*. 17(10): 1-22.

- Mansur, I. I., Tuheteru, F. D. 2010. *Kayu Jabon*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. 51 hlm.
- Marcellina, R. J., Johan, H., Sari, A. S. P., Nazari, A. A., Waini, T. S. J., Marlina, I. 2024. Pemanfaatan sumber daya alam Kabupaten Lebong: Sumber daya pangan rebung bambu sebagai bahan baku utama pembuatan lemea (makanan tradisional Kabupaten Lebong). *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 7(1): 46-57.
- Mardina, P., Prathama, H. A., Hayati, D. M. 2014. Pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi katalisator asam sulfat terhadap sintesis furfural dari jerami padi. *Konversi*. 3(2). 1-8.
- Marsoem, S. N., Prasetyo, V. E., Sulistyio, J., Sudaryono, S., Lukmandaru, G. 2014. Studi mutu kayu jati di Hutan Rakyat Gunungkidul III. Sifat fisika kayu. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 8(2): 75-88.
- Maschowski, C., Zangna, M. C., Trouvé, G., Gieré, R. 2016. Bottom ash of trees from Cameroon as fertilizer. *Applied geochemistry*. 72: 88-96.
- Maulana, M. I., Jeon, W. S., Purusatama, B. D., Nawawi, D. S., Nikmatin, S., Sari, R. K., Kim, N. H. 2021. Variation of anatomical characteristics within the culm of the three gigantochloa species from Indonesia. *BioResources*. 16(2): 3596-3606.
- Mauritio, P., Duryat, M. R., Hidayat, W. 2022. Pengaruh variasi suhu torefaksi terhadap perubahan warna dan sifat fisik pelet kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). *Warta Rimba: Jurnal Ilmiah Kehutanan*. 10(5): 1-7.
- Mawazin, M., Octavia, D. 2019. Eradication test of *Acasia crasscarpa* in peat forest. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 5(2): 325-329.
- Maya, C., Narasimhamurthy, P. C., Pandey, C. N. 2013. A Study on anatomical and physical properties of cultivated bamboo (*Oxytenanthera monostigama*). *International Journal CURR SCI*. 5: 62-66.
- Mei, T., Fang, D., Röhl, A., Hölscher, D. 2019. Bamboo water transport assessed with deuterium tracing. *Forests*. 10(8): 623.
- Mita, F., Jumarni, A., Wati, R., Patimah, A., Rahman, D. Y. 2024. Perkembangan penerapan nanoteknologi di bidang pelapisan (*coating*). *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*. 5(2): 1-29.
- Mujidurahman, M., Syahrillah, G. R. F. 2020. Analisis pengeringan serbuk kayu menggunakan rotary dryer dengan temperatur tungku 700°C, 750°C, 800°C dalam rangka perbaikan hasil cetak pellet kayu di PT. Gouka Indo Energi. *Al Jazari*. 5(1): 22-26.

- Muladi, E. 2017. Kajian alternatif detail sambungan untuk mainan kayu. Vitruvian. *Jurnal Arsitektur, Bangunan, dan Lingkungan*. 6(3): 109-124.
- Munawarah, A., Mulyaningsih, T., Aryanti, E. 2019. Inventarisasi bambu di Daerah Aliran Sungai Semoya Lombok Barat. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*. 5(2): 80-91.
- Murata, M. 2021. Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. *Glycoconjugate Journal*. 38: 283-292.
- Musa, N. H., Tamrin, M. 2025. Identifikasi jenis dan sebaran bambu di Kelurahan Tubo Kota Ternate Utara. *Jurnal Forest Island*. 3(1): 1-6.
- Muslich, M., Rulliaty, S. 2016. Ketahanan 45 jenis kayu indonesia terhadap rayap kayu kering dan rayap tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34(1): 51–59.
- Nawawi, D. S., Sari, R. K., Wistara, N. J., Fatrawana, A., Astuti, P., Syafii, W. 2019. Karakteristik lignin empat jenis bambu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 17(1): 1-7.
- Ndale, F. X. 2013. Sifat fisik dan mekanik bambu sebagai bahan konstruksi. *AGRICA*. 7(2): 22-31.
- Nurdiah, E. A. 2016. The potential of bamboo as building material in organic shaped buildings. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 216: 30-38.
- Nurhanifah, N., Anggiriani, S., Sutiawan, J. 2023. Efek perlakuan panas terhadap perubahan warna bambu sembilang (*Dendrocalamus giganteus*). *Jurnal Silva Tropika*. 7(1): 1-6.
- Nurrachmania, M. 2019. Pengaruh pra-perlakuan pengukusan (*steaming*) terhadap karakteristik kayu jabon terpadatkan. *Akar*. 1(2): 93-102.
- Palombini, F. L., Nogueira, F., Junior, W. K., Paciornik, S., Mariath, J. E. de A., Oliveira, B. F. 2020. Biomimetic systems and design in the 3D characterization of the complex vascular system of bamboo node based on X-ray microtomography and finite element analysis. *Journal of Materials Research*. 35(8): 842–854.
- Pati, P. K., Kaushik, P., Khan, M. L., Khare, P. K. 2022. Wood specific gravity in Indian forests: A review. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*. 48(2): 143-164.
- Permana, A. T., Suri, I. F., Febryano, I. G., Hidayat, W. 2025. The effect of oil heat treatment on the color and the community's color preferences of two *Gigantochloa* species. *Global Forest Journal*. 3(02): 94-102.

- Pratama, Z. V. N., Mutmainah, S. 2021. Karakteristik produk kerajinan bambu karya mujiana di Desa Sumber Cangkring, Gurah, Kediri. *Jurnal Seni Rupa*. 9(2): 379-395.
- Priadi, T., Maretha, S. D. 2015. Sifat keawetan dan fisis-mekanis kayu kecapi 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., Hidayat, W. 2020. *Perbandingan Sifat-Sifat Kayu Gmelina dan Mindi Setelah oil heat treatment pada Berbagai Durasi Perlakuan*. Bandar Lampung. 87 hlm.
- Prabawa, I. D. G. P. 2018. Effects of biomass moisture content and process temperature on biopellet quality derived from rubber seed shell and ater bamboo (*Gigantochloa atter*). *Indonesian Journal of Industrial Research*. 10(2): 63-74.
- Pranowo, I. D., Wicaksono, M. B. 2023. Penerapan kontrol ruang pemanas kayu hemat energi dan biaya di industri kerajinan kayu cv aag. *In Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (1): 67-70.
- Raharjo, W. P., Kusharjanta, B. 2013. Rancang bangun pemanas induksi berkapasitas 600 w untuk proses perlakuan panas dan perlakuan permukaan. *In Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi*. 1(1):119-124).
- Rajan, T. V., Sharma, C. P., Sharma, A. 2023. *Heat Treatment: Principles and Techniques*. PHI Learning Pvt. Ltd. Delhi. 84 hlm.
- Refiadi, G., Syamsiar, Y. S., Judawisastra, H. 2018. Sifat komposit epoksi berpenguat serat bambu pada akibat penyerapan air. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 19(3): 98-104.
- Riastuti, R. D., Febrianti, Y., Panjaitan, T. 2019. Eksplorasi jenis bambu di Kecamatan Rawas Ulu Kabupaten Muratara. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*. 2(1): 13-25.
- Ridhuan, K., Irawan, D., Inthifawzi, R. 2019. Proses pembakaran pirolisis dengan jenis biomassa dan karakteristik asap cair yang dihasilkan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. 8(1): 69-78.
- Rini, D. S., Wulandari, F. T., Aji, I. M. L. 2017. Studi jenis dan sebaran bambu di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Senaru. *Jurnal Sangkareang Mataram*. 3(4): 37-41.

- Sadir, M., Mirawati, B. 2024. Pengawetan bambu tali (*Gigantochloa apus* K) menggunakan metode perendaman panas. *Jurnal Silva Samalas*. 7(1), 46-53.
- Saifudin, N. 2017. Pola Percabangan Ranting Bambu Apus [*Gigantochloa apus* (JA & JH Schultes) Kurz.] di alam. *Jurnal Pro-Life*. 4(2): 310-319.
- Salim, R., Yuhana, S., Liew, K. C., Ashaari, Z., Wahab, R. A., Alamjuri, R. H. 2022. Discolouration and strength reduction of bambusa vulgaris after the weathering process. *IOP Conference Series*. 1053(1):1-7.
- Santhoshkumar, R., Bhat, K. V. 2014. Variation in density and its relation to anatomical properties in bamboo culms, *Bambusa bambos* (L.) Voss. *Journal of Plant Sciences*. 2(3): 108-112.
- Saputro, D. N., Pamudji, G., Maryoto, A. 2021. Pemanfaatan bambu laminasi pada produksi kerajinan untuk meningkatkan nilai ekonomis dan ergonomis. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*. 2(1): 160-170.
- Singh, B., Dessalegn, Y., Wakjira, M. W., Girma, C., Rajhi, A. A., Duhduh, A. A. 2023. Characterization of bamboo culm as potential fibre for composite development. *Materials*. 16(14): 1-18.
- Siska, G., Christy, E. O., Sihombing, M., Rizal, M., Pidjath, C. 2025. Rekayasa kayu *Eucalyptus pellita* F. Muell dengan teknologi Oil Heat Treatment (OHT). *HUTAN TROPIKA*. 20(1): 227-233.
- Sitepu, B. S. 2020. Keragaman dan pengendalian tumbuhan invasif di KHDTK Samboja, Kalimantan Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 8(3): 351-365.
- Sözbir, G. D., Bektas, I., Kilic, A. 2019. Influence of combined heat treatment and densification on mechanical properties of poplar wood. *Maderas. Ciencia y tecnología*. 21(4): 481-492.
- Strizhak, P. A., Piskunov, M. V., Kuznetsov, G. V., Voytkov, I. S. 2017. Evaporation of oil-water emulsion drops when heated at high temperature. *In Journal of Physics: Conference Series*. 891(1): 1-7.
- Suardika, I. M. A. Y., Widnyana, I. N. S., Artana, I. W. 2023. Balok laminasi kombinasi bambu petung (*Dendroclamus asper*) dan bambu ater (*Gigantochloa atter*) sebagai bahan konstruksi alternatif. *Widya Teknik*. 19(1): 55-63.
- Subekti, N., Yoshimura, T., Rokhman, F., Mastur, Z. 2015. Potential for subterranean termite attack against five bamboo species in correlation with chemical components. *Procedia Environmental Sciences*. 28: 783-788.

- Sulistio, Y., Febryano, I. G., Yoo, J., Kim, S., Lee, S., Hasanudin, U., 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.
- Supriyadi, A., Satiti, E. R. 2021. Sifat permesinan kayu kumpang (*Albizia sp.*), khususnya kehalusan [Machining properties of kumpang wood (*Albizia sp.*), in particular wood surface smoothness, at two different moisture content]. *Indonesian Journal of Industrial Research*. 13(1): 15-24.
- Suri, I. F., Hidayat, W., Febryano, I. G., Hilmanto, R., Hadida, R. H., Awandi, H. 2024. Pengaruh modifikasi panas oil heat treatment terhadap perubahan warna dan berat pada bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*). *MAKILA*. 18(1): 136-147.
- Suri, I.F., Kim, J.H., Purusatama, B.D., Yang, G.U., Prasetia, D., Lee, S.H., Hidayat, W., Febrianto, F., Park, B.H., Kim, N.M. 2021. Comparison of the color and weight in *Paulownia tomentosa* and *Pinus koraiensis* wood heat-treated in hot oil and hot air. *Bioresources*. 16(3): 5574-5585.
- Suri, I. F., Purusatama, B. D., Kim, J. H., Hidayat, W., Iswanto, A. H., Park, S. Y., Kim, N. H. 2023. Artificial weathering effects on the physical and chemical properties of *Paulownia tomentosa* and *Pinus koraiensis* woods heat-treated in oil and air. *Forests*. 14(8): 1-14.
- Suri, I. F., Purusatama, B. D., Kim, J. H., Yang, G. U., Prasetia, D., Kwon, G. J., 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(6): 1389-1399.
- Suri, I. F., Purusatama, B. D., Lee, S., Kim, N., Hidayat, W., Ma'ruf, S. D., Febrianto, F. 2021. Characteristic features of the oil-heat treated woods from tropical fast growing wood species. *Wood Research*. 66(3): 365-378.
- Taghiyari, H. R., Bayani, S., Militz, H., Papadopoulos, A. N. 2020. Heat treatment of pine wood: Possible effect of impregnation with silver nanosuspension. *Forests*. 11(4): 466.
- Tambunan, K. G. A., Saputra, B., Suri, I. F., Febryano, I. G., Bintoro, A., Hidayat, W. 2023. Perubahan sifat fisis dan mekanis pelet bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*) setelah perlakuan torefaksi. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 17(1): 11-20.
- Tang, T., Fei, B., Song, W. T., Su, N., Sun, F. 2022. Tung oil thermal treatment improves the visual effects of moso bamboo materials. *Polymers*. 14(6): 1-13.

- Taufik, R., Desmaliana, E., Pribadi, A. 2019. Studi perbandingan analisis struktur rumah 2 lantai menggunakan kayu glulam dan kayu solid terhadap beban gempa. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*. 5(1): 85.
- Thahirah, A. 2024. Pemanfaatan tumbuhan bambu di Desa Kabita Togo Pulau Kapota. *Pabitara: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(1): 49-56.
- Tsuyama, T., Hamai, K., Kijidani, Y., Sugiyama, J. 2023. Quantitative morphological transformation of vascular bundles in the culm of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*). *Plos one*. 18(9): 1-15.
- Usman, S. D. 2024. Identifikasi berat jenis dan modulus elastisitas jenis kayu yang di perdagangkan di Provinsi Gorontalo. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*. 8(2): 9-14.
- Wagh, A. S., Butle, S. R. 2018. Plant Profile, Phytochemistry and pharmacology of *Spathodea Campanulata* P. Beauvais (African Tulip Tree): a Review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 10(5): 1.
- Wahab, R., Kamarulzaman, R., Razali, S. M., Sulaiman, M. S., Mokhtar, N., Edin, T., Razak, M. H. 2022. Physical and mechanical properties of *Tectona grandis* wood after oil heat treatment process. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1053(1):1-8.
- Wang, W., Sun, L., Wu, M., Li, X., Song, W. 2020. Molecular dynamics simulation of bamboo heat treatment with cellulose based on molecular different weight fractions of water. *Bioresources*. 15(3): 6766–6780.
- Wei, X., Wang, G., Smith, L. M., Chen, X., Jiang, H. 2022. Effects of gradient distribution and aggregate structure of fibers on the flexibility and flexural toughness of natural moso bamboo (*Phyllostachys edulis*). *Journal of materials research and technology*. 16: 853-863.
- Wibisono, R., Chalid, A., Kusdian, D. 2023. Studi komparasi daya resap tanah yang dilengkapi lubang biopori dan daya resap tanah yang ditanami bambu dengan metode observasional analitik terhadap petak observasi di lapangan. *TECHNO-SOCIO EKONOMIKA*. 16(1): 63-78.
- Widiyanto, A., Siarudin, M. 2016. Karakteristik sifat fisik kayu jabon (*Anthocephalus cadamba miq*) pada arah longitudinal dan radial. *Jurnal Hutan Tropis*. 4(2): 102-108.
- Woesono, H. B., Hadi, D. S. 2022. keragaman sifat anatomi kayu sengon dan kemungkinan penggunaannya sebagai bahan furniture. *Jurnal Wana Tropika*. 12(2): 70-79.

- Wolok, E., Lahay, I. H., Machmoed, B. R., Pakaya, F. 2019. Analisis pengaruh perlakuan oksidasi terhadap jumlah selulosa dan kekuatan mekanik serat sabut kelapa. *In Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*. (4): 11-22.
- Wulandari, F. T. 2019. Karakteristik dan sifat fisik bambu petung (*Dendrocalamus asper. backer*) di kawasan hutan kemasyarakatan (HKM) Desa Aik Bual, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Buletin Loupe*. 15(01): 44-49.
- Wulandari, F. T. 2019. Sifat fisika bambu tali (*gigantochloa apus*) berdasarkan arah aksial. *JURNAL SANGKAREANG MATARAM*. 5(1): 23-27.
- Wulandari, F. T. 2021. Deskripsi sebaran jenis dan sifat fisika bambu di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Senaru. *Jurnal Hutan Tropis*. 9(1): 1-12.
- Wulandari, F. T., Amin, R., Raehanayati, R. 2022. Karakteristik sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon dan kayu bayur. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*. 10(1): 75-87.
- Wulandari, F. T., Rini, D. S., Wahyuningsih, E., Lestari, A. T. 2021. Pemanfaatan papan laminasi bambu petung (*Dendrocalamus asper (schult. f.) backer ex heyne*) sebagai pengganti kayu. *Media Bina Ilmiah*. 15(8): 4897-4908.
- Xiao, D., Jin, Z., Liu, W., Ma, J. 2024. Degradation selectivity for bamboo fiber and parenchyma lignin-carbohydrates complexes (LCC) esters. *International Journal of Biological Macromolecules*. 262, 130205.
- Xiao, X., Liang, X., Peng, H., Wang, K., Liu, X., Li, Y. 2022. Multi-scale evaluation of the effect of thermal modification on chemical components, dimensional stability, and anti-mildew properties of moso bamboo. *Polymers*. 14(21): 1-9.
- Xu, Y., Guo, L., Liu, Y., Yang, F., Feng, Z., Bai, Q., Li, L. 2023. Stress Relieving Heat Treatment Technology of Oil and Gas Pipeline Based on Stress Detection. *In Journal of Physics: Conference Series*. 2557(1), 012062.
- Yahya, M. A., Respati, S. M. B., Purwanto, H. 2016. Pengaruh perebusan larutan air jahe (*zingiber officinale*) pada serat bambu apus (*gigantochloa apus*) terhadap kekuatan tarik dan mikrostruktur. *Rotasi*. 18(2): 57-64.
- Yang, T. H., Lee, C. H., Lee, C. J., Cheng, Y. W. 2016. Effects of different thermal modification media on physical and mechanical properties of moso bamboo. *Construction and Building Materials*. 119: 251-259.
- Yu, H., He, S., Zhang, W., Zhan, M., Zhuang, X., Wang, J., Yu, W. 2021. Discoloration and degradation of bamboo under ultraviolet radiation. *International Journal of Polymer Science*. 2021: 1–10.

- Yu. Z, Zhang. X, Zhang. R, Yu. Y, Sun. F. 2022. The mould and blue-stain-resistance of bamboo through acidic hydrolysis, *Polymers*. 14(2): 1-12.
- Yuan, J., Chen, Q., Fang, C., Zhang, S., Liu, X., Fei, B. 2021. Effect of chemical composition of bamboo fibers on water sorption. *Cellulose*. 28(11): 7273-7282.
- Yuan, Z., Wu, X., Wang, X., Zhang, X., Yuan, T., Liu, X., Li, Y. 2020. Effects of one-step hot oil treatment on the physical, mechanical, and surface properties of bamboo scrimber. *Molecules*. 25(19): 1-12.
- Zakikhani, P., Zahari, R., Sultan, M. T., Majid, D. L. 2016. Thermal degradation of four bamboo species. *BioResources*. 11(1): 414-425.
- Zhang, Y., Xu, H., Li, J., Zhong, T., Wang, H. 2022. Research on dry shrinkage behavior of bamboo based on the fibers content and arrangement of vascular bundles in the cross section. 1-15