



PENGARUH *THERMO MODIFICATION* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS GLULAM DARI KAYU EKALIPTUS (*Eucalyptus grandis*)

MUHAMMAD YUSUF CHAIRUL HAKIM



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh *Thermo Modification* terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Glulam dari Kayu Ekaliptus (*Eucalyptus grandis*)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli Tahun 2025

Muhammad Yusuf Chairul Hakim
E2401211061

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MUHAMMAD YUSUF CHAIRUL HAKIM. Pengaruh *Thermo Modification* terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Glulam dari Kayu Ekaliptus (*Eucalyptus grandis*). Dibimbing oleh NARESWORO NUGROHO dan MAHDI MUBAROK.

Terbatasnya pasokan kayu bulat dengan diameter besar mendorong rekayasa produk kayu, ditambah sifat higroskopis yang merupakan sifat alami pada kayu menyebabkannya mudah diserang organisme perusak dan memiliki stabilitas dimensi yang rendah. Produk Glulam *Thermo Modification* merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan diameter kecil, keawetan dan stabilitas dimensi yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi termal terhadap sifat fisis dan mekanis glulam kayu (*E.grandis*) dengan variasi jumlah lamina (3 dan 5 lapis). Pengujian dilakukan terhadap kadar air, kerapatan, berat jenis, pengembangan, penyusutan, uji siklik, delaminasi, serta kekuatan mekanis seperti lentur (MOE, MOR), geser rekat, tekan, dan kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan Glulam *Thermo Modification* memiliki keunggulan pada sifat fisisnya, namun memiliki kekurangan dalam sifat mekanisnya. Glulam *non-thermo* dengan posisi pengujian horizontal memberikan peningkatan sebesar 9,12% untuk MOR dan 5,96% untuk MOE dibandingkan posisi vertikal, sedangkan glulam *thermo* dengan posisi pengujian vertikal memberikan peningkatan sebesar 1,81% untuk MOR dan 1,86% untuk MOE dibandingkan horizontal.

Kata kunci: Ekaliptus, Glulam, Modifikasi panas, Stabilitas dimensi

ABSTRACT

MUHAMMAD YUSUF CHAIRUL HAKIM. Effect of *Thermo Modification* on Physical and Mechanical Properties of Glulam Made from Wood *Eucalyptus grandis*. Supervised by NARESWORO NUGROHO and MAHDI MUBAROK.

The limited supply of large-diameter roundwood has driven the engineering of wood products. In addition, the hygroscopic nature of wood makes it susceptible to wood destroying organisms and results in low dimensional stability. Glulam products with thermal modification are one solution to address the issues of small diameters and low durability. This study aims to evaluate the effect of thermal modification on the physical and mechanical properties of (E.grandis) glulam with varying numbers of laminae (3 and 5 layers). The tests included moisture content, density, specific gravity, swelling, shrinkage, cyclic test, delamination, and mechanical properties such as bending strength (MOE, MOR), shear, compression, and hardness. The results showed that thermally modified glulam had advantages in physical properties but inferior in mechanical properties. Non-thermo glulam tested in the horizontal position showed an increase of 9.12% in MOR and 5.96% in MOE compared to the vertical position, while thermo glulam tested in the vertical position showed an increase of 1.81% in MOR and 1.86% in MOE compared to the horizontal one.

Keywords: Dimensional stability, *Eucalyptus*, Glulam, Thermal modification



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENGARUH *THERMO MODIFICATION* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS GLULAM DARI KAYU EKALIPTUS (*Eucalyptus grandis*)

MUHAMMAD YUSUF CHAIRUL HAKIM

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Omo Rusdiana, M.Sc.Forest.Trop

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Pengaruh *Thermo Modification* terhadap Sifat Fisis dan Mekanis
Glulam dari Kayu Ekaliptus (*Eucalyptus grandis*)

Nama : Muhammad Yusuf Chairul Hakim

NIM : E2401211061

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS



Pembimbing 2:

Dr. Mahdi Mubarak, S.Si., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:

Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si

NIP. 197404222005012001



Tanggal Ujian: 4 Juli 2025

Tanggal Lulus: 22 JUL 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Juni 2025 ini ialah glulam termodifikasi panas, dengan judul “Pengaruh *Thermo Modification* terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Glulam dari Kayu Ekaliptus (*Eucalyptus grandis*)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS. dan Dr. Mahdi Mubarak, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT. Interkayu Nusantara yang telah memberi izin penelitian, beserta staf Laboratorium Biokomposit, Rekayasa Desain Bangunan Kayu, dan *Workshop* pengergajian kayu yang telah membantu selama pengumpulan data.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Hendri dan Ibu Ira, atas segala upaya dan doa terbaik untuk masa depan anaknya, serta dukungan yang tiada henti untuk penulis sedari kecil hingga saat ini.
2. Saudara kandung, Ilham, Latif, Aisyah, dan Rasyid atas segala dukungan dan motivasi selama perjalanan perkuliahan penulis.
3. Ibu Prilli, Bapak Suparyono, Bapak Supardi, Mas Naufal, Mas Anas, Mas Sobri dan seluruh staf PT Interkayu Nusantara yang sudah banyak membantu dalam proses pelaksanaan penelitian penulis.
4. Dosen penguji Dr. Ir. Omo Rusdiana, M.Sc.Forest.Trop dan ketua sidang Dr. Eng. Fengky Satria Yoresta, ST., MT. yang telah memberikan masukan dan motivasi terkait kehidupan pasca kampus.
5. Sobat kontrakan Pakuan Spanks, Chaldi (Mang Caca), Lufti Penghuni Lama, Marvel Senior, Fadly Junior, Wahyu Tuan Pemilik, Wikan Penindas, Ilmi Spanks yang sudah menjadi wadah untuk berbagi suka duka dan menjadi tempat yang nyaman selama perjalanan perkuliahan penulis.
6. Teman-teman seperjuangan Departemen Hasil Hutan, khususnya Galih, Ridho, Xavier, Azka, Fikri, Ramdhan, Achmad, Rafli, Rafi, dan Dava yang telah menjadikan masa kuliah penulis sangat menyenangkan dan mengingatkan bahwa penulis pernah merasakan masa perkuliahan yang amat indah dan tak bisa dilupakan.
7. Seperbimbingan, Sobat RDBK, khususnya, Jeki, Asri, Ulya, Retno yang selalu memberi dukungan untuk kelancaran penelitian penulis
8. Teman-teman Pamaung, khususnya Marshal yang sudah menjadi orang pertama memperkenalkan Pamaung yang membuka luas pertemanan penulis dan mengajarkan banyak pelajaran berharga.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Muhammad Yusuf Chairul Hakim

DAFTAR ISI

I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan	2
1.4	Manfaat	3
II	TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1	Ekaliptus	4
2.2	Thermotim	4
2.3	Glulam	4
2.4	Lapisan lamina	5
III	METODE	6
3.1	Waktu dan Tempat	6
3.2	Alat dan Bahan	6
3.3	Prosedur Kerja	6
3.3.1	Persiapan Bahan Baku	6
3.3.2	Persiapan Contoh Uji	6
3.3.3	Pengujian Sifat Fisis	7
3.3.4	Pengujian Sifat Mekanis	8
3.4	Analisis Data	12
3.4.1	Analisis data pengujian fisis dan mekanis	12
3.4.2	Analisis data pengujian lentur	13
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1	Sifat fisis	14
4.1.1	Kadar air	14
4.1.2	Kerapatan	15
4.1.3	Pengembang volume dan tebal glulam <i>thermo</i> dan <i>non-thermo</i>	16
4.1.4	Penyusutan volume dan tebal glulam <i>thermo</i> dan <i>non-thermo</i>	17
4.1.5	Uji siklik	19
4.1.6	Delaminasi	20
4.2	Sifat mekanis	21
4.2.1	<i>Modulus of elasticity</i> (MOE)	21
4.2.2	<i>Modulus of rupture</i> (MOR)	22
4.2.3	Uji geser rekat	24
4.2.4	Uji kekerasan	25
4.2.5	Uji tekan	26
V	SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1	Simpulan	28
5.2	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA	29
	LAMPIRAN	32
	RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Variasi pengujian sifat fisis dan mekanis glulam 3 lamina	11
2	Variasi pengujian sifat fisis dan mekanis glulam 5 lamina	11
3	Dimensi dan standar pengujian sampel	12
4	Kelas kuat kayu berdasarkan PKKI 1961	16
5	Delaminasi	20
6	Analisis keragaman sifat fisis	21
7	Analisis keragaman nilai MOE dan MOR	23
8	Analisis keragaman pengujian mekanis	27

DAFTAR GAMBAR

1	Skema pengujian lentur glulam	8
2	Struktur glulam 5 lapisan horizontal (A) <i>non-thermo</i> (B) <i>thermo</i>	9
3	Struktur glulam 3 lapis horizontal (A) <i>non-thermo</i> (B) <i>thermo</i>	9
4	Struktur glulam 5 lapis vertikal (A) <i>non-thermo</i> (B) <i>thermo</i>	10
5	Struktur glulam 3 lapis vertikal (A) <i>non-thermo</i> (B) <i>thermo</i>	10
6	Bentuk contoh uji geser rekat	10
7	Sketsa pemotongan sampel	12
8	Nilai rata-rata kadar air kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	14
9	Nilai rata-rata kerapatan kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	15
10	Nilai rata-rata berat jenis kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	16
11	Nilai rata-rata pengembangan tebal kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	17
12	Nilai rata-rata pengembangan volume kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	17
13	Nilai rata-rata penyusutan tebal kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	18
14	Nilai rata-rata penyusutan volume kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	19
15	Uji siklik glulam <i>thermo</i> dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis (keterangan: Awal = Data awal, R24= Rendam air suhu ruang 24 jam, O10 = Oven 105 °C 10 jam, RA24 = Rendam air panas 70 °C 24 jam, RA4 = Rendam air panas 70 °C 4 jam)	19
16	Nilai rata-rata MOE kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 5 dan 3 lapisan	21
17	Nilai rata-rata MOR kayu solid dan glulam <i>thermo</i> , <i>non-thermo</i> dengan 5 dan 3 lapisan	22
18	(A) Kerusakan glulam <i>thermo modification</i> akibat uji lentur (B) kerusakan glulam <i>non-thermo modification</i> akibat uji kekerasan	24

19	Nilai rata-rata kuat geser rekat glulam <i>thermo</i> dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	24
20	Nilai rata-rata kekerasan kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	25
21	(A) kerusakan glulam <i>thermo modification</i> akibat uji kekerasan (B) kerusakan glulam <i>non-thermo modification</i> akibat uji kekerasan	26
22	Nilai rata-rata kuat tekan kayu solid, glulam <i>thermo</i> , dan <i>non-thermo</i> dengan 3 dan 5 lapis	26
23	(A) kerusakan glulam <i>non-thermo modification</i> akibat uji tekan (B) kerusakan glulam <i>thermo modification</i> akibat uji tekan	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis data sifat fisis	33
2	Hasil analisis data sifat mekanis	34
3	Perebusan dan pengovenan	36
4	Pengujian lentur	37
5	Pengujian geser rekat	38
6	Pengujian tekan	38
7	Pengujian kekerasan	39