

SKRIPSI

PERUBAHAN SIFAT FISIK DAN MEKANIS KAYU JABON (*ANTHOCEPHALUS CADAMBA*) HASIL PROSES DENSIFIKAS PADA POLA PENGGERGAJIAN YANG BERBEDA

Disusun dan diajukan oleh

**Hasanuddin
M111 16 343**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**Perubahan Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Jabon
(*Anthocephalus Cadamba*) Hasil Proses Densifikasi Pada
Pola Penggajian Yang Berbeda**

Disusun dan diajukan oleh

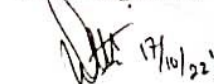
HASANUDDIN

M111 16 343

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 30 September 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



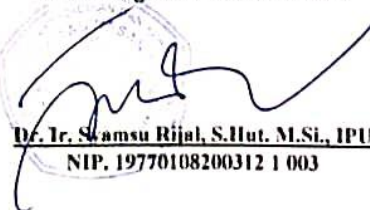
Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut, M.P
NIP. 19700606199512 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Subasman, S.Hut., M.Si
NIP. 1969040220003 1 001

Ketua Program Studi Kehutanan



Dr. Ir. Samsu Rijal, S.Hut. M.Si., IPU
NIP. 19770108200312 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Hasanuddin
NIM : M11116343
Prodi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

"Perubahan Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Jabon (*Anthocephalus Cadamba*) Hasil Proses Densifikasi Pada Pola Penggergajian Yang Berbeda"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagai atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 18 Oktober 2022

Yang menyatakan,


METRAI
TEMPEL
25AKX111776006
Hasanuddin

ABSTRAK

Hasanuddin (M111 16 343). Perubahan Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Jabon (*Anthocephalus Cadamba*) Hasil Proses Densifikasi Pada Pola Penggajian Yang Berbeda di bawah bimbingan Andi Detti Yuniarti dan Suhasman.

Laju deforestasi semakin hari semakin luas mengakibatkan ketersediaan kayu semakin berkurang. Sementara itu, jenis kayu yang cepat tumbuh memiliki kekuatan dan keawetan yang rendah. Sehingga, diperlukan upaya peningkatan kekuatan dan keawetan kayu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas kayu yaitu dengan cara densifikasi/pemadatan. Densifikasi kayu merupakan teknik pengempaan kayu utuh (*solid*) yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanis. Salah satu sifat kayu anisotropik yaitu perbedaan perilaku (tanggapan dan beban) pada ketiga arah pengamatan kayu. Penyusutan anisotropik kayu memiliki hubungan dengan kondisi fisik kayu, arah radial dan tangensial pada proses pengeringan terjadi penyusutan arah yang berbeda antara radial dan tangensial. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan kerapatan, *compression set*, MOE dan MOR kayu Jabon hasil proses densifikasi papan radial dan papan tangensial. Metode densifikasi yang digunakan adalah perlakuan awal dengan perendaman campuran larutan CH_3COOH dan H_2O_2 pada konsentrasi 20% dengan tekanan 21 kg/cm^2 pada suhu 150°C selama 15 menit. Hasil yang di dapatkan Peningkatan kerapatan kayu hasil proses densifikasi pada bidang tangensial sebesar $0,48 - 0,55 \text{ g/cm}^3$ sedangkan pada papan radial menunjukkan kerapatan antara $0,48 - 0,57 \text{ g/cm}^3$. Peningkatan *Compression set* akibat proses densifikasi lebih besar pada bidang radial dibandingkan bidang tangensial. nilai MOE pada bidang tangensial lebih besar dibandingkan bidang radial. Nilai MOR pada pada bidang tangensial lebih besar dibandingkan dengan bidang radial.

Kata kunci: densifikasi, tangensial, radial, CH_3COOH , H_2O_2

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Perubahan Sifat Fisik Dan Mekanis Kayu Jabon (Anthocephalus Cadamba) Hasil Proses Densifikasi Pada Pola Penggergajian Yang Berbeda*”. Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Sarjana (S1) Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayahandaku **Aswadi** dan Ibundaku **Alm. Halma dan Mardiah** tercinta yang selalu mencurahkan doa, kasih sayang dan perhatiannya kepada penulis selama mengerjakan skripsi ini.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. Andi Detti Yunianti, S.Hut., M.P.** dan Bapak **Dr. Suhasman, S.Hut, M.P** selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran maupun motivasi untuk memberikan bimbingan, arahan dan saran-saran membangun sejak rencana awal penelitian hingga penyelesaian skripsi ini. Tanpa beliau penulis tidak akan dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sekali lagi terima kasih.

Banyak kendala yang penulis hadapi serta keterbatasan dalam penyusunan skripsi ini, tetapi dengan adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan tulus menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. Astuti Arief, S.Hut, M.P.** dan Ibu **Gusmiaty, S.P, M.P** selaku dosen penguji yang telah membantu memberikan masukan dan saran yang sangat membangun guna penyempurnaan skripsi ini.
2. Ketua Departemen Kehutanan Bapak **Dr. Ir. Samsul Rijal, S.Hut, M.Si., IPU** dan Sekretaris Departemen Ibu **Dr. Siti Halima Larekeng, SP. MP**, dosen penasehat akademik saya bapak **Dr. Andi Detti Yunianti, S.Hut., M.P.** serta seluruh **Dosen** dan **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan atas bantuannya.

3. Segenap keluarga **Laboratorium Pemanfaatan Dan Pengelolaan Hasil Hutan** khususnya **Minat Sifat Dasar** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
4. Segenap keluarga **Pusat Inovasi Kampung Rimba** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
5. Segenap keluarga **Himpunan Mahasiswa Islam Komisariat Kehutanan Cabang Makassar Timur** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
6. Segenap keluarga **Ikatan Mahasiswa Mandar Majene Indonesia (IM3I)** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
7. Segenap **Keluarga Mahasiswa Kehutanan Sylva Indonesia P.C Universitas Hasanuddin** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
8. Kawan-kawan seperjuangan **LIGNUM** yang telah memberi dukugan dan motivasi.
9. Segenap keluarga **TOMMUANE XXI** atas dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini maupun selama perkuliahan.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan do'a demi kelancaran penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya kepada penulis sendiri.

Makassar, 10 Juni 2022

Hasanuddin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Densifikasi.....	3
2.2 Sifat Fisik dan Mekanis Kayu	4
2.3 Sifat Anisotropik Kayu.....	4
III. METODE PENELITIAN.....	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Persiapan Sampel Kayu.....	6
3.4 Proses Densifikasi	7
3.5 Perhitungan dan Pengujian, Kerapatan, <i>Compression set</i> , MOE dan MOR .	7
3.6 Analisis Data	8
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Perubahan Sifat Fisik Kayu.....	10

4.1.1 Kerapatan.....	10
4.1.2 <i>Compression Set</i>	12
4.1.3 Modulus Elastisitas.....	14
4.1.4 Modulus Patah	16
V. PENUTUP.....	19
5.1 Kesimpulan.....	19
5.2. Saran.....	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Papan Uji.....	6
Gambar 2.	Contoh Uji.....	7
Gambar 3.	Nilai Rata-Rata Kerapatan Kayu Papan Tangensial Dan Radial Yang Telah Terdensifikasi.....	10
Gambar 4.	Nilai Rata-Rata <i>Compression Set</i> Kayu Papan Tangensial Dan Radial Yang Telah Didensifikasi.....	13
Gambar 5.	Nilai Rata-Rata MOE Papan Tangensial dan Papan Radial yang Telah Terdensifikasi.....	15
Gambar 6.	Nilai Rata-Rata MOE Papan Tangensial dan Papan Radial yang Telah Terdensifikasi.....	17

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Analisis Ragam Kerapatan Kayu Papan Tangensia dan Radial yang Telah Terdensifikasi	11
Tabel 2.	Analisis Uji lanjut (Tukey) Kerapatan Kayu Papan Tangensial dan Radial yang Telah Terdensifikasi	12
Tabel 3.	Analisis Ragam <i>Compression Set</i> Kayu Jabon Sesudah Densifikasi	14
Tabel 4.	Analisis Ragam Perlakuan Awal Terhadap MOE Kayu Jabon.....	16
Tabel 5.	Analisis Ragam MOR Kayu Jabon	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Pengamatan Kerapatan	23
Lampiran 2.	Data Perhitungan Perubahan Dimensi	24
Lampiran 3.	Data Hasil Perhitungan MOE dan MOR	26
Lampiran 4.	Dokumentasi Penelitian	27

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju deforestasi semakin hari semakin luas, hal ini mengakibatkan ketersediaan kayu semakin berkurang. Penggunaan kayu untuk keperluan industri beralih ke kayu-kayu cepat tumbuh. Sementara itu, menurut (Sarino dkk, 2013) jenis kayu yang cepat tumbuh memiliki kekuatan dan keawetan yang rendah.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kekuatan kayu yaitu dengan teknik densifikasi kayu. Teknik densifikasi kayu atau pemadatan kayu dapat diterapkan pada jenis-jenis kayu cepat tumbuh yang pada umumnya berkualitas rendah (Amin dan Dwianto, 2006). Proses densifikasi dapat mengubah sifat fisik dan mekanis kayu, misalnya kerapatan, elastisitas, kekerasan permukaan, kekuatan tekan dan stabilitas dimensi dapat ditingkatkan (Navi dan Fred, 2000).

Serangkaian penelitian proses densifikasi pada kayu cepat tumbuh (*fast growing species*) seperti *gmelina*, *sengon*, *pinus*, dan *agathis* telah dilakukan oleh (Indrahayu, 2016; Angraeni, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan perlakuan awal perendaman larutan CH_3COOH dan H_2O_2 dengan konsentrasi 25% dan 50 % terjadi perubahan beberapa sifat dasar kayu yaitu kerapatan, berat jenis, penyusutan, MOE dan MOR. Selanjutnya Kidung, (2017) dan Yuniarti et al., (2019) menghasilkan proses densifikasi dengan perlakuan awal perendaman campuran CH_3COOH dan H_2O_2 , terbaik pada konsentrasi 20%, sedangkan proses densifikasi dilakukan dengan tekanan 21 kg/cm^2 pada suhu 150°C dalam waktu 15 menit dapat meningkatkan kerapatan sebesar 3,6%-8,9%.

Hasil penelitian lainnya oleh Phebryanti (2015) pada kayu kelapa dengan perlakuan awal perendaman pada suhu 120°C selama 15 menit, dan pengempaan pada kadar air 18%, penurunan ketebalan 30%, dan suhu kempa 150°C menghasilkan peningkatan kerapatan sebesar 23,4%. Perlakuan pemanasan sebelum pengempaan mengakibatkan proses pemulihan kayu densifikasi cenderung konstan pada suhu kurang dari 170°C dan menurun ketika suhu lebih dari 170°C (Inoue dkk, 2008).

Menurut Wahyudi (2013) hubungan antara struktur anatomi kayu dengan sifat kayu, kegunaan dan pengolahan kayu dalam rangka pemanfaatan kayu secara

optimal adalah sangat erat. Salah satu sifat kayu yaitu anisotropik yaitu perbedaan perilaku (tanggapan dan beban) pada ketiga arah pengamatan kayu. Ketiga arah tersebut adalah axial, tangensial dan radial. Sebagaimana kita ketahui, cara pemotongan kayu terbagi menjadi dua yaitu pemotongan radial (*quartersawn*) dan pemotongan tangensial (*flatsawn*). Papan radial dan papan tangensial memiliki susunan struktur anatomi yang berbeda. Penyusutan anisotropik kayu memiliki hubungan dengan kondisi fisik kayu, arah radial dan tangensial pada proses pengeringan terjadi penyusutan arah yang berbeda antara radial dan tangensial.

Penelitian sebelumnya, menunjukkan hasil dengan respon yang berbeda di setiap jenis. Hal ini diduga karena sampel yang dijadikan bahan penelitian tidak seragam pola penggergajiannya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan mekanis pada papan pola penggergajian radial dan tangensial dengan metode proses densifikasi yang mengacu pada Yuniarti et al., (2019).

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan kerapatan, *compression set*, MOE dan MOR kayu Jabon hasil proses densifikasi papan radial dan papan tangensial dengan perlakuan awal perendaman dalam larutan CH_3COOH dan H_2O_2 konsentrasi 20%. Hasil dari penelitian ini diharapkan menyempurnakan proses densifikasi yang sementara dikembangkan dengan perlakuan awal perendaman pada larutan CH_3COOH dan H_2O_2 .

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Densifikasi

Densifikasi diartikan sebagai proses peningkatan kerapatan kayu dengan menggunakan metode pengempaan. Tujuan dari densifikasi adalah peningkatan kekerasan dan kekuatan geser kayu, serta menstabilkan dimensi kayu sebagai akibat telah berkurangnya porositas kayu (Tomme et al., 1998; Hill, 2011).

Prinsip dari teknik densifikasi kayu yaitu melunaknya lignin akibat panas yang mengakibatkan ikatan serat menjadi lemah dan dinding sel menjadi elastis. Proses densifikasi kayu dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu pelunakan (*softening*), deformasi (*deformation*) dan fiksasi (*fixation*). Sebelum ditekan kayu harus mengalami pelunakan hemiselulosa dan lignin. Proses penekanan dapat meningkatkan kerapatan dan kekuatan kayu, terutama pada jenis-jenis *fast growing species* (Wardhani dkk., 2006).

Menurut Kutnar dan Sernek (2007) kayu yang telah melalui tahap densifikasi belum bersifat permanen. Kayu masih dapat kembali semula bila mendapat pengaruh kelembaban atau perendaman. Sifat tersebut dapat diatasi melalui perlakuan impregnasi resin. Perlakuan pemanasan sebelum pengempaan mengakibatkan pemulihan terdensifikasi cenderung konstan pada suhu kurang dari 170⁰ C (Inoue dkk., 2008).

Prinsip densifikasi kayu adalah melunaknya lignin akibat panas yang diberikan sehingga ikatan antar serat menjadi lemah dan dinding sel menjadi lebih plastis. Akibatnya sel-sel penyusun kayu berubah, karena adanya tekanan (kempa) mengakibatkan sel-sel penyusun kayu menjadi pipih (*collapse*) dan mudah berikatan sesamanya dengan kuat (fiksasi) (Sulistyono dkk., 2003).

Proses modifikasi densifikasi kayu dengan perendaman panas sebelum pengempaan telah mengakibatkan perubahan sifat fisik dan mekanis yang meningkatkan kekuatan kayu. Menurut Kidung (2017) proses perendaman dengan perlakuan pemanasan sebelum pengempaan memungkinkan adanya peningkatan kekuatan sifat fisik dan mekanis kayu, tetapi suhu dan durasi perlakuan harus disesuaikan berdasarkan jenis kayu yang digunakan. Menurut Yunianti et al., (2019) perendaman pada campuran larutan CH₃COOH dan H₂O₂ pada konsentrasi

20% sebelum dilakukan proses densifikasi dapat meningkatkan kerapatan dan kekuatan kayu pinus dan kayu gmelina. Secara umum, hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa proses perlakuan awal dan proses densifikasi dapat meningkatkan kerapatan, tetapi suhu dan durasi perlakuan harus disesuaikan berdasarkan jenis kayu yang digunakan.

2.2. Sifat Fisik dan Mekanis Kayu

Sifat fisik dapat diketahui dari kerapatan dan *compression set*. Menurut Jayawikrama dkk (2002) kerapatan didefinisikan sebagai berat persatuan volume. Kerapatan kayu berkaitan dengan porositas kayu yaitu proporsi volume rongga. Perubahan bentuk dan ukuran sel-sel penyusun kayu dapat meningkatkan dan menurunkan kerapatan kayu. *Compression set* adalah persentase perbandingan perubahan ketebalan kayu akibat pengempaan terhadap ketebalan awal kayu sebelum dilakukan proses densifikasi (Clotier dkk, 2008).

Mekanis merupakan salah satu sifat penting pada kayu, ini dapat digunakan sebagai alat analisis untuk menduga kegunaan suatu kayu. Menurut Dumanauw (2001), sifat mekanis (MoE dan MoR) memiliki peranan yang sangat penting dalam penggunaan kayu sebagai bahan bangunan, perkakas dan penggunaan lainnya.

Menurut Kollman dkk (2005) MOR merupakan sifat mekanis kayu berhubungan dengan kemampuan untuk menahan beban atau gaya luar yang bekerja padanya dan cenderung merubah bentuk ukuran kayu tersebut. Sedangkan MOE diartikan sebagai presentasi kekakuan suatu kayu, MOE juga didefinisikan sebagai rasio antara tegangan dan regangan.

2.3. Sifat Anisotropik Kayu

Kayu digolongkan sebagai bahan yang anisotropik memiliki karakteristik tegangan yang berbeda antara tegangan tekan, tegangan tarik, tegangan lentur dan tegangan gesernya (Frida, 2006). Perubahan dimensi kayu meliputi pengembangan dan penyusutan, pada kayu normal, penyusutan longitudinal dari keadaan basah ke kering tanur hanya berkisar 0,1 % - 0,3 % perbandingan lain juga dapat dilihat dari arah radial dan tangensial, penyusutan kayu pada dasarnya bervariasi menurut interaksi jumlah zat dinding sel, sudut mikrofibril rata-rata dinding sel terhadap sumbu panjang sel.

Secara garis besar ada dua jenis cara pemotongan kayu yaitu pemotongan radial (*quartersawn*) dan pemotongan tangensial (*flatsawn*). Pemotongan radial dilakukan dengan memotong kayu sejajar jari-jari dan tegak lurus lingkaran pertumbuhan. Pemotongan tangensial dilakukan dengan memotong kayu sejajar lingkaran pertumbuhan dan tegak lurus jari-jari. Namun demikian pada prakteknya pemotongan tidak bisa 100% mengikuti definisi tersebut. Menurut Simpson dan Tenwolde (1999), potongan kayu dimana sudut antara lingkaran pertumbuhan dan bagian permukaan membentuk sudut 45-90° dimasukkan sebagai papan radial sedangkan jika antara lingkaran pertumbuhan dan bagian permukaan membentuk sudut 0-45° dikelompokkan menjadi papan tangensial (Listyanto, 2016).