

MODIFIKASI BORAKS ASAM BORAT DAN TERMAL PADA JENIS KAYU ROTASI PENDEK SKALA INDUSTRI

MUHAMMAD FAUZAN DZULFIKAR FIKRY ANATTA



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Modifikasi Boraks Asam Borat dan Termal pada Jenis Kayu Rotasi Pendek Skala Industri” 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, September 2026

Muhammad Fauzan Dzulfikar Fikry Anatta
E2401221095



@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.

ABSTRAK

MUHAMMAD FAUZAN DZULFIKAR FIKRY ANATTA. Modifikasi Boraks Asam Borat dan Termal pada Jenis Kayu Rotasi Pendek Skala Industri. Dibimbing oleh I WAYAN DARMAWAN.

Kayu rotasi pendek memiliki potensi sebagai bahan baku industri, namun sifat fisis, mekanis, dan ketahanan biologinya masih relatif rendah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kombinasi impregnasi boraks-asam borat dan perlakuan termal terhadap kualitas kayu rotasi pendek pada skala industri. Lima jenis kayu diimpregnasi menggunakan larutan boraks-asam borat 1,3% dengan metode vakum-tekan, kemudian diberi perlakuan panas pada suhu 200 °C selama 20 jam. Pengujian meliputi sifat fisis, stabilitas dimensi, sifat mekanis, ketahanan rayap, FTIR, dan kekasaran permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menurunkan kadar air, *water uptake*, dan kekasaran permukaan serta meningkatkan stabilitas dimensi kayu. Nilai *impregnation rate* dan retensi tertinggi diperoleh pada pinus radiata, sedangkan jati terendah. Perlakuan menurunkan nilai MOE dan MOR, tetapi meningkatkan ketahanan rayap terutama pada pinus merkusii dan pinus radiata. Analisis FTIR menunjukkan degradasi hemiselulosa dan pembentukan ikatan ester borat yang menurunkan sifat higroskopis kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tersebut berpotensi meningkatkan kualitas kayu rotasi pendek untuk aplikasi industri.

Kata kunci: boraks-asam borat, heat treatment, kayu rotasi pendek, modifikasi kayu, sifat kayu

ABSTRACT

MUHAMMAD FAUZAN DZULFIKAR FIKRY ANATTA. Boric Acid and Thermal Modification of Short - Rotation Wood Species on an Industrial Scale. Advised by I WAYAN DARMAWAN.

Short - rotation wood has great potential as an industrial raw material but generally exhibits inferior physical, mechanical, and biological properties. This study evaluated the effects of combined boric acid–borax impregnation and thermal treatment under industrial conditions. Five wood species were impregnated with a 1,3% boric acid–borax solution using a vacuum-pressure process and heat-treated at 200 °C for 20 h. The treatment reduced moisture content, water uptake, and surface roughness while improving dimensional stability. The highest impregnation rate and preservative retention were obtained in *Pinus radiata*, whereas teak showed the lowest values. The treatment reduced the modulus of elasticity and modulus of rupture but improved termite resistance, particularly in *Pinus merkusii* and *Pinus radiata*. FTIR analysis indicated hemicellulose degradation and borate ester bond formation, resulting in reduced wood hygroscopicity. These findings demonstrate the potential of the combined treatment to improve short - rotation wood for industrial applications.

Keywords: boric acid–borax, short - rotation wood, heat treatment, timber modification, wood properties.



@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.

MODIFIKASI BORAKS ASAM BORAT DAN TERMAL PADA JENIS KAYU ROTASI PENDEK SKALA INDUSTRI

MUHAMMAD FAUZAN DZULFIKAR FIKRY ANATTA

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

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.



Judul Skripsi : Modifikasi Boraks Asam Borat dan Termal pada Jenis Kayu
Rotasi Pendek Skala Industri
Nama : Muhammad Fauzan Dzulfikar Fikry Anatta
NIM : E2401221095

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.F.Trop

Diketahui oleh

Ketua Departemen :

Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si.
197404222005012001

Tanggal Ujian:
(27 Agustus 2026)

Tanggal Lulus:

18 SEP 2026



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 November 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah Teknologi Peningkatan Mutu Kayu, dengan judul “Modifikasi Boraks Asam Borat dan Termal pada Jenis Kayu Rotasi Pendek Skala Industri”.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.F.Trop selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta saran yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini. Kesabaran, perhatian, dan dukungan beliau dalam membimbing penulis sejak tahap perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, pengolahan data, hingga penyusunan naskah skripsi sangat berarti dan menjadi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Penghargaan dan rasa terima kasih juga penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Kedua orang tua saya, yang selama ini selalu sabar, mendukung dan selalu mendoakan saya dalam penyelesaian skripsi, sudah tak terhitung pengorbanan mereka dari awal saya berkuliah sampai sekarang.
2. Kedua Kaka saya, yang selama ini, memberikan bantuan finansial kepada saya.
3. Teman SMA saya, Agil, Rizki, Faza, Akmal, Wike, Dinda, Chinta, Naia, Nadya, Bryan dan Elja, yang selama ini mendengarkan keluh kesah saya selama perkuliahan.
4. Teman PKU saya, Fadhil, Firman, Farly, Rifki, Akbar, Dane, Arkan, Fajar, Daffa dan Adit yang senantiasa kebersamai saya dari awal perkuliahan.
5. Nicholas Ramos Lumban Tobing, teman satu bimbingan saya, yang selama ini membantu dan kebersamai saya dalam masa penelitian.
6. Tami, Farid, Miftah, Naufal, Rifki, Fathir, Bashir dan Pirman yang selama ini kebersamai saya.

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

Bogor, September 2026

Muhammad Fauzan Dzulfikar Fikry Anatta



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kayu Rotasi Pendek	3
2.2 Modifikasi kayu	3
2.3 Boraks	4
2.4 Asam Borat	4
III METODE	5
3.1 Waktu dan Tempat	5
3.2 Alat dan Bahan	5
3.3 Prosedur Kerja	5
3.4 Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Kadar Air	12
4.2 Kerapatan	13
4.3 <i>Impregnation Rate</i> (IR) dan Retensi	13
4.4 Weight Percent Gain (WPG)	15
4.5 Anti Swelling Efficiency (ASE)	17
4.6 Water Uptake	18
4.7 Sifat Mekanis	19
4.8 Uji Kubur (<i>Graveyard Test</i>)	20
4.9 FTIR	23
4.10 Kekasaran Permukaan (<i>Surface Roughness</i>)	26
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	45



DAFTAR TABEL

1	Ukuran sampel pengujian	6
2	Klasifikasi penilaian kerusakan kayu akibat serangan rayap tanah	9
3	Klasifikasi tingkat kerusakan kayu berdasarkan standar AWWA E1-06	21

DAFTAR GAMBAR

1	Nilai kadar air pada setiap jenis kayu	12
2	Nilai kerapatan pada setiap jenis kayu	13
3	<i>Impregnation rate</i> pada setiap jenis kayu	14
4	Nilai retensi pada setiap jenis kayu	14
5	Nilai WPG pada setiap jenis kayu	16
6	Nilai ASE pada setiap jenis kayu	17
7	Nilai WU pada setiap jenis kayu	18
8	Nilai MOE pada setiap jenis kayu	19
9	Nilai MOR pada setiap jenis kayu	20
10	Nilai Intensitas kerusakan kayu	21
11	Nilai kehilangan massa pada setiap jenis kayu	22
12	Spektrum FTIR kayu mahoni	23
13	Spektrum FTIR kayu karet	24
14	Spektrum FTIR kayu jati	24
15	Spektrum FTIR kayu merkusii	24
16	Spektrum FTIR kayu radiata	25
17	Nilai karakteristik kekasaran permukaan pada sampel kontrol setiap jenis kayu	26
18	Nilai karakteristik kekasaran permukaan pada sampel modifikasi setiap jenis kayu	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kadar air	33
2	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kadar air	33
3	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kerapatan	34
4	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kerapatan	34
5	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai <i>Impregnation rate</i>	35
6	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai <i>Impregnation rate</i>	35
7	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai retensi	36

8	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai retensi	36
9	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai WPG	37
10	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai WPG	37
11	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai ASE siklus 1	38
12	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai ASE siklus 1	38
13	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai <i>water uptake</i>	39
14	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai <i>water uptake</i>	39
15	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai MOR	40
16	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai MOR	40
17	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai MOE	41
18	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai MOE	41
19	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai intensitas kerusakan	42
20	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai intensitas kerusakan	42
21	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kehilangan massa	43
22	Hasil uji lanjut duncan pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kehilangan massa	43
23	Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pengaruh boraks-asam borat dengan perlakuan panas terhadap nilai kekasaran permukaan	44