



KARAKTERISTIK KAYU CEPAT TUMBUH TERIMPREGNASI NANO TiO₂ DAN NANO C-DOTS DENGAN ASAM SITRAT-GLISEROL

FIONY AQILAH SYAH



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakteristik Kayu Cepat Tumbuh Terimpregnasi Nano TiO₂ dan Nano C-dots dengan Asam Sitrat-Gliserol” 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 tesis ini.

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

Bogor, April 2026

Fiony Aqilah Syah
E2501241009

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

RINGKASAN

FIONY AQILAH SYAH. Karakteristik Kayu Cepat Tumbuh Terimpregnasi Nano TiO₂ dan Nano C-dots dengan Asam Sitrat-Gliserol. Dibimbing oleh ISTIE SEKARTINING RAHAYU dan I WAYAN DARMAWAN.

Kayu sengon (*Falcataria falcata* (L.) Greuter & R. Rankin) dan jabon (*Neolamarckia cadamba* Roxb.) merupakan kayu cepat tumbuh yang hingga saat ini pemanfaatannya masih relatif terbatas. Hal tersebut disebabkan oleh stabilitas dimensi rendah, dinding sel tipis, berat jenis rendah, serta kekuatan dan keawetan rendah. Kondisi ini mendorong perlu adanya peningkatan kualitas kayu melalui teknik impregnasi sebagai salah satu metode modifikasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh impregnasi nano TiO₂ dan nano C-dots dengan tambahan asam sitrat-gliserol terhadap stabilitas dimensi, kerapatan, serta ketahanan kayu sengon dan jabon terhadap serangan jamur pelapuk.

Nano C-dots, nano TiO₂, serta nanokomposit TiO₂/C-dots disintesis menggunakan metode hidrotermal. Impregnasi kayu dilakukan dengan pemberian vakum sebesar -0,7 bar selama 30 menit dan tekanan sebesar 2,5 bar selama 2 jam. Pengujian meliputi stabilitas dimensi, kerapatan, serta ketahanan terhadap jamur pelapuk putih *Schizophyllum commune*. Karakterisasi nanomaterial dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectrometry* (FTIR) dan *Particle Size Analyzer* (PSA), sedangkan karakterisasi kayu terimpregnasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX), FTIR, dan *X-ray Diffraction* (XRD).

Hasil penelitian menunjukkan impregnasi menggunakan nano TiO₂ dan nano C-dots dengan penambahan asam sitrat-gliserol berpengaruh nyata terhadap stabilitas dimensi dan kerapatan kayu sengon dan jabon. Analisis SEM-EDX menunjukkan bahwa noktah serta sebagian dinding *vessel* tertutup oleh material impregnasi, disertai dengan terdeteksinya unsur titanium (Ti) pada kayu yang diberi perlakuan nano TiO₂. Analisis FTIR menunjukkan terbentuknya ikatan ester dan keberadaan pita serapan Ti-O-Ti, sedangkan analisis XRD menunjukkan terjadinya penurunan derajat kristalinitas akibat meningkatnya fase amorf pada dinding sel kayu. Pengujian ketahanan terhadap jamur pelapuk putih menunjukkan penurunan kehilangan berat kayu serta peningkatan kelas ketahanan dari kelas IV menjadi kelas III. Secara keseluruhan, perlakuan asam sitrat-gliserol dengan penambahan nanokomposit TiO₂/C-dots (CGK) memberikan peningkatan stabilitas dimensi, kerapatan, dan ketahanan terhadap jamur pelapuk putih yang paling optimal pada kayu sengon dan jabon.

Kata kunci: asam sitrat, C-dots, gliserol, impregnasi, nano TiO₂



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

SUMMARY

FIONY AQILAH SYAH. Characteristics of Impregnated Fast-Growing Wood by Nano TiO₂ and Nano C-dots Using Citric Acid-Glycerol. Supervised by ISTIE SEKARTINING RAHAYU and I WAYAN DARMAWAN.

Sengon wood (*Falcataria falcata* (L.) Greuter & R. Rankin) and jabon wood (*Neolamarckia cadamba* Roxb.) are fast-growing woods whose utilization remains relatively limited. This is due to their low dimensional stability, thin cell walls, low specific gravity, and low strength and durability. This condition encourages the need to improve wood quality through impregnation techniques as a modification method. This study aims to analyze the effect of impregnation with nano-TiO₂ and nano-C-dots, supplemented with citric acid-glycerol, on the dimensional stability, density, and resistance of sengon and jabon wood to fungal decay.

Nano C-dots, nano TiO₂, and TiO₂/C-dots nanocomposites were synthesized using a hydrothermal method. Wood impregnation was carried out by applying a vacuum of -0,7 bar for 30 minutes, followed by a pressure of 2,5 bar for 2 hours. The evaluated properties included dimensional stability, density, and resistance to white-rot fungus *Schizophyllum commune*. Nanomaterials were characterized using Fourier Transform Infrared Spectrometry (FTIR) and Particle Size Analyzer (PSA), while the impregnated wood was characterized using Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX), FTIR, and X-ray Diffraction (XRD).

The results showed that impregnation using nano TiO₂ and nano C-dots with the addition of citric acid-glycerol had a significant effect on the dimensional stability and density of sengon and jabon wood. SEM-EDX analysis showed that the pits and part of the vessel walls were covered by the impregnation material, accompanied by the detection of titanium (Ti) in wood treated with nano TiO₂. FTIR analysis showed the formation of ester bonds and the presence of Ti-O-Ti absorption bands, while XRD analysis showed a decrease in crystallinity due to an increase in the amorphous phase in the wood cell walls. Testing for resistance to white rot fungi showed a decrease in wood weight loss and an increase in resistance class from class IV to class III. Overall, citric acid-glycerol treatment with the addition of TiO₂/C-dots nanocomposites (CGK) provided the most optimal improvement in dimensional stability, density, and resistance to white rot fungi in sengon and jabon wood.

Keywords: C-dots citric acid, glycerol, impregnation, nano TiO₂



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 2026¹
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.



KARAKTERISTIK KAYU CEPAT TUMBUH TERIMPREGNASI NANO TiO₂ DAN NANO C-DOTS DENGAN ASAM SITRAT-GLISEROL

FIONY AQILAH SYAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Dr. Mahdi Mubarak, S.Si., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

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 Tesis : Karakteristik Kayu Cepat Tumbuh Terimpregnasi Nano TiO₂
dan nano C-dots dengan Asam Sitrat-Gliserol
Nama : Fiony Aqilah Syah
NIM : E2501241009

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S. Hut, M.Si

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Wayan Darmawan, M.Sc, F.Trop

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc, F.Trop
NIP 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc, F.Trop
NIP 197003291996081001

Tanggal Ujian: 16 Maret 2026

Tanggal Lulus: 09 APR 2026



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari hingga Desember 2025 dengan tema modifikasi kayu, dan berjudul “Karakteristik Kayu Cepat Tumbuh Terimpregnasi Nano TiO₂ dan Nano C-dots dengan Asam Sitrat-Gliseryl”. Selama menjalani proses pendidikan hingga menyelesaikan studi ini, penulis telah memperoleh banyak dukungan, bimbingan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Istie Sekartining Rahayu, S. Hut, M.Si dan dan Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc, F. Trop selaku komisi pembimbing atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan sejak tahap perencanaan penelitian hingga penyusunan tesis ini.
2. Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, atas pendanaan melalui Kontrak Program Penelitian Tahun Anggaran 2025 Nomor: 23385/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2025 pada skema Penelitian Tesis Magister yang menunjang pelaksanaan penelitian ini.
3. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, atas Beasiswa Program Sinergi yang telah memfasilitasi kelancaran studi penulis.
4. Seluruh dosen, staf, serta civitas akademika Departemen Hasil Hutan IPB atas segala ilmu, bimbingan, dan dukungan selama masa perkuliahan.
5. Esti Prihatini, S.Si, M.Si, Rohmat Ismail, S.Si, Gilang Dwi Laksono, S.Hut, M.Si dan Dhiya Khairunissa, atas bantuan dan arahan yang telah diberikan selama proses pengambilan data dan pelaksanaan penelitian.
6. Kedua orang tua penulis, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis selama menempuh pendidikan.
7. Sherly Syahrones, Dinda Dwi Ninditha, Fadhiya Cintana, Nanda Putri Cintari, dan Siti Masriva Sya'diah atas persahabatan dan dukungan yang senantiasa diberikan selama proses studi dan penulisan tesis ini.
8. Teman-teman sinergi S1-S2 ITHH, atas dukungan dan kebaikan yang telah diberikan sejak masa studi Sarjana hingga jenjang Magister.
9. Kelompok KKNT-I Desa Cibalung 2023, atas doa dan semangat yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.

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

Bogor, April 2026

Fiony Aqilah Syah



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kayu Sengon	4
2.2 Kayu Jabon	4
2.3 Nano TiO ₂ dan Nano C-dots	5
2.4 Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	6
2.5 Asam Sitrat	7
2.6 Gliserol	7
2.7 Jamur <i>Schizophyllum commune</i>	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Nano C-dots, Nano TiO ₂ , dan Nanokomposit TiO ₂ /C-dots	15
4.2 Analisis FTIR Nano TiO ₂ , Nano C-dots, dan Nano TiO ₂ /C-dots	17
4.3 <i>Weight Percent Gain</i> (WPG)	19
4.4 Kerapatan	21
4.5 <i>Buling Effect</i> (BE)	22
4.6 <i>Anti-Swelling Efficiency</i> (ASE)	24
4.7 <i>Water Uptake</i> (WU)	25
4.8 <i>Leachability</i>	26
4.9 Karakteristik Kayu Sengon dan Jabon	27
4.10 Ketahanan Kayu terhadap Jamur <i>Schizopyllum commune</i>	32
4.11 Pembahasan Umum Kayu Sengon dan Jabon	34
V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	66



DAFTAR TABEL

1	Komposisi larutan impregnasi	11
2	Kelas ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk	14
3	Rendemen nano C-dot, nano TiO ₂ , dan nanokomposit TiO ₂ /C-dots	15
4	Pita serapan FTIR nano TiO ₂ , nano C-dots, dan nanokomposit TiO ₂ /C-dots	19
5	Kandungan kimia kayu sengon dan jabon pada berbagai perlakuan	28
6	Pita serapan FTIR kayu sengon dan jabon	30
7	Nilai derajat kristalinitas kayu sengon dan jabon	32
8	Rekapitulasi skor parameter stabilitas dimensi dan ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk putih	34

DAFTAR GAMBAR

1	Analisis kualitatif menggunakan lampu UV 366 nm pada (a) nano C-dots dan (b) kontrol (Syah 2024)	15
2	Sintesis (a) nano C-dots (b) nano TiO ₂ (c) nanokomposit TiO ₂ /C-dots	16
3	Analisis PSA nano TiO ₂	17
4	Spektrum FTIR nanopartikel C-dots, TiO ₂ , dan TiO ₂ /C-dots	18
5	Nilai WPG kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	20
6	Nilai kerapatan kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	21
7	Nilai BE kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	23
8	Nilai ASE kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	24
9	Nilai WU kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	25
10	Nilai ketercucian kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	26
11	Analisis SEM kayu (a) sengon tanpa perlakuan, (b) sengon perlakuan CGK, (c) jabon tanpa perlakuan, dan (d) jabon perlakuan CGK pada penampang tangensial dengan perbesaran 200x	28
12	Spektrum FTIR kayu sengon setelah impregnasi	29
13	Spektrum FTIR kayu jabon setelah impregnasi	30
14	Hasil XRD kayu sengon dan jabon setelah impregnasi	31
15	Kehilangan berat (<i>weight loss</i>) kayu sengon dan jabon oleh serangan jamur <i>S. commune</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis Ragam dan uji Duncan WPG kayu sengon dan jabon	51
2	Analisis Ragam dan uji Duncan kerapatan kayu sengon dan jabon	53
3	Analisis Ragam dan uji Duncan BE kayu sengon dan jabon	55
4	Analisis Ragam dan uji Duncan ASE kayu sengon dan jabon	57
5	Analisis Ragam dan uji Duncan WU kayu sengon dan jabon	59
6	Analisis Ragam dan uji Duncan <i>Leachability</i> kayu sengon dan jabon	61
7	Analisis Ragam dan uji Duncan <i>weight loss</i> kayu sengon dan jabon	63
8	Tampilan uji ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk putih	65