

PENINGKATAN SIFAT FISIS KAYU CEPAT TUMBUH MELALUI IMPREGNASI PARTIKEL NANO-SiO₂

ESTI PRIHATINI



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

- 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.



@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Peningkatan Sifat Fisis Kayu Cepat Tumbuh Melalui Impregnasi Partikel Nano-SiO₂ adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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, Agustus 2020

Esti Prihatini
NIM G751170051

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

ESTI PRIHATINI. Peningkatan Sifat Fisis Kayu Cepat Tumbuh Melalui Impregnasi Partikel Nano-SiO₂. Dibimbing oleh AKHIRUDDIN MADDU, ISTIE SEKARTINING RAHAYU, dan MERSI KURNIATI

Kayu komposit polimer berbasis nano-SiO₂ dihasilkan dengan impregnasi nano-SiO₂ dan kopolimer melamin formaldehida-furfuril alcohol (MFFA). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh impregnasi campuran nano-SiO₂ dan kopolimer MFFA terhadap sifat fisis kayu jabon dan ganitri dan untuk menjelaskan karakteristik kayu jabon dan ganitri setelah mendapatkan perlakuan impregnasi.

Hasil impregnasi berhasil meningkatkan parameter sifat fisis kayu jabon dan ganitri. Kerapatan kayu jabon meningkat dari 0.32 menjadi 0.56 g/cm³, sedangkan kayu ganitri mengalami kenaikan kerapatan dari 0.41 menjadi 0.62 g/cm³. Kayu jabon mengalami kenaikan persen berat (WPG) 68.34%, sedangkan kayu ganitri 65.73%. Efisiensi anti pembengkakan (ASE) jabon mengalami kenaikan menjadi 46.66% dan ganitri 70.19%. *Bulking efect* (BE) jabon naik menjadi 7.55%, sementara ganitri 7.74%. Kapasitas serapan air dari jabon berkurang dari 219.79% menjadi 75.49%, sedangkan ganitri dari 86.4% menjadi 45.32%.

Karakterisasi hasil impregnasi MFFA dan nano-SiO₂ dilakukan dengan FTIR, XRD, dan SEM. Pada FTIR, pergeseran puncak ke bilangan gelombang pada nano-SiO₂ mengindikasikan adanya interaksi antara nano-SiO₂ dengan kayu. Hasil analisis XRD membuktikan adanya penurunan kristalinitas selulosa kayu dengan impregnasi kopolimer MFFA dan nano-SiO₂. Adanya polimer MFFA dan nano-SiO₂ di dinding sel kayu dan lumen sel terlihat dengan pengujian SEM. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis dan karakterisasi dengan FTIR, XRD dan SEM, menunjukkan bahwa penambahan nano-SiO₂ 0.5% dalam kopolimer MFFA merupakan konsentrasi yang optimum untuk impregnasi kayu jabon dan ganitri

Kata kunci: impregnasi, kayu cepat tumbuh, kopolimer MFFA, nano-SiO₂, sifat fisis



SUMMARY

ESTI PRIHATINI. The Improvement of Fast-Growing Wood Species Physical Properties through Impregnation of nano-SiO₂. Supervised by AKHIRUDDIN MADDU, ISTIE SEKARTINING RAHAYU, dan MERSI KURNIATI

Nano-SiO₂ based wood polymer composites are from impregnation of nano-SiO₂ and melamine formaldehyde-furfuryl alcohol (MFFA) copolymers. This study aimed at analyzing the impregnation of a mixture of nano-SiO₂ and MFFA copolymers on the properties of jabon and ganitri wood and explaining characteristics of jabon and ganitri wood after the process.

The result showed that impregnation process could increase the physical parameters of jabon and ganitri wood. The wood density of jabon has risen from 0.32 to 0.56 g/cm³, and that of ganitri wood has increased from 0.41 to 0.62 g/cm³. Both weight percent gain of jabon and ganitri wood has risen by 68.34%, and 65.73%. The anti swelling efficiency jabon and ganitri has also increased by 46.66% and 70.19%. In addition, the bulking effect of jabon and ganitri wood was risen by 7.55% and 7.74%. The water uptake Jabon was decreased from 219.79% to 75.49%, and ganitri has also reduce from 86.4% to 45.32%.

Wood characteristics identification after the impregnation process with nano-SiO₂ and MFFA was using FTIR and XRD. The FTIR study showed that the peak of absorption shifted to a higher wave number on wood impregnated with nano-SiO₂. The XRD study verified that there was a decrease in the crystallinity of wood cellulose. The presence of MFFA and nano-SiO₂ polymers in the wood cell walls and cell lumen was detected using the Scanning Electron Microscopy (SEM). The results of physical properties and characterization tests with FTIR, XRD and SEM showed that jabon and ganitri impregnated with nano-SiO₂ 0.5% and MFFA are the optimal combinations.

Keywords: impregnation, fast-growing species, MFFA copolymer, nano-SiO₂, physical properties



© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2020

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

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.

PENINGKATAN SIFAT FISIS KAYU CEPAT TUMBUH MELALUI IMPREGNASI PARTIKEL NANO-SiO₂

ESTI PRIHATINI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Studi Biofisika

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

- 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

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr. Siti Nikmatin, S.Si, M.Si

Judul Tesis : Peningkatan Sifat Fisis Kayu Cepat Tumbuh Melalui Impregnasi
Partikel Nano-SiO₂
Nama : Esti Prihatini
NIM : G751170051

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing



Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si, M.Si
Ketua



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



Dr. Mersi Kurniati, S.Si, M.Si
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Biofisika



Dr. Mersi Kurniati, S.Si, MSi

Dekan Sekolah Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian: 7 Agustus 2020

Tanggal Lulus: 25 AUG 2020



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari sampai Agustus 2019 ini adalah pemanfaatan partikel nanoSiO₂ untuk meningkatkan sifat fisis kayu cepat tumbuh sehingga mempunyai manfaat yang lebih untuk masyarakat, dengan judul Peningkatan Sifat Fisis Kayu Cepat Tumbuh Melalui Impregnasi Partikel Nano-SiO₂.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Adi Kuswanto (alm.) dan Ibu, Suami tercinta Solehudin, anak-anakku tercinta Rafie, Rara, dan Rasya, serta seluruh keluarga, atas segala nasehat, doa dan kasih sayangnya. Ucapan terimakasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Akhiruddin Maddu, MSi, Dr. Istie Sekartining Rahayu, MSI, dan Dr. Mersi Kurniati, MSi selaku pembimbing yang telah banyak memberi saran, arahan dan semangat. Terimakasih kepada Dr. Siti Nikmatin, S.Si, M.Si. sebagai penguji luar komisi, dan Prof. Husin Alatas sebagai moderator sidang. Terimakasih untuk Kemenristekdikti yang sudah memberikan beasiswa (PasTI) sehingga saya bisa melanjutkan pendidikan ke jenjang master. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada semua Bapak/Ibu dosen, teknisi dan staf Biofisika IPB yang telah banyak membimbing, membantu, dan mengarahkan selama belajar di IPB. Penulis juga ucapkan terimakasih untuk sahabat Biofisika 2017 dan semua teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungannya. Terimakasih tak terhingga juga Penulis ucapkan kepada Departemen Hasil Hutan Fahutan IPB yang telah mengizinkan saya untuk melanjutkan studi, Kadep, Sekdep, Kadiv TPMK beserta seluruh dosen, juga teman-teman tendik atas dukungannya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2020

Esti Prihatini

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	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian	3
Manfaat Penelitian	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	3
Modifikasi Kayu	3
Melamin Formaldehida	4
Furfurilasi	4
Nano SiO ₂	4
Kayu Jabon dan Ganitri	5
3 METODE	5
Waktu dan Tempat Penelitian	5
Bahan dan Alat	5
Prosedur Penelitian	6
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Pembuatan Kopolimer	8
Efek Perlakuan Impregnasi MFFA nano-SiO ₂ Pada Kayu Jabon	9
Uji FTIR	11
Uji XRD	13
Hasil Pengujian Derajat Kristalinitas	14
Hasil Pengujian SEM	14
5 SIMPULAN DAN SARAN	16
Simpulan	16
Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	20
RIWAYAT HIDUP	50

DAFTAR TABEL

1	Hasil pengujian kualitas kopolimer	9
2	Hasil pengujian indeks kiralinitas kayu	14
3	Hasil pengujian EDX	16

DAFTAR GAMBAR

1	Gugus silanol dan jembatan siloksan dari permukaan silika koloid (Bergna 2006)	5
2	Grafik Pengujian Sifat Fisis (WPG, BE, kerapatan, dan ASE) Jabon dan Ganitri	10
3	Grafik Pengujian <i>Water Uptake</i> Jabon dan Ganitri	11
4	Spektrum FTIR Jabon : (a) nano SiO ₂ , (b) Tanpa perlakuan, (c) MFFA, (d) MFFA nano-SiO ₂ 0.5%, (e) MFFA nano-SiO ₂ 1% dan (f) MFFA nano-SiO ₂ 1.5%	12
5	Spektrum FTIR ganitri : (a) nano SiO ₂ , (b) Tanpa perlakuan, (c) MFFA, (d) MFFA nano-SiO ₂ 0.5%, (e) MFFA nano-SiO ₂ 1% dan (f) MFFA nano-SiO ₂ 1.5%.	12
6	Hasil XRD jabon (a) Tanpa perlakuan, (b) MFFA, (c) MFFA nano-SiO ₂ (0.5%), (d) MFFA nano-SiO ₂ (1%), (e) MFFA nano-SiO ₂ (1.5%), (f) nano-SiO ₂ dan (g) MFFA	13
7	Hasil XRD ganitri (a) Tanpa perlakuan, (b) MFFA, (c) MFFA nano-SiO ₂ (0.5%), (d) MFFA nano-SiO ₂ (1%), (e) MFFA nano-SiO ₂ (1.5%), (f) nano-SiO ₂ , dan (g) MFFA	13
8	Hasil SEM penampang tangensial kayu jabon (1000x): (a,b) Tanpa perlakuan, (c) MFFA, (d) MFFA nano-SiO ₂ 0.5%, (e) MFFA nano-SiO ₂ 1%, dan (f) MFFA nano-SiO ₂ 1.5%.	15
9	Hasil SEM penampang tangensial kayu ganitri (1000x): (a) Tanpa perlakuan, (b) MFFA, (c) MFFA nano-SiO ₂ 0.5%, (d) MFFA nano-SiO ₂ 1%, dan (e,f) MFFA nano-SiO ₂ 1.5%.	15

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tahapan Persiapan contoh uji	22
2	Proses pembuatan resin kopolimer dan persiapan larutan nano SiO ₂	23
3	Pengujian Kualitas kopolimer MFFA dan MFFA nano SiO ₂	24
4	Tahapan Impregnasi kayu	25
5	Hasil Pengujian Stabilisasi Dimensi Kayu	26
6	Hasil uji statistik kayu jabon	27
7	Hasil uji statistik kayu ganitri	29
8	Tabel JCPDS (<i>Joint Committee of Powder Diffraction Standard</i>) Silika	311
9	Tabel JCPDS (<i>Joint Committee of Powder Diffraction Standard</i>) Selulosa	322
10	Uji XRD ganitri dan jabon	333
11	Uji EDS ganitri dan jabon	444