

KARAKTERISTIK LIGNIN PHOSPHORUS DARI LINDI HITAM KAYU EUKALIPTUS

DEWI SHAFKA KAYLA



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 “Karakteristik Lignin Phosphorus dari Lindi Hitam Kayu Eukaliptus” 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 2024

Dewi Shafa Kayla
E2401201009

- 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

DEWI SHAFKA KAYLA. Karakteristik Lignin Phosphorus dari Lindi Hitam Kayu Eukaliptus. Dibimbing oleh DEDED SARIP NAWAWI dan WIDYA FATRIASARI.

Fosforilasi lignin merupakan metode modifikasi kimia yang telah diketahui untuk meningkatkan performa lignin sebagai aditif tahan api. Lignin hasil isolasi dari *Eucalyptus sp* disintesis dengan P_2O_5 menjadi lignin terfosforilasi. Lignin hasil isolasi tidak larut dalam air, sehingga dimodifikasi melalui sulfonasi menjadi lignosulfonat, kemudian disintesis dengan $POCl_3$ menjadi lignosulfonat terfosforilasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan phosphorus terhadap karakteristik lignin *Eucalyptus* termodifikasi dan terfosforilasi. Pengujiannya meliputi rendemen, kemurnian, gugus fungsi, morfologi, dan analisis termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lignin terfosforilasi memiliki rendemen dan kemurnian lebih tinggi dibandingkan dengan lignosulfonat terfosforilasi. Gugus fungsi lignin terfosforilasi menunjukkan adanya gugus fungsi penciri lignin, sedangkan lignosulfonat terfosforilasi menunjukkan adanya tambahan gugus fungsi ikatan $S=O$. Lignin terfosforilasi dan lignosulfonat terfosforilasi memiliki morfologi fisik yang tidak jauh berbeda dan masih memiliki komponen mineral. Sifat termal dari lignin terfosforilasi menghasilkan residu pembakaran dan suhu T_g lebih tinggi dibandingkan dengan lignosulfonat terfosforilasi.

Kata kunci: lignin termodifikasi, lignin terfosforilasi, lignosulfonat terfosforilasi

ABSTRACT

DEWI SHAFKA KAYLA. Characterization of Lignin Phosphorus from Eucalyptus Wood Black Liquor. Supervised by DEDED SARIP NAWAWI and WIDYA FATRIASARI.

The phosphorylation of lignin is well known as a chemical modification method to improve its fire behaviour as a fire-retardant agent. The isolated lignin of *Eucalyptus sp* was synthesized with P_2O_5 into phosphorylated lignin. The isolated lignin was insoluble in water, thus it modified through sulfonation into lignosulfonate, then synthesized with $POCl_3$ into phosphorylated lignosulfonate. This study aimed to analyze the effect of phosphorous addition on the characteristics of modified and phosphorylated *Eucalyptus* lignin. The characterization includes yield, purity, functional group analysis, morphological analysis, and thermal analysis. The results showed that phosphorylated lignin had higher yield and purity compared to phosphorylated lignosulfonate. The functional groups of phosphorylated lignin showed the presence of lignin characteristic functional groups, while phosphorylated lignosulfonate showed the presence of $S=O$ bond functional groups. Phosphorylated lignin and phosphorylated lignosulfonate have similar physical morphology and still have mineral components. Thermal properties of phosphorylated lignin produced combustion residue and higher T_g temperature than phosphorylated lignosulfonate.

Keywords: modified lignin, phosphorylated lignin, phosphorylated lignosulfonate



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 2024
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 LIGNIN PHOSPHORUS DARI LINDI HITAM KAYU EUKALIPTUS

DEWI SHAFa KAYLA

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
2024**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Dr. Ir. Hendrayanto, M.Agr

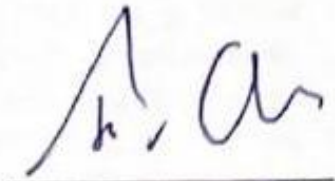
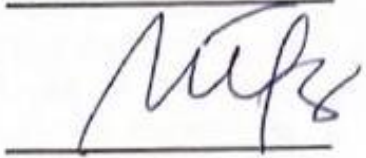


Judul Skripsi : Karakteristik Lignin Phosphorus dari Lindi Hitam Kayu
Eukaliptus
Nama : Dewi Shafa Kayla
NIM : E2401201009

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

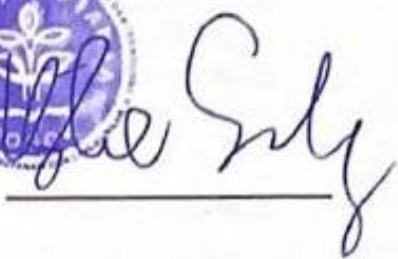
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., MM

Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut, M.Si
NIP. 197404222005012001

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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2023 sampai bulan Maret 2024 ini ialah pengujian karakteristik lignin termodifikasi menggunakan fosfor pentoksida dan phosphorus oxyclorida, dengan judul "Karakteristik Lignin Phosphorus dari Lindi Hitam Kayu Eukaliptus".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc dan Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut, M.M 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 Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk (PRBB) serta manajemen *Integrated Laboratory of Bioproduct* (iLab) Cibinong yang telah memfasilitasi penulis selama penelitian. Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada Dr. Eng. Puji Rahmawati Nurcahyani, Teh Erika Ayu Agustiany, S.Hut, M.Si, Kang Muhammad Rasyidur Ridho, S.Hut, M.Si, Mas Eko Budi Santoso, S.Hut, Teh Azizatul Karimah, S.Si, Teh Elvara Windra Madyaratri, S.Hut, M.Si, Kang Wildan, Pelangi, Pera, Diki dan Cyinthia yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak Shofin Hudi, ibu Tatik Rusmawati, M. Saylendra Wijaya Kusuma, Moh. Oscar Abbas, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan rasa terimakasih kepada teman penulis, Ika, Berli, Pirda, dan Nca atas dukungan dan semangatnya. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada teman seperjuangan di DHH 57, teman-teman Laboratorium Kertas Kering, teman-teman bimbingan, serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

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

Bogor, Juli 2024

Dewi Shafa Kayla

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Lignin	3
2.2 Lignin Terfosforilasi dengan Senyawa Fosfat (P_2O_5)	4
2.3 Lignin Terfosforilasi dengan <i>Phosphorous Oxychloride</i>	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Kerja	6
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Karakteristik Kimia Lignin Terfosforilasi dan Lignosulfonat Terfosforilasi	12
4.2 Gugus Fungsi Lignin Terfosforilasi dan Lignosulfonat Terfosforilasi	12
4.3 Morfologi Lignin Terfosforilasi dan Lignosulfonat Terfosforilasi	14
4.4 Sifat Termal Lignin Terfosforilasi dan Lignosulfonat Terfosforilasi	15
4.5 Analisis Termal Menggunakan DSC Lignin Tefosforilasi dan Lignosulfonat Terfosforilasi	17
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
RIWAYAT HIDUP	25



DAFTAR TABEL

1	Komponen kimia lignin terfosforilasi dan lignosulfonat terfosforilasi	12
2	Interpretasi pita serapan FTIR lignin terfosforilasi	13
3	Interpretasi pita serapan FTIR lignosulfonat terfosforilasi	14
4	Elemen penyusun lignin terfosforilasi dan lignosulfonat terfosforilasi menggunakan EDS	15
5	Kehilangan berat lignin terfosforilasi dan lignosulfonat terfosforilasi	17
6	Nilai Tg lignin terfosforilasi dan lignosulfonat terfosforilasi	18

DAFTAR GAMBAR

1	a) struktur lignin dan tiga prekursor utama lignin (Rauber <i>et al.</i> 2017); b) tiga prekursor utama lignin dan strukturnya dalam polimer lignin (Laurichesse dan Averous 2014)	3
2	Struktur molekul lignosulfonat (Megiatto <i>et al.</i> 2016)	4
3	Diagram alir penelitian	6
4	Analisis gugus fungsi spektrum FTIR pada lignin terfosforilasi (a) dan lignosulfonat terfosforilasi (b)	14