

KARAKTERISTIK LIGNIN *KRAFT* KAYU TUSAM HASIL ISOLASI MENGUNAKAN ASAM MALEAT DAN ASAM KLOORIDA

QURROH AYUNIYYA FADHILA



**DEPARTEMEN 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.

Perpustakaan 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 *Kraft* Kayu Tusam Hasil Isolasi Menggunakan Asam Maleat dan Asam Klorida” 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, Agustus 2026

Qurroh Ayuniyya Fadhila
E2401221044



@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.

Perpustakaan IPB University



ABSTRAK

QURROH AYUNIYYA FADHILA. Karakteristik Lignin *Kraft* Kayu Tusam Hasil Isolasi Menggunakan Asam Maleat dan Asam Klorida. Dibimbing oleh DEDED SARIP NAWAWI dan YANICO HADI PRAYOGO.

Lindi hitam hasil proses kraft kayu tusam (*Pinus merkusii*) berpotensi sebagai sumber lignin terbaru. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penggunaan asam maleat dan asam klorida (HCl) terhadap rendemen dan karakteristik lignin hasil isolasi. Lignin diisolasi dari lindi hitam pada pH 2 menggunakan asam maleat 5% dan HCl 1 N. Parameter yang dianalisis meliputi rendemen, kemurnian, tipe monomer, berat ekuivalen, kandungan gugus hidroksil fenil (pOH), dan aktivitas antioksidan. Data dianalisis menggunakan uji *Independent Samples T-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua isolat memiliki kadar air di bawah 10%, sedangkan kadar abu lignin hasil isolasi menggunakan asam maleat pada pH 2 (LTMA) dan lignin hasil isolasi menggunakan asam klorida pada pH 2 (LTHA) berturut-turut sebesar 0,64% dan 0,82%. LTHA memiliki kemurnian lignin (92,21%), kandungan pOH (9,81 mmol/g), dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi (54,43% inhibisi), sedangkan LTMA memiliki berat ekuivalen yang lebih tinggi (1031,33 g/mL). Kedua isolat lignin didominasi oleh unit guaiasil (G).

Kata kunci: asam maleat, HCl, isolasi, lignin, lindi hitam, proses kraft, tusam

ABSTRACT

QURROH AYUNIYYA FADHILA. Characteristics of Kraft Lignin from Pine Wood Isolated Using Maleic Acid and Hydrochloric Acid. Supervised by DEDED SARIP NAWAWI and YANICO HADI PRAYOGO.

Black liquor from kraft pulping of pine wood (*Pinus merkusii*) is a potential renewable source of lignin. This study evaluated the effect of maleic acid and hydrochloric acid (HCl) on the yield and characteristics of isolated lignin. Lignin was precipitated from black liquor at pH 2 using 5% maleic acid or 1 N HCl. The analyzed parameters included lignin yield, purity, monomer composition, equivalent weight, hydroxy phenolic (pOH) content, and antioxidant activity. Data were analyzed using an Independent Samples T-Test. Both isolated lignin had moisture contents below 10%, meanwhile, the ash contents of isolated lignin using maleic acid at pH 2 (LTMA) and hydrochloric acid at pH 2 (LTHA) were 0,64% and 0,82%. LTHA showed higher lignin purity (92,21%), pOH content (9,81 mmol/g), and antioxidant activity (54,43% inhibition), while LTMA had a higher equivalent weight (1031,33 g/mL). Both isolated lignin were dominated by guaiacyl (G) units.

Keywords: black liquor, HCl, isolation, kraft pulping, lignin, maleic acid, pine



@Hak cipta milik IPB University

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, tahun 2026
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 *KRAFT* KAYU TUSAM HASIL ISOLASI MENGGUNAKAN ASAM MALEAT DAN ASAM KLORIDA

QURROH AYUNIYYA FADHILA

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

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



@Hak cipta milik IPB University

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 Anne Carolina, S.Si., M.Si.
2 Ir. Edhi Sandra, M. Si.

Judul Skripsi : Karakteristik Lignin *Kraft* Kayu Tusam Hasil Isolasi Menggunakan Asam Maleat dan Asam Klorida
Nama : Qurroh Ayuniyya Fadhila
NIM : E2401221044

Disetujui oleh

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

Pembimbing Anggota :
Dr. Yanico Hadi Prayogo, S.Si., M.Si.

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

Diketahui oleh

Tanggal Ujian :
6 Agustus 2026

Tanggal Lulus: 17 0 AUG 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 Desember 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah “Karakterisasi Lignin *Kraft* Kayu Tusam Diisolasi dengan Asam Maleat dan Asam Klorida”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc.F.Trop. dan Dr. Yanico Hadi Prayogo, S.Si., M.Si., yang telah memberi arahan serta masukan dan mendukung proses penelitian ini hingga akhir. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Terimakasih penulis sampaikan kepada tenaga kerja Departemen Hasil Hutan dan laboran *Advance Research Laboratory* yang telah membantu proses administrasi dan pengumpulan data dalam penelitian ini. Ungkapan terima kasih sebesar-besarnya disampaikan kepada Ayah, Ibu, Mbak Syifa, dan Qinan, yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, dan banyak kebaikan lain yang tentunya tidak dapat disebutkan satu-persatu terhadap penulis sehingga dapat bertahan untuk menyelesaikan studi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada teh Nurhayati, teh Nasya Fadilah, dan kang Muhammad Richki, yang telah menemani dan teramat membantu penulis dalam melaksanakan proses penelitian ini sejak awal hingga akhir. Terima kasih juga kepada teman-teman DHH 59, khususnya Divisi KHH Reaktif, Siti Aisyah, Putri Utami, Syafiq Rahman, Davina A., Farid H.K., dan Pricillia Destiana, yang telah menjadi teman seperjuangan yang sangat berdedikasi dalam membantu penulis saat seringkali merasa kebingungan. Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh sahabat yang tidak dapat disebutkan satu per-satu, khususnya, Olga Clarissa Sihotang, Citra Putri Perdana, Khansa Fadilah, Gusti Vita C.D.S., Az Zahra N.F.F., Velia Meila Camila, dan Syafina Hidayah, yang selalu memberikan dukungan terhadap penulis dengan versinya masing-masing. Penulis akan selalu mengingat segala bentuk kebaikan yang diberikan dan turut mendoakan kebaikan yang datang kepada para sahabat di masa yang akan datang. Terakhir, terima kasih kepada Fathir karena telah hadir, menemani, serta memberikan dukungan dan semangat dalam berbagai suka dan duka selama proses perkuliahan hingga awal penyusunan tugas akhir ini. Meskipun pada akhirnya langkah kita tidak lagi sama, penulis tetap bersyukur atas setiap kebaikan, perjalanan, dan kenangan yang pernah diberikan. Semoga segala hal baik senantiasa menyertai langkah ke depan.

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

Bogor, Agustus 2026

Qurroh Ayuniyya Fadhila



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Lignin	3
2.2 <i>Kraft Pulping</i>	3
2.3 Asam Klorida	4
2.4 Asam Maleat	4
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 Rendemen, Kadar Air, Kadar Abu, dan Kemurnian Isolat Lignin	12
4.2 Tipe Monomer Lignin	14
4.3 Berat Ekuivalen	15
4.4 Total Gugus Hidroksil Fenil (pH)	16
4.5 Sifat Antioksidan	17
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	24
RIWAYAT HIDUP	31

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 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 TABEL

1	Berbagai kondisi pemasakan dalam proses <i>kraft pulping</i>	4
2	Karakteristik lignin hasil isolasi menggunakan asam maleat dan asam	12
3	Daftar hasil analisis Py-GCMS LTMA	14
4	Daftar hasil analisis Py-GCMS LTHA	14

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur senyawa lignin (Kusumo dan Biyono 2020)	3
2	Struktur kimia asam maleat (Wojcieszak <i>et al.</i> 2015)	5
3	Diagram alir tahapan penelitian	7
4	Isolat lignin hasil isolasi menggunakan asam maleat (A) dan isolat lignin hasil isolasi menggunakan asam klorida (B)	13
5	Berat ekuivalen isolat lignin hasil isolasi asam maleat (LTMA) dan isolat lignin hasil isolasi asam klorida (LTHA)	16
6	Kandungan gugus hidroksil fenil (pH) isolat lignin hasil isolasi asam maleat (LTMA) dan isolat lignin hasil isolasi asam klorida (LTHA)	17
7	Aktivitas penghambatan radikal DPPH dari isolat lignin LTMA, LTHA, dan asam galat pada konsentrasi 100 µg/mL	

DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh perhitungan	25
2	Spektra tipe monomer isolat lignin	26
3	Hasil uji t kadar air lignin	27
4	Hasil uji t kadar abu lignin	27
5	Hasil uji t rendemen lignin	28
6	Hasil uji t kemurnian lignin	28
7	Hasil uji t berat ekuivalen	29
8	Hasil uji t gugus pH	29