



PENGARUH KONSENTRASI ASAM SITRAT DAN EVAPORASI LINDI HITAM TERHADAP KARAKTERISTIK LIGNIN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

NASYA FADILAH



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 “Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Evaporasi Lindi Hitam terhadap Karakteristik Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit” 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, Juni 2025

Nasya Fadilah
E2401211001

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



ABSTRAK

NASYA FADILAH. Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Evaporasi Lindi Hitam terhadap Karakteristik Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit. Dibimbing oleh DEDED SARIP NAWAWI dan WIDYA FATRIASARI.

Lignin merupakan biopolimer aromatik yang dapat diisolasi dari lindi hitam tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Lindi hitam masih mengandung air yang cukup tinggi, sehingga perlu dievaporasi. Penelitian ini menganalisis pengaruh konsentrasi asam sitrat dan pra-perlakuan evaporasi terhadap karakteristik lignin TKKS. Lignin diisolasi melalui proses pengendapan asam sitrat (1M dan 3M). Karakteristik isolat lignin yang dianalisis berupa kadar air, kadar abu, kemurnian lignin, total kadar fenolik, berat ekuivalen, kadar hidroksil fenolik, tipe monomer lignin, kelarutan lignin dalam alkali dan dioksan-air, gugus fungsi, gugus metoksil, dan sifat termal. Lignin hasil isolasi dengan asam sitrat 1M menghasilkan rendemen, kadar air, kadar abu, berat ekuivalen dan kadar gugus metoksil yang lebih rendah dibandingkan asam sitrat 3M. Proses evaporasi dapat meningkatkan rendemen, kadar air, kemurnian, kadar hidroksil fenolik, total kadar fenolik, berat ekuivalen, dan gugus metoksil lignin karena pada suhu 70-80 °C hanya air yang menguap, sementara struktur lignin mulai terdegradasi saat suhu mencapai 300 °C.

Kata kunci: asam sitrat, evaporasi, lignin, tandan kosong kelapa sawit

ABSTRACT

NASYA FADILAH. The Effect of Citric Acid Concentration and Black Liquor Evaporation on the Characteristics of Lignin Oil Palm Empty Fruit Bunch. Supervised by DEDED SARIP NAWAWI and WIDYA FATRIASARI.

Lignin is an aromatic biopolymer that can be isolated from oil palm empty fruit bunch (OPEFB) black liquor. Black liquor still contains a high amount of water, so it needs to be evaporated. This study analyzed the effect of citric acid concentration and evaporation pre-treatment on the characteristics of OPEFB lignin. Lignin was isolated through citric acid precipitation process (1M and 3M). The characteristics of lignin isolates were analyzed in the form of water content, ash content, lignin purity, total phenolic content, equivalent weight, phenolic hydroxyl content, lignin monomer type, lignin solubility in alkali and dioxane-water, functional groups, methoxyl groups, and thermal properties. Lignin isolated with 1M citric acid produced lower yield, water content, ash content, equivalent weight and methoxyl group content than 3M citric acid. The evaporation process can increase yield, moisture content, purity, phenolic hydroxyl content, total phenolic content, equivalent weight, and methoxyl groups of lignin because at 70-80 °C only water evaporates, while the lignin structure begins to degrade when the temperature reaches 300 °C.

Keywords: characteristic lignin, citric acid concentration, evaporation, lignin isolation



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 2025
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.

PENGARUH KONSENTRASI ASAM SITRAT DAN EVAPORASI LINDI HITAM TERHADAP KARAKTERISTIK LIGNIN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

NASYA FADILAH

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

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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. Istomo, M.Si.



@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.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Evaporasi Lindi Hitam terhadap Karakteristik Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit
Nama : Nasya Fadilah
NIM : E2401211001

Disetujui oleh

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

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

Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si
NIP. 1974042220050120017



Tanggal Ujian: 12 Juni 2025

Tanggal Lulus: 18 JUNI 2025

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 Januari 2025 sampai bulan Mei 2025 ini ialah isolasi serta karakterisasi lignin tandan kosong kelapa sawit, dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Evaporasi Lindi Hitam terhadap Karakteristik Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc.F.Trop 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 Bapak Gunawan selaku Laboran di Laboratorium Kimia Hasil Hutan, serta Akang/Teteh *Research Assistant* di Laboratorium iLab yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua saya Bapak Deden Supriatna dan Ibu Yani Mulyani serta kakak saya Teh Gina Mauluddina dan Teh Lulu Munawaroh, adik saya Ihsan Sohibul Aufa dan Dinda Yumna Azzahra, serta nenek saya dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Tidak lupa juga kepada teman dekat saya Uyuy, Yuniar, Yulia, Mutia, Icha, Maristya, Laila, teman seperbimbingan, dan teman-teman DHH 58 yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses perkuliahan dan penelitian ini.

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

Bogor, Juni 2025

Nasya Fadilah



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	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 Tandan Kosong Kelapa Sawit	3
2.2 Lignin	4
2.3 Asam Sitrat	5
2.4 Evaporasi	5
III METODE PENELITIAN	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 dan Kemurnian Lignin	12
4.2 Berat Ekuivalen	13
4.3 Kelarutan lignin	14
4.4 Total Gugus Hidroksil Fenolik (pH) dan Total Kadar Fenolik	16
4.5 Gugus Metoksil Lignin	18
4.6 Gugus Fungsi Lignin	19
4.7 Tipe Monomer Lignin	21
4.8 Sifat Termal Lignin	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik TKKS	3
2	Karakteristik lignin TKKS hasil isolasi lindi hitam dari proses <i>steam explosion</i> dengan H_2SO_4	4
3	Karakteristik lignin hasil isolasi dengan asam sitrat pada pH 3	5
4	Karakteristik lignin dari lindi hitam yang dievaporasi	5
5	Rendemen dan kemurnian isolat lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	12
6	Analisis semi-kuantitatif FTIR lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	20
7	Proporsi rasio S/G pada lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	22
8	Produk pirolisis lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	22
9	Stabilitas termal lignin dengan TGA	26

DAFTAR GAMBAR

1	Skema hasil pengolahan kelapa sawit	3
2	Diagram alir penelitian	7
3	Berat ekuivalen pada lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	14
4	Kelarutan lignin pada larutan alkali (a) dan larutan organik (b) hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	15
5	Total gugus $phOH$ dan TPC lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	17
6	Kandungan gugus metoksil lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	18
7	Spektra FTIR lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	21
8	Sebaran unit S, G, dan H pada lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	24
9	Analisis termal lignin TKKS hasil isolasi dengan perbedaan konsentrasi asam dan pra-perlakuan evaporasi	25

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan rendemen sampel LCA1	35
2	Perhitungan kadar air sampel LCA1	35
3	Perhitungan kadar abu lignin sampel LCA1	35
4	Perhitungan kemurnian sampel LCA1	35
5	Perhitungan kadar $phOH$ sampel LCA1	36
6	Perhitungan kandungan metoksil sampel LCA1	37



- 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.

7	Perhitungan total kadar fenolik sampel LCA1	37
8	Perhitungan berat ekuivalen sampel LCA1	37
9	Hasil uji ANOVA pada kadar air	38
10	Hasil uji ANOVA pada rendemen	38
11	Hasil uji ANOVA pada kadar abu	39
12	Hasil uji ANOVA pada kemurnian	39
13	Hasil uji korelasi kadar abu dan kemurnian	40
14	Hasil uji ANOVA pada phOH	40
15	Hasil uji ANOVA pada TPC	41
16	Hasil uji korelasi kadar hidroksil fenolik dan TPC	41
17	Hasil uji ANOVA pada berat ekuivalen	42
18	Hasil uji ANOVA pada gugus metoksil	42