

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK AEROGEL SELULOSA MIKROFIBRIL (MFC) DENGAN PENAMBAHAN LIGNIN DAN SILIKA JERAMI PADI

CYINTHIA WIDHIA SEFI



**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.



- 

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakteristik Aerogel Selulosa Mikrofibril (MFC) dengan Penambahan Lignin dan Silika Jerami Padi” 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, April 2025

Cynthia Widhia Sefi
E2401201026



@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.

ABSTRAK

CYINTHIA WIDHIA SEFI. Sintesis dan Karakteristik Aerogel Selulosa Mikrofibril (MFC) dengan Penambahan Lignin dan Silika Jerami Padi. Dibimbing oleh I NYOMAN JAYA WISTARA dan WIDYA FATRIASARI.

Jerami padi mengandung polimer seperti lignin, selulosa mikrofibril (MFC) dan silika yang dapat dimanfaatkan menjadi aerogel ramah lingkungan. Beberapa teknologi pembuatan aerogel berbasis MFC, lignin dan silika telah dilaporkan sebelumnya, tetapi kombinasi ketiga polimer tersebut belum dikembangkan. Penambahan lignin dan silika diharapkan dapat meningkatkan stabilitas termal dan kemampuan insulasi termal aerogel. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik MFC, lignin, silika dan aerogel MFC dengan penambahan lignin dan silika jerami padi. Isolasi MFC dilakukan melalui pemasakan soda, pemutihan dan hidrolisis asam, isolasi lignin menggunakan asam fosfat serta ekstraksi silika menggunakan asam klorida. Aerogel disintesis menggunakan pelarut NaOH-urea (1:4) dan pengeringan beku. Hasil penelitian menunjukkan MFC memiliki kandungan α -selulosa 69,72% dan kristalinitas 80%, sedangkan lignin dan silika memiliki kemurnian 54,24% dan 86,25%. Kerapatan dan porositas aerogel berada pada rentang 0,089-0,114 g/cm³ dan 93,1-94,2%. Analisis SEM menunjukkan lignin dan silika mengisi pori-pori aerogel. Penambahan lignin dan silika pada aerogel MFC dengan nisbah (3:1:2) atau ALS 2 menghasilkan konduktivitas termal terendah dan stabilitas termal tertinggi sehingga menjadi variabel paling optimal untuk insulasi termal.

Kata kunci: aerogel MFC, penambahan silika, penggabungan lignin, bahan pengisi, insulasi termal

ABSTRACT

CYINTHIA WIDHIA SEFI. Synthesis and Characteristic of Microfibrillated Cellulose Aerogel with the Addition of Lignin and Silica Derived from Rice Straw. Supervised by I NYOMAN JAYA WISTARA and WIDYA FATRIASARI.

Rice straw comprises lignocellulosic chemical components, including lignin and cellulose, and cellulose can be converted into microfibril cellulose (MFC). Additionally, it contains significant amounts of inorganic constituents such as silica. They can be used to create eco-friendly aerogels. While technologies based on MFC, lignin, and silica exist, their combined effects remain unexplored. The addition of lignin and silica aims to enhance the thermal stability and insulation properties of aerogel. This study focused on determining the characteristics of MFC, lignin, silica, and MFC aerogels incorporating rice straw lignin and silica in various compositions. Cellulose microfibrils were isolated using soda pulping, followed by bleaching and acid hydrolysis. Lignin was extracted through phosphoric acid precipitation, while silica extraction was conducted using hydrochloric acid. Aerogels were synthesized utilizing a NaOH-urea solvent in a 1:4 ratio through the freeze-drying technique. The findings indicated that the MFC had an α -cellulose content of 69.72% with a crystallinity of 80%, while the lignin and silica exhibited purities of 54.24% and 86.25%, respectively. The density and porosity of the aerogels ranged from 0.089 to 0.114 g/cm³ and 93.1% to 94.2%. SEM analysis revealed that lignin and silica occupied the pores of the aerogel. The addition of lignin and silica to the MFC aerogel in a ratio of 3:1:2, referred to as ALS 2, resulted in the lowest thermal conductivity and highest thermal stability, indicating it as the most optimal variable for thermal insulation.

Keywords: MFC aerogels, lignin incorporation, silica addition, filler, thermal insulation



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.

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK AEROGEL SELULOSA MIKROFIBRIL (MFC) DENGAN PENAMBAHAN LIGNIN DAN SILIKA JERAMI PADI

CYINTHIA WIDHIA SEFI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi 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. Lufthi Rusniaryah, S.P., M.Si
2. Anne Carolina, S.Si., M.Si

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakteristik Aerogel Selulosa Mikrofibril (MFC)
dengan Penambahan Lignin dan Silika Jerami Padi

Nama : Cyinthia Widhia Sefi
NIM : E2401201026

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. I Nyoman Jaya Wistara, Ph.D.
NIP. 196312311989031027

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut. M.M.
NIP. 197712082006042022




Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian:
23 April 2025

Tanggal Lulus: 07 MAY 2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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 pada bulan Juni sampai bulan Desember 2024 ini ialah “Sintesis dan Karakteristik Aerogel Selulosa Mikrofibril (MFC) dengan Penambahan Lignin dan Silika Jerami Padi”.

Selama penulis menempuh pendidikan dan melakukan penelitian untuk menyelesaikan studi sarjana, penulis menerima banyak dukungan, bantuan, dan doa yang diberikan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Dosen pembimbing yakni Prof. I Nyoman Jaya Wistara, Ph.D. dan Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut. M.M. yang telah membimbing dan banyak memberi saran serta masukan mulai dari penelitian, penyusunan proposal, pengambilan data dan penyusunan skripsi.
2. Orang tua terkasih yakni Ayahanda Perwito dan Ibunda Hartini serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang.
3. *Integrated Laboratory of Bioproduct (iLab)* Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk BRIN yang telah memberi izin penelitian, dan teman-teman Laboratorium Kertas Kering yakni Eko Budi Santoso, Dewi Shafa Kayla, Ade Pera Amydha, Attala Rania Pelangi, Azizatul Karimah, Khairunnisa, Muhammad Rasyidur Ridho yang telah membantu penulis melakukan penelitian dan memberikan dukungan selama masa penyusunan tugas akhir.
4. Teman-teman penulis yakni Pirda Maharani Nafisah, Alysya Bell Apriliana, Vera Indriaswari, Adit Muhammad, Vallen Arrow, Muhammad Haikal Alatas, Dwi Indah Yulianti, Gianissa Salsabila, Anzani Septiarani, Salahuddin Gymnastiar, Putri Fauzatun Nadhira dan Muhammad Farhan Ali yang selalu menemani dan mendukung selama penyusunan tugas akhir.
5. Teman-teman Departemen Hasil Hutan Angkatan 56 dan 57 Fakultas Kehutanan dan Lingkungan atas dukungan dan semangatnya.

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

Bogor, April 2025

Cynthia Widhia Sefi



@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	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mikrofibril Selulosa (MFC) Jerami Padi	5
2.2 Lignin Jerami Padi sebagai <i>Filler Aerogel</i>	5
2.3 Silika Jerami Padi sebagai <i>Filler Aerogel</i>	6
2.4 Aerogel Selulosa dan MFC	7
2.5 Metode Sintesis Aerogel	9
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Prosedur Kerja	10
3.3 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakter Selulosa Mikrofibril, Lignin dan Silika Jerami Padi	18
4.2 Karakter Aerogel	26
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	52



DAFTAR TABEL

1	Perkembangan aerogel berbasis selulosa, MFC, lignin dan silika	8
2	Perbandingan komposisi bahan baku dan pelarut pada aerogel	12
3	Komponen kimia MFC jerami padi	18
4	Karakteristik lignin jerami padi	19
5	Karakteristik silika jerami padi	20
6	Puncak bilangan gelombang (PBG), absorbansi (A), dan interpretasinya	21
7	Hasil analisis unsur MFC, lignin dan silika jerami padi	24
8	Data suhu termogram TGA dan DTGA MFC, lignin, silika jerami padi	25
9	Uji ANOVA kerapatan dan porositas aerogel	26
10	Nilai kerapatan massa, porositas, luas permukaan spesifik, ukuran pori dan konduktivitas termal aerogel jerami padi	30
11	Data suhu termogram TGA dan DTGA aerogel dari jerami padi	32

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	10
2	Spektra FTIR dari MFC, lignin dan silika jerami padi	20
3	Difaktogram XRD dari MFC, lignin dan silika jerami padi	22
4	Morfologi permukaan MFC (a); lignin (b); silika jerami padi (c)	23
5	Kurva termogram TGA dan DTG dari MFC, lignin dan silika jerami padi	25
6	Hubungan kerapatan massa dan porositas aerogel	27
7	Spektra FTIR dari aerogel MFC murni dengan nisbah 3:0:0 (AS); aerogel MFC dengan penambahan lignin dan silika dengan nisbah 3:1:1 (ALS 1); nisbah 3:1:2 (ALS 2); nisbah 3:2:1 (ALS 3)	28
8	Tampilan fisik MFC (a); lignin (b); silika (c); aerogel jerami padi (d).	29
9	Morfologi permukaan aerogel MFC murni dengan nisbah 3:0:0 (AS) (a); aerogel MFC dengan penambahan lignin dan silika dengan nisbah 3:1:1 (ALS 1) (b); nisbah 3:1:2 (ALS 2) (c); nisbah 3:2:1 (ALS 3) (d).	29
10	Kurva konduktivitas termal dari aerogel MFC murni dengan nisbah 3:0:0 (AS); aerogel MFC dengan penambahan lignin dan silika dengan nisbah 3:1:1 (ALS 1); nisbah 3:1:2 (ALS 2); nisbah 3:2:1 (ALS 3)	31
11	Kurva TGA (kiri) dan DTGA (kanan) dari aerogel MFC murni dengan nisbah 3:0:0 (AS); aerogel MFC dengan penambahan lignin dan silika dengan nisbah 3:1:1 (ALS 1); nisbah 3:1:2 (ALS 2); nisbah 3:2:1 (ALS 3).	32
12	Tahapan <i>gate to gate</i> pada LCA	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan bahan kimia proses delignifikasi	45
2	Contoh perhitungan komponen kimia MFC	46
3	Contoh perhitungan karakteristik lignin	47
4	Contoh perhitungan karakteristik silika	49
5	Contoh perhitungan kerapatan, porositas, kristalinitas dan rendemen	50



IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —