



KARAKTERISTIK PREKURSOR *AEROGEL* DARI KAYU BALSA DAN KAYU PULAI

HAPIDH ALAUDIN SYALSABIL



**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 prekursor *aerogel* dari kayu balsa dan kayu pulai” 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

Hapidh Alaudin Syalsabil
E2401201068



@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

HAPIDH ALAUDIN SYALSABIL. Karakteristik Prekursor *Aerogel* dari Kayu Balsa dan Kayu Pulai. Dibimbing oleh **IMAM WAHYUDI** dan **SARAH AUGUSTINA.**

Efek rumah kaca telah mendorong berkembangnya teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon, dengan menghasilkan material maju yang dinamakan *aerogel*. Sayangnya, *aerogel* yang diproduksi masih menggunakan logam berpori yang pengadaannya mahal. Efektivitas pembuatan *aerogel* ditentukan oleh tahapan delignifikasi yang umumnya dilakukan satu tahap. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh proses delignifikasi dua tingkat terhadap struktur anatomi prekursor *aerogel* yang terbuat dari kayu balsa dan kayu pulai khususnya diameter pori, porositas, warna, kerapatan, komponen kimia dan *weight loss*. Delignifikasi pertama dilakukan menggunakan campuran $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$ selama 8, 9 dan 10 jam pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ dan dilanjutkan menggunakan H_2O_2 selama 1 dan 3 jam pada suhu yang sama. Setelah didelignifikasi, sampel dibekukan dalam *freezer* ($-20\text{ }^\circ\text{C}$) selama 24 jam, dikering-bekukan dalam *freeze drier* ($-50\text{ }^\circ\text{C}$) selama 48 jam dan dikering-ovenkan, serta diuji. Hasil penelitian menunjukkan proses delignifikasi tidak memengaruhi struktur anatomi kayu. Prekursor *aerogel* yang dihasilkan lebih cerah, lebih ringan dan lebih *porous*. Analisis komponen kimia mengindikasikan hemiselulosa dan lignin telah terdegradasi. Delignifikasi yang paling optimal adalah perlakuan 10N3H untuk kedua jenis kayu.

Kata kunci: *Aerogel*, delignifikasi, efek rumah kaca, kayu Balsa, kayu Pulai.

ABSTRACT

HAPIDH ALAUDIN SYALSABIL. *The characteristics of precursor aerogel made from balsa and pulai wood. Supervised by IMAM WAHYUDI and SARAH AUGUSTINA.*

The greenhouse effect has encouraged the development of carbon capture and storage technology, producing advanced products called aerogels. Unfortunately, the aerogel produced still uses *porous* metal, which is expensive to procure. Effectiveness of aerogel manufacture is affected by delignification process, which is usually using one-stage process. This research aims to examine effect of a two-stage delignification on the anatomical structure of aerogel precursors made from balsa and pulai wood, especially pore diameter, porosity, color, density, chemical components and the weight loss. The first delignification was carried out using a mixture of $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$ for 8, 9 and 10 hours at a temperature of $100\text{ }^\circ\text{C}$ and continued with H_2O_2 for 1 and 3 hours at the same temperature. After delignification, the samples were frozen in a freezer ($-20\text{ }^\circ\text{C}$) for 24 hours, freeze-dried in a freeze drier ($-50\text{ }^\circ\text{C}$) for 48 hours and oven-dried, then tested. The results show that the delignification process does not affect the anatomical structure of the wood. The resulting aerogel precursor is brighter, lighter and more *porous*. Chemical component analysis indicated that hemicellulose and lignin had been degraded. The most optimal delignification is 10N3H treatment for both wood species.

Keywords: Aerogel, Balsa wood, delignification, greenhouse effect, Pulai wood



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 PREKURSOR *AEROGEL* DARI KAYU BALSA DAN KAYU PULAI

HAPIDH ALAUDIN SYALSABIL

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
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.

Judul Skripsi : Karakteristik Prekursor *Aerogel* dari Kayu Balsa dan Kayu Pulai
Nama : Hapidh Alaudin Syalsabil
NIM : E2401201068

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS



Pembimbing 2:
Dr. Sarah Augustina, SHut., MSi.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, SHut, MSi.
NIP 197404222005012001





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 September 2023 sampai bulan Juni 2024 ini ialah prekursor *aerogel*. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk karya ilmiah yang berjudul “Karakteristik prekursor *aerogel* kayu balsa dan kayu pulai”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi, MS. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Sarah Augustina, SHut., MSi. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar dan penguji luar komisi.

Menyadari bahwa semua pembelajaran dan studi ini dibantu oleh berbagai pihak, maka izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih dan mengabadikan nama berbagai pihak, antara lain kepada:

1. Kedua orang tua, yaitu Hasanudin (bapak) dan Wiwin Yulianti (ibu) yang telah memberikan yang terbaik kepada penulis
2. Adik tercinta, Naura Hanifa Nabihah, yang selalu memberikan semangat.
3. Isra Aqsa yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian dan petualangan.
4. Aisyah, Serina, Susmelli dan Tasya yang telah membantu mengarahkan penulis.
5. Kang Gilang dan teh Dhiya selaku staf laboratorium TPMK yang turut serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman mahasiswa di Departemen Hasil Hutan 57, warga FARBAH, Himagasol, UKM karate IPB dan kawan Rimbakupukul yang telah banyak membantu dan kebersamaan penulis dalam menempuh pendidikan di Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB University, Bogor.

Semoga karya ilmiah ini bisa menjadi manfaat bagi yang membutuhkan dan memberikan informasi serta kemajuan dalam bidang pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Hapidh Alaudin Syalsabil

DAFTAR ISI

| | |
|--|----|
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 3 |
| 1.4 Manfaat | 3 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Kayu Balsa | 4 |
| 2.2 Kayu Pulai | 4 |
| 2.3 Delignifikasi | 5 |
| 2.4 <i>Carbon Capture and Storage (CCS)</i> | 5 |
| 2.5 <i>Precursor Wood Aerogel</i> | 6 |
| III METODE | 7 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 7 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 7 |
| 3.3 Prosedur Penelitian | 7 |
| 3.3.1 Persiapan sampel uji | 7 |
| 3.3.2 Persiapan larutan untuk delignifikasi | 8 |
| 3.3.3 Proses delignifikasi | 8 |
| 3.3.4 Pengamatan struktur anatomi dan warna kayu | 8 |
| 3.3.5 Kerapatan, persen pori (porositas) dan diameter pori | 9 |
| 3.3.6 Pengukuran <i>weight loss</i> | 9 |
| 3.3.7 Uji FTIR | 10 |
| 3.4 Analisis Data | 10 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 11 |
| 4.1 Struktur Anatomi dan Warna Kayu | 11 |
| 4.2 Kerapatan dan Porositas | 15 |
| 4.3 <i>Weight loss</i> | 17 |
| 4.4 Analisis FTIR | 18 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 21 |
| 5.1 Simpulan | 21 |
| 5.2 Saran | 21 |
| DAFTAR PUSTAKA | 22 |
| LAMPIRAN | 25 |
| RIWAYAT HIDUP | 32 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Kode sampel uji kayu balsa dan kayu pulai pada masing-masing perlakuan | 8 |
| 2. | Rata-rata diameter pori pada kayu balsa dan kayu pulai di setiap perlakuan | 12 |
| 3. | Warna kayu berdasarkan <i>database</i> | 15 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Diagram alir | 7 |
| 2. | Tampilan penampang lintang kayu Balsa: a) kontrol/BFD, b) 8N1H, c) 8N3H, d) 9N1H, e) 9N3H, f) 10N1H, dan g) 10N3H | 11 |
| 3. | Tampilan penampang lintang kayu Pulai: a) kontrol/PFD, b) 8N1H, c) 8N3H, d) 9N1H, e) 9N3H, f) 10N1H, dan g) 10N3H | 11 |
| 4. | Perubahan warna kayu Balsa: a) kontrol/PFD, b) 8N1H, c) 8N3H, d) 9N1H, e) 9N3H, f) 10N1H, dan g) 10N3H | 13 |
| 5. | Perubahan warna kayu Pulai: a) kontrol/PFD, b) 8N1H, c) 8N3H, d) 9N1H, e) 9N3H, f) 10N1H, dan g) 10N3H | 13 |
| 6. | Perubahan warna kayu berdasarkan ΔE Lab (atas), ΔE Lch (tengah) dan L (bawah) | 14 |
| 7. | Pengaruh waktu delignifikasi terhadap warna kayu | 15 |
| 8. | Perbandingan nilai kerapatan kayu | 16 |
| 9. | Perubahan porositas akibat delignifikasi bertingkat | 17 |
| 10. | Nilai <i>weight loss</i> kayu akibat delignifikasi bertingkat | 17 |
| 11. | Hasil uji FTIR kayu Balsa tanpa perlakuan (<i>freeze dry</i>) dan setelah perlakuan delignifikasi bertingkat | 18 |
| 12. | Hasil uji FTIR kayu Pulai tanpa perlakuan (<i>freeze dry</i>) dan setelah perlakuan delignifikasi bertingkat | 19 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Hasil analisis data proses delignifikasi bertingkat terhadap perubahan warna | 26 |
| 2. | Hasil analisis data proses delignifikasi terhadap kerapatan | 29 |
| 3. | Hasil analisis data proses delignifikasi bertingkat terhadap porositas | 30 |
| 4. | Hasil analisis data proses delignifikasi bertingkat terhadap <i>weight loss</i> | 30 |