

Received : August 2019

Accepted: October 2019

Published : October 2019

Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Serbuk Meranti Kuning (*Shorea macrobalanos*)

Gusti Umindya Nur Tajalla^{1*}, Sabrina Humaira², Ade Wahyu Yusariarta Putra Parmita³,
Ainun Zulfikar⁴

^{1,2,3,4}Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

*Email: gusti.unt@itk.ac.id

Abstract

Meranti (Shorea macrobalanos) is a typical wood from Kalimantan that is still valued as a raw material of furniture production. According to statistical data, meranti sawdust waste reached 44% and has not been widely used. It is known that meranti has a high lignocellulose content, which are 38.18% of lignin, 26.03% of hemicellulose and 40.33% of cellulose. Due to the high cellulose level, meranti becomes an alternative source of cellulose which can be applied in composites, biomaterials, and membranes. Therefore, this study aims to produce cellulose from yellow-colored meranti sawdust waste using an alkali treatment, NaOH 17.5%, with a variation of extract time of 20, 40, and 60 minutes. Cellulose characterization was performed using the Chesson-Datta method, fourier-transferred infrared spectroscopy (FTIR), and scanning electron microscope (SEM). The Chesson-Datta test showed that cellulose concentration escalated by increasing process time, which is 45%, 47% and 53% at 20, 40, and 60 minutes respectively. Increased levels of cellulose were followed by decreasing concentrations of lignin and hemicellulose. The FTIR results presented a strengthening of the intensity in the C-O-C functional group which indicated an increase in cellulose levels. Meanwhile, a decrease intensity was also revealed in the aromatic C=C and C=O groups, which implied a reduction in the amount of lignin and hemicellulose. Through the SEM, the surfaces were recognizably less dense by increasing extract time. It is because of the degradation of lignin and hemicellulose. Herein, the most optimum yield was achieved in 60 minutes to produce up to 53% of cellulose. Thus, yellow-colored meranti sawdust wastes become a high potential source of cellulose.

Keywords: yellow-colored meranti, alkali treatment, cellulose

Abstrak

Meranti (*Shoreamacrobalanos*) merupakan kayu khas Kalimantan yang saat ini masih dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan furnitur. Menurut data statistik, limbah serbuk kayu meranti yang dihasilkan mencapai 44% dan belum banyak dimanfaatkan. Telah diketahui bahwa meranti memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi, yaitu 38,18% lignin, 26,03% hemiselulosa, dan 40,33% selulosa. Dengan kandungan selulosa yang tinggi, meranti menjadi salah satu alternative sumber selulosa yang kemudian dapat diaplikasikan di bidang komposit, biomaterial, dan membran. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan selulosa dari limbah serbuk meranti kuning dengan menggunakan metode alkalisasi, NaOH 17,5%, dengan variasi waktu ekstrak selama 20, 40, dan 60 menit. Karakterisasi selulosa dilakukan dengan menggunakan uji Chesson-Datta, *fourier-transferred infrared* (FTIR), dan *scanning electron microscope* (SEM). Uji Chesson-Datta menunjukkan semakin lama waktu alkalisasi dapat meningkatkan konsentrasi selulosa, yaitu 45%, 47% dan 53% pada waktu alkalisasi 20, 40, dan 60 menit. Peningkatan kadar selulosa diikuti dengan menurunnya konsentrasi lignin dan hemiselulosa. Hasil FTIR menunjukkan penurunan intensitas pada gugus C=O yang mengindikasikan adanya penurunan jumlah lignin dan hemiselulosa seiring dengan meningkatnya waktu. Hasil morfologi SEM juga menunjukkan permukaan yang semakin tidak rapat seiring dengan meningkatnya waktu alkalisasi. Hal ini diakibatkan terjadi degradasi lignin dan hemiselulosa. Pada penelitian ini, hasil paling optimum dicapai pada waktu 60 menit dengan menghasilkan selulosa hingga 53%. Sehingga, limbah serbuk meranti memiliki potensi sebagai sumber selulosa yang cukup tinggi.

Kata kunci: meranti kuning, alkalisasi, selulosa

1. Pendahuluan

Meranti adalah jenis kayu yang berasal dari marga *Shorea* dari suku *dipterocarpaceae*. Di Indonesia, khususnya Kalimantan, suku ini tumbuh sekitar 67% dari tegakan pohon yang ada. Meranti merupakan salah satu jenis pohon yang berperan penting dalam perdagangan kayu dunia dikarenakan kayu meranti menjadi komoditi utama dalam pembuatan interior, ukiran, dan perabotan rumah. Proses produksi furniture tersebut, menurut *Center for International Forestry Research* (CIFOR) dan *International Tropical Organization* (ITTO) (2009), dapat menghasilkan limbah kayu meranti hingga 44%. Sehingga, pemanfaatan limbah serbuk meranti mulai dimanfaatkan sebagai sumber *xylose* [1], absorban limbah air dan logam [2], [3], *biochar* [4], dan sumber selulosa.

Selulosa merupakan rantai polimer dengan kristalinitas tinggi yang tersusun atas karbon, hidrogen, dan oksigen. Hal ini yang menyebabkan selulosa relatif stabil terhadap panas, tidak larut dalam air maupun larutan basa dan tahan terhadap hidrolisis asam kecuali pada temperatur dan konsentrasi tinggi [5]. Dari segi sifat mekanik, selulosa memiliki kekuatan dan modulus regangan yang tinggi. Selulosa juga mudah terdegradasi oleh alam, sehingga dapat mengurangi emisi. Sehingga, selulosa dapat diaplikasikan dalam berbagai aplikasi yaitu bahan baku pembuatan kertas, bioetanol, nanokomposit, membran, dan biomedis. Telah diketahui bahwa kayu meranti memiliki kandungan selulosa sebesar 41%. Dengan kadar selulosa tinggi, meranti cocok untuk dijadikan sumber selulosa. Namun, serbuk meranti juga mengandung 33% lignin dan 32% hemiselulosa [6] yang dapat mengurangi kristalinitas selulosa sehingga dapat mengurangi kemurnian dari selulosa tersebut sehingga perlunya dilakukan ekstraksi selulosa.

Untuk mendapatkan selulosa yang lebih murni dari lignoselulosa diperlukan suatu proses untuk memisahkan selulosa dari hemiselulosa dan lignin yang dikenal dengan

proses delignifikasi, yaitu dengan menggunakan larutan alkali [7]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ahmad melaporkan penggunaan perlakuan bertahap dengan menggunakan NaOH, CH₃COOH, dan H₂SO₄, kandungan lignin secara efektif menurun dari yang semula 21% menjadi 3,5% [6]. Namun, belum dijelaskan pengaruhnya terhadap jumlah selulosa. Selain itu, perlakuan bertahap memerlukan waktu yang cukup panjang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisa salah satu perlakuan, yaitu alkali dengan variasi waktu untuk mendapatkan kandungan selulosa yang paling optimum.

2. Metoda Penelitian

2.1. Material

Serbuk meranti yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah kayu pemotongan komersial di Balikpapan. Limbah serbuk yang digunakan adalah jenis kayu meranti kuning yang bersih. Proses alkalisasi menggunakan NaOH tanpa perlakuan tambahan dan metode Chesson-Datta menggunakan asam sulfat analitik yang diperoleh dari (Rofa Laboratorium Centre, Bandung).

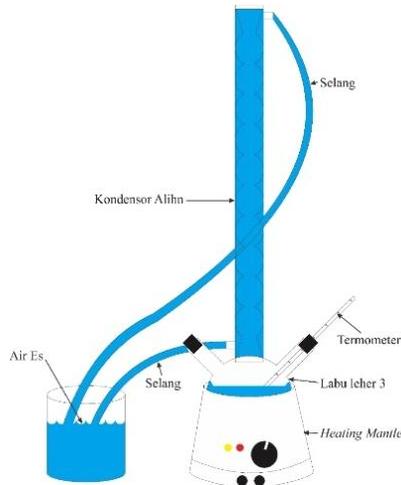
2.2. Preparasi Bahan

Sebelum dilakukan perlakuan alkalisasi, serbuk meranti kuning dibersihkan dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran pada permukaan dan dikeringkan dengan oven pada temperatur 80°C selama 1 jam untuk menghilangkan kandungan air pada serbuk meranti.

2.3. Perlakuan Alkalisasi

Proses alkalisasi dilakukan dengan menggunakan alat refluks seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1 dengan konsentrasi NaOH 17,5%. Proses tersebut dilakukan dengan variasi waktu perlakuan yaitu 20, 40, dan 60 menit. Parameter proses diatur pada temperatur 80°C dan kecepatan pengadukan 1000 rpm. Rasio antara larutan

NaOH dengan serbuk meranti kuning adalah 1:100.



Gambar 1. Ilustrasi rangkaian perlakuan alkalisasi

2.4. Analisis Kandungan Lignoselulosa

Metode Chesson-Datta pada penelitian ini digunakan untuk menghitung kandungan lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) secara kuantitatif.

Sebanyak 1 gr serbuk meranti (berat konstan) dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan aquades sebanyak 150 ml. Serbuk meranti kemudian direfluks selama 2 jam dengan temperatur 100°C . Setelah itu, serbuk disaring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 300 ml dan pH 7. Serbuk kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 80°C hingga berat konstan. Residu yang dihasilkan merupakan *hot water soluble* (a).

Residu kering (a) dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan 150 ml H_2SO_4 0,5 M kemudian direfluks pada temperatur 100°C selama 2 jam. Setelah itu, residu disaring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 300 ml dan pH 7. Residu dikeringkan hingga berat konstan dan ditimbang (b), sehingga didapatkan berat yang hilang sebagai hemiselulosa.

Residu kering (b) dimasukkan lagi ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan 10 ml 72% (v/v) H_2SO_4 , kemudian direndam selama 4 jam pada suhu kamar. Setelah itu, larutan diencerkan dengan menambahkan 150 ml H_2SO_4 0,5 M dan direfluks pada temperatur

100°C selama 2 jam. Residu kemudian disaring dan dicuci dengan aquades hingga volume filtrat 400 ml dan pH 7. Residu dikeringkan hingga berat konstan dan ditimbang (c), sehingga didapatkan berat yang hilang sebagai selulosa. Sedangkan, berat residu akhir merupakan lignin (d).

2.5. Fourier-Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy

Karakterisasi selulosa dengan menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dilakukan di Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya (Shimadzu 8400S, Jepang) untuk menganalisis gugus fungsi pada material. Sampel yang dianalisis yaitu serbuk meranti tanpa perlakuan alkali (kontrol) dan serbuk meranti dengan tiga variasi waktu perlakuan alkali. Spektrum FTIR direkam antara spektrum $500\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$, pada temperatur 20°C , dan dengan metoda pelet KBr.

2.6. Scanning Electron Microscope (SEM)

Karakterisasi selulosa menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) digunakan untuk menganalisis morfologi serat serbuk meranti. Sampel dilapisi dengan emas menggunakan *sputter coater* dan tegangan sebesar 5 kV. Pengujian dilakukan di Pusat Pengembangan Nanosains dan Nanoteknologi (PPNN) Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung (SEM Hitachi SU3500, Jepang). Sampel yang dianalisis yaitu serbuk meranti tanpa perlakuan alkali (kontrol) dan serbuk meranti dengan tiga variasi waktu perlakuan alkali.

3. Hasil Penelitian

3.1. Perhitungan Massa Awal dan Akhir

Proses alkalisasi mengakibatkan terjadi perubahan massa awal dan akhir serbuk meranti kuning yang ditunjukkan pada Tabel 1. Menurut Tabel 1, lama waktu perendaman memengaruhi pengurangan massa berat. Semakin lama waktu perendaman, pengurangan massa kering sampel juga bertambah, yaitu 1,15; 1,28; dan 1,45 gr.

Tabel 1. Massa awal dan akhir sebelum dan setelah proses alkalisasi

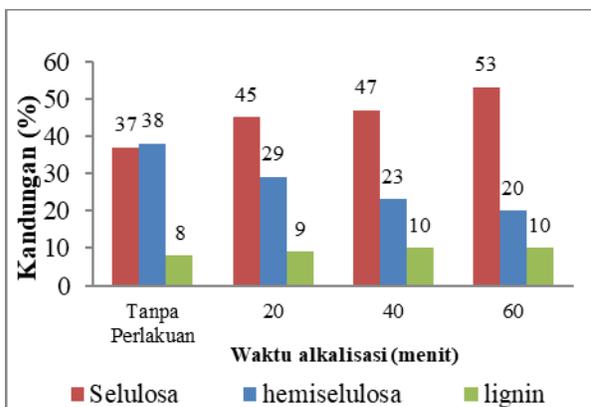
| No. | Massa Awal (gr) | Massa Akhir (gr) |
|---------------------|-----------------|------------------|
| TanpaPerlakuan | | 3 |
| Alkalisasi 20 menit | | 1,85 |
| Alkalisasi 40 menit | 3 | 1,72 |
| Alkalisasi 60 menit | | 1,55 |

Pengurangan massa awal dan akhir setelah alkalisasi dari serbuk meranti kuning diindikasikan sebagai lignin dan hemiselulosa yang larut. Sehingga semakin tinggi waktu alkalisasi, semakin banyak kandungan lignin yang terdegradasi oleh NaOH. Dengan terlarutnya sebagian kandungan lignin dan hemiselulosa tersebut akan menyebabkan berkurangnya berat serbuk (*sawdust*) meranti kuning tersebut [8].

3.2. Analisis Kandungan Lignoselulosa

Analisis kandungan lignoselulosa bertujuan untuk menghitung kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin sebelum dan sesudah perlakuan alkalisasi. Hasil uji Chesson-datta (Gambar 2) menunjukkan kandungan selulosa semakin meningkat dari 37% ke 45% dan 47% pada waktu alkalisasi 20 dan 40 menit. Kandungan selulosa paling tinggi dicapai pada waktu 60 menit, yaitu 53%.

Meningkatnya kandungan selulosa seiring dengan meningkatnya waktu alkalisasi



Gambar 2. Kandungan lignoselulosa dari serbuk meranti tanpa perlakuan dan alkalisasi selama 20, 40, dan 60 menit.

dikarenakan pengaruh larutan alkali terhadap penghilang lignin terutama disebabkan oleh ikatan ester antara selulosa dan kompleks lignin yang tidak stabil. Lignin yang terlepas akan berikatan dengan alkali membentuk lignin alkali kompleks yang larut di dalam pelarut. Dengan begitu, semakin lama waktu alkalisasi, semakin banyak pula NaOH yang dapat memutuskan ikatan antara selulosa dengan hemiselulosa dan lignin. Sehingga, konsentrasi selulosa di dalam larutan meningkat [9].

Hal tersebut didukung oleh analisis kandungan hemiselulosa dan lignin melalui pengujian chesson data. Gambar 2 memperlihatkan kandungan hemiselulosa yang menurun dari 38% (tanpa perlakuan) hingga 29%, 23%, dan 20% pada waktu alkalisasi 20, 40, dan 60 menit. Sedangkan lignin berkurang secara konstan antara 8-10%.

Menurut Putera, meningkatnya lignin dengan seiring bertambahnya waktu alkalisasi disebabkan penggunaan asam kuat, H_2SO_4 , di dalam proses Chesson-Datta. Konsentrasi H_2SO_4 dan temperatur proses yang cukup tinggi, yaitu 72% dan $100^\circ C$, menyebabkan lignin yang menguap saat dipanaskan mengalami kondensasi dan mengendap. Proses penyaringan dan pencucian setelah proses reflus diduga kuat kurang bersih, sehingga lignin masih terikat. Fenomena ini yang menyebabkan kandungan lignin bertambah [10].

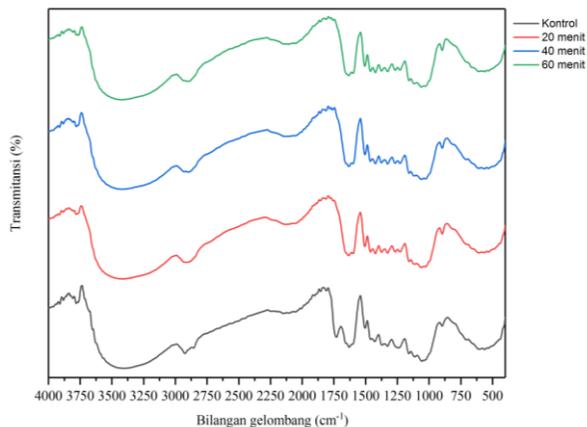
3.3. Analisis *Fourier-Transferred Infrared Spectroscopy*

Analisis gugus fungsi dengan menggunakan *fourier-transferred infrared* (FTIR) *spectroscopy* pada sampel tanpa perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3. Bilangan gelombang 3406, 2923, 2856, 1728, 1629, 1504, 1461, 1159, dan 896 cm^{-1} menunjukkan gugus O-H, C-H, C=O, C=C, C-H, dan C-O yang menunjukkan adanya lignin, hemiselulosa, dan selulosa pada sampel tanpa perlakuan.

Senyawa selulosa dapat diindikasikan dengan munculnya bilangan gelombang 1427

dan 896 cm^{-1} di semua sampel. Selain itu, bilangan gelombang $896,84\text{ cm}^{-1}$ juga teridentifikasi di semua sampel. Hal ini mengindikasikan adanya ikatan β glikosida. Dengan struktur kimia inilah yang menyebabkan selulosa tidak mudah larut dan bersifat kristalin sehingga tidak mudah terdegradasi oleh larutan kimia [10].

Gambar 3 juga menunjukkan adanya perubahan intensitas pada beberapa bilangan gelombang yang teridentifikasi pada 2856 dan 1728 cm^{-1} setelah perlakuan alkalisasi selama 20, 40, dan 60 menit. Bilangan gelombang 1728 cm^{-1} yang menunjukkan gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$ mengalami penurunan intensitas. Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan kadar hemiselulosa.

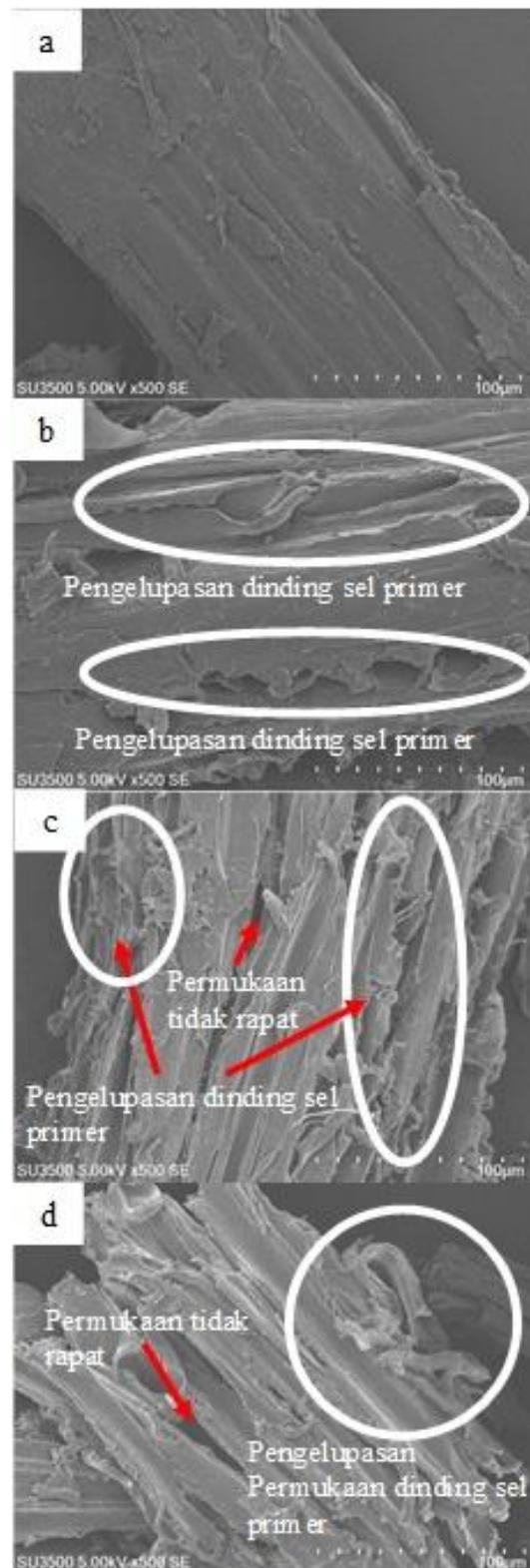


Gambar 3. Spektroskopi FTIR dari serbuk meranti tanpa perlakuan dan alkalisasi selama 20, 40, dan 60 menit.

3.4. Analisis Scanning Electron Microscope

Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk menganalisis morfologi permukaan serbuk meranti tanpa perlakuan dan setelah proses alkalisasi. Gambar 4 menunjukkan hasil morfologi dari serbuk meranti kuning tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkalisasi selama 20 menit, 40 menit dan 60 menit.

Gambar 4 (a) terlihat bahwa serbuk meranti kuning memiliki permukaan yang rapat hal ini dikarenakan kandungan lignin masih terdapat pada dinding sel serbuk meranti kuning dan melindungi selulosa. Sedangkan pada Gambar 4 (b) menunjukkan mulai adanya



Gambar 4. Morfologi SEM (a) Tanpa perlakuan, alkalisasi dengan waktu (a) 20, (b) 40, dan (d) 60 menit

sedikit pengelupasan pada dinding sel primer pada permukaan serbuk meranti kuning, pada

Gambar 4 (c) dinding sel primer dari serbuk meranti kuning terkelupas dan hancur sehingga menyebabkan permukaan serbuk kayu meranti kuning tidak rapat, sedangkan pada Gambar 4 (d) dinding sel primer serbuk meranti kuning juga terkelupas dan hancur sehingga membuat permukaan serbuk meranti bagian dalam serbuk meranti kuning terbuka.

Dinding sel primer serbuk meranti kuning tanpa perlakuan semakin terdegradasi seiring dengan meningkatnya waktu alkalisasi dikarenakan adanya perusakan lignin dan larutnya hemiselulosa dalam perlarut [6].

4. Kesimpulan

Ekstraksi selulosa dengan menggunakan metode alkalisasi telah berhasil dilakukan. Berdasarkan penelitian ini, lama waktu alkalisasi memengaruhi kadar selulosa yang dihasilkan. Semakin lama waktu alkalisasi, kadar selulosa juga meningkat. Waktu paling optimum untuk menghasilkan kadar selulosa tertinggi, yaitu 53%, adalah 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa limbah serbuk meranti kuning berpotensi untuk menjadi sumber alternatif selulosa.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut terkait pengaruh rasio serbuk dan larutan NaOH untuk mendapatkan kadar selulosa yang optimum.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang setinggi-tingginya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Kalimantan (ITK) yang telah membantu dan mendukung penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

[1] I. S. M. Rafiqul and A. M. M. Sakinah, "Kinetic studies on acid hydrolysis of Meranti wood sawdust for xylose production," *Chem. Eng. Sci.*, vol. 71, pp. 431–437, 2012.

- [2] A. Ahmad, M. Rafatullah, O. Sulaiman, M. H. Ibrahim, and R. Hashim, "Scavenging behaviour of meranti sawdust in the removal of methylene blue from aqueous solution," vol. 170, pp. 357–365, 2009.
- [3] M. Rafatullah, O. Sulaiman, R. Hashim, and A. Ahmad, "Adsorption of copper (II), chromium (III), nickel (II) and lead (II) ions from aqueous solutions by meranti sawdust," vol. 170, pp. 969–977, 2009.
- [4] X. Zhang, "Characterizations of Bio-char from Fast Pyrolysis of Meranti Wood Sawdust Characterizations of Bio-char from Fast Pyrolysis of Meranti Wood Sawdust," 2015.
- [5] P. Coniwanti, M. Dani, and Z. S. Daulay, "Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) dari Selulosa Limbah Kulit Kacang Tanah," vol. 21, no. 4, pp. 57–64, 2015.
- [6] Z. S. Ahmad, "Characterization of Meranti wood Sawdust and Removal of Lignin Content using Pre-treatment Process," pp. 598–606, 2016.
- [7] Steven, Mardiyati, and R. Suratman, "Pembuatan Mikrokristalin Selulosa Rotan Manau (Calamus Manan Sp .) Serta Karakterisasinya," pp. 89–96, 2014.
- [8] G. W. Aniriani and N. F. Apriliana, "Delignifikasi dan Ekstraksi Polisakarida Jerami Menggunakan Teknik Kimiawi sebagai Tahap Awal Pembuatan Bioetanol," pp. 66–74, 2017.
- [9] I. B. W. Gunam, N. M. Wartini, A. A. M. D. Aggreni, and P. M. Suparyana, "Delignifikasi Ampas Teb dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Proses Sakarifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar dari *Aspergillus Niger* FNU 6018," no. January, 2011.
- [10] R. D. H. Putera, "Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dengan Variasi Pelarut Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)," 2012.