



Studi Pengaruh Waktu Alkalisasi pada Ekstraksi Selulosa Berbasis Serat Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Ainun Zulfikar¹, Ni Putu Srinity Novi Kartika Putri², Gusti Umindya Nur Tajalla³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Material dan Metalurgi, Jurusan Ilmu Kebumihan dan Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: ainun@lecturer.itk.ac.id

Abstract

This study uses fiber from water hyacinth as the object of research, which is a plant that contains lignocellulose which consists of cellulose, lignin, and hemicellulose. Cellulose extraction is needed to obtain purer cellulose. The cellulose extraction method used was alkalization, using a 17.5% NaOH solution in a mass: volume ratio of 1: 100 with a variation of alkalization time for 20 minutes, 40 minutes and 60 minutes and the alkalization method uses the reflux heating method. Tests used in this study were include gravimetric methods namely Chesson Datta, Fourier Transform Infrared (FTIR), and Scanning Electron Microscope (SEM). Chesson Datta is used to determine the quantitative lignocellulose content by reducing the initial mass and final mass of the sample from the process. FTIR is used to determine the functional groups that lignocellulose has from each sample. SEM was conducted to determine the morphology of the water hyacinth fibers before and after the alkalization treatment. The results obtained by Chesson Datta, with the most optimal alkalization time were 20 minutes with 53.3% cellulose content, 27.6% hemicellulose, and 0.3% lignin. FTIR shows the functional groups C = O, C = C, and C-H belonging to lignocellulose along with the shifting of the wave number and the change in absorbance in each variable. SEM shows morphological differences in the fibers undergoing the process of alkalization with those without treatment. So that the alkalization affects the morphology of the water hyacinth fiber.

Keywords: Alkalization, Cellulose Extraction, Lignocellulose, Water Hyacinth.

Abstrak

Penelitian ini menggunakan serat dari eceng gondok sebagai objek penelitian, di mana merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan lignoselulosa yang terdiri dari selulosa sebesar , lignin , dan hemiselulosa . Perlu dilakukannya ekstraksi selulosa agar memperoleh selulosa yang lebih murni. Metode ekstraksi selulosa yang digunakan adalah dengan alkalisasi menggunakan larutan NaOH berkonsentrasi 17,5% dalam rasio massa:volume 1:100 dengan variasi waktu alkalisasi selama 20 menit, 40 menit, dan 60 menit dan pada metode alkalisasi ini menggunakan metode pemanasan refluks. Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini beberapa diantaranya adalah metode gravimetri yaitu Chesson Datta, Fourier Transform Infrared (FTIR), dan Scanning Electron Microscope (SEM). Chesson Datta digunakan untuk mengetahui kandungan lignoselulosa secara kuantitatif dengan cara pengurangan massa awal dan massa akhir sampel dari proses Chesson Datta. FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang dimiliki lignoselulosa dari setiap sampel. SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dari serat eceng gondok sebelum dan sesudah perlakuan alkalisasi. Diperoleh hasil Chesson Datta, dengan waktu alkalisasi yang paling optimum adalah pada 20 menit dengan kandungan selulosa 53,3%, hemiselulosa 27,6%, dan lignin 0,3%. FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=O, C=C, dan C-H milik lignoselulosa beserta pergeseran bilangan gelombang dan perubahan absorbansi di setiap variabel. SEM

menunjukkan adanya perbedaan morfologi pada serat yang mengalami proses alkalisasi dengan yang tanpa perlakuan. Sehingga alkalisasi mempengaruhi morfologi serat eceng gondok.

Kata Kunci: Alkalisasi, Eceng Gondok, Ekstraksi Selulosa, Lignoselulosa.

1. Pendahuluan

International United for Conservation of Nature (IUCN) telah mengklasifikasikan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai salah satu dari seratus spesies tanaman invasif atau memiliki pengaruh terhadap habitat yang ditinggalinya, yaitu dapat berkembang dan menyebar dengan cepat (Amriani dkk., 2016). Perkembangan eceng gondok yang pesat ini telah menimbulkan berbagai perubahan pada ekosistem perairan antara lain penurunan mutu kualitas air akibat penurunan tingkat kelarutan oksigen di dalam air (*dissolved oxygens*) serta juga mengganggu lalu lintas transportasi air bagi masyarakat yang masih bergantung pada sungai untuk kegiatan sehari-hari, seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lain di Indonesia (Krismono, 2010). Akan tetapi untuk mengurangi persebarannya eceng gondok telah banyak dimanfaatkan pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga (Puboputro, 2006).

Eceng gondok juga dapat dimanfaatkan seratnya, karena memiliki kandungan lignoselulosa di dalamnya. Berdasarkan berbagai penelitian yang dilakukan, adapun kandungan lignoselulosa yang terkandung di dalam eceng gondok secara berturut-turut : selulosa, hemiselulosa, dan lignin adalah pada rentang $35\% \pm 18\%$; $45\% \pm 17\%$; $20\% \pm 3\%$ (Boillot dkk., 1983). Sehingga dengan terdapatnya kandungan selulosa tersebut, serat eceng gondok berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber selulosa pembuatan membran selulosa asetat (Istirokhatun dkk., 2015); pembuatan membran untuk desalinasi (penghilangan kadar garam pada air) (Pinnata dan Damayanti, 2012); pembuatan membran untuk adsorpsi logam tembaga (II) (Thaiyibah dkk., 2016), bioetanol (Lutfi, 2014), penghasil enzim selulase yang biasanya digunakan dalam berbagai industri industri (Amriani dkk., 2016), dan aplikasi lainnya.

Karakteristik selulosa adalah terdapat struktur kristalin, bersifat hidrofilik (suka air) dan *biodegradable* (dapat terurai oleh organisme dari hewan maupun tumbuhan). Strukturnya yang kristalin ini menyebabkan selulosa cenderung stabil terhadap kondisi panas dan tidak mudah terdegradasi baik secara kimia atau mekanis (Putera, 2012). Struktur kristalin pada selulosa memberikan kekuatan dan ketangguhan pada daun, akar, dan batang tumbuhan (Dhyani dan Bhaskar, 2019). Namun di dalam serat eceng gondok terdapat kandungan hemiselulosa dan lignin yang dapat menurunkan sifat mekanik yang tidak diperlukan dalam pengaplikasian seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Sehingga hemiselulosa dan lignin ini perlu dihilangkan. Adapun metode untuk menghilangkannya beberapa diantaranya adalah dengan cara alkalisasi (Pratama dkk., 2017), pemutihan (*bleaching*), hidrolisis asam (Putera, 2012; Steven dkk., 2014), dan lain-lain.

Alkalisasi merupakan metode yang paling banyak digunakan yang memiliki tujuan untuk menghilangkan kandungan lignin dan minyak yang menutupi permukaan luar serat (Pratama dkk., 2017). Proses alkalisasi menggunakan NaOH menunjukkan peningkatan kristalinitas yang tinggi. Hal ini dikarenakan proses tersebut dapat meluruhkan lignin pada permukaan, sehingga diperoleh serat mikrofibril selulosa dengan kristalinitas yang tinggi (Mustafa dkk., 2015). Terdapat beberapa parameter dalam proses alkalisasi ini, diantaranya adalah konsentrasi larutan NaOH, temperatur selama proses alkalisasi dan waktu proses alkalisasi. Beberapa studi telah dilakukan terhadap proses ekstraksi selulosa. Penelitian yang dilakukan oleh Steven dkk. (2014), alkalisasi dilakukan dengan NaOH konsentrasi 17,5% selama 8 jam. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan waktu dan temperatur alkalisasi maka kandungan lignin dalam lignoselulosa semakin berkurang sehingga selulosa pun dapat meningkat. Pada penelitian pembuatan NaCMC (*Sodium Carboxymethyl Cellulose*) yang dilakukan oleh Prayitno dkk. (2020), diperoleh waktu alkalisasi yang optimum adalah 60 menit dengan konsentrasi NaOH sebesar 25%. Menurut Lutfi (2014), perlakuan alkalisasi dari tanaman eceng gondok yang terbaik dengan peningkatan selulosa tertinggi dan penurunan hemiselulosa dan lignin terendah yaitu pada perlakuan *pretreatment* menggunakan

konsentrasi NaOH 2M selama 30 menit. Dimana selulosa meningkat dari 56% menjadi 68,27%, hemiselulosa turun dari 24,77% menjadi 6,58%, dan lignin turun dari 12,01% menjadi 11,50%. Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, maka dilakukanlah penelitian tentang ekstraksi selulosa eceng gondok dengan menggunakan variabel larutan NaOH konsentrasi 17,5% dan waktu alkalisasi. Diharapkan melalui penelitian ini, akan diperoleh kadar selulosa yang optimum.

2. Metode

2.1. Material

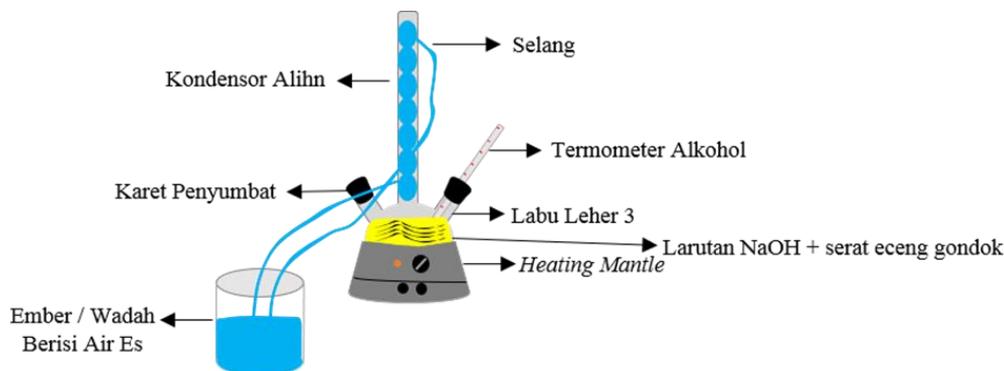
Eceng gondok yang digunakan diperoleh dari Sungai Mahakam di Kecamatan Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Untuk proses alkalisasi menggunakan larutan NaOH 17,5% tanpa perlakuan tambahan dan untuk metode *Chesson Datta* menggunakan asam sulfat analitik.

2.2. Preparasi Bahan

Sebelum dilakukan proses alkalisasi, eceng gondok yang dikumpulkan dari sungai dipotong terlebih dahulu untuk diambil bagian tangkainya. Kemudian tangkai dikeringkan dengan oven di temperatur 100°C selama 7 jam untuk menghilangkan kandungan air pada tangkai. Setelah kering, serat dipisahkan dari tangkai dengan cara ditarik menggunakan pinset.

2.3. Perlakuan Alkalisasi

Alkalisasi menggunakan metode pemanasan refluks yang rangkaianannya dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Proses ini dilakukan dengan merendam serat eceng gondok di dalam larutan NaOH 17,5% (w/v) di dalam labu leher 3 dengan diberi pemanasan di rentang temperatur 80°C-90°C. Proses alkalisasi dilakukan dalam empat variabel waktu alkalisasi, yaitu tanpa perlakuan, 20 menit, 40 menit, dan 60 menit. Untuk keempat variabel tersebut, kondisi proses seperti konsentrasi pelarut, temperatur, proses pemanasan, dan kondisi lainnya adalah sama. Pada proses ini rasio antara serat dan larutan alkali yang digunakan adalah 1:100 (w/v), dan pada saat perendaman dan pemanasan di *heating mantle*, proses pengadukan dilakukan bersamaan dengan menggunakan *stirrer* agar larutan tetap homogen selama proses alkalisasi.



Gambar 1: Ilustrasi Proses Alkalisasi dengan Metode Refluks

2.4. Analisis Kandungan Lignoselulosa dengan Metode Chesson Datta

Proses diawali dengan preparasi sampel yaitu dengan dihaluskan menjadi berbentuk serbuk dengan berat konstan. Adapun sampel yang digunakan adalah sebanyak 1 gram untuk satu kali metode *Chesson Datta*. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam labu leher tiga bersama dengan aquades sebanyak 150 ml untuk selanjutnya direfluks selama 2 jam di temperatur 100°C. Setelah itu sampel disaring menggunakan filtrasi vakum sambil dicuci dengan aquades hingga volume filtrat 300 ml. Residu sampel dari proses tersebut kemudian dikeringkan di oven selama 12 jam dengan temperatur 100°C kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya hingga beratnya konstan. Kemudian residu kering kembali direfluks dengan 150 ml H₂SO₄ 0,5 M selama waktu dan temperatur yang sama seperti proses sebelumnya.

Setelah dikeringkan, ditimbang, dan dicatat massa residunya, residu kering dari proses sebelumnya direndam di dalam 10 ml H₂SO₄ 72% (v/v) di temperatur kamar selama 4 jam, setelah residu rendaman residu diencerkan menjadi 0,5 M dengan menambahkan 270 ml aquades lalu selanjutnya kembali direfluks di temperatur dan waktu yang sama. Setelah setiap proses akan selalu ada proses pengeringan dan penimbangan sampel setelah direfluks kemudian hasil timbangan dicatat hingga beratnya konstan, kemudian dari pengurangan massa dari setiap proses tersebut, akan dapat diperoleh kandungan lignoselulosa dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$\text{Kadar hemiselulosa} = \frac{\text{berat b}-\text{berat c}}{\text{berat a}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{berat c}-\text{berat d}}{\text{berat a}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Kadar lignin} = \frac{\text{berat d}}{\text{berat a}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:

a = *Oven Dry Weight* (ODW) awal sampel biomassa lignoselulosa.

b = ODW awal sampel direfluks dengan air panas.

c = ODW residu sampel setelah direfluks dengan 0.5 M H₂SO₄.

d = ODW residu sampel setelah diperlakukan 72% H₂SO₄ dan kemudian diencerkan menjadi 4% (0.5 M) H₂SO₄.

(Datta, 1981)

2.5. Karakterisasi Selulosa dengan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Pengujian FTIR dilakukan di Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang, dengan menggunakan alat FTIR *Spectrophotometer* (8400S/Shimadzu) dengan metode *pellet* KBr. Dari pengujian FTIR, akan diperoleh informasi tentang karakterisasi dari gugus fungsi yang terdapat di dalam serat yang telah diberi perlakuan alkalisasi. Sampel yang diuji berbentuk serbuk dan adapun yang diuji adalah sampel tanpa perlakuan, alkalisasi 20 menit, alkalisasi 40 menit, dan alkalisasi 60 menit. Pengujian dilakukan untuk mengetahui intensitas dan pergeseran gugus fungsi yang mewakili selulosa, lignin, dan hemiselulosa pada setiap sampel. Pada pengujian FTIR di penelitian ini, spektrum FTIR direkam dengan pemisahan spektrum 2cm⁻¹ pada temperatur 20°C.

2.6. Karakterisasi Selulosa dengan Scanning Electron Microscope (SEM)

Karakterisasi morfologi dari serat eceng gondok ini dilakukan menggunakan SEM SU3500 dengan *serial number* 351578-05 yang dilakukan di Pusat Pengembangan Nanosains dan Nanoteknologi (PPN) Institut Teknologi Bandung, dimana pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan menggunakan *sputter coating gold* dengan tegangan 5,00Kv dengan perbesaran 500x. Pengamatan mikrostruktur dilakukan untuk mengetahui morfologi dari serat eceng gondok yang telah diberi perlakuan kimia alkalisasi.

3. Hasil dan Pembahasan

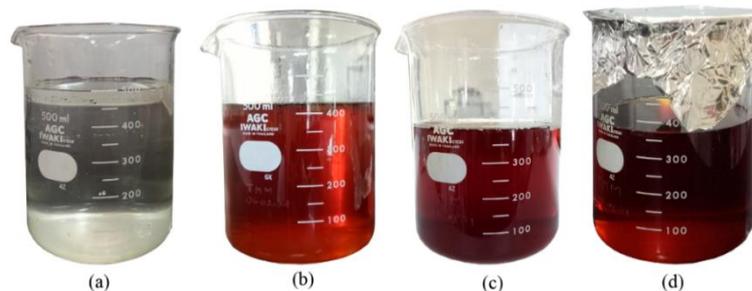
3.1. Observasi Visual

Gambar 2 menunjukkan adanya perubahan bentuk di setiap perlakuan. Pada Gambar 2 (a) serat eceng gondok yang telah dipreparasi masih berupa helaian yang terpisah antar serat, namun setelah diberi perlakuan alkalisasi seperti Gambar 2 (b), (c), dan (d) terjadi perubahan bentuk di mana serat menyatu dan menggumpal dan selain itu juga terdapat perubahan warna dari warna putih pucat menjadi cokelat yang disebabkan pemberian perlakuan kimia, yaitu proses alkalisasi. Perlakuan alkalisasi menyebabkan zat-zat lilin seperti hemiselulosa dan lignin terdegradasi sehingga permukaan serat menjadi lebih kasar. Ini disebabkan berubahnya ikatan hidrogen dalam struktur jaringan serat akibat proses alkalisasi (Pratama dkk., 2017).



Gambar 2: Serat Eceng Gondok dengan Variabel Waktu Perlakuan Alkalisasi, (a) Tanpa Perlakuan; (b) 20 menit; (c) 40 menit; (d) 60 menit

Adapun perubahan warna larutan NaOH setelah digunakan sebagai larutan perendam saat proses alkalisasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, larutan NaOH yang telah digunakan pada alkalisasi 20 menit (a) berubah menjadi warna jingga tua dan bening. Lalu pada variabel 40 menit (b) warna larutan menjadi warna cokelat kemerahan yang lebih gelap dibandingkan dengan yang variabel sebelumnya dan juga menjadi lebih keruh. Sedangkan pada variabel 60 menit (c) warna larutan NaOH nampak lebih gelap dan pekat jika dibandingkan dengan kedua larutan sebelumnya. Lignin merupakan zat yang mudah terpengaruh dengan adanya perubahan temperatur dan bahan pelarut yang digunakan. Pada temperatur yang tinggi lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terdegradasi dari selulosa. Sehingga lignin yang terlepas dari serat akan larut ke dalam pelarut dan akan terkondensasi dan kemudian akan mengendap (Putera, 2012). Perubahan warna pada larutan ini disebabkan adanya reaksi antara larutan alkalisasi yaitu larutan NaOH dengan lignin yang terurai sehingga menghasilkan larutan alkali berwarna cokelat kemerahan. Perubahan warna pada larutan ini juga dapat mempengaruhi warna pada sampel setelah proses alkalisasi (Steven dkk., 2014).



Gambar 3: Perbandingan Warna Larutan NaOH setelah Proses Alkalisasi, (a) Tanpa Perlakuan; (b) 20 menit; (c) 40 menit; (d) 60 menit

3.2. Analisis Massa Awal dan Massa Akhir Serat setelah Alkalisasi

Proses alkalisasi terhadap serat eceng gondok selain menyebabkan adanya perubahan bentuk serat dan perubahan warna larutan NaOH, juga berdampak terhadap massa dari serat hasil alkalisasi tersebut. Seperti yang telah dijelaskan pada prosedur penelitian, rasio serat dan larutan NaOH saat satu kali proses alkalisasi adalah 1:100. Dengan kapasitas labu leher 3 yang sebanyak 500 ml, maka serat yang dimasukkan saat alkalisasi adalah sebanyak 5 gram. Perbedaan massa akhir dan selisih massa dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

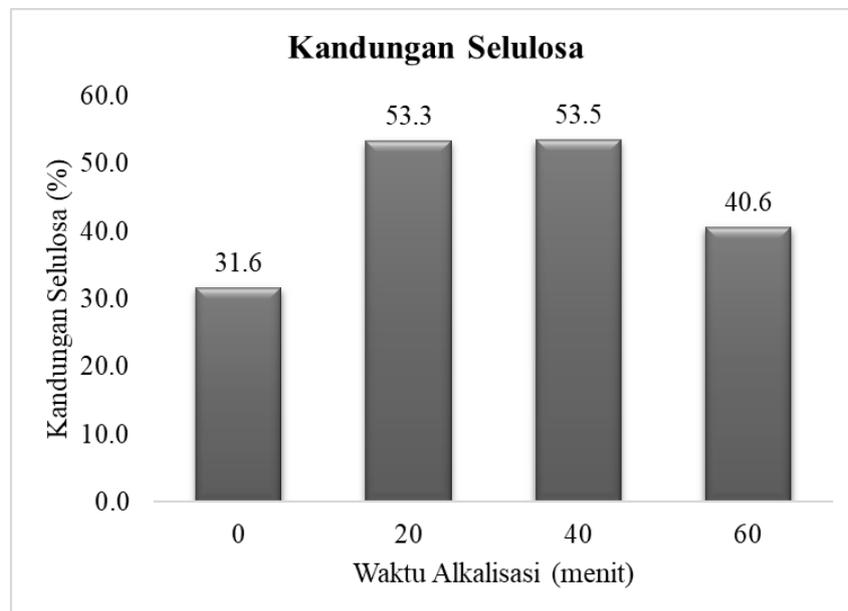
Tabel 1: Selisih massa serat eceng gondok

Waktu Alkalisasi (menit)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)
Tanpa Perlakuan	5	5	0
20	5,0237	2,1672	2,8565
40	5,0184	2,1171	2,9013
60	5,0673	1,275	3,7923

Semakin lama waktu kontak antara serat alam dengan panas maupun larutan alkalisasi menyebabkan adanya degradasi senyawa-senyawa dari dinding sel. Khususnya dalam hal ini pengurangan massa serat disebabkan terdegradasinya lignin dan hemiselulosa seiring dengan meningkatnya waktu alkalisasi dan semakin tingginya temperatur pemanasan saat alkalisasi (Maharani dkk., 2017).

3.3. Analisis Pengujian Chesson Datta

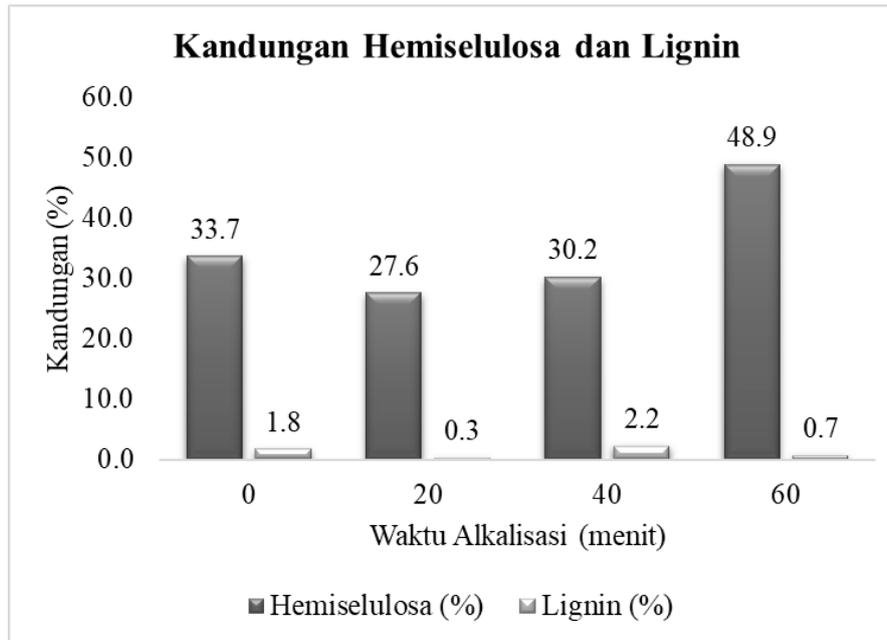
3.3.1. Hasil Pengujian Kandungan Selulosa dengan Chesson Datta



Gambar 4: Kandungan Selulosa Hasil Pengujian Chesson Datta

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa hasil kandungan selulosa yang diperoleh mengalami perubahan seiring dengan waktu alkalisasi. Di mana pada variabel tanpa perlakuan (0 menit) diperoleh kandungan selulosa sebesar 31,6% yang mana jika dibandingkan dengan selulosa yang ada pada penelitian Boillot dkk. (1983), besar kandungan selulosa tersebut masih berada dalam rentang $35\% \pm 18\%$. Kemudian pada serat perlakuan alkalisasi 20 menit, kandungan selulosa meningkat secara signifikan di mana dari kandungan yang sebesar 31,6% menjadi 53,3% maka hasil ini akan sesuai dengan pernyataan Maharani dkk. (2017) bahwa waktu alkalisasi mempengaruhi kandungan lignoselulosa yang terdapat dalam serat. Pada serat perlakuan alkalisasi 40 menit kandungan selulosa meningkat sedikit daripada variabel 20 menit, yaitu dari 53,3% menjadi 53,5%. Sedangkan pada perlakuan alkalisasi 60 menit, selulosa mengalami penurunan yang signifikan dari 53,5 menjadi 40,5%. Penurunan kadar selulosa disebabkan adanya struktur selulosa yang terbuka dan molekul selulosa terdispersi secara bebas di dalam larutan. Dengan struktur selulosa yang terdispersi secara bebas ini menyebabkan terdapatnya selulosa yang larut terbawa oleh larutan ketika proses filtrasi (Lestari, 2018).

3.3.2. Hasil Pengujian Kandungan Hemiselulosa dan Lignin dengan Chesson Datta



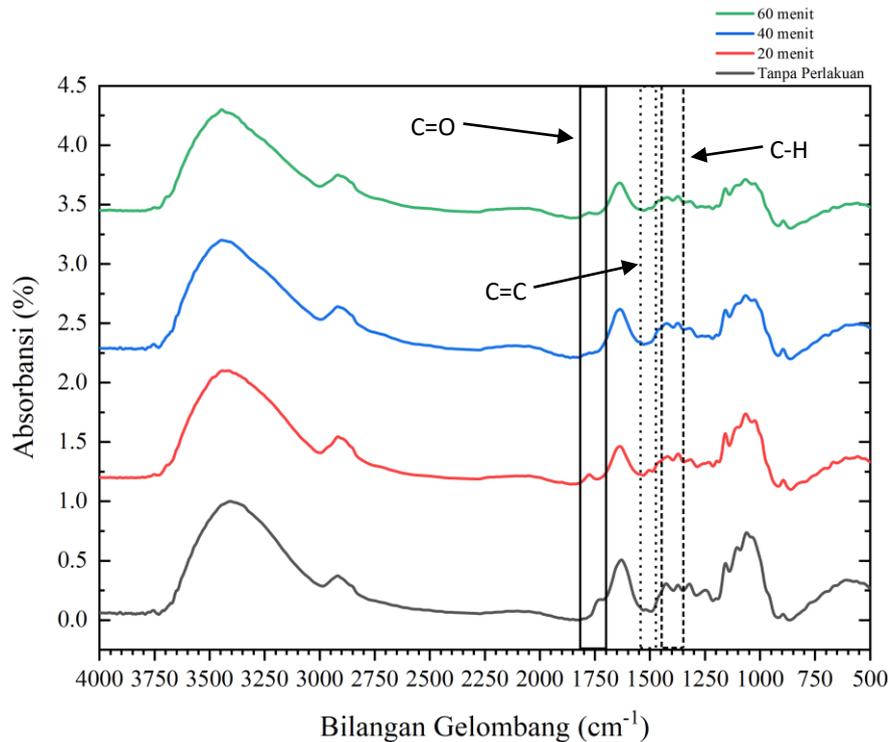
Gambar 5: Kandungan Hemiselulosa dan Lignin Hasil *Chesson Datta*

Pada Gambar 5 ditunjukkan kandungan hemiselulosa dan lignin dari setiap variabel perlakuan. Pada variabel tanpa perlakuan (0 menit) hemiselulosa yang terkandung adalah sebesar 33,7% dan lignin yang terkandung sebesar 1,8%. Kemudian di variabel 20 menit, hemiselulosa yang terkandung turun menjadi 27,6% dan lignin juga mengalami penurunan menjadi 0,3%. Sedangkan pada variabel 40 menit, hemiselulosa meningkat menjadi 30,2% namun tidak lebih tinggi daripada hemiselulosa pada variabel tanpa perlakuan, serta lignin juga meningkat menjadi 2,2%. Kandungan hemiselulosa dan lignin tertinggi berada pada variabel 60 menit, di mana secara berturut-turut kandungannya adalah sebesar 48,9% dan 0,7%. Terjadinya peningkatan kandungan hemiselulosa di pada variabel 60 menit disebabkan karena selulosa pada variabel tersebut tidak terekstraksi secara optimal seperti pada variabel 20 dan 40 menit.

Dari hasil uji *Chesson Datta* yang telah dilakukan diperoleh waktu alkalisasi yang optimum untuk meningkatkan kadar selulosa serta mendegradasi hemiselulosa dan lignin adalah 20 menit. Karena pada waktu alkalisasi 20 menit diperoleh kandungan hemiselulosa dan lignin yang paling rendah diantara variasi waktu alkalisasi yang lainnya disertai dengan kandungan selulosa yang meningkat signifikan. Jika dibandingkan dengan variasi waktu alkalisasi 40 menit, kandungan selulosanya memang lebih tinggi yang 40 menit, akan tetapi ini disertai dengan peningkatan kadar hemiselulosa dan lignin yang lebih tinggi dibandingkan variasi waktu 20 menit.

3.4. Analisis Hasil Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

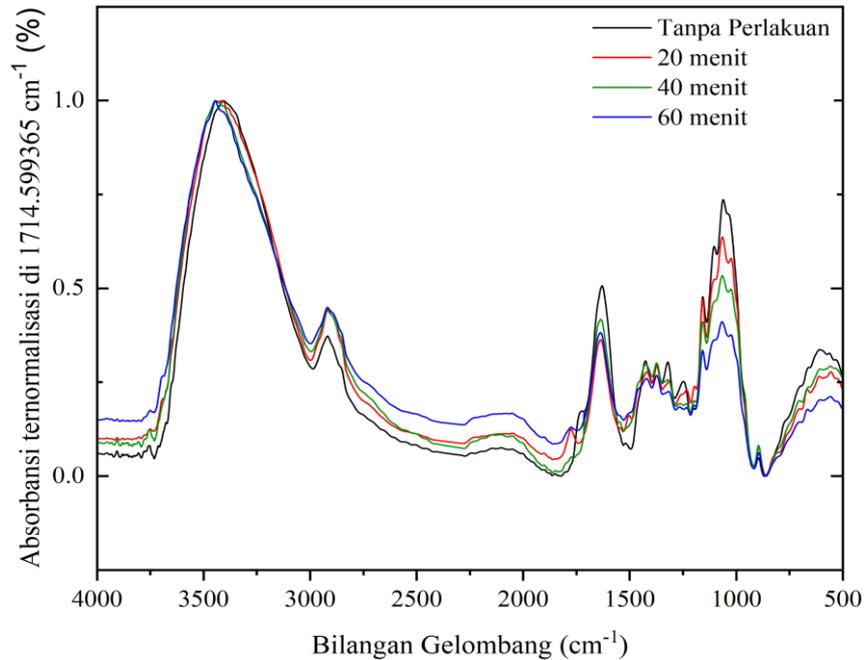
Dari Gambar 6 ditunjukkan perbandingan spektrum FTIR untuk variasi waktu alkalisasi tanpa perlakuan, 20 menit, 40 menit, dan 60 menit.



Gambar 6: Grafik Perbandingan Hasil FTIR pada Setiap Sampel Uji

Pada daerah gelombang 1340-1470 yang mana merupakan milik gugus C-H (alkana), di mana pergeseran ini dibuktikan dengan bilangan gelombang yang awalnya di variabel tanpa perlakuan adalah $1425,30 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $1421,24 \text{ cm}^{-1}$ pada variabel 20 menit, dan pada variabel 40 menit bergeser menjadi $1375,15 \text{ cm}^{-1}$, serta pada variabel 60 menit kembali bergeser menjadi $1421,44 \text{ cm}^{-1}$. Pergeseran bilangan gelombang menunjukkan semakin kuat atau lemahnya gugus fungsi. Dengan adanya pergeseran ke bilangan gelombang yang semakin kecil maka semakin lemah gugus fungsinya, sehingga mengindikasikan penurunan intensitas selulosa dan lignin pada setiap variabel. Sedangkan ketika bilangan gelombang bergeser ke daerah bilangan yang lebih besar, maka semakin kuat peningkatan intensitas selulosa dan hemiselulosa. Kemudian pada daerah gelombang 1500-1600 milik cincin aromatik C=C juga menunjukkan pergeseran dan hilangnya *peak*. Pada sampel 20 menit terjadi pergeseran di mana yang awalnya $1517,87 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $1502,44 \text{ cm}^{-1}$ dan *peak* C=C hilang ketika pada sampel 40 menit dan 60 menit. Berkurang dan hilangnya *peak* C=C menunjukkan bahwa berkurangnya intensitas lignin pada sampel 20, 40, dan 60 menit jika dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan. Pada daerah gelombang 1690-1760 cm^{-1} yakni milik gugus fungsi C=O (karbonil), di sampel 20, 40, dan 60 menit *peak* hilang yang menunjukkan bahwa intensitas hemiselulosa pada daerah frekuensi tersebut semakin lemah.

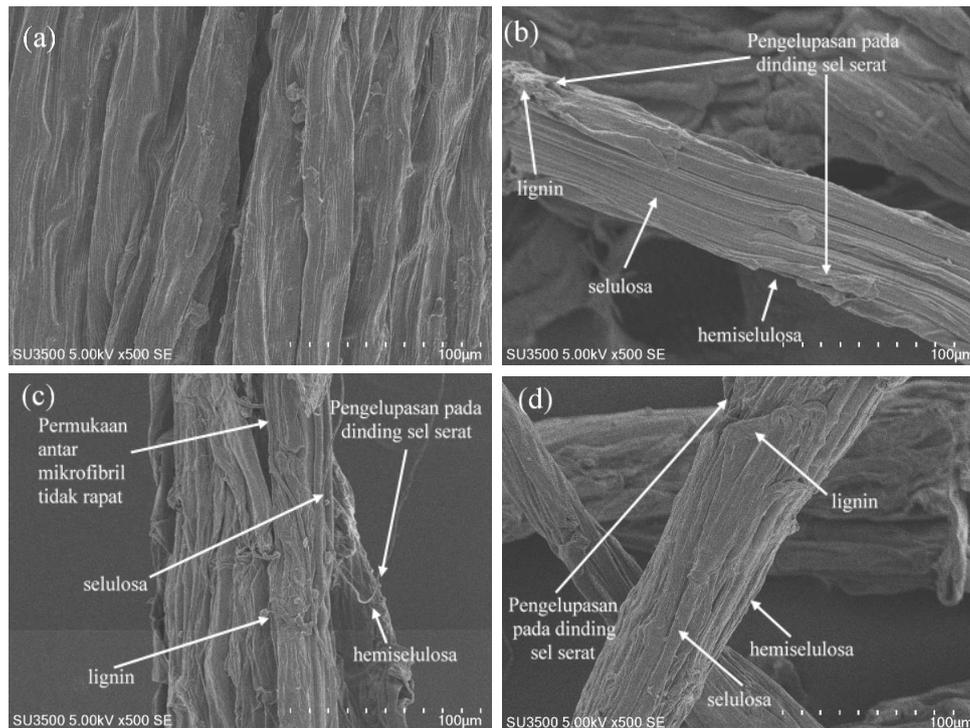
Adanya proses alkalisasi menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan lignin sebagai akibat dari lignin yang berdifusi dengan larutan alkalisasi sehingga lignin larut pada pelarut, kemudian pada proses juga adanya pemberian panas pada temperatur 80°C sehingga mengakibatkan terpecahnya lignin menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa dan hemiselulosa kemudian larut di dalam pelarut alkalisasi. Kemudian adanya hemiselulosa yang terdegradasi dikarenakan derajat polimerisasi hemiselulosa lebih rendah dan struktur polimer hemiselulosa tidak lurus dan bercabang, strukturnya yang bukan kristal membuat hemiselulosa mudah bereaksi dengan larutan. Sedangkan pada selulosa, tidak mengalami degradasi sebanyak hemiselulosa dan lignin karena selulosa memiliki struktur kristalin sehingga selulosa tidak mudah terdegradasi oleh larutan kimia maupun secara mekanis (Putera, 2012).



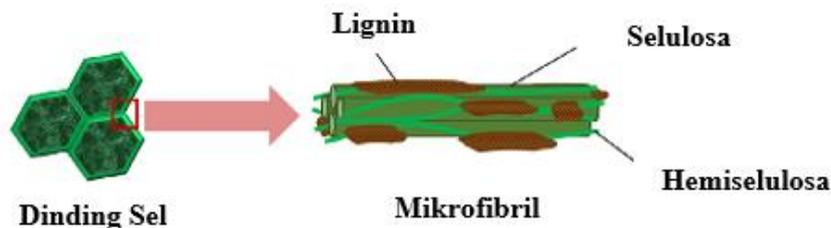
Gambar 7: Grafik FTIR Absorbansi Ternormalisasi

Spektrum FTIR pada Gambar 7 dinormalisasi terhadap bilangan gelombang $1714,6 \text{ cm}^{-1}$ yang mengacu pada gugus C=O yang merupakan milik hemiselulosa (Toribio-cuaya dkk., 2014). Pada daerah frekuensi $675-995 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan daerah gugus fungsi C-H (alkana) yang merupakan milik selulosa, dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan nilai absorbansi yang besar. Ditinjau dari pergeseran bilangan gelombang juga pada daerah ini tidak terjadi pergeseran bilangan gelombang yang besar. Di mana bilangan gelombang C-H dari variabel tanpa perlakuan ke 20, 40, dan 60 menit secara berturut yakni sebesar $896,84 \text{ cm}^{-1}$; $894,91 \text{ cm}^{-1}$; $896,84 \text{ cm}^{-1}$; dan $894,91 \text{ cm}^{-1}$. Sehingga dapat dikatakan bahwa intensitas selulosa pada daerah frekuensi tersebut tidak meningkat maupun menurun secara signifikan. Namun pada daerah frekuensi $1610-1680 \text{ cm}^{-1}$ milik gugus fungsi C=O yang mewakili hemiselulosa hingga $2850-2970 \text{ cm}^{-1}$ milik C-H terlihat bahwa spektra FTIR variabel 60 menit memiliki nilai absorbansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan variabel yang lain. Ini menunjukkan bahwa intensitas hemiselulosa pada variabel tersebut lebih besar daripada variabel yang lain.

3.5. Analisis Pengamatan Morfologi dengan SEM



Gambar 7: Hasil Pengamatan Morfologi Serat Eceng Gondok; (a) Tanpa Perlakuan; (b) 20 menit; (c) 40 menit; (d) 60 menit



Gambar 8: Struktur Lignoselulosa pada Tumbuhan

Sumber: Phanthong dkk. (2018)

Gambar 8 menunjukkan morfologi dari serat eceng gondok yang diberi variasi waktu perlakuan. Diantaranya adalah tanpa perlakuan (a), 20 menit alkalisasi (b), 40 menit alkalisasi (c), dan 60 menit alkalisasi (d). Pada Gambar 6 (a) menunjukkan bahwa struktur pada serat eceng gondok masih rapat, ini mengindikasikan bahwa masih terdapat lignin dan hemiselulosa yang menyelimuti selulosa (Rezania dkk., 2019). Phanthong dkk. (2018) menyatakan bahwa selulosa dilapisi oleh lignin dan hemiselulosa yang menutupi permukaan dinding sel serat seperti pada Gambar 9. Pada Gambar 6 (b), (c), dan (d) menunjukkan mulai adanya pengelupasan pada dinding sel serat eceng gondok. Sehingga struktur eceng gondok mulai lemah dan terdegradasi permukaannya, ini mengindikasikan bahwa proses alkalisasi menyebabkan adanya pemisahan ikatan antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa. Seperti pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa hemiselulosa yang berupa helaian tipis dari mikrofibril mulai terpisah dari selulosa yang bentuknya berupa mikrofibril, sedangkan lignin ditunjukkan pada bagian serat yang terkelupas (Phanthong dkk., 2018). Sehingga dari pembahasan di atas dapat dikatakan bahwa perlakuan alkalisasi mempengaruhi morfologi dari serat eceng gondok.

4. Kesimpulan

Alkalisasi dengan menggunakan larutan NaOH 17,5% telah berhasil dilakukan. Variasi waktu mempengaruhi kandungan lignoselulosa dan morfologi dari serat eceng gondok. Adapun hasil optimum yang didapatkan adalah dengan waktu alkalisasi 20 menit yang dapat menghasilkan 53,2% selulosa serta 27,6% hemiselulosa dan 0,3% lignin dari uji kandungan Chesson Datta. Pada karakterisasi dengan FTIR didapati adanya pergeseran gugus fungsi C-H (daerah frekuensi 675-995 cm^{-1}) pada daerah milik selulosa serta C=O dan C-H (1610-1680 cm^{-1} hingga 2850-2970 cm^{-1}) milik hemiselulosa yang intensitasnya menurun dan selulosa yang intensitasnya meningkat dibandingkan variabel yang lain. Dengan adanya proses alkalisasi dapat mempengaruhi morfologi dari serat eceng gondok yaitu adanya pengelupasan pada permukaan serat yang menunjukkannya adanya degradasi hemiselulosa dan lignin.

Ucapan Terima Kasih

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

Daftar Pustaka

- Amriani, F., Salim, F. A., Iskandinata, I., Khumsupan, D., dan Barta, Z. (2016) 'Physical and biophysical pretreatment of water hyacinth biomass for cellulase enzyme production', *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, Vol 30, No. 2: 237–244.
- Boillot, M., Girard, P., Aubart, C., dan Fauchille, S. (1983) 'Methanol From Water Hyacinth', *Symposium Papers - Energy from Biomass and Wastes*, Vol. 12: 1031–1055.
- Datta, R. (1981) 'Acidogenic fermentation of lignocellulose-acid yield and conversion of components', *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 23, No.9: 2167–2170.
- Dhyani, V., dan Bhaskar, T. (2019) 'Pyrolysis of Biomass', *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels*, 217–244.
- Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., Meriyani, M., Priyanto, S., dan Susanto, H. (2015) 'Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation', *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 23: 274–281.
- Krismono. (2010) 'Pengaruh Perambanan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) oleh Ikan Koan (*Ctenopharyngodon idella*) terhadap Kesuburan (N, P) dan Kelimpahan Fitoplankton di Danau Limboto', *BAWAL*, Vol. 3: 103–113.
- Lestari, M. D. (2018) 'Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol', *Indonesian Journal of Chemical Science*, Vol. 7, No. 3.
- Lutfi, M. (2014) 'Analisis Pengaruh Waktu Pretreatment dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa Eceng Gondok pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol', Vol. 2, No.2: 110–116.
- Maharani, D. M., Normalasari, L., Kumalasari, D., Prakoso, C. A. H., Kusumaningtyas, M., dan Ramadhan, M. T. (2017) 'Pengaruh Pretreatment Secara Alkalisasi-Resistive Heating terhadap Kandungan Lignoselulosa Jerami Padi', *Agritech*, Vol 37, No.2: 132.
- Mustafa, J. H., Yuanita, E., Pratama, J. N., Chalid, M., Teknik, F., dan Indonesia, U. (2015) 'Pembuatan dan karakterisasi selulosa mikrofibril dari serat ijuk dengan perlakuan kimia alkali dan oksidasi peroksida', diperoleh 29 November 2019 melalui situs internet: https://www.researchgate.net/publication/315897559_PEMBUATAN_DAN_KARAKTERISASI_SELULOSA_MIKROFIBRIL_DARI_SERAT_IJUK_DENGAN_PERLAKUAN_KIMIA_ALKALI_DAN_OKSIDASI_PEROKSIDA, 2015(November), 4–5.

- Phanthong, P., Reubroycharoen, P., Hao, X., Xu, G., dan Abudula, A. (2018) 'Nanocellulose : Extraction and application', *Carbon Resources Conversion*, 1–12
- Pinnata, R., dan Damayanti, A. (2012) *Pemanfaatan Selulosa Asetat Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi (Skripsi)*, 1–6.
- Pratama, R. D., Farid, M., dan Nurdiansah, H. (2017) 'Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk', *Teknik Its*, Vol. 6, No. 2: 251–254.
- Prayitno, A., Hadi, S. D., Firyanto, R., Sampharindo, P. T., Ji, P., Aji, T., dan No, R. (2020) 'PEMBUATAN NaCMC DARI BATANG ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)', *Journal of Chemical Engineering*, Vol. 1: 7–11.
- Putera, R. D. H. (2012) Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dengan Variasi Pelarut, *Skripsi*.
- Rezania, S., Alizadeh, H., Cho, J., Darajeh, N., Park, J., Hashemi, B., Din, M., Krishnan, S., Yadav, K., Gupta, N., dan Kumar, S. (2019) 'Changes in composition and structure of water hyacinth based on various pretreatment methods', Vol. 14: 6088–6099
- Steven, S., Mardiyati, M., dan Suratman, R. (2014) 'PEMBUATAN MIKROKRISTALIN SELULOSA ROTAN MANAU (*Calamus manan* sp.) SERTA KARAKTERISASINYA', *Jurnal Selulosa*, Vol. 4, No. 2: 89–96
- Thaiyibah, N., Alimuddin, dan Panggabean, A. S. (2016) 'Pembuatan dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat-PVC dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Adsorpsi Logam Tembaga (II) ', *Jurnal Kimia Mulawarman*, Vol. 14 (November): 29–35.
- Toribio-cuaya, H., Pedraza-segura, L., dan Macías-bravo, S. (2014) 'Characterization of Lignocellulosic Biomass Using Five Simple Steps', *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, Vol. 4, No. 5: 28–49.