

PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP KADAR SELULOSA PADA PROSES DELIGNIFIKASI DARI SERAT KAPUK SEBAGAI BAHAN BAKU *BIODEGRADABLE PLASTIC* BERBASIS SELULOSA ASETAT

Rahmatullah^{1*}, Selpiana¹, Eva Oktarina Sari², Rizka Wulandari Putri¹, Untung Waluyo¹ dan Tedi Andrianto¹

¹ Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: rahmatullah@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK : Penggunaan plastik konvensional secara besar-besaran oleh manusia telah membawa dampak negatif pada aspek *sustainability* dan keramahan lingkungan dalam kehidupan manusia karena masalah bahan baku dan sampahnya. Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah menggunakan plastik yang dapat terdegradasi dan berasal dari biomassa yang dapat diperbaharui atau disebut juga dengan *biodegradable plastic*. Kapuk randu memiliki komposisi lignoselulosa yang yaitu hemiselulosa 32%, selulosa 38%, dan lignin 20% yang memungkinkan menjadi bahan baku *biodegradable plastic* berbasis selulosa asetat. Salah satu tahapan dalam proses pembuatan selulosa asetat adalah proses delignifikasi, dimana pada proses ini terjadi pengurangan kadar lignin dan diharapkan terjadi peningkatan kadar selulosa yang lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konsentrasi selulosa pada proses delignifikasi. Pada proses delignifikasi digunakan variasi pelarut NaOH 8%, 10%, dan 12% dengan temperatur 75°C dan waktu pemasakan selama 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan NaOH 8%; 10%; 12% berturut-turut menghasilkan kadar selulosa 18%, 40%, dan 50%. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh jumlah konsentrasi pelarut NaOH berbanding lurus terhadap jumlah konsentrasi hemiselulosa yang dihasilkan dan diperoleh konsentrasi maksimum NaOH sebagai pelarut adalah 12%.

Kata Kunci: *biodegradable plastic*, serat kapuk, NaOH, selulosa

ABSTRACT : The massive use of conventional plastics by humans has had a negative impact on aspects of sustainability and environmental friendliness in human life due to raw material and waste problems. One solution to this problem is to use plastics that can be degraded and derived from renewable biomass or also known as *biodegradable plastics*. Kapok has a lignocellulose composition, namely 32% hemicellulose, 38% cellulose, and 20% lignin which allows it to become a cellulose acetate-based *biodegradable plastic* raw material. One of the steps in the process of making cellulose acetate is the delignification process, where in this process there is a reduction in lignin levels and an increase in cellulose levels is expected. This study aims to determine the effect of NaOH concentration on cellulose concentration in the delignification process. In the delignification process, 8%, 10%, and 12% NaOH solvents were used with a temperature of 75°C and a cooking time of 3 hours. The results showed that the NaOH solution was 8%; 10%; 12% yielded a cellulose content of 18%, 40%, and 50%, respectively. From these results, it can be concluded that the effect of the total concentration of NaOH solvent is directly proportional to the amount of hemicellulose concentration produced and the maximum concentration of NaOH as a solvent is 12%.

Keywords: *Biodegradable Plastic, Cotton Fiber, NaOH, Cellulose*

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik konvensional secara besar-besaran oleh manusia telah membawa dampak negatif pada aspek *sustainability* dan keramahan lingkungan dalam kehidupan manusia karena masalah bahan baku dan sampahnya. Seperti dikutip dari geotimes, secara keseluruhan, jumlah total sampah di Indonesia mencapai 175.000 ton/hari atau 0,7 kilogram/orang atau sekitar 67 juta ton/tahun. Secara keseluruhan, Unruk Kota Palembang sendiri jumlah sampah naik tajam dari 700 ton per hari menjadi 1.200 ton per hari. Sebagian dari jumlah tersebut merupakan sampah jenis plastik.

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah menggunakan plastik yang dapat terdegradasi dan berasal dari biomassa yang dapat diperbaharui atau disebut juga dengan *biodegradable plastic*. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2020, Provinsi Sumatera Selatan sendiri memiliki produksi dengan jenis tanaman kapuk sebesar 96.000 ton pada tahun 2019. Pemanfaatan serat kapuk sendiri masih belum optimal karena penggunaannya terbatas pada isian bantal ataupun kasur dan semakin lama semakin tergusur seiring dengan penggunaan serat fiber, dakron atau spons busa sebagai gantinya. Kapuk randu memiliki kandungan selulosa yang cukup besar berkisar 35-64% yang memungkinkan menjadi bahan baku *biodegradable plastic* berbasis selulosa asetat.

Hemiselulosa termasuk dalam kelompok polisakarida heterogen yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis oleh asam menjadi komponen-komponen monomer hemiselulosa. Hemiselulosa mempunyai rantai polimer yang pendek dan tak berbentuk, oleh karena itu sebagian besar dapat larut dalam air. Rantai utama dari hemiselulosa dapat berupa homopolimer (umumnya terdiri dari satu jenis gula yang berulang) atau juga berupa heteropolimer (campurannya beberapa jenis gula) (Octavia, 2008).

Lignin merupakan senyawa yang sangat kompleks yang terdapat diantara sel-sel dan di dalam dinding sel. Fungsi lignin yang terletak diantara sel-sel adalah sebagai perekat untuk mengikat/merekatkan antar sel, sedangkan dalam dinding sel lignin berfungsi untuk menyangga sel. Lignin ini merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali (Ma et.al., 2016).

Selulosa adalah polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah

didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di alam, selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Olievera et.al, 2016).

Telah dilakukan penelitian isolasi α -selulosa dari limbah batang ubi kayu oleh Sumada et.al. (2011). Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan variasi pelarut NaOH, Na₂SO₃, dan Na₂SO₄ dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan perbandingan berat serat dan volume larutan 1:8, diproses selama 2 jam pada suhu 105°C. Hasil penelitian ini didapatkan kandungan α -selulosa terbaik 88,90% dari proses delignifikasi dengan jenis pelarut Na₂SO₃ pada konsentrasi 20% (pH = 11).

Penelitian lain juga dilakukan Pratiwi, et.al. (2016) dan Andahera, et.al (2019) berturut-turut pada proses delignifikasi selulosa dari limbah jerami padi menggunakan pelarut NaOH 4% dan delignifikasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan pelarut NaOH 12% (b/v).

Dari penelitian diatas diketahui bahwa pelarut NaOH telah banyak digunakan pada proses delignifikasi selulosa dengan bahan baku serat biomassa. Namun belum diketahui konsentrasi optimum penggunaan pelarut NaOH pada proses delignifikasi selulosa khususnya dengan bahan baku serat kapuk.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan serat kapuk sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat dengan proses delignifikasi digunakan variasi rasio bahan terhadap pelarut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi operasi terbaik pada proses delignifikasi sehingga menghasilkan selulosa yang bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca digital, batang pengaduk, lebu leher 1, beker gelas, refluks, kertas pH meter, oven, furnace, Erlenmeyer, pipet tetes, hotplate stirrer, magnetic stirrer, corong, kertas saring dan thermometer. Bahan-bahan yang digunakan antara lain serat kapuk, aquadest, NaOH.

Pengeringan dan Preparasi Serat

Kapuk yang digunakan pada penelitian ini merupakan jenis kapuk randu yang berasal tumbuh di kawasan Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir. Bahan serat kapuk yang digunakan 45 gram yang dipisahkan dari kulit dan bijinya.

Kemudian dicuci bersih dengan aquadest dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C hingga beratnya konstan.



Gambar 1. Proses penucian dan pengeringan serat kapuk

Delignifikasi

Serat kapuk yang telah bersih dipersiapkan menjadi 3 bagian dan berat masing-masing serat kapuk sebesar 15 gram. Kemudian dilarutkan dengan menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 8%, 10%, dan 12%. Dipanaskan pada suhu 75°C selama 3 jam. Selanjut di saring menggunakan vakum dan di cuci berulang kali hingga pH netral. Di oven dengan suhu 100°C hingga berat serat kapuk konstan.



Gambar 2. Proses Delignifikasi

Analisa kadar lignoselulosa

Analisis kadar lignoselulosa dilakukan dengan metode Chesson-Datta (Dzikro et.al.,2013). Satu gram sampel kering (a) direfluks selama 2 jam dengan 150 ml H₂O pada suhu 100°C. Hasilnya disaring dan dicuci. Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai konstan kemudian ditimbang (b). Residu sampel yang telah dikeringkan direfluks selama 2 jam dengan 150 ml 0,5 M H₂SO₄ pada suhu 100°C. Hasilnya disaring sampai netral dan dikeringkan (c). Residu sampel yang telah dikeringkan diperlakukan 10 ml 72% H₂SO₄ pada suhu kamar selama 4 jam, kemudian diencerkan menjadi 0,5 M H₂SO₄ dan direfluks pada suhu 100°C selama 2 jam. Residu disaring sampai netral dan dikeringkan (d). Residu sampel yang telah dikeringkan kemudian diabukan dengan furnace pada suhu 575 ± 25°C hingga beratnya konstan. Abu yang didapat kemudian ditimbang (e). Perhitungan dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = ((b-c)/a) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Selulosa (\%)} = ((c-d)/a) \times 100\% \quad (2)$$

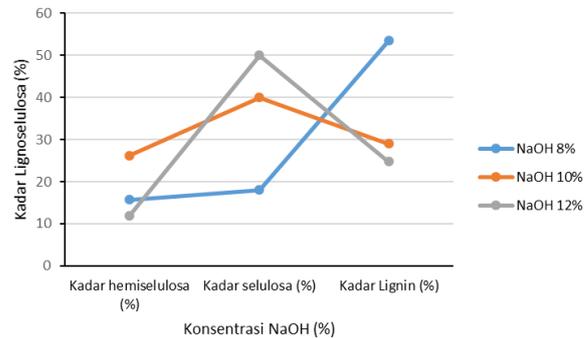
$$\text{Lignin (\%)} = ((d-e)/a) \times 100\% \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku serat kapuk randu yang digunakan pada penelitian ini memiliki komposisi lignoselulosa sebelum dilegnifikasi yaitu hemiselulosa 32%, selulosa 38%, dan lignin 20%.

Pengaruh konsentrasi pelarut terhadap kadar selulosa

Pada proses delignifikasi, rasio bahan terhadap pelarut memiliki pengaruh terhadap proses degradasi lignin yang terjadi untuk mendapatkan selulosa dari lignoselulosa serat kapuk. Pengaruh tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi pelarut NaOH terhadap kadar lignoselulosa

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut NaOH memiliki pengaruh terhadap jumlah kadar lignoselulosa yang dihasilkan. Kondisi optimum delignifikasi terbaik diperoleh dengan menambahkan pelarut NaOH sebanyak 12% dengan kadar selulosa sebesar 50%. Pada proses delignifikasi semakin banyak NaOH yang diberikan maka akan semakin mudah lignin terdegradasi karena lignin mempunyai titik pelunakan dan titik leleh yang rendah. Kenaikan kandungan selulosa juga disebabkan karena sebagian lignin dan hemiselulosa terlarut pada saat proses delignifikasi sehingga kandungan selulosa meningkat (Lismeri, et.al., 2016).

Penurunan kandungan selulosa dan hemiselulosa disebabkan oleh degradasi melalui alkali atau yang disebut "peeling off". Alkali dan temperatur tinggi menyebabkan dekomposisi hidrolitik pada ikatan glukosidik, dimana dekomposisi hidrolitik ini disebabkan oleh asam. Pada selulosa terdapat ikatan glukosidik yang dapat terputus oleh suatu reaksi rantai yang melibatkan radikal-radikal bebas. Akibatnya pada pemasakan dengan temperatur tinggi menggunakan alkali, ikatan glukosidik pada hemiselulosa juga dapat terputus (Muladi, 2013).

KESIMPULAN

Kapuk randu memiliki komposisi lignoselulosa yang terdiri dari hemiselulosa 32%, selulosa 38%, dan lignin 20%. Penggunaan larutan NaOH pada proses delignifikasi terbukti meningkatkan kadar selulosa dimana diperoleh nilai optimum untuk kadar selulosa sebesar 50% dengan konsentrasi NaOH 12%. Penelitian ini dapat dilanjutkan untuk menghasilkan selulosa asetat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *biodegradable plastic*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andahera, C., Isni S., Deah A.I., dan Memik D.P. (2019). Pengaruh Penambahan Jenis dan Konsentrasi Plastisizer terhadap Kualitas Bioplastik Berbasis Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Indo. J. Pure App. Chem.* 2(2), pp. 46-54, 2019
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan. (2020). Provinsi Sumatera Selatan dalam Angka.
- Lismeri, Lia, Poppy M.Z., Tika N., dan Yull D. (2016). Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Batang Ubi Kayu. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.* Vol.11, No.2, Hlm. 82-91.
- Ma, X., Zheng, X., Yang, H., Wu, H., Cao, S., Huang, L. (2016) A perspective on lignin effects on hemicelluloses dissolution for bamboo pretreatment, *Industrial Crops and Products*, 94, 117-121
- Muladi, S. (2013) *Teknologi Kimia Kayu Lanjutan*, Diktat Kuliah, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Octavia, S. (2008) Efektivitas kombinasi proses perendaman dengan amoniak dan asam pada pengolahan awal biomassa sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, Thesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Oliveira, F.B., Bras, J., Pimenta, M.T.B., Curvelo, A.A.S., Belgacem, M. N. (2016) Production of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse fibers and pith, *Industrial Crops and Products*, 93, 48-57
- Pratiwi, R., Driyanti, R., Melisa, I.B. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi sebagai Bahan Bioplastik. *IJPST Vol.3, No. 3, 2016*
- Sumada, K., Tamara, P. E., Alqani, F. (2011) Isolation study of efficient α -cellulose from waste plant stem manihot esculenta crantz, *Jurnal Teknik Kimia*, 5, 434 – 438.