

PENENTUAN BERAT MOLEKUL DAN DERAJAT POLIMERISASI α – SELULOSA YANG BERASAL DARI ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) DENGAN METODE VISKOSITAS

Rudnin Habibah, Darwin Yunus Nasution, Yugia Muis

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU, Medan

Abstract

Research of the determination of molecular weight and degree of polymerization α -cellulose from seagegrass (*Imperata cylindrica*) by viscosity method had been done. To obtain the α -cellulose, it was done using delignification process. Furthermore, the α -cellulose was characterized by infra red spectrum (FTIR) testing by compared with the infra red spectrum of α -cellulose standard. The α -cellulose viscosity was measured by using Ostwald viscometer and measurement of molecular weight and degree of polymerization based on Mark-Kuhn-Houwink equation. The results showed that the molecular weight and degree of polymerization of the α -cellulose from seagegrass (*Imperata cylindrica*) were 8.242,7g/mol and 45,8, respectively with the percentage of seagegrass α -cellulose was 45%.

Keywords: seagegrass (Imperata cylindrica), viscosity intrinsic, molecular weight, degree of polymerization

1. Pendahuluan

Banyak tumbuhan liar dianggap sebagai parasit oleh masyarakat karena pertumbuhannya yang cepat dan mengganggu habitat tumbuhan lain, sehingga sering dihancurkan tanpa mencari tahu manfaatnya. Sedangkan masih banyak tumbuhan liar yang memiliki manfaat penting bagi kehidupan manusia seperti alang-alang (Febrisari, 2008).

Alang-alang merupakan tumbuhan liar yang berkembang sangat cepat dan sulit dikendalikan. Di Indonesia, jutaan hektar alang-alang tumbuh sendiri tanpa dipelihara (Onggo, 2000). Luas padang alang-alang di Indonesia adalah 8,6 juta ha (4,5% dari luas daratan). Areal alang-alang yang paling luas terdapat di Sumatera dan Kalimantan yang masing-masing 2,13 dan 2,19 juta ha. Pada tahun 2005 Provinsi Sumatera Utara mempunyai 2,4 juta hektar lahan kritis (biasanya didominasi oleh alang-alang) (Manan, 2006) dengan laju pertumbuhan mencapai 200.000 hektar yang berlangsung secara

terus-menerus setiap tahunnya. Melihat potensi yang demikian besar, namun merugikan maka perlu diupayakan peningkatan pemanfaatan alang-alang yang berguna bagi masyarakat. Salah satunya yaitu memanfaatkan alang-alang untuk diisolasi menjadi selulosa.

Selain itu, alang-alang mempunyai kelebihan dari jerami dan merang padi yaitu mempunyai serat lebih panjang dan mengandung alpha selulosa yang tinggi (Ismanto, 2011). Penelitian yang telah dilakukan oleh (Sutiya, 2012) menyebutkan bahwa kandungan α -selulosa alang-alang yaitu 40,22%, akan tetapi berat molekul dan derajat polimerisasinya tidak disebutkan.

Selulosa merupakan bahan dasar yang penting bagi industri-industri yang memakai selulosa sebagai bahan baku, misalnya: pabrik kertas, pabrik sutera tiruan dan lain sebagainya (Dumanauw, 1990).

Selulosa merupakan bahan organik yang melimpah, penggunaan polimer ini sebagai bahan dasar kimia dimulai sejak 150 tahun yang lalu, dengan penemuan dari turunan selulosa yang pertama. Selulosa dihasilkan dari alam yang bergabung dengan lignin dan hemiselulosa, sehingga perlu dihilangkan dengan menggabungkan transformasi dan pemecahan secara kimia, dan meninggalkan komponen selulosa dalam bentuk padatan (Klemm, 1998).

Metode penyediaan α -selulosa telah banyak dilaporkan dalam literatur seperti yang telah dilakukan oleh Okhamafe menggunakan proses delignifikasi, yaitu dengan mengambil serat halus dan kering dari tongkol jagung yang kemudian direndam dalam HNO₃ 3,5% yang mengandung sejumlah NaNO₂ selama 2 jam pada suhu 90°C untuk menghilangkan lignin. Campuran tersebut kemudian direndam dan dipanaskan dengan 2% NaOH dan 2% Natrium Sulfit pada suhu 50°C selama 1 jam. Selanjutnya diputihkan dengan NaOCl pada temperatur mendidih selama 0,5 jam. Untuk menghilangkan holoselulosa menggunakan NaOH 17,5% selama 0,5 jam. Alpha selulosa yang dihasilkan selanjutnya dicuci dengan air. Selulosa kemudian dikeringkan pada suhu 60°C (Ohwoavworhua, 2005).

Berat molekul merupakan variabel yang istimewa penting sebab berhubungan langsung dengan sifat kimia polimer. Umumnya polimer dengan berat molekul tinggi mempunyai sifat yang lebih kuat. Banyak sekali bahan polimer yang tergantung pada massa molekulnya (Cowd, 1991). Teknik yang lebih umum digunakan untuk penetapan berat molekul polimer salah satunya adalah pengukuran viskositas larutan pada konsentrasi sekitar 0,5 g/100 ml pelarut dengan cara menetapkan lamanya aliran sejumlah volume larutan melalui kapiler yang panjangnya tetap. Metode ini lebih umum digunakan karena lebih cepat dan lebih mudah, alatnya sederhana, serta perhitungan hasilnya lebih sederhana (Steven, 2001). Sedangkan derajat polimerisasi dapat menunjukkan ukuran

molekul polimer yang berhubungan dengan berat molekul.

Berat molekul selulosa dengan menggunakan metode viskositas pernah dilakukan oleh Agnemo (2009) berdasarkan persamaan *Mark-Kuhn-Houwink* dengan menggunakan pelarut cupri etilendiamin (CED) dimana nilai ketetapan untuk $K = 9,8 \times 10^{-3}$ dan $\alpha = 0,9$.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin meneliti tentang berat molekul dan derajat polimerisasi selulosa yang diperoleh dari alang-alang (*Imperata cylindrica*).

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan-bahan

Alang-alang, Akuades, HNO₃ 3,5%, NaNO₂, NaOH 2%, NaSO₃ 2%, NaOCl 1,75%, NaOH 17,5%, H₂O₂ 10%, Cupri Etilena Diamin.

3.2 Alat-alat

Alat-alat yang dipergunakan berupa alat-alat kaca yang biasa dipergunakan di laboratorium, Alat-alat gelas, Viskometer Ostwald, Neraca analitik, Termometer, Oven, Desikator, Seperangkat alat FT-IR, Hot Plate Stirrer.

3.3. Cara Kerja

3.3.1 Preparasi Serat Alang-alang

Alang-alang dicuci dengan air. Selanjutnya direndam di dalam air selama 2 jam. Dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari. Digunting – gunting hingga membentuk serat halus. Dihaluskan hingga membentuk serat.

3.3.2 Ekstraksi α - Selulosa dari Alang-alang

Metode yang digunakan untuk ekstraksi α -selulosa dari alang-alang yaitu delignifikasi. Serat alang-alang sebanyak 37,5 g dimasukkan ke dalam beaker glass, kemudian ditambahkan 0,5 L campuran HNO₃ 3,5% dan 5 mg NaNO₂, dipanaskan di atas hot plate pada suhu 90° C selama 2 jam. Setelah itu disaring dan ampas dicuci hingga filtrat netral. Selanjutnya didigesti dengan 375 mL larutan yang mengandung NaOH 2% dan Na₂SO₃ 2% pada suhu 50°

C selama 1 jam. Kemudian disaring dan ampas dicuci sampai netral. Selanjutnya dilakukan pemutihan dengan 125 mL larutan NaOCl 1,75% pada temperatur mendidih selama 0,5 jam. Kemudian disaring dan ampas dicuci sampai pH filtrat netral. Setelah itu dilakukan pemurnian Alfa Selulosa dari sampel dengan 250 mL larutan NaOH 17,5% pada suhu 80° C selama 0,5 jam. Kemudian disaring, dicuci hingga filtrat netral. Dilanjutkan dengan pemutihan dengan H₂O₂ 10% pada suhu 60° C dalam oven selama 1 jam. Kemudian disimpan dalam desikator. Selanjutnya dikarakterisasi dengan spektroskopi FTIR.

3.3.3 Penentuan Viskositas Alang-alang

3.3.3.1 Penentuan Waktu Alir Cupri Etilen Diamin (CED) Menggunakan Metode Viskositas

Diukur pelarut murni (Cupri Etilen Diamin) sebanyak 10 mL. Dimasukkan ke dalam viskometer Ostwald. Dicatat waktu yang dibutuhkan dari larutan untuk mengalir dari batas atas sampai batas bawah tabung viskometer. Dilakukan sebanyak tiga kali.

3.3.3.2 Penentuan Waktu Alir α -Selulosa Menggunakan Metode Viskositas

Ditimbang 0,025 gram α -selulosa. Dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan dilarutkan sedikit demi sedikit dengan CED hingga garis batas labu takar. Setelah larut dihomogenkan campuran. Dimasukkan 10 mL larutan ke dalam viskometer Ostwald. Dicatat waktu alir dari campuran tersebut. Dilakukan sebanyak tiga kali. Dilakukan prosedur yang sama untuk setiap selulosa dengan variasi konsentrasi larutan (0,0375 g/25 mL; 0,05 g/25 mL; 0,0625 g/25 mL; 0,075 g/25 mL; 0,0875 g/25 mL; 0,1 g/25 mL; dan 0,1125 g/25 mL).

3.3.3.3 Mencari Nilai Viskositas Instrinsik Menggunakan Metode Least Square

Dihitung viskositas dengan membandingkan waktu alir dari masing-masing α -selulosa dengan CED. Lalu dicari nilai viskositas instrinsik dari selulosa tersebut dengan cara menggunakan metode Least Square.

3.3.4 Penentuan Nilai Berat Molekul Dengan Menggunakan Persamaan Mark-Houwink

Dihitung berat molekul yaitu menggunakan persamaan Mark-Houwink :

$$[\eta] = KM^\alpha$$

Dengan

$$K, \alpha = \text{Konstanta Mark-Houwink} \\ (K = 9,8 \times 10^{-3} \text{ dan } \alpha = 0,9).$$

$$[\eta] = \text{Viskositas instrinsik}$$

3.3.5 Penentuan Derajat Polimerisasi

Dihitung derajat polimerisasi yaitu dengan membandingkan antara berat molekul yang diperoleh dengan berat molekul unit strukturnya.

$$DP = \frac{\text{berat molekul selulosa}}{\text{berat molekul satu unit glukosa}}$$

3.3.6 Uji FT - IR (*Fourier Transform – Infra Red*)

Mula – mula pengujian dilakukan dengan menjepit film hasil pencampuran pada tempat sampel. Kemudian film diletakkan pada alat ke arah sinar infrared. Hasilnya akan di rekam ke dalam kertas berskala berupa aluran kurva bilangan gelombang terhadap intensitas.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari perhitungan berat molekul α -selulosa dari alang-alang diperoleh sebesar 8.242,7g/mol. Sedangkan derajat polimerisasi (DP) selulosa dari alang-alang sebesar 45,8.

Pembahasan dari hasil penelitian ini terletak pada berat molekul dan derajat polimerisasi yang diperoleh berdasarkan

nilai viskositas intrinsik dengan metode viskositas.

Adapun pembahasan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

4.2.1. Penentuan Nilai Viskositas Intrinsik dan Berat Molekul Selulosa

Viskositas diukur pada konsentrasi sekitar 0,5 g/100 mL pelarut. Untuk memperoleh nilai viskositas intrinsik dapat dicari dengan menggunakan metode "Least Square". Dari persamaan least square diperoleh suatu kurva garis lurus, sehingga didapat intersept dari garis lurus tersebut. Intersept dari garis lurus tersebut dinamakan dengan viskositas intrinsik. Sedangkan untuk memperoleh nilai berat molekul dapat dicari dengan menggunakan persamaan Mark-Kuhn-Houwink. Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa viskositas intrinsik berbanding lurus dengan berat molekul. Berat molekul selulosa sangat bervariasi tergantung pada asal sampelnya dan pada viskositas dari larutannya.

4.2.2. Penentuan Nilai Derajat Polimerisasi Selulosa

Jumlah unit berulang dalam rantai disebut dengan derajat polimerisasi (DP), dilambangkan dengan n atau P . Hasil dari derajat polimerisasi n dan berat molekul dari unit monomer sama dengan berat molekul polimer.

$$M_{\text{polimer}} = n M_{\text{unit}}$$

Derajat polimerisasi dipengaruhi oleh metode isolasi dan perlakuan kimia yang diberikan.

4.2.3. Analisis Spektrum Infra-Merah (FTIR)

Penerapan analisis spektrum FTIR dalam penelitian polimer mencakup dua aspek, yaitu aspek kualitatif dan aspek kuantitatif. Penelitian ini lebih menekankan pada aspek kualitatif berupa penentuan struktur α -selulosa yang dapat dilakukan dengan cara mengamati frekuensi-frekuensi yang khas dari gugus fungsi spektra FT-IR dari α -selulosa.

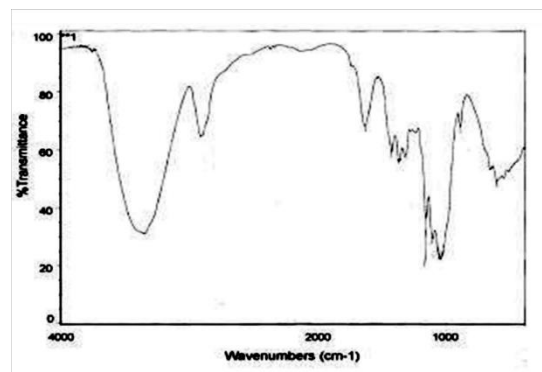
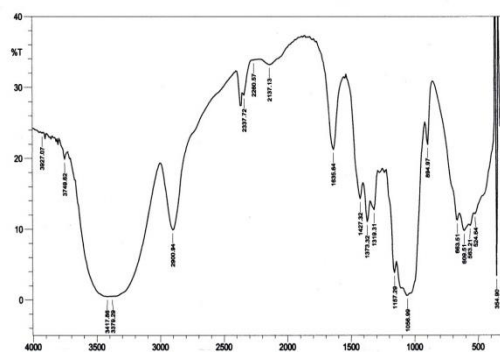
Teknik spektroskopi IR banyak digunakan dalam tahap karakterisasi selulosa karena metode ini relatif mudah dan dapat memberikan informasi awal tentang komposisi kimia, konformasi molekular, serta pola ikatan hidrogen.

Pada polimer yang dikarakterisasi terdapat juga gugus-gugus seperti uluran O-H, uluran C-H, uluran C-O, dan tekukan untuk rantai >4 yang terlihat pada **Tabel 1**.

Spektrum FT-IR dari α -selulosa yang diperoleh dari alang-alang telah menunjukkan gugus-gugus fungsi yang seharusnya ada di dalam polimer α -selulosa. Besarnya bilangan gelombang pada gugus α -selulosa dapat dibandingkan dengan spektrum FT-IR dari α -selulosa standar untuk melihat kualitas dari α -selulosa yang dihasilkan, terlihat bahwa terdapat kesamaan bentuk spektrum antara α -selulosa yang diperoleh dengan α -selulosa standar seperti yang terlihat pada **Gambar 1**, sehingga menunjukkan bahwa senyawa yang dihasilkan pada penelitian adalah α -selulosa.

Tabel 1. Bilangan Gelombang FT-IR α -Selulosa dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Sampel	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus fungsi
α -Selulosa	3417,86	Uluran O-H
	2900,94	Uluran C-H
	1373,32	Uluran C-O
	609,51	Tekukan untuk rantai >4



Gambar 1. Spektrum FT-IR α -Selulosa dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan Spektrum FT-IR α -Selulosa Standar

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penentuan berat molekul dan derajat polimerisasi α -selulosa yang berasal dari alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan metode viskositas, maka dapat disimpulkan :

Berat molekul α -selulosa dari alang-alang (*Imperata cylindrica*) adalah 8.242,7g/mol. Sedangkan derajat polimerisasi (DP) yang dihasilkan untuk α -selulosa dari alang-alang (*Imperata*

cylindrica) adalah 45,8 dengan persentase kandungan α -selulosa dari alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang diperoleh yaitu 45%.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian dan hasil yang diperoleh , maka disarankan agar penelitian selanjutnya untuk menentukan berat molekul dengan menggunakan metode lainnya, seperti hamburan cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnemo, R. 2009. *Methods to Analyze Cellulose Pulps for Viscose Production. Paper presented at 4th Workshop on Cellulose, Regenerated Cellulose and Cellulose Derivates*. Sweden : Karlstad University.
- Cowd, M.A. 1991. *Kimia Polimer*. Bandung : Penerbit ITB.
- Dumanauw, J.F. 1990. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta : Kanisius.
- Febrisari, A. 2008. *Pendayagunaan Tumbuhan Liar, Alang-alang (Imperata cylindrica) Sebagai Softdrink Herbal Dalam Rangka Optimalisasi Lingkungan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Ismanto, S. 2011. *Studi Pemanfaatan Serat Rumput Alang-alang dan Serat Tandan Kosong Sawit (TKS) Untuk Pembuatan Papan Serat Semen*. Padang : Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Klemm, D. 1998. *Fundamentals and Analytical Methods*. Volume 1. New York : Wiley-VCH.
- Manan, A. 2006. *Motif Pembakaran Alang-alang (Imperata cylindrica) Di Daerah Tapanuli Selatan*. Bogor : Fakultas Kehutanan IPB .
- Ohwoavworhua, F.O. 2005. *Phosphoric Acid-Mediated Depolymerization and Decrystallization of α -Cellulose Obtained from Corn Cob : Preparation of Low Crystallinity Cellulose and Some Physicochemical Properties*. Tropical Journal of Pharmaceutical. Nigeria : University of Benin.
- Onggo, H. 2000. *Pengaruh Perlakuan Proses Pulping Terhadap Warna Kertas Seni dari Alang-alang (Imperata cylindrica)*. Jilid XXI. No 1-2. Bandung : Puslitbang Fisika Terapan LIPI.
- Stevens, M.P. 2007. *Kimia Polimer*. Cetakan Kedua. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Sutiya, B. 2012. *Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-alang (Imperata cylindrica) Sebagai Gambaran Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Bioscientiae. Volume 9, Nomor 1, Halaman 8-19. Kalimantan Selatan : Universitas Lambung Mangkurat.