

## PENGARUH KONSENTRASI DIKLOROMETAN TERHADAP DAYA LARUT SELULOSA ASETAT DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Alvika Meta Sari<sup>1</sup>  
[phika\\_80@yahoo.com](mailto:phika_80@yahoo.com)

Universitas Muhammadiyah Jakarta

Hadi Hidayat<sup>2</sup>

Universitas Muhammadiyah Jakarta

### ABSTRAK

Selulosa asetat dapat digunakan sebagai salah satu bahan plastik *biodegradable*, maupun membrane. Selulosa asetat tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam diklorometan. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mempelajari dan mengembangkan teknik pembuatan selulosa asetat dengan metode asetilasi dan hidrolisis, (2) mencari pengaruh konsentrasi diklorometan terhadap daya larut selulosa asetat, dan (3) mencari konsentrasi diklorometan optimal terhadap daya larut selulosa asetat. Pada penelitian ini, selulosa asetat disintesa dari *nata de soya* (NDS). NDS merupakan selulosa mikrobial yang diperoleh dari fermentasi limbah cair tahu dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* selama 14 hari. Setelah terbentuk NDS dilakukan proses untuk menjadi selulosa asetat. Proses tersebut adalah aktivasi, asetilasi, hidrolisa dan pemurnian selulosa asetat. Gugus asetil yang didapat adalah 43,86 %. Lalu dilakukan pengujian untuk mengetahui daya larut selulosa asetat terhadap diklorometan. Hasil daya larut selulosa asetat (%) yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 9.4 – 98.1%, dengan hasil optimal 98.1% yang dihasilkan dari sampel selulosa asetat sebanyak 1 gr dengan menggunakan pelarut diklorometan konsentrasi 98% sebagai pelarutnya. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi diklorometan terhadap selulosa asetat menghasilkan persamaan  $y = 101.1x - 2.751$ .

**Kata Kunci:** selulosa asetat, *nata de soya*, kelarutan, dikloromethane

### I. Pendahuluan

Selulosa asetat mempunyai rumus molekul  $(C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3)_x$ , berwujud padat dengan bentuk flake (serpihan) atau powder (serbuk) berwarna putih dan bobot molekul = 288 kg/kgmol. Kemurniaan rata-rata produk selulosa asetat yang dihasilkan adalah 96.8 % berat (3.2 % H<sub>2</sub>O). Selulosa asetat merupakan ester organik yang berupa padatan tidak berbau, tidak beracun, tidak berasa dan berwarna putih yang dibuat dari mereaksikan selulosa dengan asam asetat anhidrida dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis (Kroswitch, 1990). Bahan baku selulosa umumnya didapat dari kapas yang memiliki kemurnian dengan nilai  $\alpha$ -selulosa sampai 99%. Namun saat ini penggunaan *selulosa microbial* sebagai bahan baku selulosa asetat juga telah banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan yaitu sifat selulosa yang dihasilkan seragam, kemurnian yang tinggi, tidak memerlukan banyak lahan untuk memproduksinya, serta waktu panen yang cukup singkat. Salah satu penelitian dilakukan oleh Safriani (2008) yang membuat *biopolymer* selulosa asetat dengan bahan dasar *nata de coco*. Pada penelitian ini digunakan *nata de soya*

untuk memanfaatkan limbah cair industri tahu yang melimpah dan kurang dimanfaatkan.

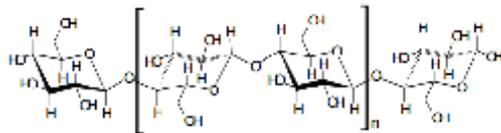
Selulosa asetat dapat digunakan sebagai membrane (Radiman dan Eka, 2007, Lindu et al, 2010), dan bahan kemasan *biodegradable* (Redjeki dan Sari, 2013). Akan tetapi aplikasi selulosa asetat memerlukan data kelarutan terhadap pelarut tertentu yang dapat melarutkannya. Selulosa asetat dari *nata de coco* dapat digunakan untuk membrane menggunakan pelarut diklorometan (Lindu et al, 2010). Tetapi belum ada makalah mengenai kelarutan selulosa asetat dari *nata de soya* terhadap diklorometan.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

Limbah air tahu (whey tofu) selain mengandung protein juga mengandung vitamin B terlarut dalam air, lesitin dan oligosakarida. *Whey* tahu mempunyai prospek untuk dimanfaatkan sebagai media fermentasi bakteri, diantaranya bakteri asam asetat *Acetobacter sp* termasuk bakteri *Acetobacter xylinum*. *Acetobacter xylinum* dapat mengubah gula subat menjadi gel selulosa yang biasa dikenal dengan nata.

Selulosa mikrobial adalah jenis selulosa yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Selulosa

mikrobal bersifat renewable (dapat diperbarui), mempunyai karakteristik yang unik dan relatif lebih murni dibandingkan dengan selulosa kayu. Selulosa mikrobal merupakan salah satu alternatif sebagai sumber selulosa pada pembuatan selulosa asetat. Produk BC dari suatu galur *Acetobacter* murni secara kimiawi, yaitu bebas dari lignin dan hemiselulosa serta produk-produk biogenik lainnya (Masaoka et al. 1993, Geyer et al. 1994). Karena itu, BC dapat dimurnikan dari media dan dari sel-sel bakteri yang terperangkap di dalamnya dengan perlakuan lembut menggunakan larutan basa encer, misalnya NaOH 0,1 N, selama 20 menit saja, pada suhu 80 °C (Toyosaki et al. 1995). Berikut adalah struktur selulosa yang merupakan polimer tak bercabang dari unit anhidroglukosa yang dihubungkan oleh ikatan glukosidik  $\beta$ -1,4 (Gambar 1).



Gambar 1. Rumus struktur selulosa (Ristiyani, 2006)

Kekhasan BC lainnya adalah kekuatan mekanisnya yang luar biasa meskipun ringan dan tipis, serta kapasitas serap air yang tinggi (Brown Jr). Kapasitas serap air BC mencapai 100–120 kali bobot keringnya (Geyer et al. 1994), lebih banyak daripada yang mampu diserap pulp kayu.

Selulosa asetat merupakan ester organik yang berbentuk padatan tidak berbau, tidak beracun, tidak berasa dan berwarna putih yang dibuat dengan mereaksikan selulosa dengan asam asetat anhidrida dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis (Kroswitch, 1990).

### III. Metodologi

#### 1. Alat:

Alat utama yang dibutuhkan adalah panci enamel, kompor, tempat plastic, dan wadah plastik fermentasi berukuran 25x20x4.5 cm untuk pembuatan nata de soya. Untuk pembuatan selulosa asetat adalah Penghancur Philips, neraca analitik, pengaduk listrik kecepatan tinggi, pompa vakum, pemanas listrik, oven, centrifus, alat-alat kaca, serta alat saring dan corong.

#### 2. Bahan :

Limbah cair industri tahu dari Pabrik tahu di utan panjang, asam asetat teknis, ZA, gula pasir, starter, NaOH, Asam asetat

anhidrid, asam, sulfat, aquades dan di klorometan.

#### 3. Pembuatan Selulosa mikrobal ( *nata de soya* )

1lt Air rebusan tahu (whey tofu) yang baru diambil dan masih segar disaring, dan ditampung dalam panci email (bukan panci aluminium), kemudian ditambahkan gula pasir dan ZA, aduk-aduk sampai rata kemudian didihkan dan tetap dipanaskan selama kira-kira 15 menit. Rebusan ini diangkat dan ditunggu dingin lalu ditambahkan asam cuka, diaduk sampai homogen. Lalu dimasukkan dalam wadah plastik/kaca dengan ketinggian larutan kira-kira 3-4 cm. Kemudian ditambahkan starter/bibit nata cair (*acetobacter xylinum*). Wadah ditutup dan disimpan ditempat yang aman dan bersih selama 12 hari (selama penyimpanan, wadah tidak boleh digoyang). Setelah 12 hari atau ketebalan nata mencapai ketinggian 1.5-2 cm, lapisan nata de soya sudah boleh dipanen.

#### 4. Pembuatan Selulosa bakteri

Selulosa mikrobal ( *nata de soya* ) yang berbentuk lembaran dipotong-potong kira-kira empat bagian. Kemudian dimurnikan dengan merendamnya di dalam larutan NaOH 1% selama  $\pm$  12 jam pada suhu kamar. Bahan selanjutnya dicuci kembali dengan air berulang-ulang sampai pH netral. Nata yang sudah netral dihaluskan oleh blender, kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari untuk menghilangkan air dalam bahan. Untuk selanjutnya nata kering diperkecil ukurannya dan digiling dengan blender. Terakhir, serbuk selulosa mikrobal diukur kadar air.

#### 5. Pembuatan selulosa asetat

Ditimbang serbuk selulosa bakteri sebanyak 0.9 gram. Dicampurkan dengan 100 ml asam asetat di dalam beaker glass, lalu dikocok dengan kecepatan 200 rpm selama 20 menit. Selulosa bakteri disaring vakum dan diperas sekuat mungkin, perlakuan ini dilakukan duplo. Hasil perasan yang kedua dikembalikan ke dalam beaker glass. Direndam dalam 50 ml asam asetat glasial selama 3 jam pada suhu kamar. Botol dikocok dengan kecepatan 200 rpm. Selulosa bakteri disaring vakum dan diperas sekuat mungkin. Selulosa bakteri dimasukkan kembali ke dalam beaker glass

yang baru, lalu ditambahkan campuran asam asetat glasial dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% dengan perbandingan (100 : 1) sebagai katalis sebanyak 10.1ml. Campuran diaduk kuat selama 1 menit. Panaskan pada suhu 40°C, kemudian ditambahkan Anhidrida asam asetat dengan nisbah 1 : 5 dengan setara 4.5 ml volume anhidrida asam asetat tetes demi tetes, kemudian diaduk hingga larutan berwarna kemerahan kira – kira selama 2 jam. Larutan hasil proses asetilasi dihidrolisis dengan menggunakan campuran air dan asam asetat glasial (2 : 1) sebanyak 2.4 ml dan dilakukan pengadukan pada beberapa menit pertama. Larutan dibiarkan pada suhu 40°C selama 30 menit dihitung sejak ditambahkannya campuran asam asetat dan air. Larutan hasil hidrolisis disentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm untuk memisahkan kotoran sisa asetilasi. Supernatan dituang perlahan ke dalam 500 ml aquadest yang diaduk kuat dengan agitator hingga muncul serpihan (endapan) selulosa asetat yang berwarna putih. Serpihan yang terbentuk disaring vakum. Serpihan selulosa asetat ini dinetralkan pH-nya dengan NaHCO<sub>3</sub> 1 N hingga busa yang muncul hilang kembali. Serpihan selulosa asetat dicuci dengan air destilata untuk menghilangkan NaHCO<sub>3</sub> yang tersisa. Hasil produk selulosa asetat dimasukkan ke dalam cawan uap yang telah ditimbang bobot kosongnya lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Selulosa asetat kering dianalisis kadar asetilnya (Ka %) dengan persamaan:

$$Ka \% = ((D - C)Na + (A - B)Nb) \frac{F}{W}$$

(Lindu et al. 2010)

Dimana:

A = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

B = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

C = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

D = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Na = Normalitas HCl

F = 4,305 untuk kadar asetil dan 6,005 untuk

kadar asam asetat

W = bobot sampel

## 6. Kelarutan selulosa asetat terhadap diklorometan

Timbang selulosa asetat 1 gram (W1). Timbang kertas saring (W2). Masukkan selulosa asetat ke dalam beaker glass, tambahkan 5 ml diklorometan dengan variabel konsentrasi. Aduk campuran tersebut, kemudian saring untuk mengetahui berapa banyak selulosa asetat yang terlarut. Keringkan kertas saring yang telah digunakan kemudian timbang (W3).

Kelarutan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Kelarutan} = \frac{W1 - (W3 - W2)}{W1} \times 100\%$$

## IV. Hasil dan Pembahasan

### Pembuatan *Nata de soya*

Untuk memperoleh selulosa asetat dilakukan pembuatan *nata de soya* dari *acetobacter xylinum* menggunakan medium limbah cair industri tahu. Pertumbuhan *acetobacter xylinum* dipengaruhi oleh oksigen, pH, suhu dan nutrisi (Lindu et al, 2010). Selulosa yang diperoleh pada penelitian ini berasal dari limbah cair industry tahu dengan bantuan *A. xylinum*. BC tersebut berwarna putih kekuningan dengan ketebalan sekitar 0.5–2.0 cm serta memiliki tekstur permukaan yang halus dan kenyal. Jika BC ini diremas maka akan keluar airnya dan bentuknya akan kembali ke semula. Selain itu, pada penelitian ini digunakan bakteri *A. xylinum* karena bakteri tersebut telah banyak dipelajari dan dapat menghasilkan selulosa dalam jumlah relatif lebih banyak dibandingkan dengan bakteri lainnya (Yoshinaga et al. 1995).

### Pembuatan Selulosa Bakteri

Selulosa diesterifikasi menjadi selulosa triasetat (mengandung 44,8% asetil) yang memiliki rumus empirik C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>5</sub>(CH<sub>3</sub>CO)<sub>3</sub>. Proses Pembuatan selulosa asetat terdiri dari tiga tahap, yaitu asetilasi, hidrolisis, dan purifikasi. Aktivasi atau praperlakuan adalah tindakan yang perlu dilakukan sebelum esterifikasi. Aktivasi diperlukan agar reaksi berlangsung sempurna. Selulosa dapat diaktivasi dengan pemberian activator dan katalis. Reaksi dengan kedua bahan diatas menyebabkan serat-serat selulosa mengembang sehingga didapatkan luas permukaan selulosa yang besar dan mengurangi ikatan intramolekuler hydrogen yang akan meningkatkan tingkat difusi reagen (Restiyani, 2006) .

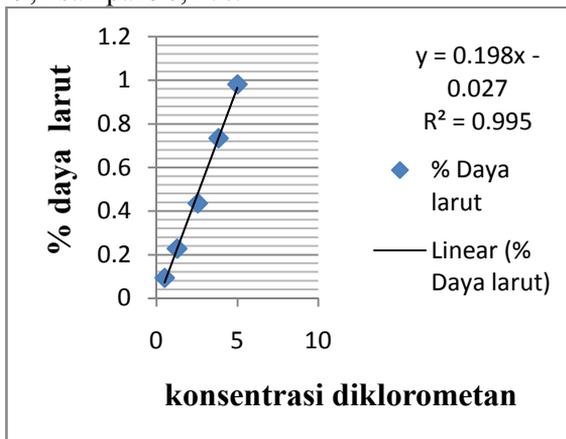
### Kelarutan selulosa asetat dalam diklorometan

Kelarutan merupakan kemampuan suatu zat kimia tertentu (dalam hal ini selulosa asetat) untuk larut dalam suatu pelarut (diklorometan). Kelarutan suatu zat dinyatakan dalam jumlah maksimum zat terlarut yang larut dalam suatu pelarut pada kesetimbangan. Hasil kelarutan CA yang dihasilkan terhadap diklorometan tampak pada tabel 1.

Tabel 1. Kelarutan Selulosa Asetat 1 gr terhadap variabel konsentrasi Diklorometan

No	Variabel % konsentrasi diklorometan	% Daya larut
1	5	0,981
2	3,827	0,867
3	2,551	0,812
4	1,276	0,807
5	0,510	0,819

Nilai hasil dari persen kelarutan merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi homogenitas dari suatu campuran, terutama dalam pembuatan plastik dalam penelitian ini. Hasil daya larut (%) yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 9,4 sampai 98,1 %.



Gambar 2. Grafik kelarutan selulosa asetat terhadap diklorometan

Dari hasil yang di tunjukan (gambar 2.) bahwa, kelarutan selulosa asetat dipengaruhi oleh konsentrasi diklorometan. Hal tersebut terbukti dari hasil yang di perlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi diklorometan maka kelarutan selulosa asetat akan semakin homogen, terlihat semakin besarnya persen (%) daya larut.

Hal ini menunjukkan bahwa CA yang didapat memiliki derajat substitusi 2.8–3.0 yang setara dengan kadar asetil berkisar

43.0–44.8%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pasla (2006).

### V. Kesimpulan

Dilihat dari data di atas maka dapat disimpulkan bahwa selulosa asetat sebanyak 1g dengan menggunakan pelarut diklorometan berkonsentrasi 98% merupakan hasil yang paling optimal, dimana persen kelarutannya merupakan hasil yang optimal yaitu 98,1%.

### VI. Referensi

- Brown Jr, RM., Microbial cellulose: a new resource for wood, paper, textiles, food and specialty products. <http://www.botany.utexas.edu/facstaff/facpages/mbrown/position1>. [29 april 2005].
- Geyer U. et al., 1994, Formation, derivatization and applications of bacterial cellulose. *Int J Biol Macromol*, 16:343-347.
- Kroschwitz JI. 1990. Concise of Polymer Science and Engineering. New York, J Wiley.
- Lindu, M., Puspitasari, T., dan Ismi, E., 2010, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 12 No.1, Oktober 2010, hal. 17-23.
- Masaoka S, Ohe T, Sakota N. 1993. Production of cellulose from glucose by Acetobacter xylinum. *Journal of Ferment Bioeng*, 75:18-22.
- Pasla FR., 2006, Pencirian Membran Selulosa Asetat Berbahan Dasar Selulosa Bakteri dari Limbah Nanas, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Radiman, C.L., dan Eka, I., 2007, Pengaruh jenis dan temperatur koagulan terhadap morfologi dan karakterisasi membrane selulosa asetat, *MAKARA, Sains*, Vol. 11, No.2, November 2007, 80 – 84.
- Toyosaki H et al. 1995. Screening of bacterial cellulose producing Acetobacterstrain suitable for agitated culture., *Journal of Biosci Biotech Biochem* 59:1498-1502.
- Yoshinaga S, Tonouchi N, Watanabe K. 1997. Reaserch progress in production of bacterial cellulose by aeration and agitation culture and its application as a new industrial material, *Journal of Biosci Biotech Biochem* 6:119-124.
- Yulianawati N., 2002, Kajian Pengaruh Nisbah Selulosa dengan Pereaksi Asetilasi dan Lama Asetilasi terhadap Produksi Selulosa dari Nata de Coco, Institut Pertanian Bogor, Bogor.