

SINTESIS MEMBRAN SELULOSA ASETAT DARI SELULOSA BAKTERIAL NATA DE BAMBOO DAN APLIKASINYA SEBAGAI MEMBRAN MIKROFILTRASI

Fikka Kartika Widyastuti

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

E-mail: fikka.kartika@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan selulosa bakterial atau *nata* sebagai alternatif pengganti sumber selulosa dari tanaman dalam pembuatan membran selulosa asetat. Nata yang kemudian disebut sebagai *nata de bamboo* ini telah dibuat dari hasil fermentasi rebung bambu dengan memanfaatkan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Nata de bamboo (NDB) yang telah dinetralkan kemudian dipress dan dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya untuk selanjutnya digunakan dalam pembuatan membran selulosa asetat. Metode pembuatan membran selulosa asetat yang digunakan adalah metode umum yang meliputi tahapan swelling menggunakan asam asetat glasial, aktivasi, asetilasi dan hidrolisis. Larutan hasil hidrolisis kemudian dicetak pada plat kaca menggunakan metode presipitasi imersi sehingga dihasilkan membran selulosa asetat. Karakterisasi membran dilakukan dengan pengujian permeabilitas membran (nilai fluks) dan selektivitas membran (koefisien rejeksi). Permeabilitas membran mencapai nilai fluks $> 50 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ dan pengujian selektivitas membran memberikan nilai koefisien rejeksi 90%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa membran selulosa asetat dari nata de bamboo dapat digunakan sebagai membran untuk proses mikrofiltrasi.

Kata kunci: membran, selulosa asetat, nata de bamboo, mikrofiltrasi

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi membran sudah semakin berkembang sebagai membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, hiperfiltrasi, dan elektrodialisis di berbagai industri kimia, bioteknologi maupun laboratorium pengujian. Teknologi membran banyak digunakan dalam berbagai proses pemisahan dan pemekatan karena berbagai keunggulan yang dimilikinya, antara lain pemisahannya sangat spesifik. Karena itu teknologi membran dikenal sebagai salah satu jenis pemisahan yang termasuk *clean technology*.

Pada umumnya membran dibuat dari polimer seperti selulosa asetat, selulosa triasetat, poliamida, dan polimer lain. Selulosa yang digunakan dalam pembuatan selulosa asetat harus memiliki tingkat kemurnian tinggi. Hal ini

bertujuan untuk mendapatkan kelarutan polimer yang besar dalam pembuatan serat karena pengotor hemiselulosa membentuk gel yang tidak diinginkan. Pulp kayu yang terasetilasi memiliki kandungan alfa selulosa sebesar 95-98% [2]. Meskipun memiliki kemurnian selulosa yang tinggi, namun kekurangan dari sumber kayu ini adalah harus didahului dengan proses pemasakan dan pemutihan untuk menghilangkan lignin yang tentunya akan menggunakan bahan kimia dan membutuhkan biaya tambahan. Selain itu sumber selulosa dari kayu atau tanaman memiliki beberapa kekurangan diantaranya membutuhkan lahan yang luas dan waktu yang lama untuk membudidayakannya. Selulosa merupakan polimer alam yang dihasilkan dari tanaman, namun juga dapat dihasilkan

dari bakteri, yang disebut selulosa bakterial.

Selulosa bakterial adalah nanomaterial yang dihasilkan oleh berbagai macam strain spesies *Acetobacter* dan juga strain *Pseudomonas*, *Achrobacter*, *Alcaligene*, *Aerobacter*, dan *Azotobacter* [1]. Selulosa bakterial atau hidrogel alami ini sifatnya lebih baik daripada hidrogel yang dihasilkan dari polimer sintetik, sebagai contoh, selulosa bakterial menunjukkan kadar air tinggi (98-99%), penyerapan cairan yang baik, kekuatan basah yang tinggi, dan kemurnian bahan kimia yang tinggi dan dapat disterilisasi dengan aman tanpa mengubah struktur dan sifatnya sedikit pun [3]. Adapun Sulistiyana dkk (2014) telah melakukan penelitian tentang penggunaan substrat lain pengganti air kelapa dalam pembuatan selulosa bakterial atau *nata*, yaitu dari labu siam dan rebung bambu. Selulosa bakterial dari kedua bahan ini kemudian disebut sebagai *nata de chayote* (NDCh) dan *nata de bamboo* (NDB).

Oleh karena itu, untuk memberikan solusi pada permasalahan tersebut diatas maka bahan pengganti alternatif pada membran selulosa tanaman kayu akan digantikan dengan selulosa bakterial. Hal ini diharapkan menjadi salah satu sumber selulosa alternatif dalam pembuatan membran selulosa asetat yang selanjutnya memberikan performa yang baik dalam aplikasinya sebagai membran mikrofiltrasi. Radiman dan Yuliani (2005) melakukan penelitian penggunaan nata de coco sebagai bahan dasar pembuatan membran selulosa asetat sebagai salah satu upaya untuk mengurangi pemakaian bahan kimia dalam proses tersebut. Berdasarkan nilai fluks dan koefisien rejeksinya, membran hasil sintesis ini

dikategorikan sebagai membran mikrofiltrasi. Dalam penelitian ini dapat digolongkan sesuai dengan payung penelitian yaitu pengembangan teknologi pengolahan bahan untuk industri.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – September 2017 di Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi.

Target/Subjek Penelitian

Target penelitian ini adalah mendapatkan membran selulosa asetat yang dibuat dari selulosa bakterial yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai membran mikrofiltrasi untuk proses sterilisasi.

Prosedur

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rebung bambu segar, starter nata (*Acetobacter xylinium*), urea, gula pasir, asam asetat glasial, aquades, anhidrida asetat, asam sulfat pekat.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, gelas beaker, blender, pisau, hotplate-stirer, pengaduk kaca, saringan, indikator universal, kertas koran, karet, pinset, lakban, magnetic stirrer dan oven.

Cara Kerja

- Pembuatan nata de bamboo

Rebung bambu segar dipotong-potong kemudian ditimbang sebanyak 225 gram. Ditambahkan aqua DM sebanyak 1 liter, diblender, dan dipanaskan hingga mendidih, setelah itu disaring. Gula

ditambahkan ke dalam filtrat sebanyak 100 gram dan urea 4 gram sambil dipanaskan dan diaduk hingga mendidih [5].

Larutan didinginkan di dalam penangas es dan diatur pH ± 4 dengan penambahan asam asetat glasial. Larutan substrat sebanyak 300 mL dituang ke dalam cetakan *nata* dan ditambahkan starter *nata* (*Acetobacter xylinum*) sebanyak 10 mL setiap 100 mL volume substrat. Kemudian ditutup dengan kertas koran, diikat dengan karet dan dilakban. Fermentasi dilakukan selama 10 hari [5]. Perlu diperhatikan untuk semua peralatan yang digunakan harus dalam keadaan steril. Setelah 10 hari, lapisan *nata* yang terbentuk dibilas dengan air mengalir dan direndam dengan air panas selama 15 menit. Selanjutnya direndam dalam NaOH 1% selama 24 jam dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan asam asetat 1% selama 24 jam.

- Pembuatan Selulosa Asetat

Pembuatan selulosa asetat berdasarkan metode standar yang dilakukan oleh Radiman dan Yuliani (2005). Dalam pembuatan selulosa asetat, lima gram *nata de bamboo* kering ditambahkan 24 mL asam asetat glasial diaduk selama 60 menit pada suhu 40°C. Kemudian ditambahkan 30 mL asam asetat glasial dan 5 tetes asam sulfat pekat. Campuran diaduk kembali selama 45 menit pada suhu yang sama. Selanjutnya ditambahkan 20 mL anhidrida asetat 98% lalu diaduk kembali pada suhu 40°C selama 20 jam. Larutan ini dihidrolisis dengan menambahkan asam asetat encer (campuran 20 mL asam asetat glasial dan 10 mL akuades) dan diaduk kembali selama 20 jam. Larutan selulosa asetat yang diperoleh dari hasil hidrolisis

dituangkan di atas plat kaca dan dicetak. Sesudah penguapan parsial selama 10 detik, plat dimasukkan ke dalam air pada suhu 4°C dan membran yang terbentuk dicuci dengan air sampai bebas asam.

- Karakterisasi Selulosa Asetat

a. Penentuan Permeabilitas Membran

Permeabilitas membran ditentukan melalui nilai fluks yang menyatakan kemampuan membran untuk melewati spesi tertentu. Fluks ditentukan dengan menghitung volume larutan yang melewati membran per satuan waktu per satuan luas dengan persamaan:

$$J = V / A.t$$

dengan:

J = fluks air atau larutan

V = volume permeat yang melewati membran

t = waktu yang diperlukan untuk permeat melewati membran

Fluks ditentukan terhadap air, larutan dekstran T-500 dan T-2000 dengan konsentrasi 1000 ppm yang dimasukkan dalam sel berpengaduk pada tekanan operasional sebesar 2 kgf/cm². Sebelum pengukuran dimulai, dilakukan kompaksi terhadap membran selama 15 – 30 menit.

b. Penentuan Selektivitas Membran

Selektivitas membran dinyatakan sebagai koefisien rejeksi (%R) yang menyatakan kemampuan membran untuk menahan atau melewati spesi tertentu, yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\%R = [1 - (C_p/C_k)]$$

dengan:

C_p = konsentrasi permeat

C_k = konsentrasi konsentrat

Larutan dekstran 1000 ppm dimasukkan ke dalam sel berpengaduk. Konsentrasi permeat dan konsentrat ditentukan dengan mereaksikan 1 mL larutan yang dianalisa dengan 1 mL larutan fenol 5% dan 5 mL asam sulfat pekat. Larutan kemudian diaduk dan diukur persen transmittannya pada panjang gelombang 490 nm dengan menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ekstrak dari rebung bambu berperan sebagai substrat penyedia nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Namun kebutuhan akan substrat makro seperti sumber C dan N masih harus ditambahkan agar *nata* yang dihasilkan optimal. Sebagai sumber karbon dapat ditambahkan sukrosa, fruktosa atau glukosa. Sedangkan sebagai sumber nitrogen dapat ditambahkan urea, ZA atau ammonium sulfat [2]. Dalam penelitian ini digunakan gula dan urea. Penggunaan asam dalam pembuatan *nata* berfungsi sebagai pengatur pH. Tingkat keasaman atau pH mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.

Bakteri *Acetobacter* yang biasa digunakan dalam pembuatan *nata* menyukai suasana asam. Bakteri ini tumbuh baik pada rentang pH 2.8 – 4.3 [9]. Asam yang banyak digunakan dalam pembuatan *nata* adalah asam asetat yang digunakan untuk mengatur keasaman agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan yaitu mendekati pH optimal 4.3. Setelah proses fermentasi selama 10 hari diperoleh lembaran *nata de bamboo* yang berada pada lapisan atas dan siap untuk dipanen.



Gambar 1. *Nata De Bamboo*

Nata de bamboo (NDB) yang telah dinetralkan kemudian di press dan dikeringkan menggunakan oven untuk mengurangi kadar airnya. NDB yang telah dikeringkan kemudian digunakan sebagai sumber selulosa dalam pembuatan selulosa asetat.

Larutan campuran selulosa asetat hasil reaksi asetilasi NDB kemudian dicetak dipermukaan plat kaca sehingga dihasilkan membran selulosa asetat. Membran selulosa asetat selanjutnya di karakterisasi untuk mengetahui apakah memenuhi standar sebagai membran selulosa asetat dalam proses mikrofiltrasi. Membran selulosa asetat yang dibuat dari larutan hasil hidrolisis menghasilkan nilai fluks air sebesar $>50 \text{ L/m}^2\cdot\text{jam}$ pada tekanan 2 kgf/cm^2 dan rejeksi terhadap larutan dekstran T-2000 sebesar 90%. Berdasarkan hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan literature, bahwa rentang nilai tekanan operasi dan fluks proses membran [7] untuk membran mikrofiltrasi adalah 0,1 – 2,0 bar dan rentang fluks $>50 \text{ L/m}^2\cdot\text{jam}$. Sehingga

dapat dikatakan bahwa membran selulosa asetat berbasis selulosa bakterial *nata de bamboo* memenuhi syarat sebagai membran mikrofiltrasi dalam proses sterilisasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa membran selulosa asetat berbasis selulosa bakterial *nata de bamboo* dapat diaplikasikan menjadi membran mikrofiltrasi berdasarkan nilai selektivitas dan permeabilitas membran yang memenuhi syarat.

Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat benar-benar mengaplikasikan membran dalam proses mikrofiltrasi dan aplikasi yang lebih luas lagi dalam bidang industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barud, H. S., Regiani, T., Marques, R. F. C., Lustri, W. R., Messadeq, Y., dan Ribeiro, S. J. L., (2011), *Antimicrobial Bacterial Cellulose-Silver Nanoparticles Composite Membranes*, Hindawi Publishing Corporation.
- [2] Iguchi, M., Yamanaka, S., dan Budhiono, A., 2000, Bacterial Cellulose A Masterpiece of Nature's Art, *J. Mater. Sci.*, Vol.35, hal 261-270.
- [3] Keshk, S.M.A.S., (2014), "Bacterial Cellulose Production and its Industrial Applications", *J Bioprocess Biotechniq*, No.4, hal.150.
- [4] Kirk, R.E., dan Othmer, D.F., 1998, *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*, Fourth Edition, Volume 23, The Interscience Publisher Division of John Willey and Sons Inc., New York.
- [5] Kumalaningsih W.V., dan Effendi Masud, 2009, *Jurnal Industria*, 1, 86-93.
- [6] Maneerung, T., Tokura, S., dan Rujiravanit, R., 2007, "Impregnation of Silver Nanoparticles into Bacterial Cellulose for Antimicrobial Wound Dressing", *Carbohydrate Polymer*. Mulder, N., 1991, *Basic Principle of Membrane Technology*, Kluwer academy Publisher, London.
- [7] Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd ed, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- [8] Radiman, C.L., dan Yuliani, G., 2005, *Penggunaan Nata de Coco Ssebagai Bahan Membran Selulosa Asetat*, Prosiding Simposium Nasional Polimer V, ISSN 1410-8720.
- [9] Shafiur, R.M., 1999, *Handbook of Food Preservation*, Marcel Dekker, Inc: New York, USA.
- [10] Sulistiyana, Ulfin, I. dan Kurniawan, F., (2014), *Pemanfaatan Rebung Dan Labu siam Sebagai Membran Selulosa*, Pros. Semin. Nas. Pendidikan. Sains, Unesa, Surabaya.
- [11] Sutarminingsih, C.L., (2004), *Peluang Usaha Nata De Coco*, Kanisius, Yogyakarta Thermo Nicolet Corporation, 2001, *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*, Madison, USA.

