

PEMURNIAN ETANOL SECARA MIKROFILTRASI MENGGUNAKAN MEMBRAN SELULOSA ESTER

Agung Yanuar Pratama, Diah Mardiana (*), Ellya Indahyanti.

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145*

*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835
Email: mdiah@ub.ac.id

ABSTRAK

Studi tentang pemurnian etanol secara mikrofiltrasi menggunakan membran selulosa ester telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah metode mikrofiltrasi dapat digunakan untuk meningkatkan kemurnian etanol, dan mengetahui pengaruh waktu filtrasi terhadap tingkat kemurnian etanol. Membran yang digunakan adalah *mix*-selulosa ester yang telah dikompaksi dengan sampel yang digunakan etanol 96%. Karakter membran yang digunakan dievaluasi berdasarkan hasil SEM dan spektrofotometri FT-IR. Mikrofiltrasi dilakukan hingga 120 menit pada tekanan 1 atm. Analisis hasil filtrasi didasarkan pada massa jenis dan indeks bias. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu filtrasi berpengaruh terhadap kemampuan membran menahan etanol, meskipun membran selulosa ester kurang sesuai untuk meningkatkan kemurnian etanol secara mikrofiltrasi.

Kata Kunci : Etanol, Mikrofiltrasi, Selulosa Ester

ABSTRACT

Study of ethanol purification using ester cellulose membrane by microfiltration has been done. The purpose of this research were to determine whether the microfiltration can be used to improve the purity of ethanol, and to evaluate the effect of filtration time on the ethanol purity. Membrane used was compacted *mix*-ester cellulose, while sample used was 96%-ethanol. Membrane used was characterized based on SEM resulted and FTIR Spectrophotometry. Microfiltration up to 120 minutes at 1 atm has been conducted. The microfiltration products were analyzed by its density and refractive index. Although microfiltration time could affect the membrane capability of ethanol rejection, it showed that ester cellulose membrane less appropriate for increasing the ethanol purity by microfiltration.

Keywords: Ethanol, Microfiltration, Ester Cellulose

PENDAHULUAN

Bioetanol, sebagai produk fermentasi, merupakan kelompok bahan bakar alternatif yang terus dikembangkan. Produk yang dihasilkan umumnya memiliki kemurnian kurang dari 10% oleh karena itu masih memerlukan pemekatan dan pemurnian. Pemurnian terutama ditujukan untuk mengurangi kadar air dengan cara destilasi sederhana. Namun campuran etanol dan air yang bersifat azeotrop menyebabkan cara ini hanya menghasilkan produk etanol dengan kemurnian 96-97% sehingga memerlukan proses destilasi azeotrop. Proses ini dinilai kurang ekonomis karena masih membutuhkan pelarut tambahan seperti benzene. Hal ini mendorong dikembangkannya teknik pervaporasi, suatu teknik pemurnian berbasis

membran tak berpori yang didasarkan pada perbedaan tekanan uap komponen [1]. Metoda sejenis pervaporasi adalah membran destilasi tetapi digunakan membran berpori. Kelemahan teknik ini adalah tidak dapat digunakan untuk membran yang peka terhadap temperatur tinggi. Oleh karenanya perlu dikaji kemungkinan pemisahan menggunakan membran berpori pada temperatur ruang seperti mikrofiltrasi (MF), ultrafiltrasi (UF), nanofiltrasi (NF), atau osmosis balik (RO).

Pada penelitian ini teknik pemisahan yang dilakukan adalah MF, suatu metoda yang dapat dilakukan pada tekanan 1 atm dan temperatur ruang. Teknik pemisahan dengan MF telah digunakan untuk mengolah limbah cair tekstil, mengolah limbah pulp, dan limbah cair pabrik kelapa sawit [2]. Membran yang digunakan untuk mikrofiltrasi selain berpori juga mempunyai morfologi asimetrik dengan permukaan atas yang lebih rapat atau *dens* sehingga ukuran permukaan atas lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah. Salah satu contoh membran mikrofiltrasi yang banyak dijual di pasaran adalah selulosa ester. Selulosa ester bersifat semikristalin, tidak mudah larut dalam air walaupun polimer bersifat hidrofilik [3]. Efisiensi pemisahan teknik mikrofiltrasi ditentukan oleh fluks dan koefisien rejeksi membran terhadap etanol. Adanya proses pemisahan etanol-air akan berpengaruh terhadap beberapa sifat fisik campuran seperti indeks bias dan berat jenis, karenanya kedua sifat tersebut dapat menjadi tolok ukur hasil pemurnian. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh waktu filtrasi terhadap tingkat kemurnian etanol dan kemungkinan pemanfaatan teknik mikrofiltrasi untuk peningkatan kemurnian etanol.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol teknis 96%-w sebagai sampel, etanol absolut, membran selulosa ester merk *milipore Bedford*, dan akuades. Alat-alat yang diperlukan antara lain : Refraktometer digital, SEM (*Scanning Electron Microscope*) FEI type inspect, seperangkat alat mikrofiltrasi, spektrofotometri infra merah (FT-IR) Shimadzu 8400s, seperangkat alat gelas dan piknometer.

Prosedur

Karakterisasi Membran Selulosa Ester Menggunakan Mikroskop Elektron (SEM)

Karakterisasi secara SEM digunakan untuk mengetahui keberadaan pori, penampang lintang membran serta ukuran pori. Ukuran pori ditentukan berdasarkan hasil analisis permukaan membran pada beberapa posisi.

Pengujian Swelling Membran Selulosa Ester

Penentuan derajat swelling membran selulosa ester dilakukan dengan metode gravimetri. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya cairan yang terjebak baik akuades maupun etanol. Membran dipotong menjadi 2 bagian kemudian ditimbang sehingga diperoleh berat kering, selanjutnya membran direndam 2 jenis pelarut yaitu etanol dan akuades kemudian ditimbang kembali setelah perendaman pada menit ke 30, 60, 90, dan 120. Derajat swelling dihitung menggunakan persamaan (1) [4]. Hasil pengamatan digunakan untuk mengetahui berat kesetimbangan sehingga diperoleh informasi jumlah etanol atau air yang terjebak dalam membran selulosa ester.

$$\text{Derajat Swelling} = \frac{BK - BA}{BA} \quad (1)$$

keterangan :

BK = Berat kesetimbangan BA = Berat awal

Penentuan Fluks Akuades Membran Selulosa Ester

Membran selulosa ester dengan diameter 3,8 cm dipasang dalam alat mikrofiltrasi, kemudian sebelum digunakan, terlebih dahulu dilakukan proses kompaksi selama 1 jam. Fluks membran ditentukan dengan menampung volume air yang tertampung selama 10 menit dan dihitung menggunakan persamaan (2) [3]:

$$J = \frac{V}{A \cdot t} \quad (2)$$

keterangan :

J = fluks (L/m².jam) V = volume permeat (L)

A = Luas permukaan (m²) t = waktu (jam).

Mikrofiltrasi Etanol Menggunakan Membran Selulosa Ester

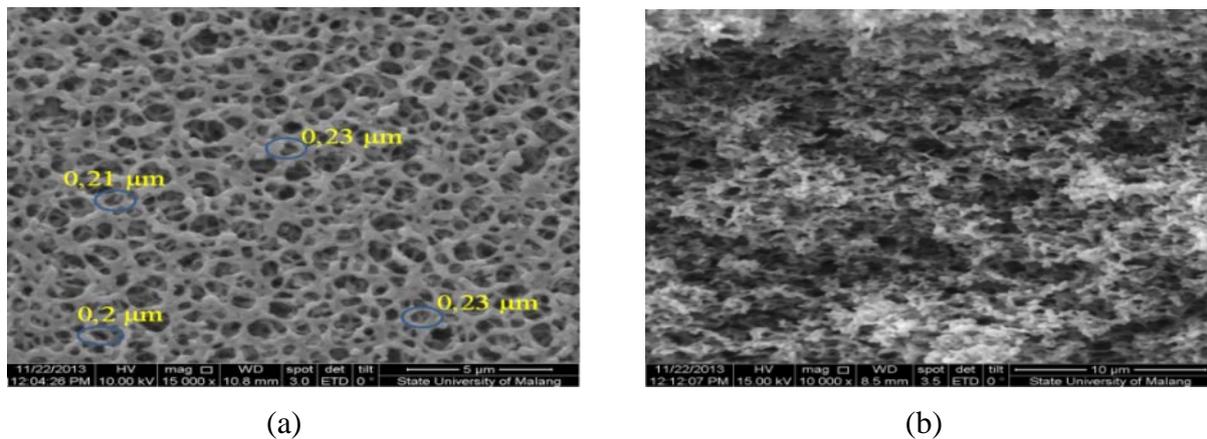
Membran yang telah diketahui harga fluksnya selanjutnya digunakan untuk mikrofiltrasi etanol 96%-w. Percobaan ini dilakukan dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit pada tekanan 1 atm. Hasil mikrofiltrasi, baik permeat maupun konsentrat, dianalisis berdasarkan sifat fisik etanol yaitu massa jenis dan indeks bias. Data massa jenis kemudian digunakan untuk memperkirakan konsentrasi etanol dengan cara ekstrapolasi pada kurva

standar etanol, yaitu hubungan antara nilai massa jenis terhadap fraksi mol etanol. Konsentrasi etanol dalam permeat dan konsentrat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) sehingga diperoleh harga koefisien rejeksi membran terhadap etanol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi SEM Membran Selulosa Ester

Morfologi permukaan dan keberadaan pori membran selulosa ester dianalisis menggunakan hasil foto SEM sesuai Gambar 1.



Gambar 1. Foto SEM membran selulosa ester, (a) permukaan membran dengan perbesaran 10.000x, dan (b) penampang lintang membran dengan perbesaran 15.000x

Berdasarkan Gambar 1a, tampak membran yang digunakan memiliki pori sehingga dimungkinkan digunakan untuk memisahkan senyawa berdasarkan ukuran molekulnya. Selain itu, membran ini memiliki pori yang rapat dan ukuran pori dengan distribusi yang relatif seragam. Beberapa pori kemudian diukur dan diperoleh diameter rata-rata pori adalah 0,218 μm , sehingga membran dapat digunakan untuk proses mikrofiltrasi.

Penentuan Fluks Membran Selulosa Ester

Fluks membran yang digunakan diukur baik untuk air maupun etanol 96%, masing-masing pada tekanan 1 atm. Hasil penentuan rata-rata fluks kedua jenis cairan diberikan pada Tabel 1. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa fluks membran untuk akuades adalah 1,6 kali lebih besar dibandingkan untuk etanol 96%. Sehingga akuades akan lebih mudah dipermeasi dibandingkan dengan etanol 96%.

Tabel 1. Fluks membran selulosa ester untuk akuades dan etanol 96%

Cairan	Fluks (L/m ² .jam)
Akuades	429667
Etanol 96%	268500

Mikrofiltrasi Etanol Menggunakan Membran Selulosa Ester

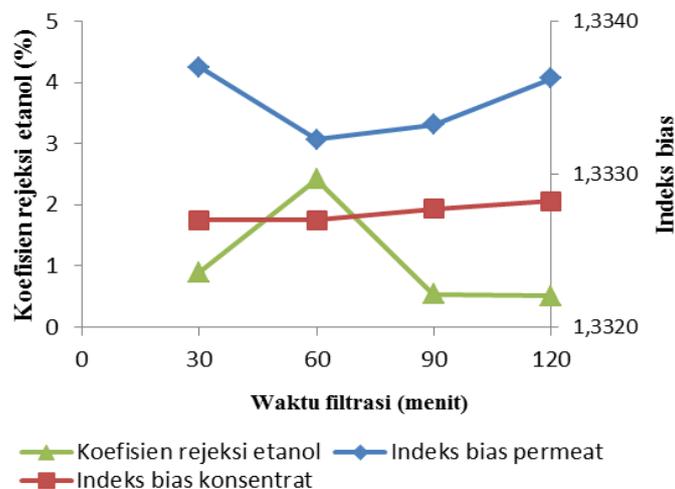
Mikrofiltrasi merupakan pemisahan dengan menggunakan membran akibat adanya gaya dorong gradien tekanan [5]. Pada percobaan ini proses dilakukan pada tekanan 1 atm sehingga dapat dilakukan pada tekanan normal. Hasil permeasi, baik permeat maupun konsentrat dianalisis berdasarkan massa jenis dan indeks bias. Rata-rata pengukuran massa jenis, baik untuk permeat maupun konsentrat, diekstrapolasi dalam kurva baku massa jenis terhadap fraksi mol etanol dengan persamaan :

$$Y = - 0,171 X + 0,962 \quad (3)$$

dengan :

Y = massa jenis X = fraksi mol etanol

Selanjutnya dari harga fraksi mol dihitung kadar etanol dalam permeat dan konsentrat untuk memperoleh koefisien rejeksi membran terhadap etanol. Berikut disajikan kurva yang menghubungkan koefisien rejeksi, indeks bias permeat dan indeks bias konsentrat terhadap waktu filtrasi sesuai Gambar 2.



Gambar 2. Profil filtrasi etanol menggunakan membran selulosa ester

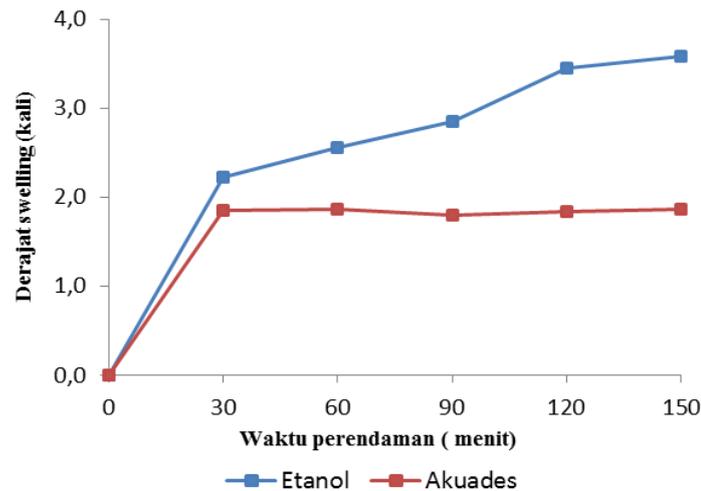
Hasil pada Gambar 2. menunjukkan bahwa filtrasi selama 60 menit memberikan koefisien rejeksi yang paling tinggi meskipun nilainya rendah. Pola yang sama juga diperlihatkan dari harga indeks bias, baik untuk permeat maupun konsentrat. Indeks bias etanol adalah lebih tinggi dibanding air, semakin tinggi kadar etanol maka harga indeks bias cenderung akan lebih tinggi. Indeks bias konsentrat dari waktu ke waktu hingga 120 menit relatif tidak berubah, sedangkan untuk permeat setelah 60 menit mengalami peningkatan menunjukkan kadar etanol yang semakin tinggi. Namun pada saat 60 menit tampaknya kadar etanol dalam permeat adalah paling rendah ditunjukkan dengan indeks bias yang paling rendah. Bila dibandingkan, kandungan etanol dalam permeat adalah lebih tinggi dibandingkan dalam konsentrat ditandai dengan indeks bias yang lebih tinggi dalam permeat. Dengan demikian kemungkinan etanol lebih cenderung untuk menembus membran.

Partikel berukuran kecil akan melewati membran dan keluar bersama aliran permeat sedangkan partikel dengan ukuran besar tidak dapat melewati membran dan tertahan sebagai konsentrat [6]. Tampak bahwa meskipun laju alir air menembus membran lebih tinggi, namun etanol juga mampu menembus membran. Hal ini menunjukkan difusi pada mikrofiltrasi terjadi karena adanya kompetisi ukuran molekul air yang lebih kecil tetapi gradien konsentrasi etanol lebih tinggi. Konsentrasi etanol setelah filtrasi dibandingkan etanol 96%-w mengindikasikan adanya etanol yang teradsorpsi dalam membran dan kemungkinan terjadi swelling.

Penentuan Derajat Swelling

Uji sifat *swelling* membran selulosa ester dalam akuades dan etanol menunjukkan bahwa *swelling* dalam etanol mengalami kenaikan yang lebih besar dibandingkan dengan swelling dalam akuades. Hasil penelitian diberikan sebagai kurva pada Gambar 3.

Pada proses perendaman di dalam akuades membran selulosa ester tidak mengalami perubahan berat yang signifikan dari menit ke 30 hingga menit ke 150. Sedangkan perendaman di dalam etanol mengalami peningkatan mulai dari menit ke 30 hingga menit ke 150 yaitu sebesar 2,4 hingga 3,4363 kali. Hal ini menunjukkan proses swelling belum mencapai kesetimbangan. Bila dibandingkan dengan berat awal membran selulosa ester, terdapat etanol yang terjebak di dalam membran selulosa ester sehingga mengakibatkan konsentrasi akhir etanol lebih rendah dibanding awal. Dengan demikian untuk pemurnian etanol diperlukan membran dengan sifat lebih hidrofob.



Gambar 3. Derajat *swelling* membran selulosa ester dalam etanol dan akuades

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu filtrasi berpengaruh terhadap kemampuan membran menahan etanol. Penggunaan membran hidrofil kurang sesuai digunakan pada teknik mikrofiltrasi untuk meningkatkan tingkat kemurnian etanol.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zhang, S and Drioli, E., 1995, **Pervaporation Membranes**, Separation Science and Technology, **30**(1) : 1-31.
2. Hanum, Farida., 2009, **Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dari Unit Deoling Ponds menggunakan Membran Mikrofiltrasi**, *Thesis*, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
3. Mulder M., 1996, **Basic Principles of Membrane Technology**, Kluwer Academic Publishers, Netherland.
4. Tager, A., 1972, **Physical Chemistry of Polimers**, MIR Publisher, Moscow.
5. Wenten, I. G., 2001, **Teknologi Membran Industrial**, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
6. Wenten, I G., 1999, **Teknologi Membran Industri**, Bandung