

PENGARUH HIDROFILISITAS MEMBRAN TERHADAP PENINGKATAN KEMURNIAN ETANOL SECARA DESTILASI

Fetty Alvionita Sitanggang, 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

Metoda destilasi membran dimungkinkan digunakan untuk meningkatkan kemurnian etanol. Dua jenis membran yang digunakan pada kajian ini adalah membran selulosa ester dan membran poliamida. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hidrofilisitas membran dan waktu destilasi terhadap kemurnian etanol. Destilasi yang dikombinasikan dengan membran dilakukan pada temperatur 80°C dengan variasi waktu destilasi 1 sampai 3 jam. Hasil destilasi, baik destilat maupun residu, dianalisis berdasarkan nilai indeks bias dan massa jenisnya. Sebagai pendukung juga telah dilakukan analisis sifat termal dan derajat swelling membran. Hasil analisis termal menunjukkan bahwa membran selulosa ester tidak sesuai untuk pemurnian secara destilasi, Membran poliamida yang lebih bersifat hidrofilik dibandingkan membran selulosa ester lebih mampu menahan air, meskipun belum dapat digunakan untuk meningkatkan kemurnian etanol secara destilasi. Semakin lama waktu destilasi, kemampuan membran poliamida untuk melewatkan etanol semakin tinggi.

Kata kunci: etanol, destilasi, membran, hidrofilik

ABSTRACT

Membrane distillation is possible to be used for increasing ethanol purity. In this study, two kinds of membrane used were ester cellulose and polyamide. The aims of this research were to study the membrane hydrophilicity and distillation time toward ethanol purity. Membrane combined with distillation methods at 80°C of temperature has been conducted for 1 until 3 hours. Distillation product, both distillate and residue, were analysis based on its density and refractive index. On the other hand, membrane used was characterization by swelling degree and thermal properties. Based on thermal properties, it showed that ester cellulose membrane was inappropriate for distillation. Furthermore, water rejection capability of polyamide membrane was higher than ester cellulose due to its hydrophilicity. Nevertheless the improvment of ethanol purity could not be obtained using this membrane. In addition, the increasing distillation time using polyamide membrane were affect into ethanol diffusion capability.

Keywords: ethanol, distillation, membrane, hydrophilic

PENDAHULUAN

Etanol yang dapat dihasilkan dari fermentasi biomassa, bioetanol, memiliki prospek sebagai pengganti bahan bakar alternatif dan ramah lingkungan. Kemurnian etanol yang dapat dijadikan sebagai pengganti bahan bakar lebih dari 99,5% sedangkan etanol hasil fermentasi memiliki kemurnian kurang dari 10%. Campuran air dan etanol bersifat azeotrop karenanya pemurnian secara destilasi konvensional hanya mampu menghasilkan kemurnian 97% [1-3]. Destilasi azeotrop menjadi tidak efisien karena membutuhkan tambahan bahan kimia lainnya. Dengan berkembangnya teknologi membran, upaya pemurnian etanol juga dilakukan secara

pervaporasi, suatu teknik pemisahan menggunakan membran tak berpori yang didasarkan pada tekanan [4]. Metode sejenis pervaporasi adalah metode destilasi membran, tetapi menggunakan membran berpori. Karenanya, pada penelitian ini dilakukan proses pemurnian etanol dengan metode destilasi membran menggunakan membran berpori. Membran berpori merupakan lapisan tipis semipermeabel yang memisahkan suatu campuran berdasarkan ukuran molekul yang akan dipisahkan [5]. Membran yang digunakan pada penelitian ini adalah membran berpori bersifat hidrofilik yaitu membran selulosa ester dan membran poliamida.

Selulosa ester adalah suatu ester selulosa, di pasaran umumnya berupa mix selulosa ester, yang bersifat semi kristalin, tidak mudah larut dalam air walaupun polimer bersifat hidrofilik. Selulosa ester memiliki beberapa keuntungan sebagai material membran antara lain, mudah untuk diproduksi, bahan mentahnya merupakan sumber yang dapat diperbaharui, dan sifat selektivitas tinggi. Adapun poliamida merupakan jenis membran yang telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. Membran ini memiliki ketahanan yang baik terhadap temperatur tinggi [6].

Pemisahan komponen air dan etanol akan terjadi dalam fasa uap sehingga diharapkan uap air dengan ukuran molekul lebih kecil dan laju difusi lebih cepat dibandingkan molekul etanol, akan lebih mudah didorong melewati membran. Di sisi lain, jumlah etanol yang lebih banyak dengan titik didih lebih rendah dibanding air akan mengakibatkan jumlah etanol dalam fasa uap lebih banyak, sehingga pemisahan kedua komponen ini dapat dipengaruhi oleh kondisi temperatur serta waktu destilasi. Adanya sebagian air yang keluar akan menyebabkan komposisi cairan berubah dan mengakibatkan beberapa sifat fisik berubah. Sifat fisik yang dimungkinkan berubah antara lain massa jenis dan indeks bias, sehingga kedua parameter ini dapat dijadikan tolok ukur terjadinya perubahan komposisi. Atas dasar ini maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemungkinan penggunaan membran hidrofilik untuk destilasi etanol.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol teknis 96% teknis, etanol absolut, benang nilon, HCl pekat, membran selulosa ester, dan akuades. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, seperangkat alat membran destilasi, pompa air,

magnetic stirrer, termometer, plat kaca, batang *stainless steel*, *aluminium foil*, neraca analitik merk Mettler AE 50, refraktometer, piknometer 1 mL, dan TGA/DTA Linseis STA DT 1600.

Prosedur

Pembuatan Membran Poliamida

Benang nilon sebanyak 4 gram dilarutkan dalam 16 mL HCl pekat kemudian diaduk selama 6 jam hingga membentuk *dope*. *Dope* dibiarkan hingga gelembung hilang kemudian dituang di atas plat kaca dan diratakan menggunakan batang *stainless steel*, kemudian dimasukkan dalam air sehingga terbentuk membran poliamida. Membran yang telah terbentuk dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 3,5 cm.

Karakterisasi Membran

Membran selulosa ester yang digunakan dikarakterisasi sifat termalnya menggunakan instrumen DTA/TGA. Termogram yang diperoleh memberikan dapat menjadi acuan kesesuaian penggunaan material membran pada proses destilasi.

Karakterisasi lainnya adalah penentuan derajat swelling, ditentukan secara gravimetri. Pada percobaan ini membran yang telah diketahui berat keringnya direndam dalam etanol selama 30 menit. Selanjutnya membran ditiriskan dan dikeringkan lalu ditimbang. Perlakuan ini diulangi untuk variasi waktu 60, 90, 120 dan 150 menit. Perbedaan berat setelah dan sebelum membran direndam akan setara dengan derajat swelling. Harga derajat swelling dapat memberikan informasi adanya etanol atau air yang terjebak dalam membran.

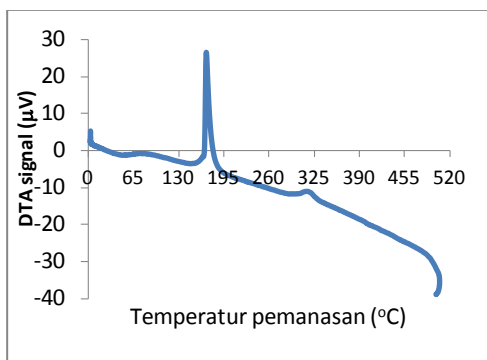
Pemurnian Etanol menggunakan Metode Membran Destilasi

Etanol teknis 96% sebanyak 150 mL didestilasi dengan menggunakan membran destilasi pada temperatur 80°C selama 3 jam. Setiap 1 jam, dilakukan sampling sebanyak 5 mL baik untuk destilat maupun residu. Percobaan dilakukan untuk kedua jenis membran selulosa ester dan poliamida dan untuk hasilnya dilakukan uji massa jenis dan indeks bias.

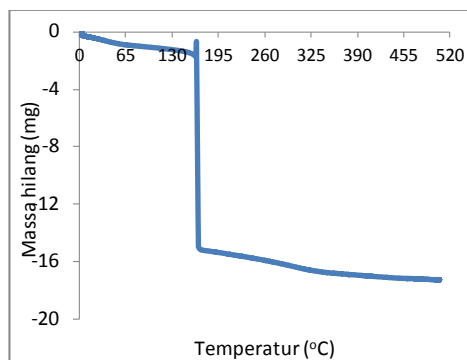
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Termal Membran Selulosa Ester

Pada penelitian ini membran digunakan di atas temperatur kamar, yaitu 80°C, karenanya sifat termal bahan yang digunakan sangat penting maka dilakukan analisis secara TGA/DTA untuk selulosa ester, sedangkan poliamida telah diketahui memiliki kestabilan termal yang tinggi. Termogram selulosa ester diberikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Termogram DTA Selulosa Ester

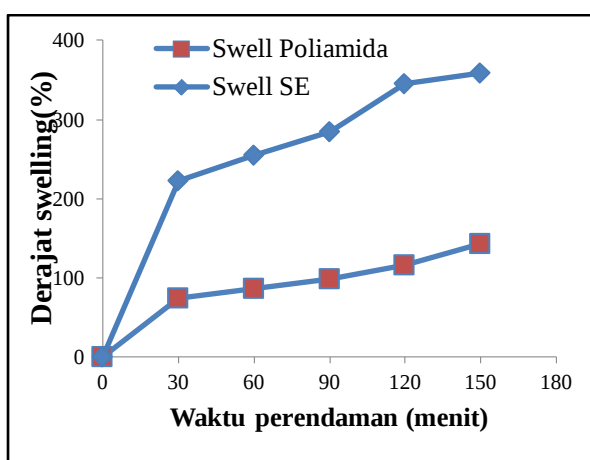


Gambar 2. Termogram TGA Selulosa Ester

Berdasarkan termogram TGA terjadi sedikit penurunan berat pada daerah 3,3-164,2 $^{\circ}C$, namun setelah itu naik kembali, hal ini menunjukkan tidak adanya komponen yang hilang. Pada termogram DTA menunjukkan selulosa ester memiliki titik transisi gelas pada daerah 49-76 $^{\circ}C$ karena adanya perubahan *baseline* tanpa terbentuk puncak. Titik transisi gelas selulosa ester merupakan transisi orde 2 sehingga tidak akan menyebabkan terjadinya perubahan berat. Setelah itu membran selulosa ester mengalami perubahan kristalinitas ditandai dengan adanya titik kristalisasi pada termogram DTA daerah 170,1. Hal ini akan menyebabkan membran menjadi lebih rapuh dan kemungkinan mulai terjadi pemutusan rantai sehingga sebagian materi akan hilang yang ditunjukkan dengan terjadinya kehilangan berat yang signifikan pada termogram TGA daerah 165,8-173,3. Membran ini tidak memiliki titik leleh sehingga jika dipanaskan lebih lanjut membran akan mengalami degradasi.

Derajat Swelling

Uji swelling dalam etanol dilakukan untuk membran selulosa ester dan membran poliamida. Hasil penelitian disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Derajat swelling membran selulosa ester dan membran poliamida dalam etanol

Perendaman membran hingga 150 menit masih menyebabkan peningkatan derajat swelling. Hal ini menunjukkan proses swelling belum mencapai kesetimbangan meskipun laju swelling cenderung konstan dibandingkan 30 menit awal. Tampak bahwa derajat swelling membran terhadap etanol untuk selulosa ester adalah lebih besar dibandingkan membran poliamida. Hal ini menunjukkan bahwa afinitas membran selulosa ester terhadap etanol adalah lebih tinggi sehingga etanol akan lebih tertahan jika digunakan membran ini. Dengan kata lain ada kemungkinan bahwa membran poliamida lebih bersifat hidrofilik dibandingkan membran selulosa ester.

Pemurnian Etanol secara Destilasi menggunakan Membran Selulosa Ester

Penggunaan membran selulosa ester untuk destilasi dilakukan pada 2 kondisi pemanasan yaitu temperatur 60°C dan 75°C.

Tabel 1. Pengamatan proses destilasi etanol menggunakan membran selulosa ester

Temperatur pemanasan (°C)	Temperatur fasa uap (°C)	Pengamatan
60	48	Membran rusak saat temperatur pemanasan mencapai 50°C
75	35	Membran rusak saat temperatur pemanasan mencapai 50°C

Hasil pada Tabel 1, membran selulosa ester meskipun berdasarkan derajat swelling memiliki kemampuan yang baik untuk menahan etanol namun memiliki kestabilan termal yang kurang baik sehingga tidak dimungkinkan digunakan untuk proses destilasi. Hal ini didukung juga dari hasil karakterisasi menggunakan DTA yang menunjukkan selulosa ester akan mulai mengalami peningkatan kristalinitas saat temperatur mencapai 48,8°C akibat adanya perubahan sifat transisi gelas. Semakin tinggi kristalinitas suatu material polimer maka bahan akan cenderung semakin rapuh. Karena itulah destilasi selanjutnya dilakukan dengan menggunakan membran poliamida yang diketahui memiliki kestabilan termal tinggi.

Pemurnian Etanol secara Destilasi menggunakan Membran Poliamida

Destilasi menggunakan membran poliamida dilakukan pada temperatur 80°C dengan penurunan tekanan selama 3 jam. Hasil destilat dan residu yang tertampung dilakukan pengukuran massa jenis dan indeks biasnya. Hasil analisis massa jenis diekstrapolasi ke

dalam kurva baku massa jenis terhadap fraksi mol etanol yang memiliki persamaan $y = -0,171x + 0,962$ dengan y adalah massa jenis dan x adalah fraksi mol etanol.

Hasil fraksi mol kemudian digunakan untuk menghitung kadar etanol dalam destilat dan residu.

Tabel 2. Kemampuan membran melewati etanol saat destilasi

Waktu (jam)	Kadar etanol (%)		Etanol berdifusi (%)
	Destilat	Residu	
1	94,55	94,69	-0,15
2	89,44	86,53	3,25
3	85,99	37,66	56,20

Hasil pada Tabel 2. tampak bahwa semakin lama waktu destilasi kemampuan membran untuk melewati etanol adalah semakin tinggi ditunjukkan dengan jumlah etanol berdifusi yang semakin besar. Nilai difusi etanol yang negatif dimungkinkan karena adanya etanol yang terjebak dalam membran sehingga transfer massa antara etanol dalam destilat dan residu tidak berkesetimbangan.

Berdasarkan data indeks bias, baik destilat maupun residu meningkat meskipun dalam destilat peningkatan kurang signifikan. Hasil destilasi mengindikasikan bahwa meskipun etanol lebih banyak berdifusi menembus membran dengan semakin lama destilasi, namun kadar etanol dalam destilat adalah semakin rendah. Hal ini disebabkan adanya etanol yang tertahan dalam membran seperti ditunjukkan sebagai derajat swelling yang tinggi yaitu lebih besar dari 350% saat perendaman 2,5 jam.

Tabel 3. Nilai indeks bias etanol hasil destilasi untuk membran poliamida

Waktu (jam)	Indeks Bias	
	Destilat	Residu
1	1,3328	1,3331
2	1,3348	1,3352
3	1,3364	1,3412

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa membran yang bersifat hidrofili kurang sesuai untuk digunakan pada pemurnian etanol. Semakin lama waktu destilasi, kemampuan membran poliamida melewatkan etanol semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Raditya, W, Ardi., 2009, *Pemurnian Etanol dari Fermentasi Tape Ubi Kayu (Manihot utilissima) (Kajian Suhu dan Lama Waktu Destilasi)*, skripsi, Universitas Brawijaya, Malang
2. Uragami, T., 2005, *Dehydration Performance of Alcohol from Biomass Fermentation by Various Chitosan Membranes*, Journal of Metals, Materials and Minerals. 15(1) : 49-57
3. Aishah, S, Mustafa., 2006, *Comparative Studies On The Purification Process of Bioethanol From Rice Husks*, thesis, University College of Engineering and Technology, Malaysia
4. Baker, Richard, W., 2004, *Membrane Technology and Applications*, Second Edition, John Wiley and Sons Ltd, USA
5. Banat, Fawzi A and Jana Simandl., 1999, *Membrane Distillation for Dilute ethanol Separation from Aqueous Streams*, Journal of Membrane Science 163 (1999) 333-348
- 6.. Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membrane Technology*, Second Edition, Kluwer Academic Publisher, London