

Teknologi Pervaporasi Menggunakan Membran Poliamida dalam Menghasilkan Etanol Absolut

Muhammad Fadhil Fadli^{*1}, Ahmad Amirullah², Agus Manggala³, Zurohaina⁴, Robert Junaidi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹fadil.fadli55.ff@gmail.com, ²ahmadamirullah9@gmail.com

Abstrak

Etanol merupakan salah satu bahan kimia penting karena memiliki manfaat yang sangat luas antara lain sebagai pelarut, bahan bakar cair, bahan desinfektan, bahan baku industri, dan sebagainya. Dalam pemanfaatannya seringkali dibutuhkan etanol dengan kemurnian tinggi dan untuk memperoleh etanol dengan kemurnian tinggi biasanya digunakan proses distilasi. Namun distilasi hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian tidak lebih dari 95,6%. Selanjutnya, pada konsentrasi tersebut akan terbentuk azeotrop sehingga jika didistilasi lebih lanjut tidak akan menghasilkan etanol dengan konsentrasi lebih tinggi lagi. Salah satu alternatif untuk menghasilkan etanol dengan kemurnian lebih dari 95,6% adalah melalui proses teknologi membran yaitu pemisahan secara pervaporasi. Pada penelitian ini membran yang digunakan adalah membran poliamida dengan variasi tekanan pada sisi permeat. Variasi tekanan sisi permeat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 Kpa, 40 Kpa dan 50 Kpa. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil kadar etanol permeat yang tertinggi ketika tekanan sisi permeat mencapai 40 Kpa, yaitu didapat permeat dengan kemurnian 99,6%.

Kata kunci: *Etanol, Membran Poliamida, Pervaporasi.*

Judul Bahasa Inggris

Abstract

Ethanol is one of the important chemicals because it has very broad benefits, including as a solvent, liquid fuel, disinfectant, industrial raw material, and so on. In its utilization, high purity ethanol is often required and to obtain high purity ethanol, a distillation process is usually used. However, distillation is only able to produce ethanol with a purity of not more than 95.6%. Furthermore, at this concentration an azeotrope will be formed so that if it is further distilled it will not produce ethanol with a higher concentration. One alternative to produce ethanol with a purity of more than 95.6% is through a membrane technology process, namely pervaporation separation. In this study, the membrane used was a polyamide membrane with variations in pressure on the permeate side. The variations of the permeate side pressure used in this study were 30 Kpa, 40 Kpa and 50 Kpa. From the research that has been done, the results of the highest permeate ethanol content are when the permeate side pressure reaches 40 KPa, which is obtained permeate with a purity of 99.6%.

Keywords: *Ethanol, Polyamide Membrane, Pervaporation.*

1. PENDAHULUAN

Etanol merupakan salah satu bahan kimia penting karena memiliki manfaat yang sangat luas antara lain sebagai pelarut, bahan bakar cair, bahan desinfektan, bahan baku industri, dan sebagainya. Dalam pemanfaatannya seringkali dibutuhkan etanol dengan kemurnian tinggi dan untuk memperoleh etanol dengan kemurnian tinggi biasanya digunakan proses distilasi. Namun distilasi hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian tidak lebih dari 95,6%. Selanjutnya, pada konsentrasi tersebut akan terbentuk azeotrop sehingga jika didistilasi lebih lanjut tidak akan menghasilkan etanol dengan konsentrasi lebih tinggi lagi [1]. Salah satu alternatif untuk menghasilkan etanol dengan kemurnian lebih dari 95,6% adalah melalui proses teknologi membran yaitu pemisahan secara pervaporasi. Pervaporasi adalah proses pemisahan untuk campuran cairan dengan bantuan membran. Perpindahan massa pada proses pemisahan ini berdasarkan interaksi campuran senyawa umpan dengan membran. Aliran umpan berupa fasa cairan yang akan diubah menjadi permeat berfasa gas kemudian dikondensasi menjadi fasa cair kembali. Untuk menaikkan driving force umpan ke membran, dilakukan pemanasan pada umpan dan penambahan pompa vacuum sehingga menaikkan tekanan parsial [2]. Pervaporasi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan distilasi antara lain dapat memisahkan campuran

azeotrop dan tidak membutuhkan aditif. Pada pervaporasi etanol-air, membran yang digunakan harus bersifat hidrofilik dan selektif.

Salah satu kemajuan terbaru dalam pemisahan berdasarkan membran satu diantaranya adalah pervaporasi. Salah satu parameter keberhasilan dalam proses PV campuran alkohol air adalah membran PV berkinerja tinggi. Pertimbangan pemilihan membran disesuaikan pada aplikasi penggunaan dan mekanisme perpindahan komponen dalam membran. Pada umumnya bahan dasar membran yang dapat digunakan sebagai membran PV adalah (a) membran organik yaitu membran yang terbuat dari polimer baik alami maupun sintetis, (b) membran anorganik yang terbuat dari bahan keramik atau zeolit, dan (c) membran komposit atau membran *hybrid*. [3]

Pervaporasi berasal dari kata permeasi dan vaporasi. Permeasi adalah perpindahan massa penetran dari satu sisi ke sisi lain dari membran yang digunakan sebagai pervaporasi. Vaporasi adalah perubahan fase cair penetran menjadi fasa uap. Sehingga pervaporasi dapat diartikan sebagai pemisahan senyawa berfase cair yang dilewatkan pada membran di mana terjadi perubahan fasa menjadi fasa uap; sisi umpan berupa cairan sedangkan sisi permeat berupa uap sebagai akibat diaplikasikannya tekanan yang sangat rendah (0,5 mbar) pada bagian hilir. [1]

Pervaporasi adalah salah satu teknik pemisahan yang berbasis membran dan banyak diaplikasikan dalam pemrosesan makanan. Karena pervaporasi didasarkan pada difusi larutan, proses ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pemisahan yang tidak dapat dilakukan secara tradisional, yaitu pemisahan berbasis kesetimbangan. Beberapa contoh aplikasi yang potensial dalam proses industri diantaranya pemurnian dan pemekatan senyawa aromatik, dealkoholisasi pada makanan, dan dewatering dari campuran azeotrop [4].

Membran didefinisikan sebagai suatu pembatas yang berbentuk tipis, mempunyai sifat semipermeabel dapat meloloskan komponen tertentu dan menahan komponen yang lain.

Membran dapat dibuat dari berbagai material. Berdasarkan material asal, secara umum membran terbagi atas dua jenis yaitu membran alamiah dan membran sintetis. Membran alamiah adalah membran yang terdapat dalam sel tubuh makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Membran sintetis dibagi menjadi dua yaitu membran organik dan membran anorganik. Membran anorganik adalah membran yang dibuat dari bahan anorganik seperti logam dan keramik. Sedangkan membran organik adalah membran yang dibuat dari bahan organik polimer.

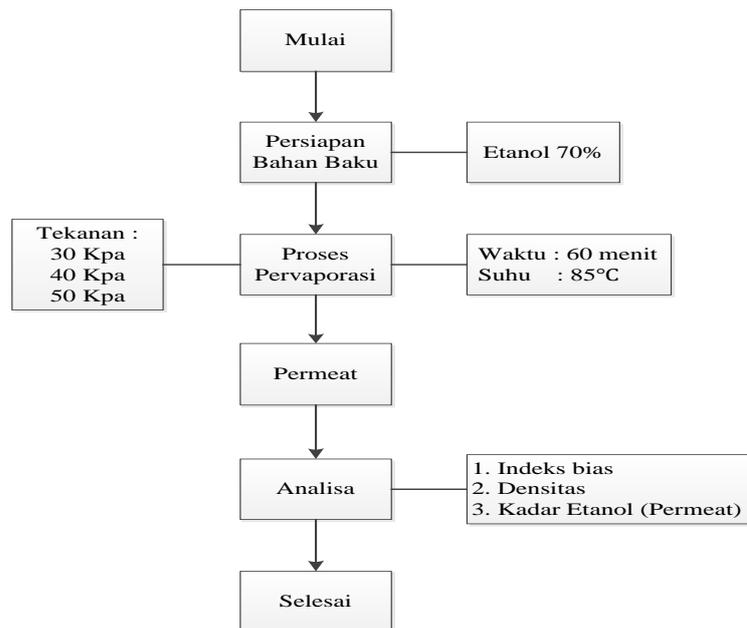
Berdasarkan morfologi membran dapat dibagi dua yaitu membran simetrik dan membran asimetrik. Membran simetrik adalah membran yang mempunyai diameter pori yang sama atau morfologi disetiap titik sama diseluruh bagian membran. Membran asimetrik adalah membran yang mempunyai diameter pori yang tidak sama, diameter pori dibagian kulit lebih kecil bahkan tidak berpori dibandingkan pada bagian pendukung atau penyangga. Membran asimetrik banyak digunakan pada proses bertekanan yaitu reverse osmosis, ultrafiltrasi, dan gas separation.

Membran sintetis adalah membran yang dibuat dari material tertentu. Contoh membran sintetis adalah poliamida, polisulfon dan polikarbonat [5]. Membran sintetis dibagi menjadi dua yaitu membran organik seperti polimer dan membran anorganik seperti keramik. Membran poliamida (PA) merupakan salah satu membran nanofiltrasi yang tersedia secara komersial. Poliamida merupakan jenis membran yang telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. Membran ini memiliki ketahanan yang baik terhadap temperatur tinggi [6]. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Kedang di tahun 2008, poliamida merupakan salah satu matriks utama dalam polimer yang dibuat dari poli eter sulfon yang dicoating dengan piperzine dan 1,3,5-benzotrikarbonil triklorida (TMC) sebagai stabilizer. Membran poliamida memiliki gugus klorin, amida, dan karboksil menyebabkan mudah untuk dimodifikasi. Poliamida mempunyai fluks air yang lebih tinggi dan rejection terhadap garam yang lebih rendah daripada membran selulosa asetat. Membran poliamida stabil pada rentang pH yang lebih luas daripada selulosa asetat membran. Namun, membran poliamida rentan terhadap degradasi oksidatif oleh klorin bebas. Membran yang digunakan pada penelitian ini adalah membran berpori bersifat hidrofilik yaitu membran poliamida.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Bahan baku yang digunakan adalah etanol teknis dengan kadar 70% . Etanol tersebut dibeli dari CV. Prima jaya Indonesia (Jakarta, Indonesia). Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada proses pervaporasi etanol variasi tekanan yang digunakan pada sisi permeat adalah 30 Kpa, 40 Kpa, dan 50 Kpa dan suhu etanol umpan adalah 85°C, proses pervaporasi dilakukan selama 60 menit pada masing – masing variabel. Setelah itu dilakukan analisa indeks bias, densitas, dan kadar pada etanol absolut (permeat) yang telah didapatkan dari proses pervaporasi menggunakan membran poliamida.

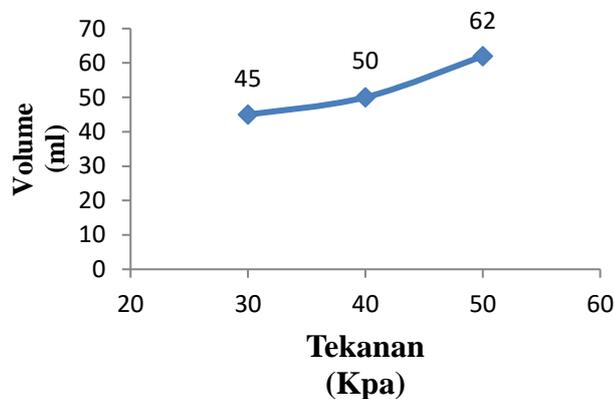


Gambar 1. Diagram Alir Perobaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hubungan antara Tekanan dengan Volume Etanol yang Dihasilkan

Volume adalah besaran untuk menyatakan ukuran isi dari suatu benda dapat berupa zat padat, cair maupun gas. Data volume yang diperoleh dalam penelitian ini ialah berupa volume permeat hasil pervaporasi menggunakan membran poliamida berdasarkan perbedaan tekanan pada sisi permeat.



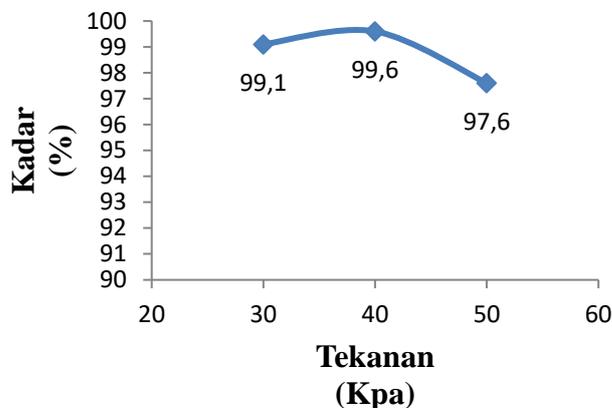
Gambar 2. Hubungan antara Tekanan dengan Volume Etanol yang Dihasilkan

Perbedaan tekanan pada sisi permeat akan berpengaruh terhadap volume permeat yang dihasilkan. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin meningkatnya tekanan pada sisi permeat maka akan didapatkan volume permeat yang semakin besar. Hal ini dikarenakan tekanan sisi permeat yang semakin tinggi akan memaksa semakin banyak umpan untuk melewati membran. Dari hasil percobaan bahwa volume terendah didapat ketika tekanan pada sisi permeat mencapai 30 Kpa dengan volume permeat yang didapat yaitu 45 ml dan volume tertinggi didapat ketika tekanan pada sisi permeat mencapai 50 Kpa dengan volume permeat yang didapat yaitu 62 ml.

3.2. Hubungan antara Tekanan dengan Kadar Etanol yang Dihasilkan

Dalam penelitian ini kadar dapat diartikan sebagai banyaknya jumlah zat terlarut berbanding jumlah pelarutnya. Sebagai contoh umpan yang digunakan pada penelitian ini adalah etanol dengan kadar 70% yang

berarti banyaknya etanol lebih banyak dibanding zat pelarutnya yaitu air yang hanya sebanyak 30% dari total volume yang digunakan.

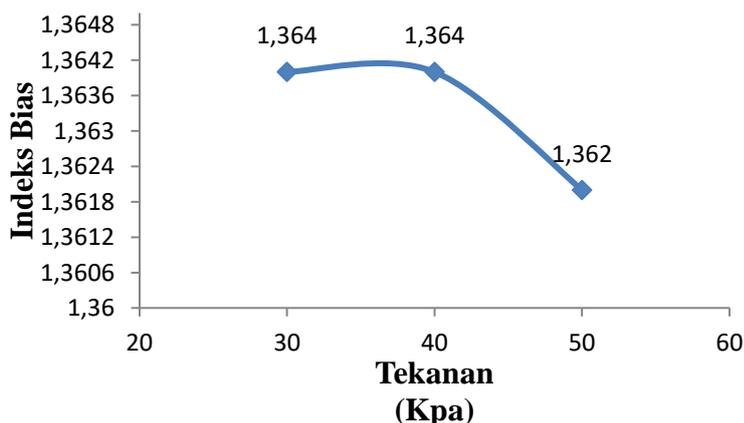


Gambar 3. Hubungan antara Tekanan dengan Kadar Etanol yang Dihasilkan

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa perbedaan tekanan pada sisi permeat dapat mempengaruhi kadar permeat yang didapat. Berbeda dengan volume, jika tekanan sisi permeat semakin tinggi maka volume permeat yang didapat akan semakin banyak, namun pada kadar permeat, semakin tinggi tekanan sisi permeat tidak berarti bahwa akan mendapat permeat dengan kadar yang semakin tinggi pula. Dari hasil percobaan kadar permeat tertinggi yaitu etanol dengan kadar 99,6% didapat pada saat tekanan sisi permeat 40 Kpa, dan kadar permeat terendah yaitu etanol dengan kadar 97,6% didapat saat tekanan sisi permeat mencapai 50 Kpa. Hal ini dikarenakan tekanan sisi permeat yang semakin tinggi memungkinkan lebih banyak air yang ikut melewati membran, dan menyebabkan menurunnya kadar permeat yang dihasilkan.

3.3. Hubungan Antara Tekanan Dengan Indeks Bias

Dalam bidang kimia, pengukuran terhadap indeks bias secara luas telah digunakan antara lain untuk mengetahui konsentrasi larutan dan mengetahui komposisi bahan-bahan penyusun larutan [7].



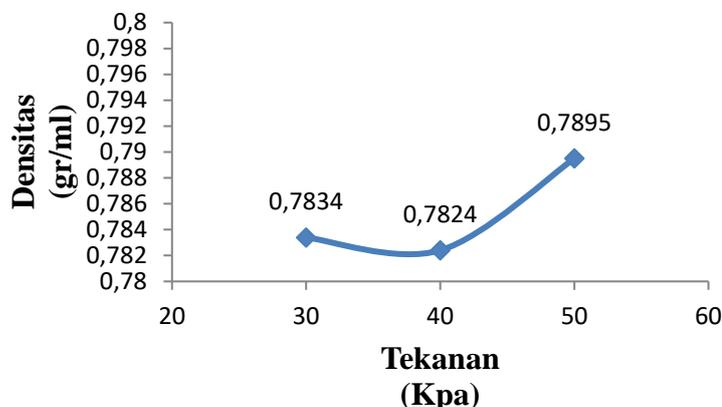
Gambar 4. Hubungan Antara Tekanan Dengan Indeks Bias

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa tekanan sisi permeat dapat mempengaruhi indeks bias permeat yang dalam penelitian ini adalah etanol. Didapatkan indeks bias permeat pada saat tekanan sisi permeat 30 Kpa dan 40 Kpa adalah 1,364, dan indeks bias pada saat tekanan sisi permeat 50 Kpa yaitu 1,362.

Walaupun pengaruh perbedaan tekanan sisi permeat terhadap indeks bias permeat tidak begitu signifikan, namun hasil penelitian ini membuktikan bahwa indeks bias hasil pengukuran tidak jauh berbeda dari indeks bias hasil laboratorium/tabel. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyimpangan hasil pengukuran diantaranya adalah temperatur. Indeks bias zat cair juga dipengaruhi oleh kerapatan dari medium yang dilalui, dan juga konsentrasi dari zat cair [7]

3.4. Hubungan Antara Tekanan Dengan Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya.



Gambar 5. Hubungan Antara Tekanan Dengan Densitas

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa tekanan sisi permeat dapat mempengaruhi besar densitas yang didapat pada permeat, yang dalam hal ini adalah etanol. Densitas terendah pada permeat didapat ketika tekanan sisi permeat mencapai 40 Kpa yaitu 0,7824 gr/ml, dan densitas tertinggi didapat ketika tekanan sisi permeat mencapai 50 Kpa yaitu 0,7895 gr/ml. Hal ini dikarenakan saat tekanan sisi permeat semakin tinggi memungkinkan lebih banyak kandungan air yang berada dalam permeat dan menyebabkan densitasnya semakin tinggi.

4. KESIMPULAN

Penggunaan membran poliamida dalam proses pervaporasi etanol terbukti mampu menghasilkan permeat dengan kadar etanol yang tinggi lebih dari 99%. Kadar etanol tertinggi didapatkan pada saat tekanan sisi permeat mencapai 40 Kpa dengan kadar 99,6%, volume yang didapatkan sebanyak 45 ml, indeks bias yang didapatkan adalah 1,364, dan densitas yang didapatkan sebesar 0,7824 gr/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasrun, Dehidrasi Etanol Secara Pervaporasi Dengan Membran Selulosa Asetat Termodifikasi Zeolit Alam, *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 1, no. 1, pp. 1-11, 2012
- [2] Y. Hendrawan, H. Sumarlan, D. Argo dan K. Faisal, "Rancang Bangun Fungsional Alat Pervaporasi dan Optimasi Kadar Etanol dengan Variabel Suhu Feed dan Tekanan pada Sisi Permeat Menggunakan Response Surface Methodology", *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Bioistem*, vol. 5, no. 2, pp. 129-137, 2017.
- [3] A. Azwan, S. Yulianti dan R. Junaidi, "Pervaporation Technology Development For Absolute Ethanol Production (Ethanol Fuel Grade)", *Jurnal Kinetika*, Vol 3, No 3, 2012.
- [4] F. A. Rangkuti, "Aplikasi Proses Pervaporasi", Institut Teknologi Bandung, 2016
- [5] N. Widayanti, "Karakteristik Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format." 2013. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/6184>. (diakses 25 juni 2021)
- [6] M. Mulder, *Basic Principles of Membrane Technology*, London, Kluwer Academic Publisher, 1996
- [7] A. Zamroni, "Pengukuran Indeks Bias Zat Cair Melalui Metode Pembiasan Menggunakan Plan Paralel," *Jurnal Fisika*, vol. 3, no. 2, pp. 108-111, 2013.