

STUDI TRANSPOR ETANOL DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN CAIR POLIEUGENOL

Tirta Kumala Dewi¹⁾, Dwi Siswanta²⁾, Nurul Hidayat Aprilita²⁾¹Program Pasca Sarjana Ilmu Kimia Fakultas MIPA
Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Jogjakarta 55281, email : tirta_dewi08@yahoo.com²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA,
Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Jogjakarta 55281

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang studi transpor membran cair terhadap etanol menggunakan polieugenol dalam kloroform. Penelitian ini bertujuan untuk mentranspor etanol menggunakan polieugenol sebagai ligan dengan metode transpor membran cair. Beberapa faktor yang mempengaruhi transpor menggunakan membran cair diantaranya konsentrasi fasa sumber, waktu transpor, dan konsentrasi membran cair polieugenol. Studi transpor etanol menggunakan pipa U dilakukan dengan polieugenol dalam pelarut kloroform sebagai membran cair yang memisahkan fasa sumber dan fasa pelucut. Beberapa variabel dalam penelitian ini adalah konsentrasi larutan etanol sebagai fasa sumber, waktu transpor, dan konsentrasi membran cair polieugenol. Setiap variasi menggunakan larutan etanol sebanyak 5 mL, ligan polieugenol 5 mL dan 5 mL aquabides. Konsentrasi etanol setelah transpor pada fasa sumber dan fasa pelucut dianalisis dengan kromatografi gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran cair polieugenol dengan konsentrasi 1×10^{-3} M dapat mentranspor etanol 20% dalam waktu 1 dan 40 jam masing-masing sebesar 1,39% dan 5,18%; untuk etanol 60% masing-masing sebesar 10,1% dan 22,0% dan untuk etanol 90% sebesar 11,7% dan 31,5%. Pada konsentrasi 1×10^{-2} M membran dapat mentranspor etanol 20% dalam waktu 1 dan 40 jam sebesar 0,64% dan 4,62%, untuk etanol 60% sebesar 9,53% dan 18,85% dan untuk etanol 90% sebesar 22,41% dan 31,79%. Pada konsentrasi 1×10^{-1} M membran dapat mentranspor etanol 20% pada waktu 1 dan 40 jam sebesar 0,18% dan 5,11%, untuk etanol 60% sebesar 7,76% dan 16,83%, dan untuk etanol 90% sebesar 23,89% dan 32,68%. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi fasa sumber dan semakin kecil konsentrasi membran akan meningkatkan konsentrasi etanol pada fase pelucut.

Kata kunci : polieugenol, etanol, membran cair

PENDAHULUAN

Seiring dengan menipisnya cadangan energi bahan bakar minyak (BBM) di dunia menyebabkan nilai beli yang melambung tinggi, sehingga banyak ilmuwan berusaha mencari energi alternatif yang dapat menggantikan BBM. Salah satu yang sedang berkembang pesat adalah bioetanol. Negara yang secara luas telah menggunakan etanol sebagai bahan bakar adalah Brasil. Negara tersebut memproduksi etanol dari tetes tebu dengan proses fermentasi (Anshory, 2004).

Etanol menjadi pilihan utama dunia karena senyawa ini dapat terus menerus diproduksi baik secara fermentasi maupun sintesis kimiawi. Etanol (C_2H_5OH) banyak digunakan sebagai pelarut, desinfektan, bahan baku industri minuman, kimia, dan farmasi. Aplikasi etanol sebagai bahan baku industri dan bahan bakar menghendaki kemurnian absolut ($> 99,5\%$). Pemurnian menggunakan proses distilasi hanya mampu menghasilkan etanol 94,5-95% w/w karena terbentuknya kondisi azeotrop (Jonquieres, *et.al.*, 1996). Etanol yang dihasilkan masih mengandung air, sehingga harus dipisahkan agar konsentrasi etanol dapat meningkat. Proses fermentasi oleh bakteri dapat menghasilkan etanol sebesar 5-8% v/v (Zhan, X., *et.al.*, 2010). Untuk memurnikan etanol menjadi berkadar lebih tinggi dapat dilakukan

dengan proses distilasi. Etanol dapat dipisahkan dari campuran dengan distilasi fraksionasi. Etanol hasil distilasi memiliki kadar maksimum sebesar 95%. Kadar etanol yang dihasilkan tidak dapat lebih tinggi lagi karena pada kondisi ini campuran etanol dan air sulit dipisahkan karena terbentuknya kondisi azeotrop (Baker, 2000). Teknik transpor membran cair ini melibatkan tiga fasa yaitu fasa sumber yang mengandung bahan yang akan dipisahkan, fasa membran berisi senyawa pembawa (*carrier*) dalam pelarut organik dan fasa pelucut sebagai akseptor. Berbagai jenis senyawa telah dimanfaatkan sebagai bahan awal untuk pengembangan suatu ligan. Salah satu bahan alam yang potensial untuk dikembangkan menjadi suatu jenis ligan adalah eugenol. Keberadaan eugenol yang cukup melimpah di Indonesia menjadi salah satu alasan mengapa eugenol layak untuk dikembangkan.

Menurut Sastrohamidjojo (1981) tiga gugus fungsional pada eugenol yaitu gugus hidroksi, metoksi dan alil menyebabkan penelitian tentang eugenol menjadi menarik dan banyak dilakukan dengan berbagai tujuan. Polimerisasi dengan bahan baku senyawa alam seperti eugenol merupakan suatu hal yang relatif baru dilakukan. Beberapa bahan membran yang selektif terhadap etanol antara lain PDMS

(*Polydimethylsiloxane*), PTMSP (*poly[(1-trimethylsilyl)-1-propyne]*) (Zhan, X., et al., 2010) dan *poly (tetrafluoroethylene)* (Velasco, J.R., et al., 2002).

Polieugenol yang memiliki struktur yang khas diharapkan mampu menjadi pembawa (*carrier*) pada fase membran sehingga dimungkinkan terjadinya transpor senyawa dari fasa membran menuju fasa pelucut. Berawal dari informasi tersebut maka timbul suatu gagasan untuk melakukan penelitian tentang transport etanol dengan menggunakan membran cair polieugenol.

METODE PENELITIAN

1. Bahan

Eugenol yang berasal dari PT. Indesso Aroma, Surakarta, Dietil eter ($C_2H_5)_2O$ buatan E. Merck, $BF_3O(C_2H_5)_2$ buatan E. Merck, Metanol (CH_3OH) buatan E. Merck, Kloroform ($CHCl_3$) buatan E. Merck, Kertas pH universal. Natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) buatan E. Merck, Aquades buatan Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UGM.

2. Alat untuk sintesis polieugenol

Evaporator Buchii, Hot plate, Pengaduk magnet, Desikator, Kertas saring, Timbangan digital, Spektrometer Infra Merah Shimadzu Model FTIR 8201 PC, Spektrometer 1H NMR, Alat penunjang berupa alat-alat gelas dan plastik. Pipa U, *Syringe* kapasitas 1 mL, Tabung *ependorf* 1,5 mL, Kromatografi gas HEWLETT PACARD 5890 SERIES II, Karet penutup dan selang.

3. Prosedur Penelitian

1) Sintesis Polieugenol

Eugenol sebanyak 5,8216 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian ditambahkan 1 mL $BF_3O(C_2H_5)_2$ sebagai katalis. Penambahan katalis ini dilakukan empat kali yaitu sebanyak 0,25 mL setiap satu jam sekali sehingga terjadi 4 kali penambahan sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Adanya reaksi ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi merah tua. Setelah penambahan katalis terakhir larutan dibiarkan selama satu malam. Sintesis ini dilakukan dalam almari asam. Kemudian ditambahkan 1 mL metanol dan dibiarkan selama 15 menit. Gel yang terbentuk dilarutkan dalam eter dan dipindahkan dalam corong pisah kemudian dicuci dengan aquades hingga pH netral. Lapisan organik dipindahkan ke dalam erlenmeyer kapasitas 50 mL dan ditambah Na_2SO_4 anhidrat kemudian disaring dengan cara didekantasi. Pelarutnya diuapkan dengan evaporator Buchi dan residu disimpan dalam desikator.

Padatan yang terbentuk ditimbang. Identifikasi struktur polimer dengan FT-IR dan 1H NMR.

2) Transport etanol dengan membran cair polieugenol

a. Pembuatan kurva kalibrasi

Etanol dilarutkan dalam aquabides sehingga diperoleh konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 90%. Selanjutnya larutan etanol dengan variasi konsentrasi tersebut diinjeksi pada kromatografi gas. Pembuatan kurva standar antara konsentrasi etanol dengan perbandingan luas area antara etanol dan propanol yang merupakan standar internal.

b. Transport etanol dengan konsentrasi 20%, 60% dan 90% dengan variasi waktu transport pada konsentrasi polieugenol 1×10^{-3} M dalam kloroform

Polieugenol dengan konsentrasi 1×10^{-3} M dalam pelarut kloroform sebanyak 5 mL dimasukkan dalam pipa U, kemudian ditambahkan 5 mL larutan etanol 20%, 60%, dan 90% sebagai fasa sumber dan aquabides sebanyak 5 mL sebagai fase pelucut. Pipa U kemudian ditutup dan diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu transport 1, 6, 13, 24, dan 40 jam. Pada variasi waktu transport, fase sumber dan fase pelucut diambil masing-masing sebanyak 0,2 mL dengan menggunakan *syringe* untuk dianalisis menggunakan kromatografi gas.

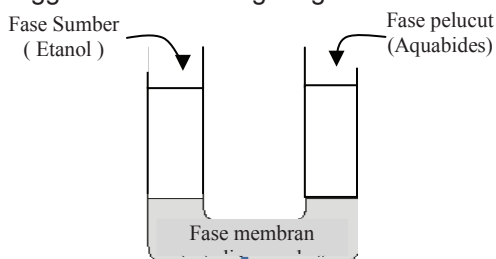
c. Transport etanol dengan konsentrasi 20%, 60% dan 90% dengan variasi waktu transport pada konsentrasi polieugenol 1×10^{-2} dan 1×10^{-1} M dalam kloroform

Polieugenol dengan konsentrasi 1×10^{-3} dan 1×10^{-1} M dalam pelarut kloroform sebanyak 5 mL dimasukkan dalam pipa U, kemudian ditambahkan 5 mL larutan etanol 20%, 60% dan 90% sebagai fasa sumber dan aquabides sebanyak 5 mL sebagai fase pelucut. Pipa U kemudian ditutup dan diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu transport 1, 6, 13, 24, dan 40 jam. Pada variasi waktu transport, fase sumber dan fase pelucut diambil masing-masing sebanyak 0,2 mL dengan menggunakan *syringe* untuk dianalisis menggunakan kromatografi gas.

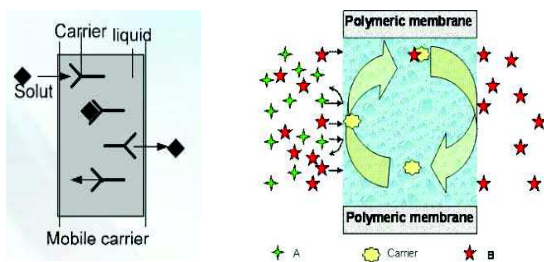
d. Transport etanol dengan konsentrasi 20% dengan variasi waktu transport menggunakan kloroform

Kloroform sebanyak 5 mL dimasukkan dalam pipa U, kemudian ditambahkan 5 mL

larutan etanol dengan konsentrasi 20% sebagai fasa sumber dan aquabides sebanyak 5 mL sebagai fase pelucut. Pipa U kemudian ditutup dan diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu transport 1, 6, 13, 24, dan 40 jam. Pada variasi waktu transport, fase sumber dan fase pelucut diambil masing-masing sebanyak 0,2 mL dengan menggunakan *syringe* untuk dianalisis menggunakan kromatografi gas.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian untuk transport etanol (pipa U)



Gambar 2. Skema transpor dengan membran *carrier*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap sintesis polieugenol, hasil sintesis menunjukkan polieugenol yang dihasilkan memiliki rendemen 80,74%. Polieugenol tersebut kemudian dilarutkan dalam kloroform untuk digunakan sebagai membran cair pada transpor etanol. Transpor etanol pada berbagai variasi konsentrasi dan variasi konsentrasi polieugenol dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4, dan gambar 5.

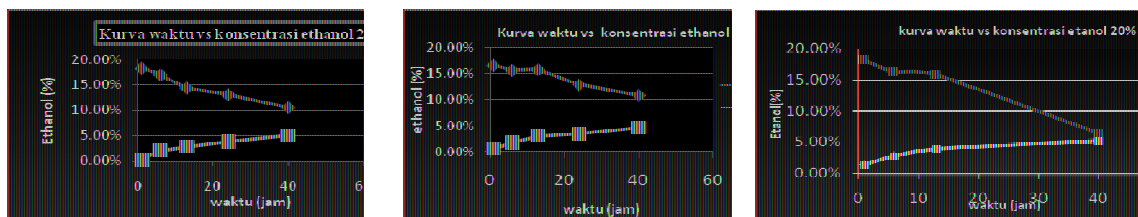
Pada gambar 3a terlihat bahwa etanol dengan konsentrasi 20% dapat ditranspor melewati membran eugenol relatif lebih lambat dibandingkan dengan ketika konsentrasi etanol 60% (Gambar 4a) dan ketika konsentrasi etanol 90% (Gambar 5a).

Hal ini karena adanya pengaruh konsentrasi dari fase sumber yaitu etanol itu sendiri. Pada konsentrasi etanol yang semakin besar, maka semakin banyak interaksi antara etanol dengan permukaan membran polieugenol. Gugus -OH pada etanol akan berinteraksi dengan gugus -OH pada polieugenol. Interaksi tersebut berupa ikatan hidrogen. Interaksi antara polimer dengan

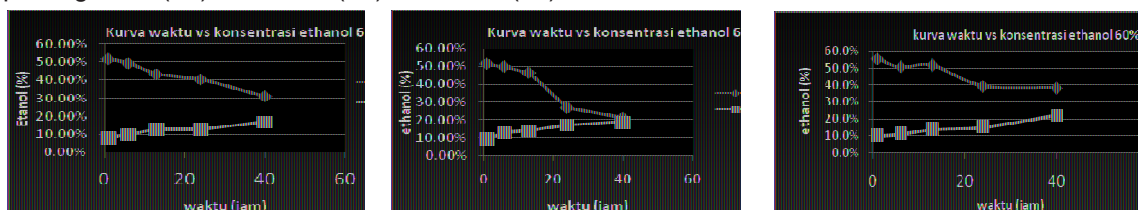
senyawa target salah satunya membentuk ikatan hidrogen (Finch, 1996). Ikatan hidrogen yang terjalin akan semakin kuat karena dengan bertambahnya konsentrasi etanol maka gugus fungsi yang dapat berinteraksi dengan polieugenol akan semakin banyak. Konsentrasi etanol yang semakin besar akan mempercepat proses permeasi pada membran, kemudian etanol dapat berdifusi dalam membran sehingga proses transpor yang terjadi juga akan semakin cepat.

Menurut Xiangli, *et.al.*, (2007) Meningkatnya konsentrasi fasa umpan (fase sumber) akan meningkatkan jumlah ruang bebas pada membran karena membran polimer mengalami proses *swelling* (pembengkakan). Demikian juga ketika etanol dengan konsentrasi yang tinggi yaitu 90%, maka proses *swelling* pada membran eugenol akan semakin tinggi sehingga ruang bebas dalam membran akan semakin banyak dan mobilitas dalam membran akan meningkat. Dengan demikian, kemampuan difusi molekul etanol akan lebih mudah dan meningkatkan kecepatan transpor etanol menuju fasa pelucut. Polimer yang mengalami proses *swelling* akan lebih fleksibel, sehingga akan memudahkan proses transpor dari fasa umpan (Chen, X., *et.al.*,2001). Selain itu kemampuan difusi air juga akan meningkat karena ketika jumlah volum bebas dalam polieugenol meningkat, maka air juga dapat berdifusi karena ukuran molekul air lebih kecil daripada ukuran molekul etanol sehingga membuatnya mudah untuk melewati membran. Menurut Gostoli dan Sarti (1989) konsentrasi etanol pada fasa umpan juga dapat mempengaruhi selektifitasnya.

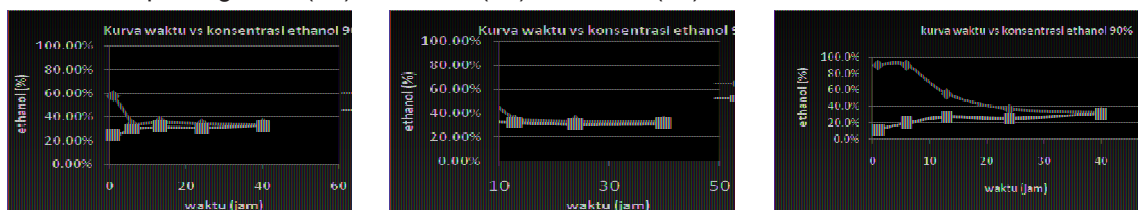
Konsentrasi membran polieugenol yang digunakan juga mempengaruhi proses transpor etanol. Pada gambar 3a, 3b dan 3c memperlihatkan transpor etanol 20% pada variasi konsentrasi membran polieugenol. Demikian juga untuk gambar 4 dan gambar 5. Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil konsentrasi membran polieugenol maka transpor etanol akan semakin cepat. Hal ini dipengaruhi oleh keberadaan polieugenol itu sendiri. Semakin tinggi konsentrasi membran polieugenol, maka semakin banyak pula keberadaan senyawa polieugenol tersebut dalam larutan. Dengan demikian, faktor sterik semakin besar karena keberadaan polieugenol yang semakin meruah (*bulky*). Hal ini dapat mempengaruhi mobilitas dan interaksi etanol dalam membran. Sehingga, pada konsentrasi polieugenol yang semakin besar kemampuan untuk berdifusi akan semakin kecil dan akibatnya transpor akan semakin lambat



Gambar 3. Kurva waktu vs konsentrasi etanol 20% dengan berbagai variasi konsentrasi membran polieugenol : (1a) 1×10^{-1} M, (1b) 1×10^{-2} M, (1c) 1×10^{-3} M.



Gambar 4. Kurva waktu vs konsentrasi etanol 60% dengan berbagai variasi konsentrasi membran polieugenol : (1a) 1×10^{-1} M, (1b) 1×10^{-2} M, (1c) 1×10^{-3} M



Gambar 5. Kurva waktu vs konsentrasi etanol 90% dengan berbagai variasi konsentrasi membran polieugenol : (1a) 1×10^{-1} M, (1b) 1×10^{-2} M, (1c) 1×10^{-3} M

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Polieugenol dapat digunakan sebagai membran untuk proses tranpor etanol.
2. Konsentrasi etanol pada fasa sumber semakin tinggi, maka proses tranpor akan semakin cepat.
3. Konsentrasi membran polieugenol akan mempengaruhi kecepatan tranpor etanol, yaitu pada konsentrasi rendah, proses tranpor akan semakin cepat.

DAFTAR PUSTAKA

Anshory. 2004. *Etanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Erlangga, Jakarta.
 Baker, R.W., 2000, *Membrane Technology and Applications*, Mc Graw Hill, New York
 Chen, X., Yang, H., Gu, Z., and Shao, Z., 2001, Preparation and Characterization of HY zeolite-filled Chitosan Membrane for Pervaporation separation, *J. Appl. Polym. Science*, 79, 1144-1149
 Finch, C.A., 1996, *Industrial water Soluble Polymers*, The Royal Society of Chemistry, Pentafin Associates, Aylesbury, U.K

Gostoli, C., and Sarti, G.C., 1989, Separation of Liquid Mixtures by Membrane Distillation, *J. Membr. Sci.*, 41, 211-224
 Jonquie`res, A., Roizard, D., Cuny, J., and Lochon, P. 1996, Solubility and polarity parameters assessing pervaporation and sorption properties, A critical comparison for ternary systems ether/alcohol/polyurethaneimide, *J. Membr. Sci.*, 121, 117.
 Sastrohamidjojo, H., 1981, *A Study of Some Indonesia Essential Oil*, Disertasi, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
 Velasco, J.R., Gonzalez, J.A., and Lopez, C., 2002, Pervaporation of ethanol-water mixtures through poly(1-trimethylsilyl-1-propyne)(PTMSP) membranes, *Desalination*, 149, 61-65
 Xiangli, F., Chen, Y., Jin, W., and Xu, N., 2007, Polydimethylsiloxane (PDMS)/ Ceramic Composite Membrane with High Flux for Pervaporation for Ethanol-Water Mixtures, *Ind. Eng. Chem. Res*, 46(7), 2224-2230
 Zhan, X., Li, J., Huang, J., and Chen, C., 2010, Enhanced Pervaporation Performance of Multi-layer PDMS/P VDV Composite Membrane for Ethanol Recovery from Aqueous Solution, *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 160:632-642.