

MEMBRAN SELULOSA ASETAT TERMODIFIKASI ZEOLIT ALAM TASIKMALAYA UNTUK PERVAPORASI ETANOL-AIR

Evy Ernawati, Yati B.Yuliyati, Iman Rahayu

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor 45363
(evyerna_p@yahoo.com)

Abstrak

Membran selulosa asetat memiliki tiga gugus hidroksil yang mudah mengikat molekul air. Banyaknya molekul air dapat mengakibatkan pengembangan berlebih pada membran selulosa asetat sehingga kinerja membran menurun. Modifikasi zeolit alam tasikmalaya pada polimer selulosa asetat diharapkan dapat menekan pengembangan membran. Tujuan penelitian ini adalah membuat membran selulosa asetat dengan penambahan zeolite alam tasikmalaya dan mengevaluasi kinerja membran untuk pervaporasi campuran etanol-air. Pembuatan membran selulosa asetat terisi zeolite alam tasikmalaya berdasarkan teknik inversi fase. Karakterisasi membran meliputi pengukuran fluks dan selektivitas. Hasil pervaporasi menunjukkan bahwa membran selulosa asetat 20% memiliki nilai selektivitas 6,16 dan fluks 771,6560 g/m²jam. Sementara membran selulosa asetat 20% termodifikasi zeolit alam 5% selektivitas dan fluks meningkat menjadi 34,0651 dan 828,6385g/m²jam.

Kata kunci: *Membran, Pervaporasi, Selulosa asetat, Zeolit alam Tasikmalaya*

PENDAHULUAN

Teknik pervaporasi merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk pemisahan campuran azeotrop. Teknik ini sangat efektif dan efisien terhadap penggunaan energi (Wang *et al.*, 2009). Keberhasilan proses pemisahan dengan teknik pervaporasi tergantung dari material membran yang digunakan. Untuk pemisahan etanol-air secara pervaporasi harus menggunakan polimer pembuat membran yang hidrofilik. Membran selulosa asetat adalah membran hidrofilik karena mempunyai gugus hidroksil yang dapat mengabsorpsi molekul air. Kemampuan adsorpsi ini membuat membran selulosa asetat mudah mengembang (*swelling*) (Zhang *et al.*, 2010) dan menyebabkan kinerja membran menjadi rendah jika diaplikasikan sebagai membran pervaporasi (Ji, 2015; Kariduraganavar *et al.*, 2004). Kataoka *et al.* (1991) telah menggunakan membran selulosa asetat untuk pemisahan etanol-air melalui proses pervaporasi dan menghasilkan fluks yang tinggi tetapi selektivitasnya sangat rendah. Sementara Tong-Hu *et al.* (2011) dan Ernawati *et al.* (2008) mengatakan bahwa dengan

penambahan mineral ke dalam suatu sistem membran dapat mengubah kekuatan mekanik, fisik, memperbaiki struktur membran, serta berpeluang untuk pengembangan material kompleks mineral-polimer yang digunakan sebagai membran untuk proses pemisahan. Beberapa peneliti (Ji, 2015; Tong-Hu *et al.*, 2011; Ernawati *et al.*, 2008), menyatakan bahwa zeolit yang ditambahkan sebagai pengisi pada matriks membran dapat meningkatkan kinerja membran melalui proses pervaporasi

Berdasarkan hal ini, maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi selulosa asetat dengan zeolit. Zeolit yang digunakan adalah zeolit alam yang berasal dari Tasikmalaya, dengan harapan dapat memperbaiki serta meningkatkan kinerja membran khususnya meningkatkan selektivitas. Membran ini selanjutnya diaplikasikan pada proses pemisahan etanol-air menggunakan teknik pervaporasi berdasarkan variasi komposisi dari zeolit tasikmalaya. Proses pembuatan membran dilakukan melalui teknik inversi fase dengan metode penguapan pelarut. Membran yang dibuat ada dua macam, yaitu membran selulosa

asetat dan membran selulosa asetat yang dimodifikasi zeolit alam (asal Tasikmalaya).

BAHAN DAN METODA

Bahan

Polimer selulosa asetat dari Aldrich dengan kadar asetil 39,8%, pelarut aseton, zeolit alam (asal Tasikmalaya) 230 mesh, nitrogen cair, etanol 95%.

Aktivasi zeolit

Zeolit dicuci dan dikeringkan dalam oven (110°C) selama 4 jam. Selanjutnya zeolit dihaluskan dan diayak hingga diperoleh ukuran 230 mesh dan dipanaskan di dalam tanur dengan suhu 400°C selama 2 jam. Kemudian zeolit disimpan dalam desikator (Husaini, 1991).

Pembuatan Membran

Pada pembuatan membran selulosa asetat, polimer selulosa asetat 20% w/w dilarutkan dalam aseton selama 24 jam. Selanjutnya larutan disimpan dalam lemari pendingin untuk proses *debubbling* (penghilangan gelembung) selama 24 jam kemudian dicetak di atas plat kaca. Selanjutnya dilakukan penguapan pelarut yaitu membran tersebut diletakkan dalam desikator selama 7 hari hingga mengelupas. Pada pembuatan membran selulosa asetat yang dimodifikasi zeolit alam, polimer selulosa asetat 20% b/b dilarutkan dalam aseton. Kemudian zeolit alam dimasukkan dalam larutan membran tersebut sambil diaduk selama 24 jam. Selanjutnya hal yang sama dilakukan seperti pada pembuatan membran selulosa asetat. Zeolit alam tasikmalaya yang digunakan bervariasi

konsentrasinya yaitu 5-25% b/b SA. Karakterisasi membran meliputi penentuan derajat pengembangan dan analisis morfologi (SEM).

Pervaporasi

Membran diletakkan di atas pendukung secara horizontal pada rancangan alat pervaporasi (Gambar 1). Ke dalam labu dimasukkan 100 g umpan etanol dan dipanaskan sampai 40°C. Proses pervaporasi dilakukan pada tekanan vakum (0,5 mBar). Sebelum dan sesudah proses pervaporasi, larutan umpan diambil sedikit (secukupnya untuk analisis) dan setiap 1 jam sekali permeat yang dihasilkan diambil. Pengambilan permeat dilakukan sebanyak 4x. Larutan umpan dan permeat dianalisis lebih lanjut menggunakan refraktometer.

Kinerja pemisahan dari pervaporasi ditentukan oleh nilai fluks dan selektivitas dengan menggunakan persamaan:

$$J = \frac{1}{A} \times dm/dt$$

Keterangan:

J = nilai fluks (kg/m²jam)

A = luas membran (m²)

dm/dt = *slope* grafik antara waktu permeasi dengan massa permeat

$$\alpha = \frac{(Y_W/Y_A)}{(X_W/X_A)}$$

Keterangan:

a = selektivitas pemisahan

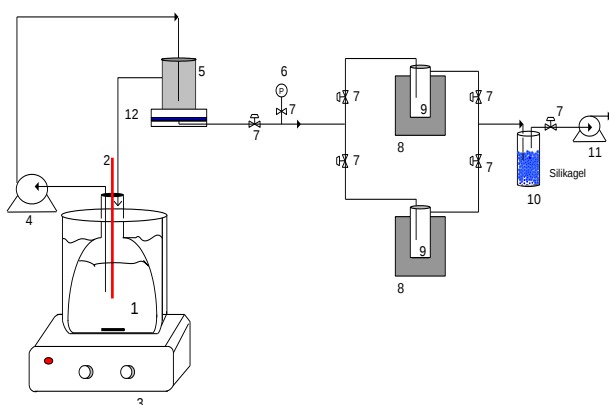
Y_W = konsentrasi air dalam permeat(%)

Y_A = konsentrasi etanol dalam permeat(%)

X_W = konsentrasi air dalam umpan(%)

X_A = konsentrasi etanol dalam umpan (%)

(Bowen *et al.*, 2004)



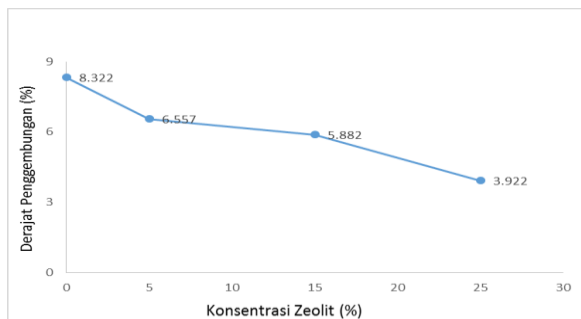
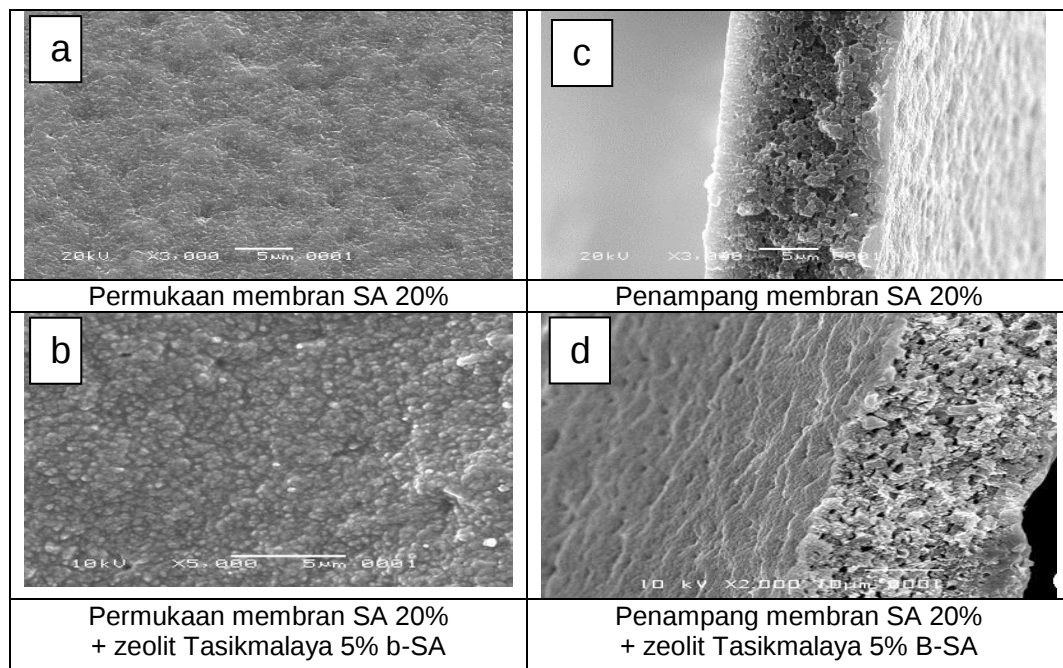
Ket gambar : (1) Labu tempat umpan;
(2) Termometer;
(3) Pemanas;
(4) Pompa sirkulasi;
(5) Modul pervaporasi;
(6) Pirani gauge;
(7) Kran;
(8) Tabung dewar;
(9) Cold trap;
(10) Tabung silika gel;
(11) Pompa vakum;
(12) Membran

HASIL DAN PEMBAHASAN

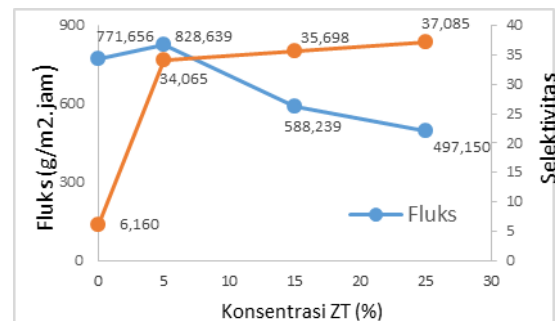
Pengaruh pembuatan membran selulosa asetat 20% (SA) dengan membran selulosa asetat 20% termodifikasi Zeolit Tasikmalaya (SA + ZT) dengan metode pengendapan dengan penguapan pelarut diamati dengan SEM (*Scanning Electron spectroscopy*). Pada membran SA + ZT memiliki pori yang lebih rapat dibandingkan membran SA. Hal ini tampak dalam gambar permukaan membran pada Gambar 2a dan 2b. Zeolit tampak tersebar secara homogen pada permukaan membran, selain itu penyebaran zeolit secara homogen juga terjadi di dalam membran (Gambar 2c dan 2d). Membran yang dihasilkannya pun membran asimetri dengan lapisan atas yang lebih rapat dan kompak serta lapisan bawah

yang berpori. Maka dalam hal ini penambahan ZA dapat mengubah struktur pori membran SA

Hasil penentuan derajat pengembangan (*swelling degree*) terhadap variasi konsentrasi ZT yang diaplikasikan dalam larutan membran SA 20% ditunjukkan dalam Gambar 3. Dari grafik diketahui bahwa makin tinggi konsentrasi ZA, derajat pengembangan membran SA makin turun. Hal ini disebabkan struktur dari membran SA yang termodifikasi ZT semakin merapat. Tong-Hu (2011) mengemukakan bahwa zeolit dalam struktur mikro membran dapat mengisi kekosongan ruang pada membran sehingga struktur membran menjadi semakin rapat (*dense*). Kerapatan dari membran ini memungkinkan semakin selektifnya membran pervaporasi.



Gambar 3. Grafik konsentrasi zeolit alam terhadap derajat pengembangan



Gambar 4. Grafik fluks dan selektivitas sebagai fungsi konsentrasi ZT

Hasil pengukuran fluks dan selektivitas membran SA 20% dengan variasi konsentrasi ZT (5-25% b-SA) diperlihatkan dalam Gambar 4.

Pada Gambar 4 terlihat selektivitas membran SA 20% + ZT 5% meningkat tajam hampir enam kali lipat yaitu dari 6,16 menjadi 34,065. Hal ini disebabkan adanya peningkatan kerapatan membran sehingga membran menjadi lebih selektif. Penambahan konsentrasi ZT > 5% pada membran SA masih terjadi peningkatan selektivitas namun tidak signifikan. Peningkatan juga terjadi pada fluks yaitu dari 771 g/m²jam untuk membran SA menjadi 828,639 g/m²jam pada membran SA 20% + ZT 5%. Zeolit mempunyai pori yang dapat juga berfungsi untuk menambah kecepatan permeasi, sehingga proses permeasi berlangsung dari dua proses yaitu proses difusi dan melalui pori. Hal inilah yang menyebabkan nilai fluks pada proses pervaporasi meningkat. Penambahan konsentrasi ZT > 5% pada membran SA terjadi penurunan fluks karena terjadi

penumpukan ZT pada permukaan membran sehingga menghambat proses permeasi.

KESIMPULAN

Penambahan zeolit alam tasikmalaya (ZT) dalam membran selulosa asetat (SA) dapat meningkatkan selektivitas dan fluks pada proses pervaporasi. Komposisi membran selulosa asetat termodifikasi zeolit alam tasikmalaya yang terbaik adalah selulosa asetat 20% + zeolit alam 5% dengan nilai selektivitas 34,0651 dan fluks 828,6385 g/m².jam sementara selektivitas membran selulosa asetat 20% adalah 6,16 dan fluks 771,6560 g/m².jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan pada Doanta Juaeini Putra mahasiswa Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowen, T.C., R.D. Noble, J.L. Falconer, 2004, Fundamentals and Applications of Pervaporation Through Zeolit Membranes, *Journal of Membrane Science*. **245** : 1-33.
- Ernawati Evy, Safitri Rina L.N., Yuliati Yati B. 2008. The effect of silica on cellulose acetate membranes. *Proceeding of The International Seminar on Chemistry* . p.441-443
- Husaini. 1991. Penelitian pendahuluan modifikasi zeolit alam dengan polimer organik. Kerjasama PPTM – Girit Jepang. *Buletin PPTM*. **13**: 3 – 11.
- Kariduraganavar M.Y., A.A. Kittur, S.S. Kulkarni, K. Ramesh. 2004. Development of Novel Pervaporation Membranes for The Separation of Water-Isopropanol Mixtures Using Sodium Alginate and NaY Zeolite. *Journal of Membran Science*. **238** : 165-175.
- Kataoka T., Toshinori T., Shin-Ichi N., Shoji K. 1991. Membrane Transport Properties of Pervaporation and Vapor Permeation in Ethanol-Water System Using Polyacrylonitrile and Cellulose Acetate Membranes. *Journal of Chemical Engineering of Japan*. **24 (3)** : 334-339.
- Ji Lingyun, Shi Baoli, Wang Lili. 2015. Pervaporation separation of ethanol/water mixture using modified zeolite filled PDMS membranes. *Journal of Applied Polymer Science*. **132** (17):
- Wang Yujun, Liangrong Yang, Guangsheng Luo, Youyuan Dai. 2009. Preparation of Cellulose Acetate Membrane Filled with Metal Oxide Particles for The Pervaporation Separation of Methanol/Methyl tert-Butyl Ether Mixtures. *Chemical Engineering Journal* **146** : 6-10
- Tong-Hu Xiao, Xiao-Li Xu, Hai-Jiao Qin, Xiao-Gang Ying, Rui-Feng Zhang. 2011. Zeolite 4A-Incorporated Polymeric Membranes for Pervaporation Separation of Methanol-Methyl Acetate Mixtures. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. **21**(4): 816-822

Zhang Lei , Luo Yunbai , Xue Gaifeng , Yu Ping. 2010. Swelling behaviors and pervaporation properties of CA/PAN composite membranes for separation of caprolactam/water mixtures. *Journal of Natural Sciences*.**15** (5): 449–454