

Pengaruh Variasi Komposisi Pelarut Terhadap Kinerja dan Sifat Fisikokimia Membran Selulosa Asetat

Effect of Variation Solvent Composition on Performance and Physicochemical Properties of Cellulose Acetate Membrane

Dwi Indarti^{*}, Nanda Widayanti, Neran
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

^{*}Email: indarti.fmipa@unej.ac.id

ABSTRACT

Performance Cellulose acetate (CA) were characterized by the variation of solvent composition (acetone and formic acid) with a mole ratio of 5/10; 6/9; 7/8; 8.7; and 9/6 and the addition of additives MSG 6%. Characterization was conducted on the membrane performance (flux, permeability coefficient, % rejection) and physicochemical properties include density test and analysis of membrane structure by FTIR. Membrane solvent variation results, 6/9 has the lowest density values. Results flux, permeability coefficient and the highest rejection is obtained when the composition of the 9/6. FTIR test results showed no difference between the polymer cellulose acetate cellulose acetate membrane solvent variation results.

Keywords: Cellulose acetate, solvent, phase inversion, FTIR.

PENDAHULUAN

Teknologi pemisahan menggunakan membran semakin berkembang pesat dari tahun ke tahun. Dibandingkan dengan proses-proses pemisahan yang lain, teknologi membran mempunyai beberapa keunggulan antara lain dalam hal penggunaan energi. Keberhasilan proses pemisahan dengan membran tergantung pada kualitas membran tersebut. Membran ultrafiltrasi merupakan salah satu jenis membran dengan gaya dorong tekanan. Prinsip pemisahan dari membran ultrafiltrasi ini adalah menahan koloid dan makro molekul (misalnya protein) tetapi dapat melewatkan partikel garam, gula, air dan molekul kecil. Salah satu material membran ultrafiltrasi yang berkembang saat ini adalah selulosa asetat. Kelebihan selulosa asetat sebagai material membran yaitu mudah untuk diproduksi dan bahan mentahnya merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui (Wenten, I.G. 2000).

Teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran ultrafiltrasi di antaranya *inversi fasa*. Teknik *inversi fasa* mempunyai beberapa kelebihan di antaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan pada berbagai macam polimer (Wenten, I.G. 2000).

Morfologi membran dipengaruhi oleh sistem pelarut dan non pelarut, konsentrasi polimer, komposisi bak koagulasi dan komposisi larutan polimer (Mulder, M. 1996). Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik membran, salah satunya yaitu variasi komposisi pelarut. Penelitian ini difokuskan pada variasi komposisi pelarut yaitu aseton dan asam format.

Menurut beberapa penelitian, komposisi selulosa asetat 20%, formamida 33% dan aseton 47% menghasilkan membran ultrafiltrasi dengan nilai *MWCO* BSA sebesar 9000 kDa (Bhongsuwan, Bhongsuwan and J. NaSuwan. 2008). Komposisi formamida digantikan dengan asam format untuk melarutkan MSG, (Idris, A, 2008). Selain dapat melarutkan MSG asam format merupakan pelarut selulosa asetat dengan tingkat selisih kelarutan ($\Delta\delta$) 4,48 sedangkan formamida 19,74 (Brandrup 1975). Morfologi membran juga dapat dikendalikan dengan penambahan zat aditif. Konsentrasi aditif 6 % MSG pada membran selulosa asetat kinerjanya paling baik dalam menghasilkan pori membran dengan struktur jari (*finger like*) (Idris A, 2008).

Berdasarkan data di atas dalam penelitian ini variasi komposisi pelarut, yaitu aseton dan asam format serta penambahan *Mono Sodium*

Glutamat (MSG) sebesar 6%, diharapkan akan mempengaruhi kinerja membran (fluks dan rejeksi/permeabilitas) membran selulosa asetat.

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh variasi pelarut aseton dan asam format terhadap densitas, kinerja membran (fluks, koefisien permeabilitas, dan % rejeksi) dan sifat kimia membran menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR).

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Selulosa Asetat (Aldrick BM 30.000), aseton(merck), asam format(Aldrick), H₂SO₄ (97-98% merck), fenol dan dekstran 100-200 kDa.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: alat-alat gelas, *hot plate* (penangas), pengaduk, neraca analitis merk OHAUS, kompresor, *micrometer*, selotip, *spectrophotometer UV/VIS 756CRT*, botol semprot, alat pencetak membran (pelat kaca dan lampu neon), bak koagulasi, *stopwatch*, dan satu set alat ultrafiltrasi modul flat sistem *dead-end*, dan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

Pembuatan membran selulosa asetat dilakukan dengan teknik inversi fasa, yaitu dengan melarutkan polimer selulosa asetat dengan pelarut aseton dan asam format pada beberapa perbandingan 5/10, 6/9, 7/8, 8/7 dan 9/6 mol dan MSG 6 %. Larutan diaduk sampai homogen dengan pengaduk magnetik, kemudian i diamkan sampai tidak mengandung gelembung udara. Larutan kemudian dituang di atas plat kaca yang bagian tepinya diberi selotip (mengatur ketebalan membran) dan dicelupkan dalam bak koagulasi yang berisi air.

Karakterisasi Membran Selulosa Asetat

Karakterisasi membran selulosa asetat meliputi uji densitas, kinerja membran (fluks, koefisien permeabilitas) dan uji struktur (FTIR).

Uji fluks air adalah jumlah volume permeat yang diperoleh per satuan waktu dan satuan luas permukaan membran. Sebelum uji fluks air, terlebih dahulu dilakukan kompaksi terhadap membran yang akan diuji. Kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran hingga diperoleh fluks air yang

konstan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung fluks adalah:

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

dimana :

J =Fluks (L/m². jam)

V = Volume permeat (L)

A = Luas permukaan (m²)

t = waktu (jam)

Tekanan operasional yang digunakan untuk uji fluks membran adalah 2 bar, sedangkan untuk uji koefisien permeabilitas membran terhadap air adalah 1; 1,5; 2; 2,5; 3 bar. Rumus untuk koefisien permeabilitas yaitu :

$$J_v = L_p \Delta P$$

Di mana :

J_v = fluks air (L/m².jam)

L_p = koefisien permeabilitas (L/m². jam.atm)

Δ P = perubahan tekanan

Koefisien rejeksi (R) merupakan gambaran dari selektifitas membran. Dan dirumuskan sebagai berikut :

$$R = (1 - C_p/C_r) \times 100\%$$

di mana :

R = koefisien rejeksi

C_p = konsentrasi permeat

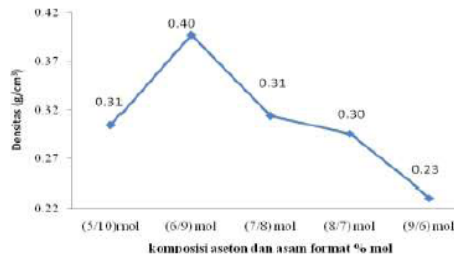
C_r = konsentrasi retentat

Penentuan koefisien rejeksi dilakukan dengan menggunakan larutan dekstran BM 100-200 kDa. Dekstran dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm yang kemudian dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi untuk diukur fluks masing-masing larutan pada tekanan dan perlakuan yang sama dengan uji fluks air. Uji ini dilakukan untuk setiap membran selulosa asetat selama 1 jam. Penentuan konsentrasi dekstran permeat (C_p) dan retentat (C_r) diukur dengan metode spektrofotometri, dimana 1 mL larutan dekstran bagian permeat maupun retentat ditambah fenol 5 % dan H₂SO₄ pekat dengan perbandingan volume larutan dekstran: fenol 5 %: H₂SO₄ pekat adalah 1:1:5 dan setelah itu diencerkan hingga 25 mL yang menghasilkan warna kuning ke orange-an.

Analisis FTIR dilakukan di laboratorium kimia fakultas Farmasi Universitas Jember.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap densitas.



Gambar 1. Pengaruh variasi komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap densitas membran selulosa asetat.

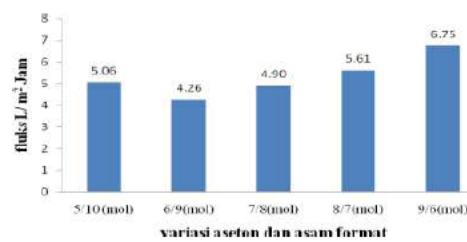
Hasil nilai densitas (Gambar 1) cenderung naik ketika komposisinya 5/10 dan 6/9 dan menurun ketika komposisinya 7/8, 8/7 dan 6/9. Hal ini dapat terjadi di indikasikan akibat proses distribusi atau kompetisi pelarut aseton dan asam format ketika membuat larutan *dope* yang mempengaruhi hasil pori yang dihasilkan. Nilai densitas tertinggi dari membran diperoleh ketika komposisi aseton/asam 6/9 mol sebesar 0.40 g/cm³ dan hasil densitas terendah diperoleh ketika komposisinya 9/6 mol sebesar 0.23 g/cm³.

Hasil nilai densitas setiap variasi menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Hal ini dimungkinkan terjadi karena ketika membran dimasukkan ke dalam bak koagulasi terjadi proses solidifikasi, membran masih berbentuk cair bergerak mengisi pori atau berkas kosong yang diakibatkan adanya difusi antara pelarut dan aditif ke dalam air. Mekanisme pembentukan pori membran terjadi karena ada interaksi antara aditif, pelarut, polimer dan air pada bak koagulasi. Interaksi yang terjadi pada selulosa asetat dengan asam format adalah interaksi hydrogen, sedangkan untuk interaksi antara CA dengan aseton hanya interaksi dipol dipol.

Interaksi hidrogen lebih kuat daripada interaksi dipol dipol. Karena interaksi hidrogen lebih kuat dari pada interaksi dipol dipol. Hal ini memungkinkan yang terdifusi lebih dahulu dengan air adalah aseton, selanjutnya asam format. Dengan demikian kedua variasi kedua pelarut sangat berpengaruh terhadap pembentukan pori yang dihasilkan.

Pembentukan *top layer* membran kemungkinan ditentukan karena sebagian aseton yang ada di permukaan atas membran berdifusi cepat dengan air terlebih dahulu sehingga porinya kecil ketika komposisi aseton meningkat dan asam formatnya menurun, misalnya saja pada komposisi 9/6 mol pori yang dihasilkan rapat dan jumlahnya banyak sedangkan pada komposisi 6/9 mol ketika komposisi asam formatnya lebih banyak dibanding aseton *top layer* membran yang dihasilkan lebih besar akan tetapi kerapatan antar porinya besar hal ini lah yang membuat nilai densitas yang dihasilkan tinggi dibandingkan komposisi 9/6 mol.

Pengaruh pengaruh komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap fluks air dapat dilihat pada Gambar 2.

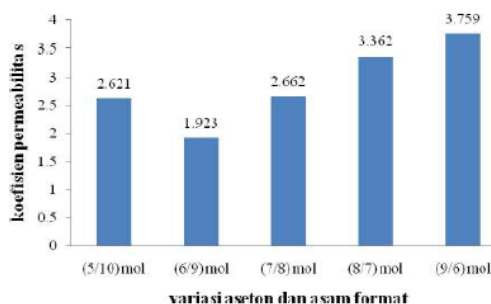


Gambar 2. Hubungan antara variasi komposisi pelarut dengan fluks membran selulosa asetat.

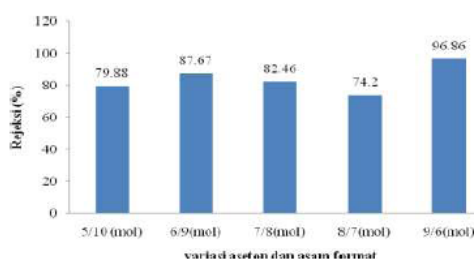
Komposisi aseton dan asam format 6/9 memiliki nilai fluks yang paling rendah yaitu 4.26L/m² jam dan komposisi aseton dan asam format 9/6 mol menghasilkan nilai fluks tertinggi 6.75 L/m² jam.

Pengaruh variasi komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap koefisien permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 3. Sebanding dengan nilai fluks yang dihasilkan, nilai koefisien permeabilitas membran yang paling besar yaitu pada membran dengan komposisi aseton/asam format 9/6 mol dan komposisi aseton/asam format 6/9 mol memiliki nilai permabilitas terendah.

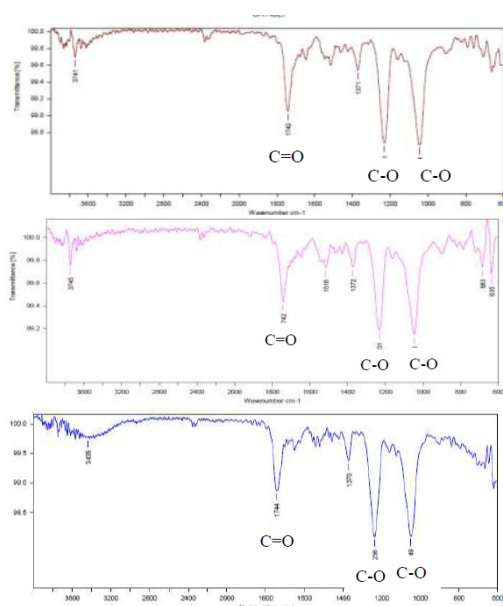
Pengaruh variasi komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap koefisien rejeksi dapat dilihat pada Gambar 4. Data hasil penelitian Rejeksi membran terhadap dekstran 100-200 kDa pada Gambar 4, menunjukkan bahwa variasi komposisi pelarut (aseton dan asam format) mempengaruhi nilai koefisien rejeksi suatu membran.



Gambar 3. Hubungan antara variasi komposisi pelarut dengan koefisien permeabilitas membran selulosa asetat



Gambar 4. Hubungan antara komposisi pelarut dengan koefisien rejeksi membran selulosa asetat terhadap dekstran



Gambar 5. Spektrum FT-IR (a) selulosa asetat standart, (b) komposisi 6/9 mol, (c) komposisi 7/8 mol

Gambar 4 adalah grafik pengaruh variasi komposisi pelarut terhadap nilai rejeksi membran memberikan hasil rejeksi membran terhadap dekstran cenderung naik turun dengan semakin meningkatnya komposisi aseton dan menurunnya asam format. Rejeksi membran terhadap dekstran 100-200 kDa cenderung mengalami kenaikan pada komposisi aseton/asam format : 5/10 ; 6/9 ; kemudian penurunan pada komposisi 7/8; 8/7 mol, tetapi mengalami peningkatan kembali pada komposisi 9/6 mol. Nilai rejeksi tertinggi diperoleh ketika komposisi 9/6 mol.

Gambar 5 menunjukkan hasil spektra FTIR membran selulosa asetat dengan penambahan MSG (monosodium Glutamate) 6 % dengan komposisi aseton dan asam format 6/9 dan 7/8 mol. Gambar (a) menunjukkan sifat kimia dari polimer selulosa asetat. Apabila spektrum hasil penelitian gambar (b) dan (c) dibandingkan dengan spektra selulosa asetat standart gambar (a), tidak memiliki perbedaan yang jauh, tidak ada perbedaan puncak-puncak serapan pada spektrum IR hal ini mengindikasikan bahwa membran selulosa asetat yang dihasilkan hampir mendekati murni artinya tidak ada pelarut maupun aditif yang terjebak. Pelarut dan zat aditif yang ditambahkan pada larutan dope larut semua ke dalam air.

KESIMPULAN

Harga maksimum densitas membran selulosa asetat diperoleh ketika komposisi 6/9 dan harga densitas yang terendah pada 9/6 mol. Harga maksimum fluks diperoleh ketika komposisi 9/6 mol dan harga terendah diperoleh ketika komposisinya 6/9 mol. Hal serupa juga terjadi pada nilai permeabilitas. Membran komposisi 9/6 mol memiliki MWCO di bawah 100 kDa, sedangkan yang lain di atas 100kDa. Karakteristik struktur membran selulosa asetat berdasarkan data spektrum IR menunjukkan adanya gugus, C=O ester, C-O ester dan C-O alkohol. Spektrum tersebut menandakan tidak ada aseton, asam format maupun MSG yang terjebak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhongsuwan, D, T. Bhongsuwan and J. NaSuwan. 2008. Preparation of Cellulose Acetate Membranes for Ultra- Nano- Filtrations. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 42(5): 311 – 317.
- Brandrup, J., John, W & son. 1975. *Handbook Polymer, Edisi ke-2*. New York

- Idris, A, Mieow dan Ahmed. 2008. The Effect of Monosodium Glutamate Additive On Performance Of Dialysis Membrane. *J. Sci. Technol.* 3(2): 172 – 179
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membran Technology*. 2nd edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Piluharto, B. 2001. “Studi Awal Penggunaan Nata de Coco Sebagai Membran Ultrafiltrasi.” Tidak Dipublikasikan. Tesis Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung ITB.
- Wenten, I.G. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Penerbit ITB.