Jurnal Kimia Andalas, ISSN : 0853-8018
Vol. 2, No. 1, 1995 (26-32)

STUDI TENTANG PENYUMBATAN PORI-PORI MEMBRAN PADA PROSES MIKROFILTRASI LARUTAN INDIGO BIRU

Refinel

Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas

INTISARI

Mikrofiltrasi (MF) merupakan salah satu teknik pemisahan yang menggunakan membran. Pada penelitian ini komposisi membran yang digunakan untuk proses mikrofiltrasi yaitu polisulfon dan aditif polietilen glikol dengan perbandingan berat 18:18 dan pelarut N,N-dimetil asetamida. Hasil penelitian sebelumnya menunjukan bahwa komposisi tersebut merupakan kondisi optimum pemekatan untuk zat warna indigo biru. Selama proses pemisahan larutan karakteristik membran sering berubah terutama pada nilai fluks yang terus menurun sejalan dengan pertambahan waktu. Konsentrasi umpan yang tinggi mempercepat efek pembentukan lapisan gel dan penyumbatan pada pori-pori membran. Hal ini ditunjukan oleh fluks yang turun dan rejeksi yang naik selama proses pemisahan.

ABSTRACT

Microfiltration (MF) is one of the separation techniques using membranes. In this work the following membrane composition has been used for microfiltration processes: polysulfone and polyethylen glycol as additive 18/18 (w/w) and N,N-dimethyl acetamide as solvent. The previous result condition for blue indigo has showed that this composition is optimal. During the separation process membrane characteristics change, a flux decline is often observed. This phenomena is due to membrane fouling. High feed concentration accelerates the effects formation of gel layer and fouling of membrane pores. Conseguently, flux is decreasing and rejection is increasing during the process.

PENDAHULUAN

Aplikasi membran untuk tujuan pemisahan, pemekatan dan pemurnian larutan, hingga saat ini semakin berkembang, terbukti dengan semakin luasnya pemakaian membran dalam berbagai sektor industri. Seperti industri gula, susu, minuman, desalinasi air dibidang farmasi dan lain sebagainya. Di Indonesia aplikasi membran masih belum banyak itupun berupa membran impor.

Pada penggunaan membran untuk proses pemisahan sering terjadi produktivitasnya menurun dan masa pakai lebih singkat. Faktor penyebab adalah terjadinya penyumbatan (*fouling*). Penyumbatan pada membran terjadi akibat terpe- rangkapnya spesi-spesi tertentu dalam pori atau dipermukaan membran. Ada beberapa faktor penyumbatan pada pori membran yaitu adanya oksida logam, pori buntu (macet), penyumbatan koloid dan pertumbuhan biologis pada alat.

Gejala penyumbatan sangat komplek sekali dan sulit menjelaskannya secara teoritis. Penyumbatan yang terjadi pada proses pemisahan suatu larutan tergantung pada parameter fisika dan kimia seperti konsentrasi, temperatur, pH, kekuatan ion dan interaksi spesifik (ikatan hidrogen, gaya dipol-dipol). Ada beberapa parameter yang dapat menggambarkan gejala penyumbatan yaitu : *Silting Index* (SI), *Plugging Index* (PI), *Fouling Index* (FI) atau *Silt Density Index* (SDI) dan *Membrane Fouling Index* (MFI).

Parameter penyumbatan diukur berupa penurunan fluks sebagai fungsi waktu pada tekanan konstan atau dengan melakukan pengukuran volume permeat proses mikrofiltrasi yang terkumpul setiap waktunya. Dari beberapa parameter di atas yang sering digunakan adalah MFI, yang dapat menjelaskan gejala penyumbatan yang dialami pada proses pemisahan dengan membran.

Fouling yang dialami suatu membran dapat berupa kombinasi antara tahanan membran dalam pori (Rm) dan tahanan pada permukaan membran "*cake*" (Rc). Kedua tahanan ini akan memodifikasi distribusi ukuran pori membran. Keadaan *fouling* yang terjadi disuatu membran akan berbeda dari jenis membran lainnya dan juga dari penggunaan suatu proses terhadap proses yang lainnya.

Tahanan dalam membran dan tahanan pada permukaan membran dapat ditentukan berdasarkan persamaan :

$$J = \frac{1}{A}\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P}{\eta (Rm + Rc)} \qquad (1)$$

$\frac{dV}{dt}$ = pertambahan volume permeat setiap waktu

dimana J = fluks ($L.m^{-2} jam^{-1}$) dan A adalah luas penampang lintang membran (m^2), P tekanan yang diberikan serta η viskositas cairan. Tahanan *cake* tergantung pada tekanan, pada *cake* yang tipis.

$$Rc = \frac{Rc\ Cb\ V}{Cc\ A} = \frac{V}{A} J' \qquad (2)$$

J' = potensial *fouling*. Cb = konsentrasi zat terlarut dalam umpan, Cc = konsentrasi zat terlarut dalam *cake*. Jika persamaan (2) disubstitusikan kepersamaan (1) dan diintegralkan akan diperoleh :

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta Rm}{A \Delta P} + \frac{\eta J^1}{2 A^2 \Delta P} V \qquad (3)$$

$$\frac{J^1}{2 A^2 \Delta P} = MFI$$

MFI = *Membrane Fouling Index*

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari gejala penyumbatan pori-pori membran pada pemekatan larutan zat warna indigo biru dengan proses mikrofiltrasi. Dan parameter yang ditentukan antara lain *Membrane Fouling Index* (MFI), tahanan membran (Rm) dan tahanan *cake* (Rc). Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh *fouling* terhadap kinerja dari suatu membran, khususnya pada proses pemekatan limbah cair industri tekstil yang mengandung zat warna indigo biru.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan baku membran yang digunakan adalah polimer polisulfon (Mn 35000), polietilen glikol (Mn 300) dan N,N-dimetil asetamida sebagai pelarut dengan perbandingan berat 18:18:64. Untuk mengkarakterisasi membran digunakan standar aqua d.m dan larutan 0,1 % dektran dengan beberapa tipe berat molekul (Mn 10000, Mn 40000, Mn 500000 dan Mn 2000000). Dan sebagai sampel digunakan larutan zat warna indigo biru.

Metode Penelitian

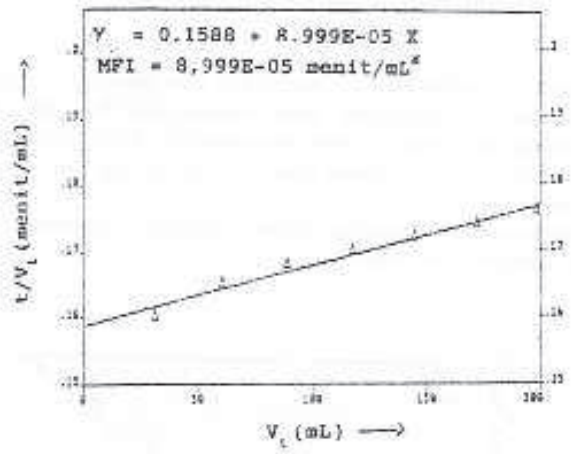
Penelitian ini dilakukan dengan tahapan kerja sebagai berikut :

1. Pembuatan membran
2. Karakterisasi terhadap membran yaitu dengan menentukan ketebalan, fluks (permeabilitas) terhadap aqua d.m dan larutan 0,1 % dekstran, koefisian penolakan larutan dekstran dengan alat spekronik 20 dan struktur penampang permukaan dan lintangnya dengan alat SEM.
3. Penentuan parameter penyumbatan (MFI, Rm dan Rc) dengan alat sel mikrofiltrasi laminar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

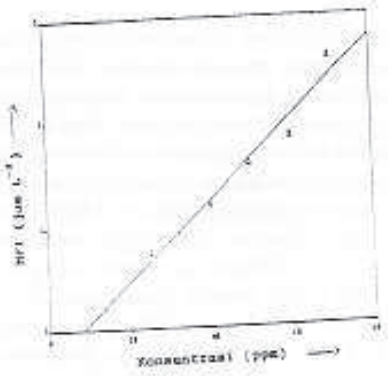
Pada saat mikrofiltrasi dilakukan dalam waktu yang cukup lama, akan terjadi kesetimbangan atau keadaan mantap tercapai, bila perpindahan zat terlarut kearah membran, jumlahnya sama dengan pertambahan volume permeat dan difusi balik dari zat terlarut menuju fasa ruah dari umpan membentuk lapisan gel dari partikel-partikel zat terlarut dipermukaan membran. Lapisan ini secara parsial akan menyumbat bahagian dalam pori-pori membran (Rm) dan teradsorpsi di permukaan mengakibatkan timbulnya tahanan cake (Rc). Akibat peristiwa ini fluks akan menurun. Hubungan antara volume permeat setiap waktu (Vt) dengan t/Vt didapatkan linear dengan nilai koefisian arah menunjukan harga MFI sesuai dengan persamaan (3).

Gambar 1 menunjukan bahwa nilai MFI larutan indigo biru 50 ppm adalah 8,999E-05 menit/ml^2. Pada penelitian ini juga ditentukan nilai MFI terhadap larutan indigo biru dengan variasi konsentrasi yang lainnya.



Gambar 1. Kurva antara Vt permeat dengan t/Vt larutan indigo biru 50 ppm pada tekanan 3,5 atm.

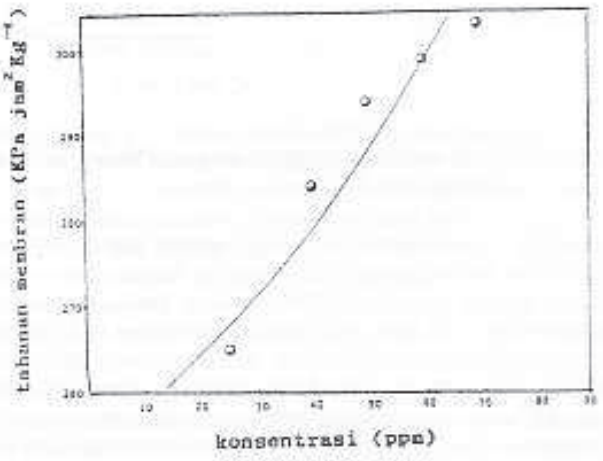
Gambar 2 menunjukan hubungan antara konsentrasi dengan parameter MFI, terlihat bahwa harga MFI sebanding dengan konsentrasi yaitu semakin besar konsentrasi maka nilai MFI semakin besar. Tetapi pada larutan yang berkonsentrasi < 10 ppm, nilai MFI sama dengan nol, berarti bahwa larutan yang encer tidak mengakibatkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori membran, maka harga fluks yang diperoleh akan naik sebanding dengan kenaikan tekanan, sesuai dengan persamaan (1). Sedangkan untuk larutan yang berkonsentrasi tinggi, fluks permeat tidak dipengaruhi oleh tekanan, dan pada filtrasi larutan berkonsentrasi besar akan cepat menumpuk partikel-partikel zat terlarut pada permukaan membran yang akan membentuk lapisan gel.



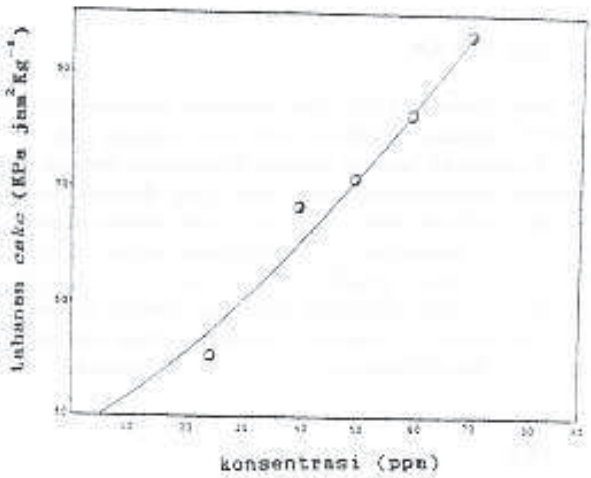
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi terhadap MFI.

Nilai tahanan membran (Rm) ditentukan dari intersep Gambar 1, sesuai dengan persamaan (3). Sedangkan nilai tahanan *cake* (Rc) diperoleh dengan mensubstitusikan harga Rm ke dalam persamaan (1). Harga tahanan membran dan tahanan *cake* juga ditentukan pada larutan indigo biru dengan variasi konsentrasi lainnya.

Pengaruh konsentrasi terhadap tahanan membran dan tahanan *cake* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

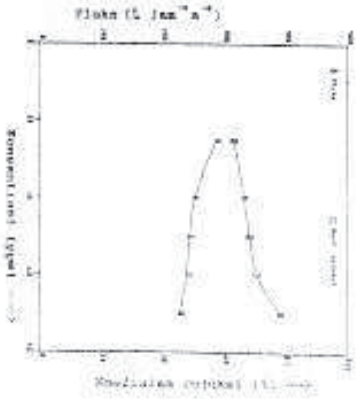


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terhadap tahanan membran (Rm)



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi terhadap tahanan cake (Rc).

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kenaikan nilai tahanan membran sebanding dengan kenaikan konsentrasi. Demikian juga yang terjadi pada tahanan *cake*. Seperti terlihat pada Gambar 4. Hal ini menunjukan bahwa lapisan gel yang terbentuk di atas permukaan membran cukup tebal. Secara fisik terlihat adanya tumpukan partikel- partikel indigo biru di atas permukaan membran setelah proses filtrasi. Pada filtrasi larutan indigo biru 70 ppm semua permukaan membran ditutupi oleh partikel zat terlarut. Akibatnya partikel-partikel kecil akan tertahan dan koefisian rejeksi akan meningkat serta fluks akan turun. Dan sebaliknya pada filtrasi larutan indigo biru yang konsentrasinya kecil, tahanan *cake* yang terbentuk tipis. Permukaan membran masih terlihat hanya agak kebiru-biruan, maka koefisian rejeksi larutan tersebut rendah, seperti terbaca pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi terhadap fluks dan koefisian rejeksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian yang diperoleh yaitu nilai parameter penyumbatan *membrane fouling index* (MFI), tahanan membran (Rm) dan tahanan *cake* (Rc) sangat dipengaruhi oleh konsentrasi larutan umpan. Konsentrasi larutan meningkat, maka nilai parameter penyumbatan akan naik, yang diikuti oleh nilai fluks semakin rendah dan koefisien rejeksi yang meningkat selama proses filtrasi.

Dari hasil penelitian disarankan, perlu dilakukan perlakuan awal terhadap larutan umpan, seperti proses prafiltrasi, pengaturan pH terhadap zat-zat pengotor dan kandungan makromolekul. Dan juga dengan melakukan proses pencucian permukaan membran misalnya dengan metoda mekanik, hidrolik serta dengan menggunakan deterjen atau zat-zat kimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Smidth D., Milk Concentration by Reverse Osmosis, *J. Food Tech.*, 39(1), 24-26, 1987.

2. Hartono H.J., dan Widiatmoko M.C., Teknologi Membran Pemurnian Air, *Andi Offset*, Yokyakarta hal., 38-87, 1994.

3. Mulder M., Basic Principles of Membrane Technology, *Kluwer Academic Pub*, London, 1994.

4. Kesting R.E., Synthetic Polymeric Membranes, *Mc. Graw Hill Book Company*, New York, 1971.

5. Scott K., Application of Cross-Flow Microfiltration to Emulsion Separation in Extraction Processes, *J. Membr. Sci.*, 72, 245-257, 1992.