

**PENGARUH PERENDAMAN ETANOL PADA MEMBRAN POLISULFON TERHADAP FILTRASI DEKSTRAN T-70****(Effect of ethanol immersion of polysulfone membrane on Dextran T-70 filtration)****Edi Pramono<sup>1</sup>, Cynthia L. Radiman<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta, e-mail: pramodhia105@yahoo.com

<sup>2</sup> Kelompok Keahlian kimia anorganik dan kimia fisika, FMIPA Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132**Abstrak**

Telah dilakukan penelitian pengaruh perlakuan perendaman etanol pada membran polisulfon (PSf) terhadap kinerjanya pada mikrofiltrasi dekstran T-70. Membran PSf dibuat dengan komposisi 18% PSf, 64% dimetilasetamida, dan 18% polietilenaglikol (b/b) dengan metode infersi fasa. Membran yang diperoleh diberi perlakuan termal, perendaman etanol dan diuji sifat fisik serta kinerja membran terhadap air dan dekstran T-70. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan perendaman etanol tidak berpengaruh besar pada sifat fisik membran namun berpengaruh pada kinerja membran. Perendaman etanol mampu meningkatkan permeabilitas membran terhadap air, namun menurunkan selektivitas membran terhadap dekstran T-70.

**Kata kunci:** membran polisulfon, mikrofiltrasi, infers fasa, perendaman etanol, dekstran T-70**I Pendahuluan**

Penelitian dan pengembangan teknologi membran saat ini berkembang dengan pesat. Aplikasi teknologi membran telah merebak ke berbagai bidang antara lain dalam bidang industri medis, bioteknologi, pangan, air, dan energi [1-3]. Dalam pemaikannya membran juga banyak digunakan dalam proses pengolahan limbah. Pengolahan limbah dengan membran memberikan beberapa keuntungan diantaranya bahan produksi dapat diperoleh kembali dan dengan pemurnian bahan tersebut dapat digunakan kembali [4,5].

Berbagai macam polimer telah banyak digunakan sebagai bahan pembuatan membran, polimer tersebut dapat berupa polimer homogen atau kopolimer. Salah satu polimer yang biasa digunakan sebagai bahan membran adalah polisulfon (PSf). Pemakaian PSf didasarkan pada kelebihan-kelebihan dari PSf, diantaranya ketahanannya terhadap perubahan pH, mempunyai sifat mekanik yang tinggi, dan stabil pada temperatur yang tinggi [6,7].

Kinerja membran ditentukan oleh dua parameter yaitu permeabilitas dan permselektivitas [8], dan kedua parameter tersebut diusahakan pada kondisi optimumnya yaitu memiliki permeabilitas dan permselektivitas yang tinggi. Membran PSf dengan komposisi tertentu larutan cetaknya mampu menghasilkan membran mikrofiltrasi atau ultrafiltrasi dengan permeabilitas yang tinggi [9], namun filtrasi terhadap zat dengan berat molekul (BM) dibawah 100.000 dalton ( $10^5$  Da) memiliki permselektivitas rendah [10]. Dalam penelitiannya Anwar menyimpulkan bahwa modifikasi dengan perlakuan termal (*annealing*) berhasil meningkatkan

kinerja membran ultrafiltrasi PSf yaitu mampu menahan molekul dengan BM  $5 \times 10^5$  Da, namun kurang mampu untuk memisahkan molekul dengan BM lebih kecil  $10^5$  Da [11]. Dalam publikasi kami sebelumnya, modifikasi pada membran PSf dengan *annealing* mampu meningkatkan rejeksi molekul dekstran T-70 (BM 70 000 Da), namun pemanasan pada suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan membran mampat [12].

Zaidi dan kumar dalam publikasinya melaporkan penambahan etanol dalam larutan cetak mampu mempengaruhi kinerja membran ultrafiltrasi, dan mampu menghambat terjadinya *fouling* [13]. Yuliani dalam penelitiannya melaporkan penambahan etanol pada larutan koagulan mampu merubah karakter permukaan membran [14]. Pada artikel kami melaporkan pengaruh etanol sebagai media perendam membran PSf yang telah diuji dan diberi perlakuan termal serta analisa sifat fisik mekanik, morfologi dan kinerjanya terhadap filtrasi dekstran T-70.

**II Metodologi Penelitian****2.1 Bahan**

Polisulfon (BM 35000, Ucar), Dimethylacetamide (DMAC, Merck), Polietilen Glikol (PEG BM 400), fenol (Merck), asam sulfat pekat (Merck), natrium azida, dekstran T-70, T-500, T-2000 (Sigma), etanol Pa.

**2.2 Pembuatan Membran**

Membran polisulfon (PSf) dibuat dengan metode inverse fasa dengan koagulan atau non-pelarut air. Larutan cetak (*dope*) dibuat dengan melarutkan PSf dan PEG dalam DMAC dengan komposisi 18/18/64 (%b/b). Larutan diaduk selama 24

jam, dan dibiarkan selama 24 jam untuk menghilangkan gelembung. Dope di cetak di atas permukaan kaca dan dialiri gas N<sub>2</sub> selama 1-2 menit sebelum dimasukkan bak koagulan. Plat kaca yang telah di-casting dope dimasukkan dalam bak koagulan, dan membran yang diperoleh dicuci dengan air kran yang mengalir untuk menghilangkan sisa pelarut.

### 2.3 Modifikasi dan Karakterisasi

Membran dipotong melingkar sesuai diameter uji dan dipanaskan pada suhu 40,50, dan 60 °C selama 10, 20, 30 menit. Membran yang telah diberi perlakuan termal diuji permeabilitas terhadap air serta rejeksinya terhadap dekstran T-70 dengan tekanan 2 bar. Membran kemudian dicuci, dan direndam dalam etanol 20% selama 10 menit, serta dilakukan karakterisasi yang sama dengan sebelumnya.

Selain permeabilitas dan perm-selektivitas, karakterisasi lain yang dilakukan adalah sifat permukaan, fisik-mekanik dan morfologi membran. Sifat permukaan membran dianalisa dengan penentuan sudut kontak menggunakan *Tantec-contact angle meter*, sifat fisik-mekanik diperoleh dengan uji tarik menggunakan Shimadzu AGS 500D, dan morfologi membran diperoleh dengan JEOL JSM-6360LA *Analytical Scanning Electronic Microscope*.

## III Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakteristik membran awal

Pembuatan membran dengan metode inversi fasa menghasilkan membran asimetri yang memiliki lapisan aktif dan penyangga. Kecepatan perpindahan pelarut dan nonpelarut dalam larutan cetak sangat berpengaruh pada pembentukan lapisan aktif membran. Dalam penelitian ini proses pencetakan diikuti dengan pemberian aliran gas N<sub>2</sub> pada permukaan membran. Data dalam Tabel 1 menunjukkan nilai fluks membran terhadap air memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan tanpa pemakaian aliran gas N<sub>2</sub> dalam pencetakannya. Pemberian aliran gas N<sub>2</sub> diduga mampu mempercepat pertukaran pelarut dan nonpelarut dalam larutan cetak sehingga menghasilkan lapisan aktif aktif yang lebih tebal dan mengakibatkan permeabilitas (fluks) membran menurun. Aliran gas dalam pencetakan tidak terlalu berpengaruh pada rejeksi membran, dan juga membran yang dihasilkan masih sangat mudah meloloskan partikel dengan ukuran dibawah 100 kDa yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai rejeksi terhadap dekstran T-70 (BM 70 kDa).

**Tabel 1. Karakteristik membran awal**

Parameter	Nilai	Data Literatur
Fluks air (L/m <sup>2</sup> .h)	349,46	524,12
Tebal (mm)	0,12 ± 0,035	0,05 ± 0,007
Rejeksi Dekstran (%R)	T-70	5,22
	T-500	93,48
	T-2000	98,68

### 3.2 Pengaruh modifikasi terhadap sifat permukaan membran

Polisulfon sebagai bahan utama membran pada penelitian ini merupakan polimer hidrofobik. Interaksi tetesan air di atas permukaan membran PSf dianalisa dengan sudut kontak yang terbentuk. Table 2 menunjukkan adanya perubahan sudut kontak pada permukaan membran pasca modifikasi. Membran dengan perlakuan termal mengalami kenaikan sudut kontak, dan sebaliknya untuk perendaman etanol. Perendaman etanol mengakibatkan terjadinya penyusunan ulang rantai polimer yang mengakibatkan perubahan karakteristik pori membran. Selain itu juga diduga telah terjadi interaksi kepolaran antara etanol dan polimer polisulfon pada permukaan membran yang mengakibatkan semakin mudahnya interaksi air dengan membran. Gambar 1 menunjukkan interaksi etanol, polisulfon dan air pada membran.

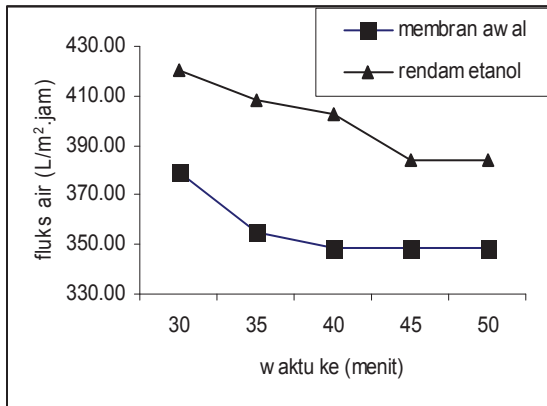
**Tabel 2. Pengaruh modifikasi terhadap sudut kontak membran**

Perlakuan	Sudut kontak (°)
Membran awal	128
Pasca direndam etanol 10 menit	126,8
Pasca <i>annealing</i> 50 °C 20 menit	130
Pasca <i>Annealing</i> 50 °C 20 menit dan direndam etanol 10 menit	128,8

### 3.2 Pengaruh perendaman etanol terhadap fluks membran

Permeabilitas membran terhadap air baik membran awal maupun pasca perendaman etanol ditunjukkan pada Gambar 2. Data tersebut menunjukkan perendaman etanol dapat meningkatkan fluks membran terhadap air. Interaksi kepolaran dan perubahan ukuran pori membran pasca perendaman etanol mempermudah air melewati membran sehingga fluksnya meningkat. Gambar 2 juga menunjukkan

terjadinya penurunan fluks dengan bertambahnya waktu dan relatif konstan pada menit tertentu. Dalam aplikasi membran sering terjadi polarisasi konsentrasi (*fouling*) pada permukaan membran. Fenomena tersebut menginisiasi pembentukan lapisan jel pada permukaan membran yang berakibat pada mampatnya membran dan menghambat laju aliran cairan melewati membran.



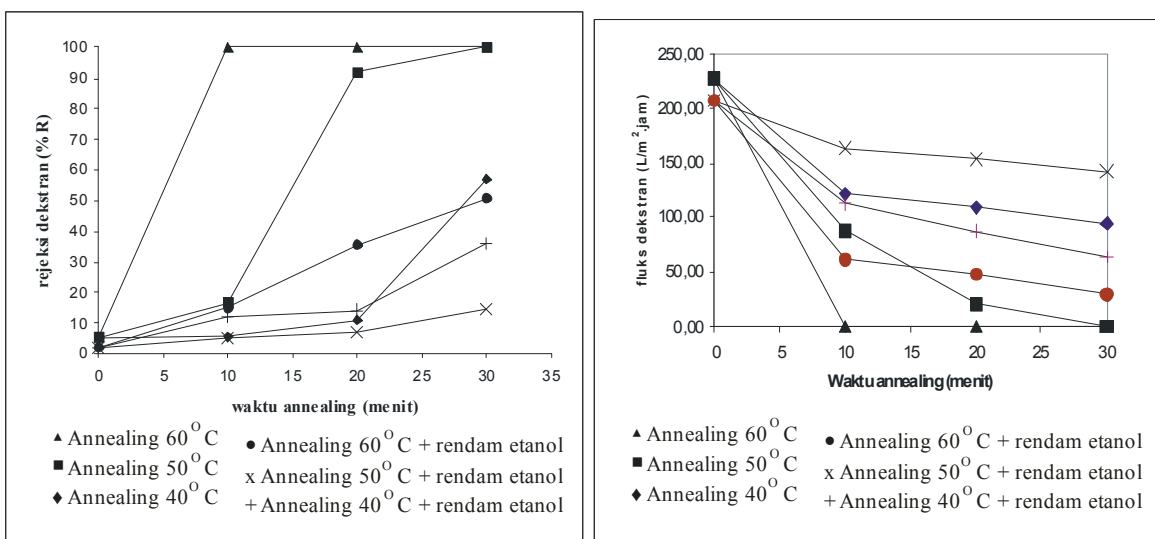
**Gambar 1. Fluks air membran awal dan pasca perendaman etanol**

**3.3 Pengaruh perendaman etanol pada fluks dan rejeksi dekstran T-70**

Gambar 2 menunjukkan permeabilitas dan permselektivitas membran pasca modifikasi terhadap dekstran T-70. Data menunjukkan perlakuan termal pada membran PSf mengakibatkan penurunan permeabilitas membran, namun meningkatkan permselektivitas membran terhadap dekstran T-70. Perlakuan termal pada membran menyebabkan terjadinya penataan kembali polimer membran yang menga-

kibatkan meningkatnya kerapatan susunan polimer [15]. Data permeabilitas menunjukkan semakin tinggi suhu dan waktu modifikasi mengakibatkan membran semakin rapat. Pemanasan pada suhu 60 °C mengakibatkan membran sangat rapat dan tidak dapat dioperasikan dengan tekanan 2 bar, hal ini ditunjukkan dengan nilai fluks membran nol. Pada kondisi tersebut dimungkinkan membran telah berubah karakteristik dari mikrofiltrasi menjadi nanofiltrasi atau reverse osmosis (RO). Di lain pihak, perlakuan termal justru meningkatkan nilai rejeksi membran terhadap dekstran. Semakin rapat pori membran mengakibatkan dekstran semakin sulit melewati membran. Pemanasan 60 °C menghasilkan rejeksi 100%, dan hal ini menunjukkan membran sangat baik menahan dekstran, namun tak dapat diaplikasikan karena tidak mampu melewati spesi apapun.

Selain peningkatan fluks air, terjadi pula peningkatan fluks dekstran pada membran pasca perendaman etanol. Gambar 2 menunjukkan perendaman etanol pada membran pasca annealing meningkatkan fluks dekstran, dan membran yang awalnya mampat-pun menjadi mampu melewatkan dekstran. Di lain pihak, perendaman dalam etanol menurunkan selektivitas membran terhadap dekstran T-70. Penyusunan polimer yang rapat akibat pemanasan tidak sepenuhnya dikembalikan ke kondisi awal pada proses perendaman etanol, hal ini ditunjukkan dengan nilai rejeksi dekstran di atas 10 % untuk pemanasan pada suhu 50 °C dan 60 °C selama 30 menit.



**Gambar 2. Permeabilitas (kanan) dan permselektivitas (kiri) membran pasca modifikasi terhadap dekstran T-70**

**3.4 Pengaruh modifikasi terhadap sifat fisik-mekanik membran**

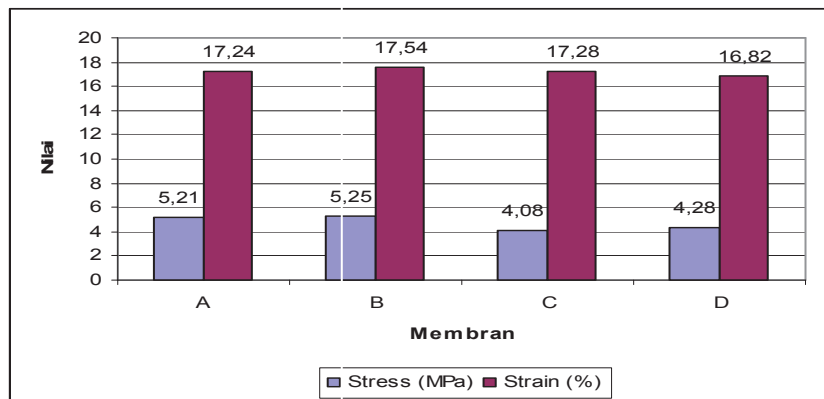
Sifat fisik-mekanik membran ditentukan dengan analisa uji tarik pada membran. Gambar 3 menunjukkan terjadinya penurunan sifat mekanik membran pasca *annealing*. Penataan molekul yang semakin rapat menyebabkan polimer sulit mengalami regangan sehingga ketika terjadi tarikan membran akan cepat putus atau membran bersifat getas. Pada membran pasca perendaman dalam etanol nilai tegangan lebih besar dibanding membran hasil *annealing*. Penyebab naiknya nilai tegangan belumlah pasti, namun dapat diduga telah terjadi penataan kembali dalam proses perendaman, namun penataan tersebut tidaklah sampai pada kondisi yang sama dengan membran awal. Penurunan sifat mekanik membran pasca *annealing* dengan nilai tegangan 4,08 MPa masih di atas tekanan aplikasi, sehingga apabila digunakan tekanan 2 bar dalam proses filtrasi membran tidak akan rusak.

**3.5 Morfologi Membran**

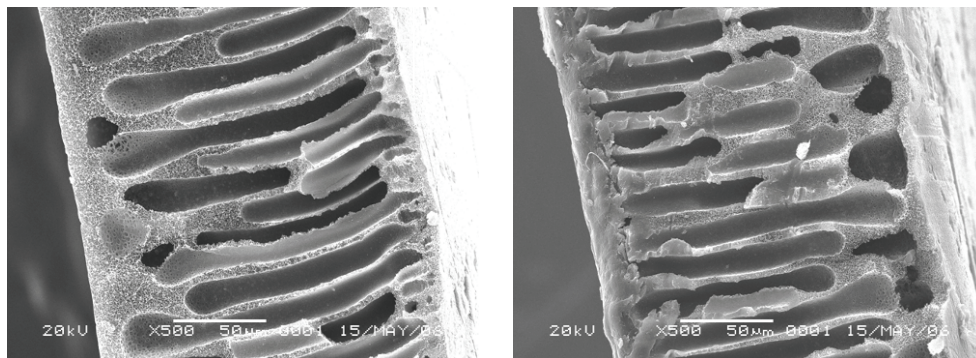
Morfologi membran ditentukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Elec-*

*tron Microscope*). Gambar 4 menunjukkan penampang lintang membran PSf. Bentuk jari pada penampang lintang merupakan ciri khas dari membran dengan inversi fasa pada pembuatannya. Bagian rapat pada penampang lintang merupakan lapisan aktif membran dan bagian menjari merupakan lapisan penyangga membran.

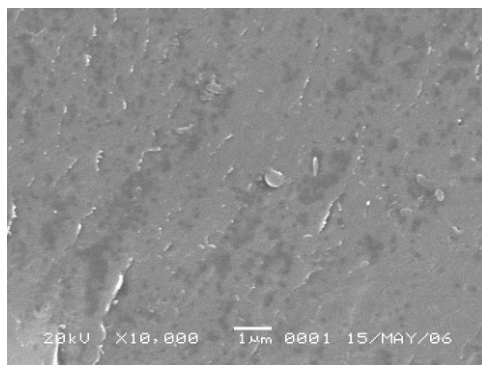
Analisa permukaan membran dengan SEM menghasilkan citra permukaan membran (lapisan aktif) PSf yang cukup rapat. Gambar 5 menunjukkan permukaan membran awal dan pasca *annealing* yang relatif sama, pengamatan dengan pembesaran yang sama menunjukkan kedua membran tersebut tampak rapat. Perlakuan perendaman pada membran mampu memperbesar ukuran pori membran dan karakteristik tersebut dapat teramati dengan munculnya pori pada permukaan membran. Membran hasil perendaman etanol dan pasca *annealing* yang telah direndam etanol menunjukkan munculnya pori pada permukaan. Hal ini memperkuat dugaan bahwa proses perendaman mampu memperbesar ukuran pori.



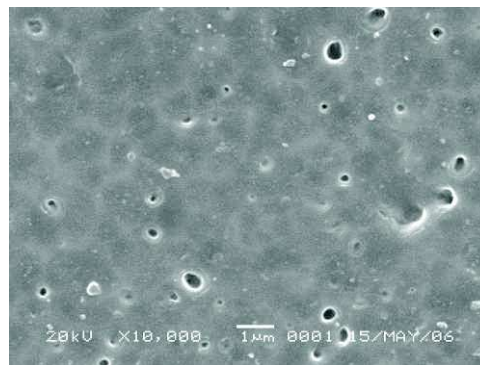
**Gambar 3. Pengaruh annealing dan perendaman terhadap sifat mekanik membran** (A: membran awal; B: rendam etanol; C: *annealing* 50 °C 20 menit; D: *annealing* + rendam etanol )



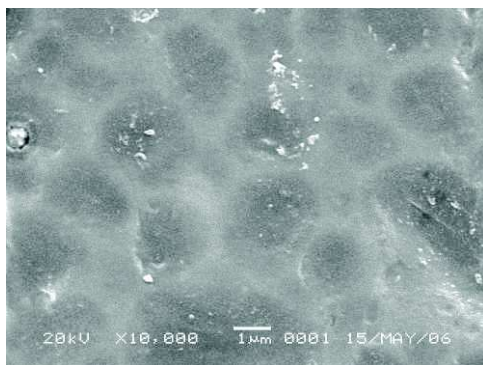
**Gambar 4. Citra penampang lintang membran** [kiri: *annealing* 50 °C 20 menit; kanan: *annealing* 50 °C 20 menit + rendam etanol]



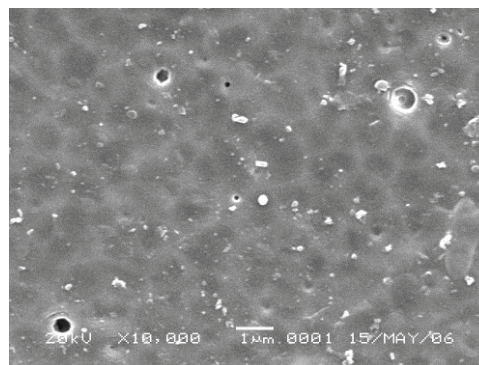
(A)



(B)



(C)



(D)

#### Gambar Citra permukaan membran PSf sebelum dan sesudah modifikasi

[(A): membran awal; (B): pasca direndam etanol; (C): pasca *annealing* 50 °C 20 menit; (D): pasca *annealing* 50 °C 20 menit dan direndam etanol]

#### IV Kesimpulan

Modifikasi terhadap membran PSf berhasil dilakukan dan menghasilkan membran dengan kinerja yang lebih baik terhadap filtrasi dekstran T-70. Penataan kembali rantai polimer akibat perlakuan termal menghasilkan pori yang lebih rapat pada membran sehingga selektivitasnya meningkat. Perendaman dalam etanol terhadap membran awal serta pasca *annealing* mampu memperbesar ukuran pori sehingga meningkatkan permeabilitas membran terhadap air dan dekstran T-70, namun menurunkan selektivitas membran terhadap dekstran T-70.

#### Daftar Pustaka

1. Tischenko, G., et al. 2001. *Separation and Purification Technology*. **22-23**. 403–415
2. Iojoiu, C., et al. 2005. *Fuel cells*. **5**. p 344–354
3. Lufrano, F., et al. 2000. *Journal of Applied Polymer Science*. **77**. 1250–1257
4. Wong, P.W., et al. 2002. *Songklanakarini J. Sci. Tech*. **24** (Suppl.) p.891-898.
5. Kim, T., Chulwhan P., Kim S. 2005. *J. Clean. Prod*. **13**. p.779-786.
6. Huang H. L., Y.S., 2005. *Journal Aerosol Science*. **11**. p. 1-11.
7. Kaeselev, B., Pieracci, J., Belfort, G., 2001 *J. Membr. Sci*. p.194.
8. Mulder, M., 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publishers, London, p.12,18
9. Wagner, J., 2001. *Membrane Filtration Hand Book : Practical Tips and Hints*, Osmonics, Inc., New York, p.7-8
10. Ulbricht, M., 2005. Advanced functional polymer membranes, *Polym.*, **84**, p.5.
11. Anwar, S., 2005. Skripsi. Institut Teknologi Bandung, Bandung, h.42.
12. Pramono, E., Radiman, C.L. 2006. *Proceeding International Conference Mathematics and Natural Science Bandung*.
13. Zaidi, S.K., Kumar, A. 2004. *Journal of membrane science*. **237**. 189-197
14. Yuliani, 2001 Skripsi. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
15. Park, H.,B., et al. 2005. *Journal of membrane Science*. **247**. 103-110

**TANYA JAWAB**

1. Penanya : Djumhawan (LIPI)

**Pertanyaan :**

Pengaruh perendaman dengan metanol menyebabkan efek membuka fluks membran, dibandingkan dengan penambahan etanol + aneling hasilnya lebih baik? Apakah tujuannya optimasi membran atau produk?

**Jawaban :**

- Lebih baik atau tidaknya modifikasi bergantung pada membran yang diinginkan. Apabila dengan aneling saja sudah cukup baik maka tidak perlu dengan perendaman. Apabila membran mampat, maka bisa dilakukan perendaman untuk memperbaiki kinerjanya. Dan kadang tidak diperlukan

keduanya apabila membran sudah menunjukkan kinerja yang baik pada pemisahan molekul tersebut.

- Target akhir aplikasi tentunya produk. Namun untuk mendapatkan produk yang baik kadang masih dibutuhkan optimasi dan penelitian ini bisa digunakan sebagai salah satu proses optimasi.

2. Penanya : Mudjijono\_UNNS

**Masukan :**

Mengapa standar deviasi tidak ditampilkan?

**Jawaban :**

Ini lebih kearah teknis, dan di excel memang tidak diview (ceklis) fasilitas penampilan bar SD.