

PROTOTYPE ALAT ULTRAFILTRASI MEMBRAN UNTUK PENGOLAHAN AIR SIAP DIMINUM

M. Hatta Dahlan dan E. Dewi

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Prototipe alat penyaring dengan menggunakan teknologi membran telah dilakukan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa air limbah yang diolah menggunakan membran ternyata lebih baik dibandingkan dengan pengolahan cara konvensional. Hasil analisa sifat fisik dan kimia air menunjukkan bahwa air melewati membran mempunyai kualitas air di bawah baku mutu. Hal ini dapat disimpulkan bahwa prototipe alat penyaring dengan menggunakan teknologi membran dapat dijadikan alat pengolah air.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi membran dalam penerapan dan pengembangannya pada beberapa industri pengolahan pangan telah sukses dan berkembang dengan sangat pesat, sekalipun harga membran sangatlah mahal namun biaya prosesnya relatif murah karena dengan teknologi membran suatu proses yang panjang dapat dilakukan dengan sekali proses sekaligus. Diantara banyak proses pemisahan telah dibuktikan di negara maju bahwa hanya proses pengolahan air minum dengan membran yang terbaik yang dapat menghasilkan air minum dengan kualitas lebih baik dari standard air minum.

Membran merupakan filter absolut, memiliki pori-pori dengan ukuran tertentu sehingga dapat memisahkan berbagai pollutant dari air tanpa membutuhkan penambahan reagent kimia, aliran buangan yang tidak lolos membran yang mengandung polutan yang didapat dari sumbernya tidak akan bereaksi dengan produk.

Dalam penelitian ini peneliti membuat suatu prototipe alat penyaringan dengan menggunakan teknologi membran, dengan tahapan membuat membran lembaran dan merancang peralatan untuk penyaringan dengan membran serta melakukan uji coba terhadap prototipe yang telah dibuat. Prototipe alat membran ini akan difungsikan untuk proses pengolahan air minum dengan kualitas baik yang memenuhi standard.

Yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah prototipe alat membran yang dibuat, apakah dapat memproses air sumur, air hujan dan air PDAM hingga dihasilkan air minum yang memenuhi standard, dan apakah spesifikasi prototipe alat membran yang dibuat untuk pengolahan air minum ini dapat berhasil dan dapat diterapkan untuk penelitian dalam skala laboratorium.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membuat seperangkat peralatan membran dalam skala laboratorium atau Prototipe peralatan membran, jenis Ultrafiltrasi dengan material membran selulose asetat

Menerapkan teknologi membran untuk pengolahan air minum
 Transfer Teknologi baru untuk kegiatan di Perguruan Tinggi dan mengembangkan di Perguruan tinggi dan masyarakat Industri.

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Penerapan Teknologi membran kepada masyarakat khususnya industri pengolahan air minum, bahwa dengan teknologi membran akan diperoleh kemudahan dalam segi proses dan akan diperoleh keuntungan karena produk air minum yang dihasilkan sangat berkualitas.
2. Transfer teknologi baru ke Perguruan Tinggi dan sekaligus dapat dimanfaatkan untuk kegiatan praktikum mahasiswa khususnya mahasiswa Politeknik jurusan Teknik Kimia, dalam proses pengolahan air dengan menggunakan membran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Membran digunakan dalam proses pemisahan, konsentrasi zat terlarut dalam permeat lebih rendah dari pada konsentrasi bulk. Hal ini adalah merupakan konsep dasar dalam proses pemisahan dengan membran. Zat terlarut dapat tertinggal atau terakumulasi pada permukaan membran yang konsentrasinya dapat terus bertambah selama proses berlangsung. Aliran zat terlarut pada permukaan membran merupakan aliran yang konveksi dan akan seimbang dengan flux zat terlarut yang melalui membran ditambah dengan aliran difusi dari permukaan membran ke bulk yang merupakan profil konsentrasi dalam lapisan 'boundary' untuk kondisi steady state, yaitu :

$$J_c + D \frac{dc}{dx} = J C_p \quad (1)$$

dimana kondisi 'boundary' adalah :

$$x = 0 \text{ ----- } C = C_m$$

$$x = g \text{ ----- } C = C_b$$

Sehingga integrasi persamaan 1 akan diperoleh hubungan film model sebagai berikut :

$$\ln \frac{C_m - C_p}{C_b - C_p} = \frac{J \delta}{D} \quad (2)$$

$$\frac{C_m - C_p}{C_b - C_p} = \exp\left(\frac{J \delta}{D}\right) \quad (3)$$

Karakteristik rejeksi untuk membran dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$R_{obs} = \frac{C_b - C_p}{C_b} \quad (4)$$

Dimana C_b adalah konsentrasi bulk, C_p adalah konsentrasi permeat dan R_{obs} adalah rejeksi yang diamati. Sedangkan konsentrasi pada permukaan membran itu adalah C_m , dimana harga C_m lebih besar dari harga C_b karena terjadinya konsentrasi yang terpolarisasi diatas permukaan membran, sehingga koreksi untuk rejeksi pada membran dapat terjadi :

$$R = \frac{C_m - C_p}{C_m} \quad (5)$$

$$R_{int} = \frac{1 - C_p}{C_m} \quad (6)$$

Harga C_m tidak dapat diukur langsung dari percobaan, tetapi dapat dihitung melalui persamaan berikut ini yang merupakan persamaan dasar di dalam model konsentrasi polarisasi :

$$J_v = k \cdot \ln\left(\frac{C_m - C_p}{C_b - C_p}\right) \quad (7)$$

Harga k adalah koefisien perpindahan massa dalam lapisan 'boundary' yang besarnya diketahui, sehingga harga C_m dapat dihitung. Air murni yang diproduksi dengan menggunakan ultrafiltrasi atau reverse osmosis membran yang dikenal dengan 'ultra pure water' dengan standard yang tinggi khususnya kandungan garam dan kandungan bakterinya sangat kecil ini telah dioperasikan di negara-negara maju sejak tahun 1973 yang peralatan membrannya dibuat oleh 'Dupont Hollow

Fibre Modul” yang mengolah air sungai sebagai sumbernya.

Produk air minum yang dihasilkan dengan menggunakan Ultrafiltrasi membran dianalisa dan dibandingkan dengan standard air minum WHO, ternyata menghasilkan air minum yang sangat kecil kandungan mikroba dan produknya sangat berkualitas karena angka yang diperoleh jauh lebih kecil dari standard yang diijinkan WHO.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan dibagi dalam beberapa tahap sebagai berikut :

1. Pembuatan larutan dop
2. Pembuatan membran
3. Perancangan peralatan untuk membran
4. Uji coba peralatan dan membran
5. Analisa produk yang dihasilkan.

Skema rancangan prototype alat ultrafiltrasi membran untuk pengolahan air minum secara batch, terlampir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik membran

Tabel 1. Karakteristik membran yang dihasilkan

Material :	Sellulose asetat
Komposisi	Sellulose asetat : 25%
Formula :	Formamide : 30%
	Aseton : 45%
Cutoff Molekul	3000 *)
Tekanan [Pa]	0,01 - 005
Tebal [mm]	0,2 - 1,0
Temperatur [°C]	10 - 50

*) Cutoff CA membran

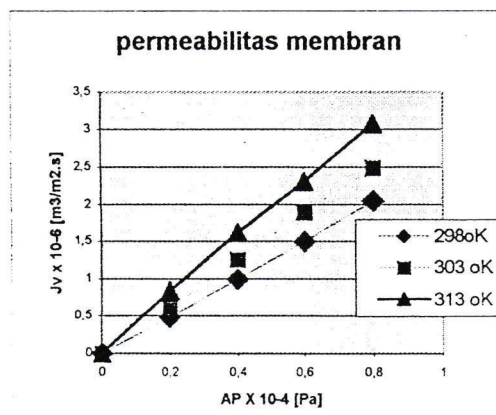
4.2. Karakteristik Prototype alat ultrafiltrasi membran

Tabel 2. Spesifikasi prototype alat Ultrafiltrasi membran yang dihasilkan

SPEKIFIKASI	TANKI MEMBRAN	TANKI SAMPEL
MATERIAL	Polypropilen (tembus pandang)	Polipropilen (tembus pandang)
UKURAN	Diameter : 11 cm Tinggi : 24 cm Vol. max = 4 liter Vol. min = 1 liter	Diameter : 15cm Tebal : 28 cm Vol.max : 4,9liter Vol.min: 4,5 liter
TEKANAN	P.max:0,8 kg/cm2 P.min:0,1 kg/cm2	- -
TEMPERATUR	Max : 55 °C Min : 5°C	Max : 55 °C Min : 5 °C

4.2.1. Permeabilitas membran

Dari percobaan dengan mengalirkan air murni melalui membran selulose asetat diperoleh hasil seperti pada grafik 1. Hubungan AP dengan fluks J_v adalah linear dengan harga permeabilitas air murni rata-rata sebesar : $1,003 [m/s.Pa]$, diperoleh dari slope pada grafik.

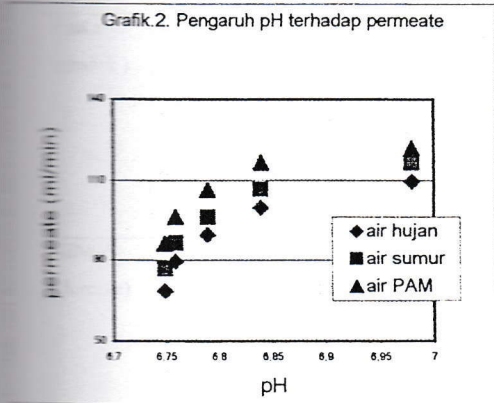


Tabel 3. Permeabilitas air murni pada proses ultrafiltrasi

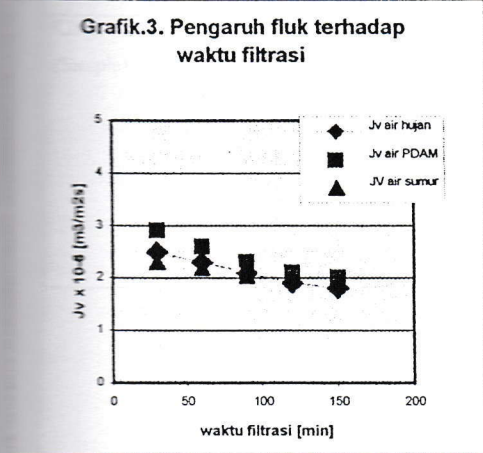
Air murni ToC	L _p x 10 ⁻⁵ [m/s.Pa]
25	1,03
30	1,05
35	1,08

4.2.3 Permeabilitas untuk air hujan, air PDAM dan air sumur

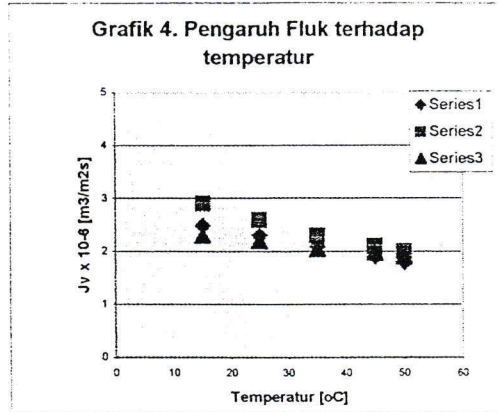
Pengaruh pH terhadap permeate fluk masing – masing sample seperti terdapat pada grafik 2. Permeate fluk akan bertambah besar dengan pH yang mencapai kondisi netral, dan pada pH netral besarnya permeate konstan.



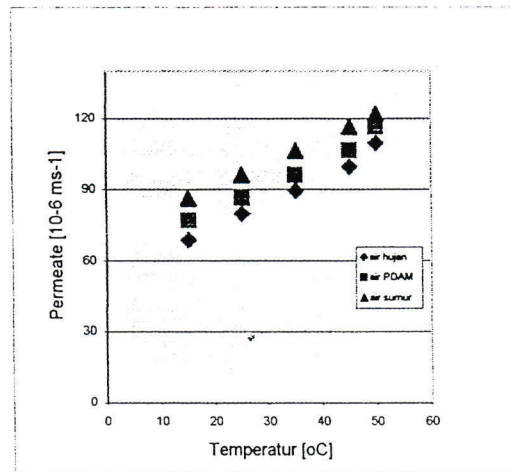
4.2.3 Pengaruh Fluks terhadap waktu filtrasi



4.2.4. Pengaruh Fluks terhadap temperatur



Pada grafik 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka permeate yang dihasilkan juga akan semakin bertambah. Permeate yang terbesar adalah pada air PDAM karena kualitas airnya cukup baik dibandingkan dengan kualitas air hujan dan air sumur.



4.3. Hasil analisa produk air minum menggunakan alat ultrafiltrasi membran

Analisa air	parameter	Air hujan	Air PDAM	Air Sumur
Fisika (Sampel)	Temperatur	18 °C	20 °C	24 °C
	Warna	jernih	jernih	keruh
	bau	-	-	-
	rasa	-	-	-
	kekeruhan [mg/l SiO ₂] residu terlarut [mg / l]	10 300	5 289	17 600
Fisika (produk)	Temperatur	40 °C	40 °C	40 °C
	Warna	jernih	jernih	keruh
	bau	-	-	-
	rasa	-	-	-
	kekeruhan [mg/l SiO ₂] residu terlarut [mg / l]	-	-	-
KIMIA (Sample)	PH	5,67	6,73	7,34
	Kalsium [mg / l]	217	153	323
	Magnesium [mg / l]	122	120	212
	Besi [mg / l]	3	0,1	2
	Mangan [mg / l]	0,06	0,05	0,07
	Tembaga [mg / l]	-	-	-
KIMIA (Sample)	PH	6,75	6,9	7,07
	Kalsium [mg / l]	-	-	-
	Magnesium [mg / l]	-	-	-
	Besi [mg / l]	-	-	-
	Mangan [mg / l]	-	-	-
	Tembaga [mg / l]	-	-	-

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat yang dirancang berupa prototype untuk pengolahan air minum memiliki karakteristik :

1. Permeabilitas air murni pada suhu 25 °C - 35 °C diperoleh rata-rata sebesar 1,053 [m/s. Pa].
2. Permeabilitas air menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka fluks yang dihasilkan semakin kecil dan kecepatan permeate semakin besar, semakin lama waktu filtrasi kecepatan fluks mengalir semakin kecil.
3. Hasil analisa sifat fisika dan kimia air menunjukkan bahwa air setelah disaring menggunakan ultrafiltrasi membran mempunyai kualitas air diatas range standard, menunjukkan keberhasilan dalam pengolahan air minum dengan prototype Ultrafiltrasi membran yang telah dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Charlers. E/ Dryden, 1990, *Chemical*, second edition.
- Desrosier Norman W., 1996, *The Technology of Food Preservation*, third edition, 977-456-003-0, Pelham Manor, New York.
- Donald.Q. Kern, 1950, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill, International Student Edition, New York.
- Hall, C.W., & Hedrick, T.I., 1966, *Drying of Milk and Milk Products*. Avi Publishing Co., Wesport, Conn.
- George Granger Brown., 1978, *Unit Operations*, Modern Asia edition, fourteenth Printing.