

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSA DENGAN BAHAN PEMBAWA (*CARRIER*)

Harianingsih^{1*}, Heru Setiawan²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

²Program Studi Magister Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH Tembalang, Semarang

*Email: harianingsih@unwahas.ac.id

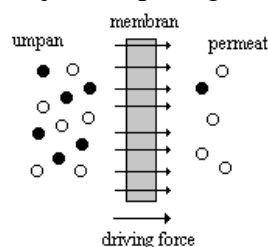
Abstrak

Teknologi membran selulosa semakin dikembangkan dibandingkan proses pemisahan yang lain karena pemisahan ini dapat dilakukan secara kontinyu dan energi yang dibutuhkan rendah. Membran selulosa dapat dibuat dengan teknik morfologi asimetris yaitu metode inversi yang merupakan perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Salah satu faktor yang dapat meningkatkan kinerja membran selulosa adanya bahan pembawa (*carrier*). Pada penelitian ini digunakan carboxymetil cellulosa (CMC) dan pati sebagai bahan pembawa. Karakterisasi membran selulosa dengan bahan pembawa CMC dan pati dilakukan uji selektivitas dan permeabilitas (*fluks*) yang dilakukan pada umpan media tumbuh bakteri yang sudah dikontaminasi dengan *Escheria coli*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa membran selulosa dengan bahan pembawa CMC dan pati dapat digunakan untuk memisahkan bakteri. Kondisi terbaik dari percobaan diperoleh bahwa penggunaan (CMC) dengan konsentrasi 15% menghasilkan selektivitas 55,68% dan fluks 4,01 l.m⁻².jam⁻¹ yang lebih baik dari *carrier* pati yaitu selektivitas 44,80% dan fluks 6,22 l.m⁻².jam⁻¹ pada konsentrasi yang sama.

Kata kunci: *carrier*, *cmc*, selulosa

1. PENDAHULUAN

Membran secara umum didefinisikan sebagai penghalang antara dua fasa yang bersifat selektif sehingga memungkinkan suatu fasa/ komponen tertentu menembus lebih cepat dibandingkan fasa/komponen lainnya di bawah pengaruh gaya penggerak (*driving force*), antara lain: gradien konsentrasi (ΔC), gradien tekanan (ΔP), gradien suhu (ΔT) dan gradien potensial listrik (ΔE) (Mulder, 2000). Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan proses pemisahan yang lain, sehingga teknologi membran semakin banyak dikembangkan. Keuntungan tersebut antara lain adalah pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu, konsumsi energi cenderung rendah, dapat dikombinasikan dengan proses pemisahan yang lain, up-scaling mudah, sifat-sifat dan variabel membran dapat disesuaikan, zat aditif yang digunakan tidak terlalu banyak. Sedangkan kerugian-kerugiannya adalah terjadinya polarisasi konsentrasi atau membran *fouling*, umur membran yang relatif rendah (Mulder, 2000). Membran sebagai suatu lapisan semipermeabel yang dapat memisahkan komponen dalam suatu campuran berdasarkan sifat fisik dan atau sifat kimianya, sebagai penghalang selektif antara dua fasa, yaitu aliran yang masuk yang biasanya disebut dengan fasa umpan dan fasa yang melewati/ menembus membran yang disebut dengan fasa permeat, fasa yang tidak menembus membran disebut *retentat* (Fane, 2000). Skema pemisahan membran ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema pemisahan oleh membran (Fane, 2000)

Selain itu membran dapat dibedakan berdasarkan bahan dasar, struktur morfologi dan prinsip pemisahannya. Membran yang terbuat secara sintesis dari selulosa mempunyai struktur morfologi asimetris. Dari bahan selulosa dapat dibuat membran dengan ukuran mikrofiltrasi (0,1-1) μm atau ultrafiltrasi (0,01-0,1) μm (Mulder, 2000). Salah satu teknik pembuatan membran selulosa dengan morfologi asimetris adalah dengan metode inversi fasa dengan cara presipitasi imersi. Inversi fasa adalah suatu proses perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pematatan ini diawali dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Pada tahap tertentu selama proses *demixing* salah satu fasa cair (fasa kaya polimer) akan memadat sehingga terbentuk matriks padat (Fane, 2000). Membran yang dihasilkan memiliki porositas tinggi dan distribusi porinya sempit/luas. Metode inversi fasa dengan cara presipitasi imersi yaitu mencetak larutan polimer pada suatu penyangga, kemudian dicelupkan pada bak koagulasi yang mengandung non-pelarut. Presipitasi terjadi karena pertukaran pelarut dengan non-pelarut (Natalia dkk, 2003).

Biasanya membran terbuat dari bahan padat, beda halnya dengan membran selulosa yang terbuat dari membran cairan. Akan tetapi pada prinsipnya keduanya sama yaitu pemisahan antara komponen fasa umpan dengan fasa permatat. Pemisahan menggunakan membran selulosa merupakan proses absorpsi dan adanya bahan pembawa (*carrier*) dapat meningkatkan kemurnian dari senyawa yang dipisahkan. Bahan pembawa dapat mempengaruhi selektivitas dan fluks pada membran.

Menurut Dewi Pramesti (2009) bahan pembawa harus mempunyai karakteristik mampu menahan air, tidak toksik terhadap mikrobia, mendukung pertumbuhan mikrobia, secara umum steril dan mudah disterilkan, bahan mudah diperoleh dengan harga murah, mempunyai daya lekat terhadap benih, secara kimiawi mempunyai komposisi yang seragam, mudah diregenerasi, tidak mencemari lingkungan, mudah melepaskan mikrobia jika digunakan dalam tanah, mudah dicampur dan dikemas.

Bahan pembawa yang digunakan dalam penelitian ini adalah *carboxymetil cellulosa (CMC)* dan pati. Bahan ini mempunyai daya ikat atau menjadi kental apabila dilarutkan dalam air hangat/panas. Tujuan dari penelitian ini menentukan karakterisasi membran selulosa dengan bahan pembawa cmc dan pati dilakukan uji selektivitas dan permeabilitas (fluks) yang dilakukan pada umpan media tumbuh bakteri yang sudah dikontaminasi dengan *Escheria coli*.

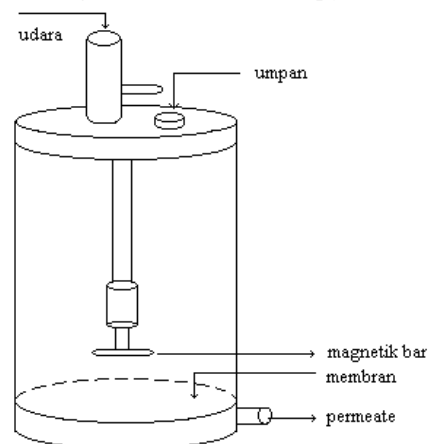
2. METODOLOGI

2.1. Bahan

Air kelapa, amonium sulfat pa, sukrosa, CH_3COOH 25%, stater *acetobacter xylinum*, aquades, air, aseton, fornamida, *nutrient broth*, *Escherichia Coli K-12*.

2.2. Alat

Alat pengujian membran (*dead end*) dengan diameter 20cm yang dapat dilihat pada gambar 2, gelas beaker, kompor listrik, magnetik stirer, loyang fermentasi, kertas koran, aluminium foil, autoclave, inkubator, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.



Gambar 2. Alat *Dead End*

2.3. Cara Kerja

2.3.1. Pembuatan Membran Selulosa

Sebanyak 1000 ml air kelapa hasil penyaringan dituang ke dalam gelas beaker ukuran 1000 ml yang telah dilengkapi dengan magnetik stirer, ditambah 100 g sukrosa, 5g Amonium sulfat dan diaduk hingga homogen. Kemudian diasamkan dengan CH_3COOH 25% hingga $\text{pH} = 4$, tambahkan *carboxymetil cellulosa* (CMC) dengan variabel konsentrasi 0 %, 5%, 10% dan 15% dipanaskan hingga mendidih. Kemudian campuran dalam keadaan panas dituang dalam loyang fermentasi dan ditutup dengan kertas koran. Setelah campuran berada pada kondisi suhu kamar, tuang stater *acetobacter xylinum*. Fermentasi selama 14 hari pada suhu kamar hingga terbentuk pelikel. Lakukan Langkah di atas untuk variabel konsentrasi pati 0 %, 5%, 10% dan 15% . Lapisan pelikel ditambah dengan fornamida kemudian dilarutkan dalam aseton dengan perbandingan 1 : 1 : 2. Campuran ditutup dengan aluminium foil dan diaduk dengan magnetik stirer selama 24 jam. Campuran yang telah homogen didiamkan selama 24 jam untuk menghilangkan gelembung. Setelah gelembung hilang tuang campuran di atas plat kaca dan cetak dengan pisau perata. Lapisan membran selulosa yang terbentuk dicuci menggunakan air (Costa, 2000).

2.3.2. Pembuatan Larutan Media *Nutrient Broth*

Sebanyak 8 g *nutrient broth* dilarutkan dalam 1000 ml air, dipanaskan sampai semua *nutrient broth* larut. Larutan media *nutrient broth* disterilisasi menggunakan autoclave selama 30 menit. Larutan didinginkan pada suhu kamar.

2.3.3. Pemiakan Bakteri *E-Coli*

Bakteri *Eschericia Coli* dimasukkan dalam larutan media *nutrient broth*, kemudian diinkubasi selama 48 jam.

2.3.4. Uji Selektivitas dan Fluks

Membran selulosa yang akan diuji dipotong dengan bentuk lingkaran dengan diameter 20cm. Membran diletakkan di bagian bawah alat penguji yang dilengkapi dengan penyaring pada bagian bawah membran dan seal sebagai penahan membran. Alat dead end ditutup dengan rapat, lalu larutan media yang mengandung bakteri *E-Coli* dimasukkan ke dalam *dead end* kemudian ditutup rapat. Tekanan sebesar 1 bar dialirkan, kemudian hasil saringan yang keluar pada bagian bawah diukur volumenya.

Menurut Mulder (2000), perpindahan molekul atau partikel dari satu fasa (feed) ke fasa permeat dapat terjadi karena adanya gaya pendorong (*driving force*), sehingga berlaku persamaan :

$$\text{driving force} = \frac{\Delta X}{l} \quad (1)$$

(Natalia dkk, 2003)

dimana:

X = *driving force*

ΔX = beda potensial spesies yang melewati membran

d = tebal membran

Hubungan antara *driving force* dengan fluks dinyatakan dengan:

$$\text{flux } (J) = \text{proportionality factor } (A) \times \text{driving force } (X) \quad (2)$$

(Natalia dkk, 2003)

Dimana :

J = fluks

A = *proportionality factor*

X = *driving force*

Selektivitas (R) dapat dihitung dengan persamaan :

$$R = (\text{berat bakteri E - Coli yang tersaring}) / (\text{berat bakteri E - Coli}) \quad (3)$$

(Natalia dkk, 2003)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan diperoleh data selektivitas dan fluks optimasi proses pembuatan membran selulosa dengan bahan pembawa (*carrier*) *carboxymethyl cellulosa* (CMC) yang dapat dilihat pada tabel 1 dan dengan *carrier* pati pada tabel 2.

Tabel 1. Selektivitas dan Fluks Membran Selulosa dengan *carrier* CMC

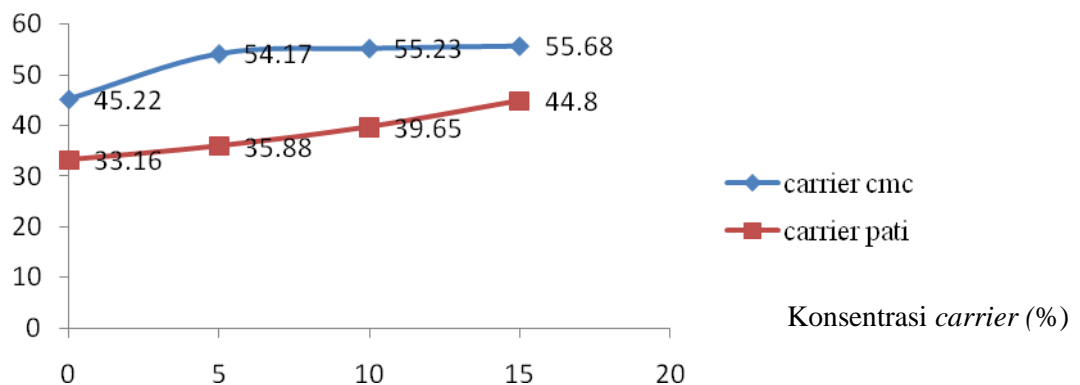
Konsentrasi cmc (%)	Selektivitas (%)	Fluks ($L.m^{-2}.jam^{-1}$)
0	45,22	7,55
5	54,17	6,76
10	55,23	5,98
15	55,68	4,01

Tabel 2. Selektivitas dan Fluks Membran Selulosa dengan *carrier* Pati

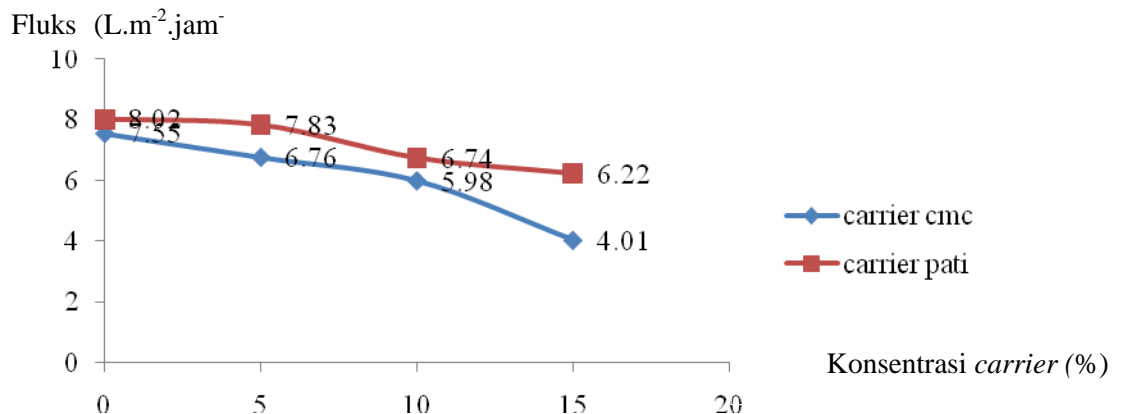
Konsentrasi pati (%)	Selektivitas (%)	Fluks ($L.m^{-2}.jam^{-1}$)
0	33,16	8,02
5	35,88	7,83
10	39,65	6,74
15	44,80	6,22

Grafik hubungan antara konsentrasi *carrier* dengan selektivitas dapat dilihat pada gambar 3 dan grafik hubungan antara konsentrasi *carrier* dengan fluks dapat dilihat pada gambar 4.

Selektivitas (%)



Gambar 3. Grafik Konsentrasi *Carrier* vs Selektivitas

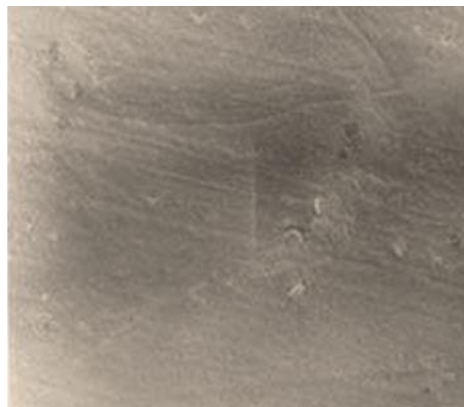


Gambar 4. Grafik Konsentrasi *Carrier* vs Fluks

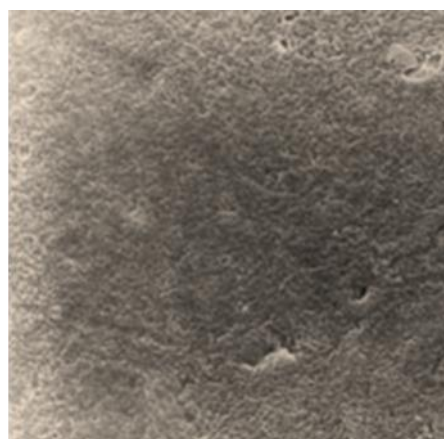
Hubungan antara konsentrasi bahan pembawa (*carrier*) baik *carboxymetyl cellulosa* (CMC) maupun pati dengan selektivitas pada tabel 1, tabel 2 dan gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *carrier* maka selektivitas membran juga akan semakin tinggi. Selektivitas membran selulosa mencapai 55,68% pada konsentrasi cmc 15% dan mencapai 44,80% pada konsentrasi pati 15%. Hal ini dikarenakan membran selulosa yang terbentuk merupakan lapisan tipis berpori. Pori-pori membran dibentuk oleh adanya matrik polimer penyusun membran, sehingga makin banyak polimer (selulosa) maka matrik polimer semakin rapat sehingga menghasilkan pori-pori yang lebih kecil. Semakin kecil pori-pori maka selektivitas membran selulosa semakin besar.

Hubungan Fluks dengan konsentrasi *carrier* pada tabel 1, tabel 2 dan gambar 4 memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *carrier* maka fluks membran selulosa semakin turun. Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran pori yang terbentuk maka fluks juga akan semakin kecil. Bahan pembawa cmc menghasilkan fluks $6,22 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ pada konsentrasi 15% dan untuk *carrier* pati mencapai $4,01 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ pada konsentrasi 15%.

Pada konsentrasi yang sama yaitu 15% penggunaan bahan pembawa *carboxymetyl cellulosa* (CMC) menghasilkan selektivitas yang lebih besar yaitu 55,68% dibandingkan dengan pati yaitu sebesar 44,80%. Hal ini dikarenakan penambahan pati pori yang terbentuk lebih kasar dan lebih besar, membran selulosa juga lebih lunak dan mudah sobek jika diberi tekanan. Hal ini juga dibuktikan dengan hasil analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Membran Selulosa dengan Carrier CMC



Gambar 6. Membran Selulosa dengan Carrier Pati

Membran selulosa dengan bahan pembawa *carrier carboxymetyl cellulosa* mempunyai permukaan yang lebih halus dan pori kecil sedangkan pati permukaan membran lebih kasar dan pori besar.

4. KESIMPULAN

Semakin tinggi konsentrasi bahan pembawa (*carrier*) maka selektivitas semakin tinggi. Selektivitas membran selulosa mencapai 55,68% pada konsentrasi cmc 15% dan pati mencapai 44,80% pada konsentrasi yang sama. Semakin tinggi konsentrasi, fluks membran selulosa semakin kecil. Membran selulosa dengan bahan pembawa cmc menghasilkan fluks $6,22 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ pada konsentrasi 15% dan untuk carrier pati mencapai $4,01 \text{ L.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ pada konsentrasi yang sama. Membran selulosa dengan bahan pembawa cmc lebih halus permukaannya dan pori lebih kecil daripada membran selulosa menggunakan bahan pembawa pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, AP., (2008), Pembuatan Membran Selulosa Asetat dan Polietilen Glikol Berat Molekul 20.000 untuk Pemisahan Gas CO₂ dan CH₄, Uin Perss, pp. 21-23.
- Costa, E.,(2000),*Effect of protective agents, rehydration media and initial cell concentration on viability of Pantoea agglomerans strain CPA-2 subjected to freeze drying*, *Journal of Applied Microbiology*. pp:793-800.
- Dewi, Pramesti. (2009), *Ketahanan Hidup Sel Acetobacter xylinum pada Pengawetan secara Kering Beku Menggunakan Medium Pembawa*. Jurnal Biosaintifika. Pp.41-48.
- Dewi, Pramesti. (2004), *Starter Nata Kering-Beku: Prospek dan Potensinya pada Pembuatan Nata de Rada*. Jurnal Biosaintifika. Pp. 23-29.
- Fane, AG., (2000), *Introduction Membrane Science and Technology*, New South Wales Pub, pp. 71-77.
- Melliawati, R.,(2008), *Kajian Bahan Pembawa untuk Meningkatkan Inokulum Pasta Nata de coco*, Jurnal Biodiversitas, pp.255-258.
- Mulder, N., (2000), *Basic Principles of Membrane Technology*, London Kluwer Academy Pub, PP. 356-360
- Natalia, S., Tokok, A., Atie, S., (2003), *Sintesis dan Optimasi Membran Selulosa Asetat pada Proses Mikrofiltrasi Bakteri*, Unitas, pp. 29-45.