



PEMISAHAN KONJAK GLUKOMANAN MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI

Yusiana Dewi Afriyani, Anisah Nirmala, Nita Aryanti *)

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto Tembalang Semarang 50239 Telp/Fax: (024) 7460058

Abstrak

*Glukomanan merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa yang terdiri dari ikatan rantai galaktosa, glukosa dan manosa. Glukomanan dapat diperoleh dari umbi porang (*Amorphalus konjak*) dengan metode isolasi menggunakan bantuan enzim amylase dimana struktur pati dari bahan akan dipecah menjadi monomer-monomer gula, yaitu galaktosa, glukosa dan manosa. Salah satu usaha peningkatan mutu dan kemurnian digunakan metode pemisahan menggunakan membran ultrafiltrasi. Membran yang digunakan pada eksperimen ini adalah Poly eter Sulfon dengan ukuran pori 20 kda. Penelitian menggunakan konsentrasi umpan 0.5 gr/L dan 1.5 gr/L dengan tekanan 1 bar, 2 bar dan 3 bar. Karakteristik KGM menunjukkan bahwa KGM yang memiliki ukuran partikel 81,2-186 μm . Permeabilitas membran adalah 11.87 L/m²hbar dengan tipe membran assimetris berpori. Profil flux menunjukkan bahwa peningkatan tekanan akan menurunkan flux membran. Selain itu, rejeksi membran lebih tinggi pada tekanan 3 bar dibandingkan 1 bar dan 2 bar. Namun pada tekanan 2 dan 3 bar dengan konsentrasi yang tinggi rejeksi membran menurun karena transfer massa permeat rendah. Oleh karena itu, flux permeat yang rendah disebabkan oleh fouling dan polarisasi konsentrasi. Saran kami perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh fouling dan polarisasi konsentrasi pada membran ultrafiltrasi.*

Kata kunci : ultrafiltrasi; Glukomanan; Flux; Rejeksi

Abstract

*Glucomannan is a polysaccharide from hemicellulose variety that consist of the chain bunch of galactose, glucose and mannose. Glucomannan can be produced from porang (*Amorphallus konjac*) with isolation method using enzyme amylase where carbohydrate structure from the material will be broken to be monomers glucose such as galactose, glucose and mannose. One of the effort for increasing the quality and pureness of glucomannan can be used separation method using ultrafiltration membrane. To know the potential of ultrafiltration membrane for purification glucomannan will be done research for separation of glucomannan solution using ultrafiltration membrane. The membrane used in this experiment is Poly ether sulfon with pores 20 kda. This research used feed concentration of 0.5 gr/L and 1.5 gr/L, with operation pressure 1 bar, 2 bar and 3 bar. The characteristic of KGM showed that the KGM having particle size of 81.2 to 186 μm . The membrane permeability is 11.87 L/m² h bar with porous assimetric type. Flux profile show that the increase of pressure will decrease the membrane flux. In addition, the membrane rejection is higher for pressure 3 bar than 1 bar and 2 bar. However at pressure of 2 and 3 bar membrane rejection decrease with the increase of concentration due to lower permeate mass transfer. Moreover, low permeate flux is caused by fouling and polarization of concentration. We suggest for the next research about fouling affect and polarization of membrane ultrafiltration.*

Keyword: Ultrafiltration; Glucomannan; Flux; Rejection

Pendahuluan

Porang (*Amorphophallus konjac*/ konjak/iles-iles) merupakan jenis tanaman berbentuk umbi yang berpotensi memiliki nilai ekonomis yang tinggi, karena sebagian besar tanaman ini mengandung glukomanan, sebuah polisakarida yang terdiri dari ikatan D-mannosa dan D-glukosa dengan perbandingan rasio 1,6:1 dan ikatan $\beta(1-4)$ (Kusmiyati, 2010). Glukomanan merupakan suatu bahan pengemulsi (emulgator) pada industri makanan, kertas dan kosmetika, karena bahan ini di dalam cairan akan membentuk gel yang mempunyai viskositas cukup tinggi. Mengingat pentingnya aplikasi glukomanan dalam berbagai bidang tersebut, diperlukan teknologi tepat guna untuk meningkatkan mutu dan kualitas pemurnian umbi porang yang mempunyai nilai jual yang rendah menjadi konjak glukomanan (KGM). Sebagai alternatif, membran ultrafiltrasi (UF) telah digunakan dalam proses pemisahan dan pemurnian konjak glukomanan dari umbi porang. Membran ultrafiltrasi mampu memisahkan polisakarida dari molekul *co-extracted*, oligosakarida kecil, monosakarida dan garam untuk memekatkan larutan (Harasek et al., 2006).

Ultrafiltrasi merupakan teknologi pemisahan menggunakan membran untuk memisahkan berbagai zat terlarut dengan berat molekul tinggi, bermacam koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dalam suatu larutan. Metode ini menggunakan membran semi permeable untuk memisahkan makromolekul dari larutannya. Ukuran dan bentuk molekul merupakan faktor penting dalam proses ultrafiltrasi (Mulder, 1996).

Membran ultrafiltrasi merupakan alternatif metode pemurnian KGM dari umbi porang. Namun, informasi mengenai proses pemurnian KGM dengan membran ultrafiltrasi masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai fenomena yang terjadi pada membran ultrafiltrasi ketika digunakan untuk memurnikan KGM. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap membran ultrafiltrasi untuk pemurnian KGM dengan menggunakan larutan model KGM untuk mengetahui pengaruh besarnya tekanan dan konsentrasi KGM terhadap fluks dan rejeksi, serta karakteristik fouling pada membran.

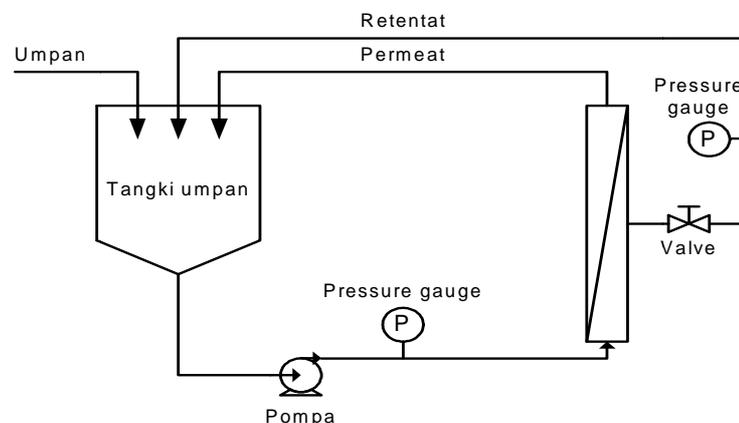
Dengan mempelajari fenomena terjadi dalam proses pemisahan KGM dengan membran ultrafiltrasi serta menganalisa fouling yang terjadi diharapkan dapat berguna bagi penerapan membran ultrafiltrasi sebagai metode alternatif pemurnian KGM dari tepung konjak (umbi porang).

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Membran ultrafiltrasi yang dipakai memiliki spesifikasi: bahan membran PES; jenis flatsheet; ukuran pori 20 kDa; buatan NADIR filtration, Jerman. Umpan yang digunakan adalah model larutan konjak glukomanan yang dibuat dengan melarutkan tepung glukomanan dengan aquades pada berbagai konsentrasi.

Gambar Rangkaian Alat



Gambar 1. Skematik Peralatan Ultrafiltrasi

Prosedur Kerja

Tahapan proses yang dilakukan adalah:

1. Analisa pendahuluan yang meliputi karakteristik membran ultrafiltrasi dan karakteristik konjak glukoman.
2. Serta
2. Analisa kinerja membran ultrafiltrasi untuk pemisahan konjak glukomanan dengan cara menampung permeat larutan konjak glukomanan setiap interval waktu 5 menit selama 2 jam, kemudian menghitung fluks dan rejeksi membran dengan rumus sebagai berikut:

- o Fluks membran

$$J = \frac{Q}{(A \times t)}$$

Dimana J : fluks (L/ m²h)
Q : volume larutan (L)
A : luas membran (m²)
t : interval waktu (h)

- o Rejeksi membran

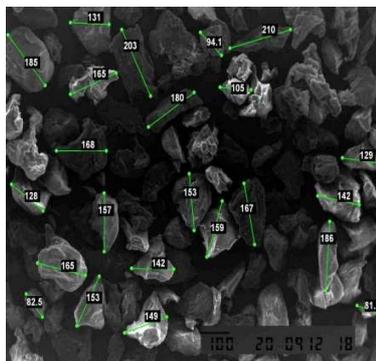
$$\% R_{\text{true}} = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100\%$$

Dimana % R : % Rejeksi
C_p : konsentrasi permeat (gr/L)
C_f : konsentrasi umpan (gr/L)

Hasil dan Pembahasan

1. Struktur Morfologi Konjak Glukomanan (KGM)

Untuk mengetahui ukuran partikel Konjak Glukomanan dilakukan analisa dengan menggunakan mikroskop elektron (SEM). Dari hasil SEM terhadap partikel Konjak Glukomanan didapatkan hasil pada gambar 2:



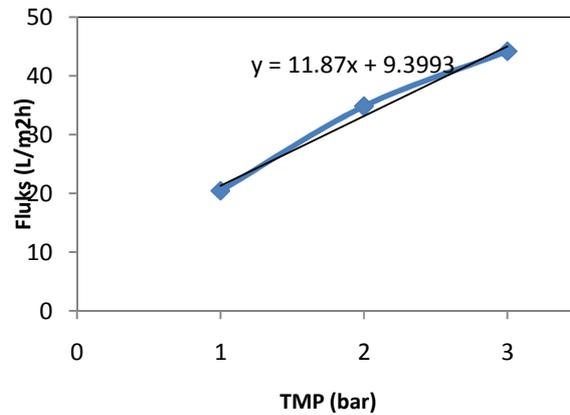
Gambar 2. Hasil SEM Partikel Konjak Glukomanan

Dari gambar 2 terlihat bahwa tiap partikel glukomanan mempunyai variasi ukuran yang berbeda, mulai dari 81,2-186 mikron, atau 20-200.000 dalton. Variasi ukuran ini merupakan salah satu penyebab terjadinya fouling pada membran. Ukuran partikel yang lebih besar dari ukuran pori membran akan terseleksi dan tertahan di permukaan, dan ada pula yang dapat menembus pori pada permukaan membran namun tertahan di lapisan *sublayer* sehingga menghalangi aliran permeat menerobos membran (Baker, 2004).

2. Karakteristik Membran Ultrafiltrasi

Permeabilitas pada membran ultrafiltrasi menggambarkan laju filtrasi (fluks) pada tiap beda tekanan. Untuk mengetahui kinerja awal membran, dilakukan pengujian terhadap membran ultrafiltrasi menggunakan aquades. Data

permeabilitas ini diperoleh dengan melakukan uji fluks membran dengan aquades pada berbagai tekanan (Yeh et al., 2003) yaitu 1, 2 dan 3 bar. Permeabilitas merupakan gradient pada kurva Fluks terhadap TMP sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3:

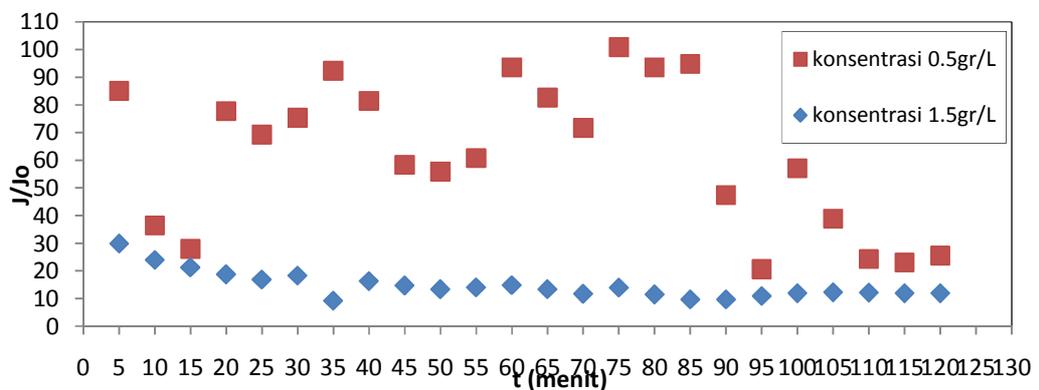


Gambar 3. Pengukuran Fluks Aquades sebagai Fungsi TMP untuk Penentuan Permeabilitas Awal Membran

Dari persamaan least square gambar 3 didapat permeabilitas membran sebesar 11,87 L/m²jam bar. Membran ultrafiltrasi mempunyai nilai permeabilitas antara 10-50 L/m²jam bar (Mulder, 1996), dengan demikian data permeabilitas yang telah dihitung masuk dalam *range* permeabilitas membran ultrafiltrasi.

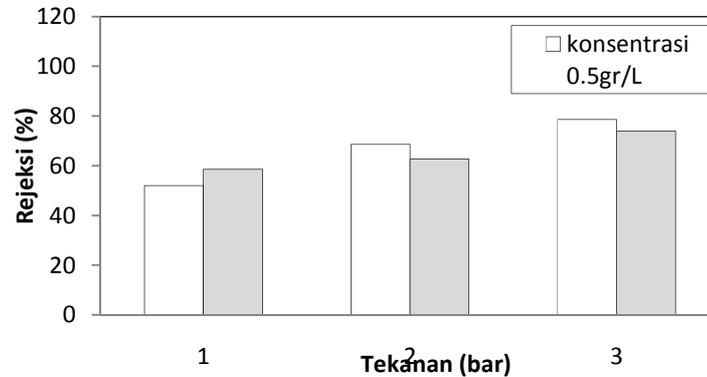
3. Pengaruh Konsentrasi terhadap Fluks Membran

Gambar 4 menunjukkan profil fluks terhadap waktu pada variasi konsentrasi umpan. Profil normalisasi fluks pada konsentrasi umpan 1,5gr/L lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi umpan 0,5gr/L. Hal ini menunjukkan bahwa profil fluks dipengaruhi oleh konsentrasi umpan dimana kenaikan konsentrasi umpan akan menyebabkan penurunan fluks. Semakin tinggi konsentrasi mengindikasikan semakin banyak jumlah kandungan solute dalam larutan. Selain itu, konsentrasi yang semakin tinggi akan meningkatkan berat jenis larutan umpan yang menyebabkan viskositas larutan juga tinggi. Viskositas yang tinggi dapat menurunkan difusivitas atau transfer massa melalui membran (Baker, 2004; Mulder, 1996; Prados et al., 1995). Transfer massa yang rendah menyebabkan larutan sulit melewati membran dan terakumulasi dipermukaan membran membentuk suatu lapisan yang dalam jangka waktu tertentu dapat menutup dan menyumbat pori membran.



Gambar 4. Profil Normalisasi Fluks Membran pada berbagai Konsentrasi pada Tekanan 1 Bar

4. Rejeksi Konjak Glukomanan



Grafik.5. Hubungan % Rejeksi versus Tekanan dan Konsentrasi

Persentase rejeksi suatu membran dipengaruhi oleh perubahan tekanan serta komposisi suatu larutan yang dilewatkan pada membran. Gambar 5, menunjukkan adanya peningkatan % rejeksi seiring dengan peningkatan tekanan operasi. Pada larutan umpan dengan konsentrasi glukomanan 0,5 gr/L air dan tekanan 1 bar, 2bar, dan 3bar diperoleh rejeksi total sugar sebesar 51,91%, 68,57% dan 78,57%. Pada larutan umpan dengan konsentrasi glukomanan 1,5 gr/L air pada tekanan 1 bar, 2bar dan 3 bar juga mengalami kenaikan rejeksi total sugar yaitu 58,61%, 62,63% dan 74,01%. Peningkatan tekanan umpan menyebabkan rejeksi glukomanan meningkat. Semakin tinggi tekanan yang diberikan mengakibatkan glukomanan yang melewati membran semakin banyak. Kenaikan rejeksi karena tekanan disebabkan oleh pemampatan (compaction) pada pori-pori membran. Kenaikan tekanan menyebabkan berkurangnya ukuran pori membran karena terkompaksi, sehingga rejeksi akan meningkat (Dewi, 2010).

Perubahan konsentrasi larutan umpan juga berpengaruh terhadap persentase rejeksi membran yang diperoleh pada tekanan yang sama. Pada tekanan yang sama sebesar 1 bar, persentase rejeksi pada konsentrasi 0,5 gr/L yaitu 51,91% lebih kecil dibanding dengan konsentrasi 1,5 gr/L yaitu 58,61%. Umpan dengan konsentrasi 1,5 gr/L lebih pekat dibanding umpan dengan konsentrasi 0,5gr/L sehingga ketika umpan tersebut dilewatkan pada membran akan semakin banyak glukomanan yang tertahan pada permukaan membran. Namun demikian, fenomena yang berbeda terjadi pada tekanan 2 bar dan 3 bar. Pada tekanan 2 bar, persentase rejeksi untuk konsentrasi 0,5 gr yaitu 68,57% lebih besar dibanding saat konsentrasi 1,5gr yaitu 62,63%. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh tekanan yang tinggi. Umpan dengan konsentrasi yang tinggi didorong melalui membran dengan tekanan yang tinggi sehingga umpan akan menembus pori-pori membran lebih cepat dan gula yang berada pada permukaan membran ikut menembus membran bersama umpan (Kaliapan, dkk, 2005).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Ukuran partikel KGM berdasarkan hasil SEM adalah 81,2-186 mikron. Variasi ukuran partikel tersebut merupakan salah satu penyebab fouling pada membran.
2. Pengukuran permeabilitas awal membran ultrafiltrasi menghasilkan nilai permeabilitas 11,87 L/m²jam bar. Nilai tersebut sesuai dengan range nilai permeabilitas membran ultrafiltrasi yaitu pada kisaran 10-50 L/m²jam bar. Sedangkan, berdasarkan hasil SEM membran ultrafiltrasi termasuk dalam jenis porous asimetrik.
3. Fluks permeat dan persentase rejeksi dalam operasi membran dipengaruhi oleh konsentrasi larutan dan tekanan operasi membran.
4. Semakin tinggi kenaikan konsentrasi larutan akan menyebabkan penurunan fluks karena konsentrasi larutan yang tinggi akan menurunkan transfer massa permeat menerobos membran. Penurunan fluks membran juga disebabkan oleh fouling dan polarisasi konsentrasi karena pada konsentrasi yang tinggi, makromolekul akan mengendap membentuk lapisan gel pada permukaan membran.



5. Semakin tinggi tekanan operasi nilai fluks akan semakin tinggi. Namun tekanan operasi membran memiliki batas optimum tekanan karena tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan poliarisasi konsentrasi dan penurunan fluks.
6. Semakin tinggi konsentrasi, maka persentase rejeksi makin tinggi dikarenakan semakin pekatnya konsentrasi larutan. Namun terdapat fenomena berbeda, semakin tinggi konsentrasi pada tekanan yang tinggi akan menurunkan persentase rejeksi. Hal ini karena umpan mengalir melalui membran semakin cepat pada tekanan yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Nita aryanti ST., Mt., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan masukan dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- Baker, R.W., 2004. Membrane Technology and Applications, second ed. John Wiley & Son, California.
- Harasek, M., Schlesinger, R., Gotzinger, G., Sixta, H., Friedl, A., 2006. Evaluation of alkali resistant nanofiltration membranes for the separation of hemicelluloses from concentrated alkaline process liquors. *Journal of Desalination* 192, 303-314.
- Kusmiyati, 2010. Perbandingan umbi iles-iles dan singkong sebagai substrat fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam produksi bioetanol. *Jurnal Bioteknologi* 7, 63-72.
- Mulder, M., 1996. Basic Principles of membrane Technology, second ed. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Pradanos, P., et al., 1995. A Comparative Analysis of fluks Limit Models for Ultrafiltration Membranes. *Journal of Membrane Science* 108, 129-142.
- Yeh, H.M., Wu, H.P., Dong, J.F., 2003. Effects of Design and Operating Parameters on The Declination of Permeate Flux for Membrane Ultrafiltration Along Hollow-fiber Modules. *Journal of Membrane Science* 213, 33-44.