

KARAKTERISASI MEMBRAN FILTRASI DARI KHITOSAN DENGAN BERBAGAI JENIS PELARUT

Nastiti Siswi Indrasti, Suprihatin, dan Feny Silvia

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

ABSTRACT

Membrane is a semi-permeable thin layer that can be used to separate components by holding and flowing certain component through pores. The performance of membrane is often evaluated by two parameters, namely flux and rejection. The objective of the paper is to present characteristics of chitosan membrane made using various chitosan solvents and chitosan concentrations. Experimental results showed that rendement of chitosan from shrimp shell was 15.3% with moisture of 5.5% and ash content of 0.72%. Membrane made using formic acid and chitosan concentration of 7% yielded the highest flux of 285 L/m²h for clean water, flux 52 l/m²h for albumin solution, 144 L/m²h for starch suspension, and 222 l/m²h for glucose solution. The highest rejection was achieved by membrane made from acetic acid with chitosan concentration of only 27 percent for albumine solution.

Key words: *membrane filtration, chitosan*

PENDAHULUAN

Pada saat ini, teknologi pemisahan seperti untuk pengolahan air yang sering digunakan adalah metode tradisional yang mengandalkan penggunaan bahan kimia. Metode ini membutuhkan biaya yang tinggi. Teknologi pemisahan terbaru adalah dengan menggunakan membran. Metode ini dapat menghasilkan air berkualitas tinggi, pengoperasian dan pemeliharaan yang lebih mudah, penggunaan bahan kimia lebih sedikit, dan jumlah lumpur yang dihasilkan lebih sedikit.

Membran merupakan lapisan semipermeabel yang mampu melewatkan komponen tertentu dan menahan komponen yang lain berdasarkan ukuran komponen yang akan dipisahkan. Komponen yang memiliki ukuran lebih besar dari pori membran akan tertahan dan komponen dengan ukuran lebih kecil dapat melewati membran.

Khitosan merupakan salah satu polimer yang dapat digunakan untuk pembuatan membran baik berpori maupun tidak berpori. Khitosan merupakan produk deasetilasi khitin. Khitin dapat diperoleh dari ekstraksi kulit udang melalui dua tahapan proses yaitu penghilangan protein (deproteinasi) dan penghilangan mineral (demineralisasi).

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan membran dari khitosan. Variabel pada penelitian ini mencakup jenis pelarut dan komposisi khitosan. Pengamatan dilakukan terhadap fluks, tingkat rejeksi, dan resistensi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan terdiri atas limbah kulit udang, air aqua dan bahan kimia untuk analisa dan karakterisasi membran (pati, albumin, glukosa, DNS (Dinitro salisilat).

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas, kaca datar, aplikator, *freeze drier*, pompa.

Metode Penelitian

Penelitian Pendahuluan

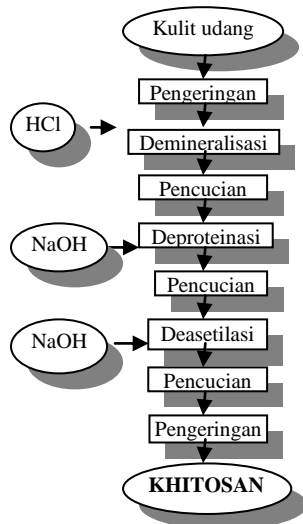
Pada tahap ini dilakukan pembuatan khitosan sebagai bahan baku pembuatan membran. Diagram alir proses pembuatan khitosan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian Utama

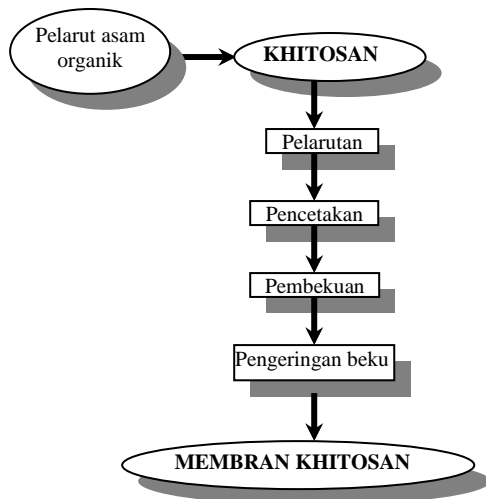
Dilakukan pembuatan membran dengan bahan baku khitosan hasil dari penelitian pendahuluan. Diagram alir proses pembuatan membran dari khitosan dapat dilihat pada Gambar 2.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua kali ulangan. Ada dua faktor perlakuan yang digunakan dalam penelitian utama, yaitu jenis pelarut dan konsentrasi khitosan.



Gambar 1. Digram alir khitosan



Gambar 2. Diagram alir membran khitosan

Model rancangan percobaan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut (Sudjana, 1995) :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Hasil pengamatan untuk perlakuan jenis pelarut ke-i dan perlakuan konsentrasi khitosan ke-j pada ulangan ke-k.

μ = Nilai tengah umum / rata-rata yang sesungguhnya

A_i = Efek perlakuan jenis pelarut ulangan ke-i

B_j = Efek perlakuan konsentrasi khitosan ulangan ke-j

A_iB_j = Efek interaksi antara ulangan ke-i perlakuan jenis pelarut dan ulangan ke-j perlakuan konsentrasi khitosan

ϵ_{ijk} = Galat percobaan

Faktor yang diteliti pada penelitian ini adalah:

A = Jenis Pelarut

A1 = Asam sitrat

A2 = Asam Asetat

A3 = Asam Formiat

B = Konsentrasi Khitosan

B1 = 3 %

B2 = 5 %

B3 = 7 %

B4 = 9 %

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Bastaman (1989), menyatakan bahwa kadar air merupakan salah satu syarat mutu khitosan yang diperdagangkan, yaitu lebih kecil dari 10 persen. Dari hasil analisis terlihat bahwa kadar air khitosan dibawah 10 %. (Tabel 1.)

Kadar abu menunjukkan banyaknya kandungan mineral yang terdapat pada khitosan (Bastaman, 1989). Kadar abu khitosan hasil analisis adalah 0,72 % sesuai dengan standar khitosan di bawah dua persen.

Viskositas larutan khitosan yang dihasilkan termasuk dalam golongan khitosan viskositas rendah (lebih kecil dari 200 cps).

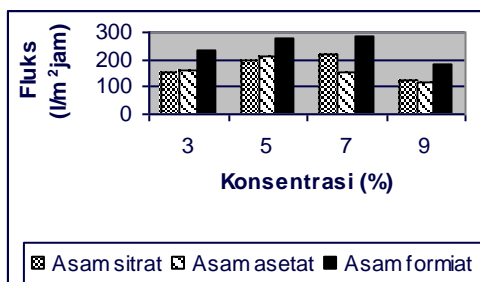
Tabel 1. karakteristik Chitosan

Analisis	Persentase (%)
Kadar air (%bk)	5,51
Kadar abu (%bk)	0,72
Viskositas (cps)	1400
Rendemen (%)	62,17

Penelitian Utama

Fluks

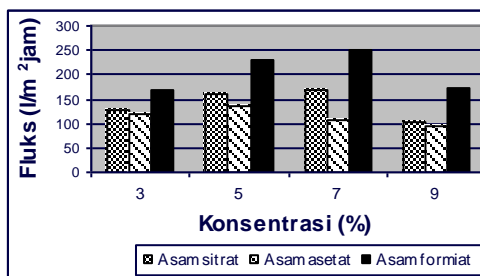
Pada Gambar 3. dapat dilihat hubungan antara fluks air dengan konsentrasi membran khitosan untuk ketiga jenis pelarut yaitu asam sitrat, asam asetat, dan asam formiat. Operasi dilakukan pada tekanan satu atm, selama 10 menit. Membran khitosan yang menggunakan asam formiat sebagai pelarut menghasilkan fluks yang lebih tinggi dibandingkan dengan membran khitosan yang menggunakan asam sitrat dan asam asetat sebagai pelarut khitosan. Fluks air tertinggi dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam formiat dan konsentrasi khitosan 7 % yaitu 285 l/m²jam, sedangkan fluks terkecil dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu l/m²jam.



Gambar 3. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap fluks air

Dari Gambar 4. terlihat bahwa fluks larutan albumin tertinggi dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam ormiat dan konsentrasi khitosan 7 % yaitu 252,12 l/m²·jam, sedangkan fluks larutan albumin terendah dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % 92,89 l/m²·jam.

Pada filtrasi albumin, adsorpsi bahan terlarut dan pembentukan endapan berlangsung kontinyu sehingga menyebabkan terjadinya *fouling* dan penurunan fluks. Disamping itu terjadi denaturasi protein yang mengakibatkan *fouling* protein. Denaturasi protein menyebabkan terbentuknya lapisan gel yang tebal sebagai akibat dari terdosisinya protein-protein pada permukaan membran (Dechow, 1989).



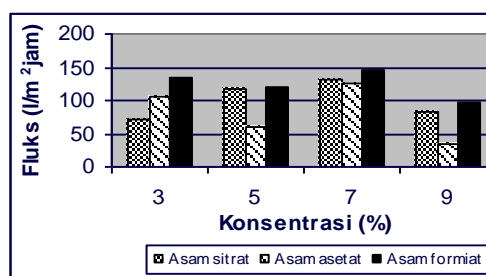
Gambar 4. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap fluks albumin

Dari Gambar 5. terlihat adanya penurunan fluks pada setiap membran, hal ini terjadi karena adanya pembentukan gradien konsentrasi dari komponen tertahan di dekat permukaan membran yang dikenal dengan polarisasi konsentrasi (Howell *et al.*, 1993). Membran yang terkotori umumnya menyebabkan berkurangnya fluks dan efisiensi operasi.

Fluks tertinggi yaitu 144 l/m²·jam dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam formiat dan konsentrasi khitosan 7 %, sedangkan fluks terendah dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu 34,83 l/m²·jam.

Dari Gambar 6. diperoleh nilai fluks tertinggi membran khitosan jenis pelarut asam formiat dan

konsentrasi khitosan 7 % yaitu 222 l/m²·jam, sedangkan nilai fluks terendah dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu 102 l/m²·jam. Menurut Howell dkk (1993), umpan dengan ukuran partikel median yang lebih kecil (partikel tidak memiliki ukuran yang seragam/terdistribusi sehingga diambil nilai tengahnya) pada umumnya memberikan harga fluks yang lebih rendah pada setiap saat dibandingkan ukuran partikel median yang lebih besar karena partikel kecil lebih mudah termampatkan pada permukaan membran dan memberikan tahanan yang lebih besar.

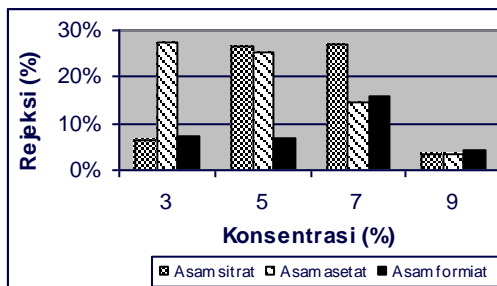


Gambar 5. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap fluks pati

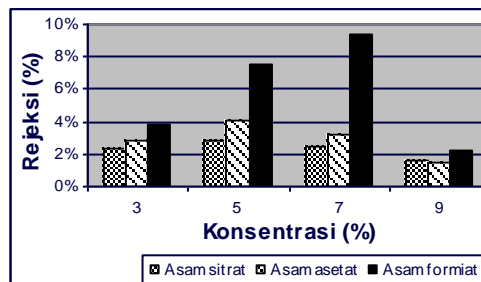
Gambar 6. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap fluks glukosa

Rejeksi

Gambar 7. menunjukkan bahwa nilai rejeksi terhadap albumin tertinggi dihasilkan oleh membran khitosan dengan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 3 % yaitu 27 %, sedangkan nilai rejeksi terendah dihasilkan oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu 3,46 %. Wenten (1999) menyatakan bahwa rejeksi tinggi dapat terjadi pada proses pemisahan dengan menggunakan larutan campuran makromolekul dimana polarisasi konsentrasi akan sangat berpengaruh pada selektivitas membran dengan berat molekul yang lebih tinggi akan tertahan seluruhnya dan menimbulkan lapisan dinamis seperti membran yang dapat menahan partikel padatan dengan berat molekul lebih rendah.



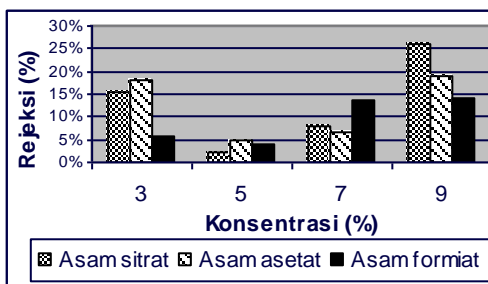
Gambar 7. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap rejeksi albumin



Gambar 9. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap rejeksi glukosa

Gambar 8. terlihat rejeksi yang dihasilkan tiap membran sangat bervariasi. Perbedaan rejeksi yang mencolok dari tiap membrane dikarenakan konsentrasi umpan pati tinggi (2000 ppm) dan penggunaan membran yang berulang sehingga menurunkan permeabilitas membran.

Nilai rejeksi umpan pati tertinggi diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam sitrat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu 26,21 %, sedangkan nilai rejeksi terendah diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam pelarut asam sitrat dan konsentrasi khitosan 5 % yaitu 2,41 %.



Gambar 8. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap rejeksi pati

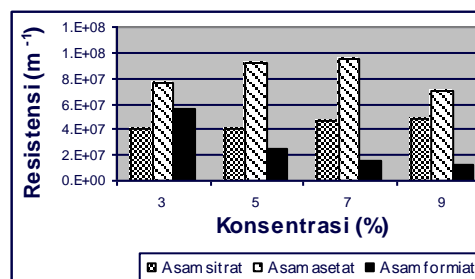
Rejeksi terhadap glukosa membran khitosan sangat rendah hal ini dikarenakan glukosa memiliki bobot molekul yang lebih kecil dibandingkan dengan albumin dan pati yaitu yaitu 198,17 gr/mol. Howell *et al.* (1993) menyatakan bahwa rendahnya rejeksi suatu membran karena adanya akumulasi padatan pada permukaan membran maka rejeksi teramati akan lebih rendah dibandingkan dengan rejeksi nyata atau intrinsik, hal ini biasanya terjadi pada pemisahan partikel dengan berat molekul rendah.

Nilai rejeksi terhadap glukosa tertinggi diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam formiat dan konsentrasi khitosan 7 % yaitu 9,44 %, sedangkan nilai rejeksi terendah diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu 1,51 %.

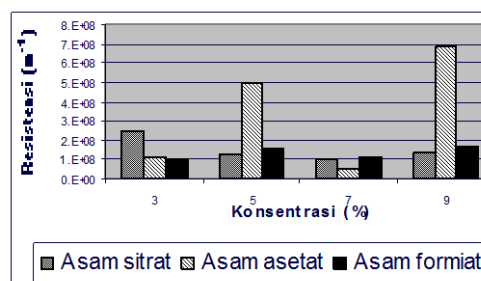
Resistensi

Pada Gambar 10. terlihat bahwa resistensi tiap membran khitosan sangat rendah. Menurut Wenten (1999), penyebab tingginya nilai tersebut adalah fluks permeat yang tinggi, konsentrasi umpan yang tinggi, dan koefisien perpindahan massa yang tinggi.

Nilai resistensi umpan albumin tertinggi diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 7 % yaitu $9,58E+07 \text{ m}^{-1}$ sedangkan nilai resistensi terendah diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam formiat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu $1,24E+07 \text{ m}^{-1}$.

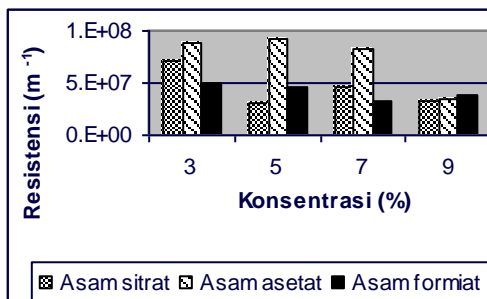


Gambar 10. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap resistensi albumin



Gambar 11. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap resistensi pati

Nilai resistensi umpan pati tertinggi diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 9 % yaitu $6,91E+08 \text{ m}^{-1}$ sedangkan nilai resistensi terendah diperoleh oleh membran khitosan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 7 % yaitu $5,15E+07 \text{ m}^{-1}$



Gambar 11. Hubungan pengaruh konsentrasi khitosan terhadap resistensi glukosa

Pada Gambar 12. nilai resistensi larutan umpan glukosa tertinggi diperoleh oleh membran khitosan jenis A2B2 $9,21E+07 \text{ m}^{-1}$ sedangkan nilai resistensi terendah yaitu oleh membran khitosan jenis pelarut asam sitrat dan konsentrasi khitosan 5 % yaitu $2,99E+07 \text{ m}^{-1}$.

Pada Gambar 15. terlihat bahwa resistensi yang dihasilkan tiap membran khitosan tinggi hal ini dikarenakan terakumulasinya material pada dan di dalam membran sehingga akan meningkatkan tahanan membran (Wenten, 1999).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Khitosan yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki karakterisasi sebagai berikut : kadar air (5,51 %), kadar abu (0,72 %), viskositas (1400 cps) dan rendemen (15,30 %). Membran yang dihasilkan pada penelitian ini adalah membran asimetrik yaitu membran yang menggunakan pendukung bagi lapisan aktif tipis di atasnya. Pembuatan membran khitosan dilakukan dengan mengkombinasikan jenis pelarut khitosan dan konsentrasi khitosan.

Membran yang menghasilkan fluks tertinggi adalah membran dengan jenis pelarut asam formiat dan konsentrasi khitosan 7 %. Pada penelitian ini diperoleh nilai fluks tertinggi sebagai berikut : $285 \text{ l/m}^2 \text{ jam}$ untuk air bersih, $52 \text{ l/m}^2 \text{ jam}$ untuk larutan albumin, $144 \text{ l/m}^2 \text{ jam}$ untuk larutan pati dan $222 \text{ l/m}^2 \text{ jam}$ untuk larutan glukosa

Nilai rejeksi membran khitosan bervariasi, rejeksi tertinggi diperoleh membran dengan jenis pelarut asam asetat dan konsentrasi khitosan 3 % yaitu 27,40% sedangkan rejeksi terendah diperoleh membran dengan jenis pelarut asam sitrat dan konsentrasi khitosan 5 % yaitu 2,41%.

Nilai resistensi membran khitosan tertinggi diperoleh membran dengan jenis pelarut asam asetat dengan konsentrasi khitosan 9 % yaitu $6,91E+08 \text{ m}^{-1}$ sedangkan resistensi terendah diperoleh membran dengan jenis pelarut asam formiat dengan konsentrasi khitosan 9 % yaitu $1,24E+07 \text{ m}^{-1}$.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang faktor-faktor yg dapat meningkatkan dan mempertahankan fluks dan rejeksi membran yang tinggi. Idealnya suatu membran memiliki nilai fluks dan rejeksi yang tinggi. Membran yang dihasilkan pada penelitian utama memiliki nilai fluks tinggi tetapi tingkat rejeksi yang fluktuatif, hal ini dikarenakan pencucian membran dan pembersihan alat filtrasi yang kurang efektif dan efisien. Pencucian membran pada penelitian ini hanya menggunakan air dan dalam kurun waktu seminggu sekali sedangkan pembersihan alat filtrasi dilakukan dengan *back washing*. Ternyata perlakuan tersebut kurang efektif karena pencucian dengan air saja tidak dapat membersihkan membran secara memuaskan, khususnya terhadap *foulant* biologis.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang komponen-komponen apa saja dari umpan yang menyebabkan *fouling* untuk mengembangkan strategi pencucian yang efektif dan apakah bahan pencuci yang digunakan dapat melarutkan atau justru menyebabkan *foulant* (pengotor membran).

DAFTAR PUSTAKA

Bastaman, S. 1989. Studies On Degradation And Extraction Of Chitin And Chitosan From Prawn Shell (*Nephrops norregicus*). Thesis. The Department Of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical And Chemical Engineering. The Queen's University, Belfast. 143 p.

Brine, C. J., P. A. Sandford dan J. P. Zikakis. 1992. Advances In Chitin And Chitosan. Elsevier Applied Science, London.

Dechow, F. J. 1989. Separation And Purification Techniques In Biotechnology. Noyes Pub., New Jersey.

Wenten, I G. 1999. Teknologi Membran Industrial. Teknik Kimia. ITB. Bandung.