

PENGARUH MEDIUM PERENDAM TERHADAP SIFAT MEKANIK, MORFOLOGI, DAN KINERJA MEMBRAN NATA DE COCO

Senny Widyaningsih, Hartiwi Diastuti

Program Studi Kimia, Jurusan MIPA UNSOED Purwokerto

ABSTRACT

Nata de coco is bacterial cellulose which is produced by *Acetobacter xylinum* in fermentation process of coconut water. Based on its properties, nata de coco can be used as a membrane. Soaking medium in purification of nata de coco gel can influence structure, morphology, and performance of nata de coco membrane. First medium was NaOCl 0.05% and NaOH 5%, Second medium was ultrasonic. Third medium was NaOH 1% and CH₃COOH 1%. Mechanical property were analyzed based on its tensile strength. Morphology of membrane was analyzed using SEM. Performance of membrane was determined based on its permeability. The result showed that nata de coco membrane which had the best value on mechanical properties, morphology, and performance was membrane in third medium.

Keywords : Nata de coco, *Acetobacter xylinum*, membrane, permeability

PENDAHULUAN

Teknologi membran berkembang pesat dalam beberapa dasawarsa terakhir ini baik dalam skala laboratorium maupun skala komersial. Hal ini disebabkan karena membran memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki oleh proses pemisahan konvensional lainnya. Keunggulan tersebut diantaranya adalah energi yang digunakan rendah, sederhana, dan ramah lingkungan. Keberhasilan proses pemisahan dengan membran tergantung pada kualitas membran tersebut. Beberapa parameter yang penting dalam menentukan kualitas suatu membran diantaranya yaitu mempunyai permeabilitas yang tinggi, selektivitas yang tinggi, stabil pada suhu tinggi, mempunyai kestabilan mekanik dan tahan terhadap zat kimia yang akan dipisahkan (Mulder, 1996). Salah satu membran yang dapat digunakan adalah nata de coco.

Nata de coco adalah hasil proses fermentasi air kelapa menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri ini mampu menyusun glukosa alami yang

terkandung di dalam air kelapa atau sengaja ditumbuhkan ke dalamnya menjadi suatu lapisan menyerupai gel yang mengapung di permukaan medium. Kandungan utama nata de coco adalah selulosa (Bergonia, 1982). Selulosa ini secara kimia murni, bebas dari lignin, mempunyai derajat kristalinitas dan derajat polimerisasi yang tinggi. Selulosa hasil fermentasi ini dapat digunakan sebagai membran. Struktur, sifat fisik, dan sifat mekanik membran nata de coco telah dipelajari oleh beberapa peneliti. Membran ini mempunyai beberapa keunggulan antara lain kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, mempunyai kerapatan antara 300 – 900 kg/m³, kekuatan tarik tinggi, elastis, dan terbiodegradasi (Krystinowicz, 2001).

Nata de coco sebelum digunakan sebagai membran, melalui beberapa proses pemurnian dengan cara perendaman ke dalam larutan-larutan tertentu. Medium perendam dalam proses pemurnian ini dapat mempengaruhi struktur, sifat fisik dan mekanik, serta kinerja membran nata de coco. Putra,

(2002) menyatakan bahwa perendaman nata de coco dalam medium NaOCl 0,05% (v/v) dan NaOH 5% (b/v) pada suhu 80°-90°C selama 2 jam akan menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang baik bagi film tipisnya. Sementara Indarti, (1995) mendapatkan sifat mekanik yang baik bila direndam dalam NaOH 2% (b/v).

Nata de coco melalui proses perendaman untuk menghilangkan komponen-komponen non-selulosa dan sisa bakteri yang masih ada. Pada penelitian ini medium perendam yang digunakan adalah NaOCl, ultrasonik, dan NaOH dengan tujuan mendapatkan membran dengan sifat mekanik yang paling baik.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah air kelapa, gula pasir, amonium sulfat, asam asetat glasial, bakteri *Acetobacter xylinum*, NaOH, NaOCl, dan aquades. Peralatan yang digunakan adalah peralatan gelas, hot press, alat uji tarik, SEM (*Scanning electron microscope*), dan sel filtrasi.

Pembuatan Nata de Coco

Sebanyak 5 L air kelapa dipanaskan sampai mendidih kemudian ditambahkan 500 g gula pasir. Larutan dibiarkan sampai mendidih kembali kemudian ditambahkan 25 g amonium sulfat dan asam asetat glasial sebanyak 30 mL. Dalam keadaan panas medium nata de coco ini didistribusikan ke dalam wadah plastik berukuran 15 cm x 20 cm. Larutan setelah dingin ditambahkan starter bakteri *Acetobacter xylinum* sebanyak 10% dari volume medium. Medium yang telah ditambahkan starter bakteri disimpan pada suhu kamar selama 6 hari, kemudian nata de coco siap melakukan proses perendaman.

Perendaman nata de coco

Perendaman dilakukan pada tiga macam medium. Medium pertama, nata de coco hasil fermentasi direndam

berturut-turut dalam air, NaOCl 0,05% (v/v), air, NaOH 5% (b/v), dan air kembali masing-masing pada suhu 80°-90°C selama 2 jam. Medium kedua, nata de coco direndam dalam air yang ditempatkan pada alat ultrasonik selama 1 jam. Medium ketiga, nata de coco direndam dalam air mendidih selama 15 menit kemudian direndam dalam NaOH 1% pada suhu kamar selama 24 jam dan dinetralkan dengan asam asetat 1% pada suhu kamar selama 24 jam kembali.

Pembuatan Membran Nata de Coco

Nata de coco hasil perendaman diletakkan diantara dua pelat baja pada alat *hot-press*. Gel ini ditekan dengan tekanan 150 kgf/cm² pada suhu 80°C selama 5 menit dan diperoleh film tipis selulosa yang berwarna putih.

Pengujian sifat mekanik membran nata de coco

Membran dipotong menyerupai bentuk *dumb-bell* kemudian kedua ujungnya dijepit pada alat uji tarik. Alat uji tarik digerakkan dengan cara menarik membran sampai putus. Pada monitor alat akan terbaca besarnya gaya tarik F (kgf) yang dibutuhkan untuk memutuskan membran dan nilai perpanjangan (Δl). Sifat mekanik dinyatakan dalam Modulus Young dengan persamaan berikut :

$$\text{Modulus Young} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$\text{Dengan Stress} = \frac{F}{A} \text{ dan Strain} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Dimana :

F = gaya yang diberikan pada material

A = luas permukaan material

Δl = pertambahan panjang material setelah diberi tekanan

l = panjang material mula-mula

Analisis Morfologi Membran Nata de Coco

Morfologi membran dianalisis menggunakan SEM yang menggambarkan struktur permukaan membran.

Pengukuran Fluks Air Membran Nata de Coco

Membran nata de coco dipotong sesuai ukuran dan disain sel filtrasi. Penentuan fluks air diperoleh dengan mengukur banyaknya volume air yang melewati tiap satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Waktu pengukuran adalah 5 menit sekali selama 30 menit. Fluks air dinyatakan dengan persamaan :

$$J = \frac{V}{A.t}$$

Dimana : J= fluks (L/m².jam)

V= volume air yang keluar (L)

A= luas permukaan membran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Nata de Coco

Proses fermentasi pada air kelapa dengan bakteri *Acetobacter xylinum* selama 6 hari menghasilkan gel yang disebut pellicle. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri yang memproduksi selulosa sehingga memerlukan nutrisi yang mengandung glukosa. Nutrien glukosa ini didapatkan pada air kelapa dan gula pasir. Pada gula pasir, glukosa terbentuk melalui reaksi hidrolisis sukrosa dengan air.

Perendaman nata de coco

Perendaman nata de coco bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen non-selulosa dan sisa bakteri yang masih ada. Komponen-komponen non-selulosa ini akan menghalangi ikatan hidrogen yang terjadi antar rantai molekul selulosa yang mengakibatkan menurunnya kekuatan mekanik selulosa. Sisa bakteri yang masih ada juga menurunkan kekuatan mekanik karena bakteri ini masih dapat beraktivitas dengan menggunakan nutrisi yang ada pada nata de coco. Akibatnya, membran nata de coco yang dihasilkan menjadi rapuh.

Medium perendam yang pertama menggunakan NaOCl yang merupakan

oksidator yang kuat. Penggunaan oksidator ini dapat menghilangkan sisa-sisa bakteri yang masih ada. Medium kedua adalah ultrasonik, adanya getaran dari alat ultrasonik ini dapat menghentikan aktivitas bakteri. Medium ketiga adalah medium yang umum digunakan dalam pembuatan membran nata de coco.

Pengujian Sifat Mekanik Membran Nata de Coco

Pengujian sifat mekanik membran nata de coco menggunakan alat uji tarik. Alat ini akan mengukur kekuatan membran dengan cara menarik membran sampai putus. Besarnya gaya untuk menarik membran dan perpanjangan membran setelah putus digunakan untuk menentukan nilai Modulus Young. Membran dengan sifat mekanik yang baik akan memiliki nilai Modulus Young yang besar.

Berdasarkan nilai Modulus Young didapatkan bahwa membran nata de coco dengan medium perendaman ketiga mempunyai sifat mekanik yang lebih baik. Medium pertama yang menggunakan NaOCl tidak memberikan nilai modulus Young yang besar. NaOCl yang bersifat oksidator mengakibatkan selulosa juga ikut teroksidasi sehingga mengurangi terbentuknya ikatan hidrogen antar molekul. Berkurangnya ikatan hidrogen antar molekul ini menyebabkan menurunnya kekuatan mekanis selulosa. Medium ultrasonik menyebabkan kerusakan pada gel akibat vibrasi dari alat tersebut sehingga menghasilkan nilai modulus Young yang rendah.

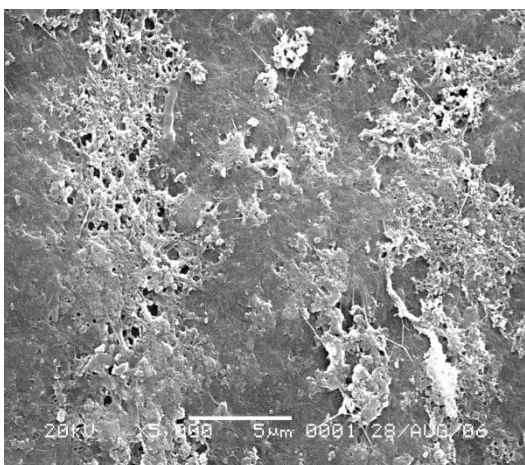
Tabel 1. Data uji tarik membran nata de coco

Medium Perendam	Modulus Young (N/m ²)
NaOCl	11020,41
Ultrasonik	10276,67
NaOH	37919,68

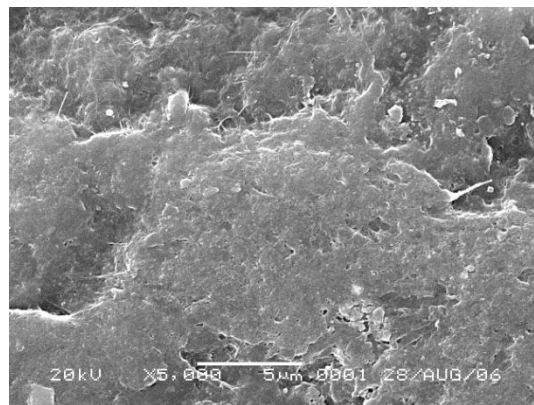
Analisis Morfologi Membran Nata de Coco

Analisis SEM menunjukkan bahwa membran nata de coco dengan medium perendaman ketiga memberikan hasil paling baik. Hal ini mendukung hasil uji tarik membran nata de coco. Hasil analisis SEM ditunjukkan pada gambar –gambar berikut :

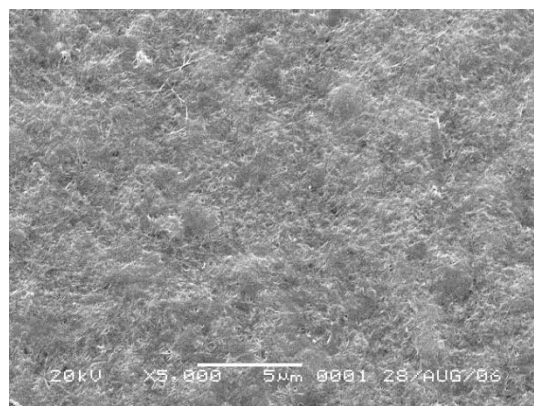
Gambar 1 adalah permukaan membran dengan medium perendam pertama. Pada gambar ini terlihat bahwa permukaan membran tidak rata. Gambar 2 adalah permukaan membran dengan medium perendam kedua. Pada gambar ini juga terlihat bahwa permukaan membran yang tidak rata akibat getaran ultrasonik sehingga memungkinkan terjadinya pemutusan rantai. Gambar 3 adalah permukaan membran dengan medium ketiga. Gambar ini menunjukkan permukaan membran yang paling homogen.



Gambar 1. Permukaan membran nata de coco dengan medium perendam pertama



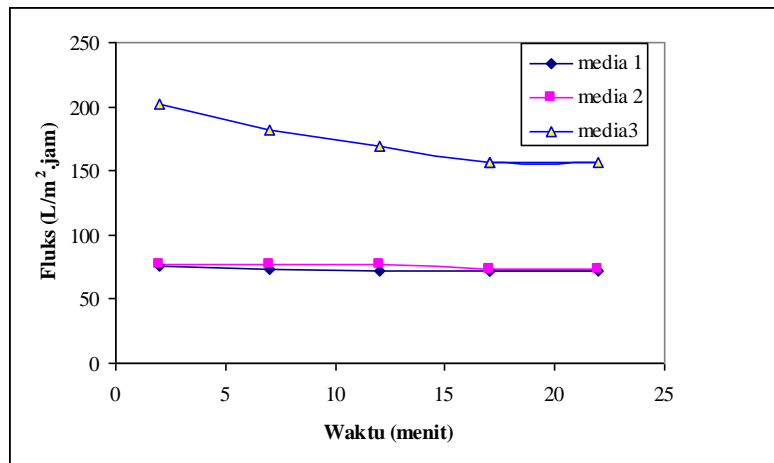
Gambar 2. Permukaan membran nata de coco dengan medium perendam kedua



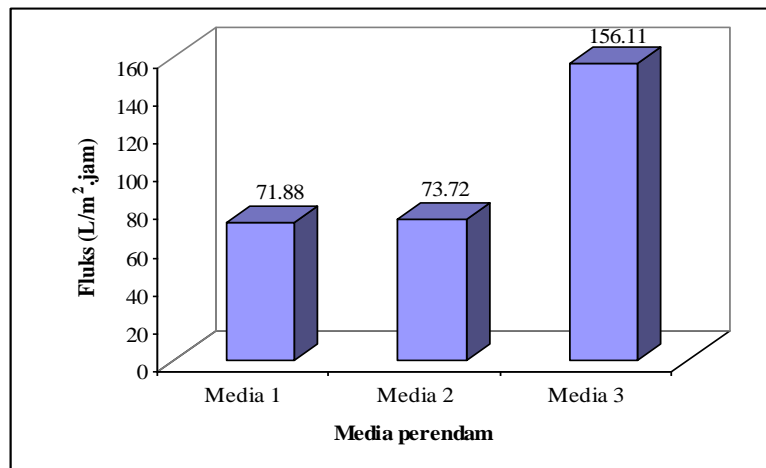
Gambar 3. Permukaan membran nata de coco dengan medium perendam ketiga

Pengukuran Fluks Air Membran Nata de Coco

Kinerja suatu membran ditunjukkan dari nilai fluksnya. Dalam percobaan untuk mencari nilai permeabilitas membran biasanya dilakukan proses kompaksi. Kompaksi merupakan suatu proses deformasi mekanik pada matriks polimer penyusun membran yang mengakibatkan struktur pori membran menjadi lebih rapat dan fluks menurun hingga mencapai suatu nilai yang mendekati konstan. Nilai fluks yang mendekati konstan inilah yang diambil sebagai nilai permeabilitas membran. Fluks air membran nata de coco ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan Gambar 5 menunjukkan perbandingan nilai fluks ketiga medium.



Gambar 4. Fluks air membran nata de coco pada berbagai medium perendam



Gambar 5. Perbandingan nilai fluks membrane nata de coco pada berbagai medium perendam

KESIMPULAN

Medium perendam dalam proses pemurnian nata de coco dapat mempengaruhi struktur, sifat mekanik, dan kinerja nata de coco. Membran nata

de coco mempunyai sifat mekanik, morfologi, dan kinerja yang paling baik bila direndam dalam medium NaOH 1% dan asam asetat 1%.

DAFTAR PUSTAKA

Bergonia, H.A., 1982. *Reverse Osmosis of Coconut Water Through Cellulose Acetate Membrane*, Proceedings of the second ASEAN workshop membrane technology.

Indarti, L., R. Yudianti. 1995. *Pengaruh Alkali pada Sifat Fisis dan Mekanis dari Lapisan Tipis Bioselulosa*. Simposium Nasional Himpunan Polimer Indonesia.

Krystynowicz. 2001. Biosynthesis of Bacterial Cellulose and Its Potential Application in the different industries.<http://www.biotechnology.pl.com/science/krystynomcz.htm>.

Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. 2nd edition. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.

Putra, A. 2001. Studi Pendahuluan Pembuatan dan Karakterisasi Membran Pemisah Nata de Coco Untuk Proses Osmosis Balik. *Tesis Magister*. ITB. Bandung.