

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kemajuan dalam teknologi membran pada bidang industri, biologi, kimia dan fisika kini sedang banyak dikembangkan.

Membran merupakan lapisan semipermeable yang dapat melewatkan komponen tertentu dan menahan komponen lain berdasarkan perbedaan ukuran komponen yang akan dipisahkan (Cheryan, 1986). Membran dapat berfungsi sebagai barrier (penghalang) tipis yang sangat selektif di antara dua fasa, hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan melewatkan komponen lain dari suatu aliran fluida yang dilewatkan melalui membran (Notodarmojo S, 2004). Fasa-fasa tersebut memiliki karakter yang berbeda, yaitu : perbedaan konsentrasi, tekanan, suhu, komposisi larutan dan viskositas.

Bahan untuk pembuatan membran dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu : polimer sintesis (seperti : perfluoropolimer, karet, silicon, poliamide dan polisulfon), produk alam termodifikasi (seperti selulosa dan kitosan), dan bahan-bahan lain seperti bahan inorganic, keramik, gelas, metalik, membran cair dan zeolit (Scott dan Hughes, 1996). Membran yang baik adalah membran yang memiliki permeabilitas (fluks) dan selektifitas yang tinggi dengan ketahanan kimia, fisik dan termal yang tinggi.

Kitosan merupakan salah satu polimer yang dapat digunakan untuk pembuatan membran, baik berpori maupun yang tidak berpori dan kitosan merupakan produk deasetilasi dari kitin. Kitin dapat diperoleh dari ekstraksi kulit udang melalui dua tahapan, yaitu : deproteinasi (proses penghilangan protein) dan demineralisasi (proses penghilangan mineral). Kitosan mudah mengalami degradasi atau penguraian secara biologis, tidak beracun, kationik kuat, flokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran atau film, serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda (Sandford *et. Al.*, 1989).

Karakterisasi membran buatan meliputi : sifat listrik, mekanik, termal dan sebagainya. Sifat kelistrikan dapat dilihat dengan melakukan pengukuran kapasitansi, impedansi dan loss coefficient membran akan diukur pada frekuensi berbeda dalam konsentrasi Asam Asetat yang sama yaitu asam asetat 10%.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kelistrikan membran yang dibuat dengan berbagai konsentrasi kitosan dengan menggunakan pelarut Asam Asetat 10% dan frekuensi yang bervariasi yang meliputi kapasitansi (C), impedansi (Z) dan loss coefficient (D).

### Hipotesa

Penambahan konsentrasi kitosan pada pembuatan membran mempengaruhi nilai kapasitansi, impedansi dan loss coefficient membran. Semakin besar frekuensi yang diberikan maka nilai kapasitansi dan loss koefisien akan menurun, dan nilai impedansi listrik mengalami kenaikan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kitosan

Kitosan merupakan salah satu turunan kitin yang diperoleh melalui proses deasetilasi atau penghilangan gugus  $\text{COCH}_3$  (Purwatiningsih, 1993). Kitin dan kitosan merupakan senyawa golongan karbohidrat yang dapat dihasilkan dari limbah hasil laut. Sumber kitin yang paling potensial adalah kerangka luar *Crustacea* (contoh : kepiting, lobster dan udang) dan serangga, dinding struktural fungi serta hewan tingkat rendah (Hale, 1986 dan Mckay *et. al.*, 1987).

Kitin dalam struktur hewan biasanya sebagai kulit luar permukaan epithelium (Knorr, 1984). Limbah udang merupakan sumber kitin dan kitosan karena kulit udang mengandung kitin sebesar 20-30% dari bobot keringnya.

Kitin adalah substansi organik kedua yang paling banyak ditemukan di alam setelah selulosa, terdapat dalam berbagai spesies binatang (Purwatiningsih, 1993).

Keberadaan kitin bergabung dengan unsur-unsur lain seperti protein, kalsium karbonat, magnesium karbonat dan pigmen karotenoid (Purwatiningsih, 1993). Kitosan tidak larut dalam air, sedikit larut dalam HCl,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0.5%, serta tidak larut dalam basa kuat dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



Gambar 1. Kitosan

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Kitosan tidak larut dalam air, larutan alkali pada pH di atas 6.5 dan pelarut organik, tetapi dapat larut cepat dalam asam organik encer seperti Asam Format, Asam Asetat, Asam Sitrat dan Asam Mineral lain kecuali Sulfur (Austin, 1984). Kitosan merupakan turunan N deasetilasi dari kitin. Kitin adalah polisakarida alamiah yang melimpah dan menjadi material pendukung pada cangkang kepiting, kulit udang, miselia jamur, serangga, dan sebagainya. Kitosan dapat diperoleh melalui serangkaian proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi kitin menggunakan alkali dan temperatur yang tinggi. Keberadaan gugus hidroksil dan amino pada kerangka kitosan menyebabkan kitosan memiliki hidrofilisitas yang cukup tinggi.

Kitosan dalam media asam juga dapat menjadi polielektrolit melalui protonasi gugus  $\text{NH}_2$ . Oleh karena sifat kristalin kitosan, bagian kristalin pada kitosan akan menghalangi molekul air untuk masuk ke dalam membran kitosan, sehingga menghambat transpor ion hidroksida di dalam membran.

Hal ini didukung dengan adanya gugus polar dan non-polar yang dikandungnya, karena kemampuannya itulah kitosan dapat digunakan sebagai pengental, pembentuk gel yang sangat baik, sebagai pengikat, penstabil dan pembentuk tekstur (Brzeski, 1989)

Bila kitosan dilarutkan dalam asam, maka kitosan akan menjadi polimer kationik dengan struktur linear sehingga dapat digunakan dalam proses flokulasi dan pembentukan film. Kelebihan polielektrolit kationik dibandingkan dengan koagulan lain adalah jumlah flok yang dihasilkan lebih sedikit karena polielektrolit tidak membentuk endapan, flok yang terbentuk lebih kuat dan tidak memerlukan pengaturan pH (Ornum, 1992).

### Membran

Membran dapat didefinisikan sebagai suatu lapisan yang memisahkan dua fasa dan mengatur perpindahan massa dari kedua fasa yang dipisahkan (Gea S., *et. Al.*, 2005). Membran adalah bahan yang dapat memisahkan dua komponen dengan cara spesifik, yaitu dengan menahan atau melewatkan salah satu komponen lebih cepat dari komponen lainnya. Membran dapat dibuat dengan menggunakan beberapa metode antara lain pelelehan, pengepresan, *track-etching* dan pembalikan fase. Berdasarkan bahan pembuatannya, membran

dibagi menjadi dua golongan, yaitu membran dengan bahan organik dan anorganik.

Untuk bahan organik membran di bagi menjadi dua bagian, yaitu :

- Membran alami adalah membran yang terdapat di jaringan makhluk hidup. Contoh : membran yang terbuat dari selulosa dan turunannya seperti selulosa nitrat dan asetat.
- Membran sintesis adalah membran yang dibuat sesuai dengan kebutuhan dan disesuaikan dengan sifat membran alami. Contoh : polisulfon, poliamida dan polimer sintesis lainnya.

Berdasarkan morfologi (bentuk) membran di bagi menjadi dua golongan, yaitu membran simetrik dan asimetrik. Membran simetrik memiliki struktur pori yang homogen dan relatif sama, sedangkan membran asimetrik memiliki ukuran dan kerapatan yang tidak sama.

Berdasarkan proses yang menyebabkan transfer zat atau mekanisme pemisahan di kenal dengan membran filtrasi, dialisis dan elektrodialisis.

- Filtrasi, yaitu suatu proses pemisahan dengan membran dimana penggerakannya yaitu berupa perbedaan tekanan.
- Dialisis, yaitu proses pemisahan dengan membran dimana tenaga penggerakannya berupa perbedaan konsentrasi.
- Elektrodialisis, yaitu proses pemisahan dengan membran dimana tenaga penggerakannya berupa beda potensial listrik.

Berdasarkan sifat listriknya membran buatan dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Membran tidak bermuatan tetap  
Membran tidak bermuatan tetap, disebut juga membran netral. Membran ini terdiri dari polimer yang tidak mengikat ion-ion sebagai ion tetap dan bersifat selektif terhadap larutan kimia. Selektifitas membran netral ditentukan oleh unsur-unsur penyusun (monomer), ikatan kimia, ukuran pori-pori, daya tahan terhadap tekanan dan suhu, relativitas dan konduktansi serta karakteristik sifat listrik lain.
2. Membran bermuatan tetap  
Membran bermuatan tetap terbentuk karena molekul-molekul ionik yang menempel pada lattice membran secara kimia. Ion-ion tidak dapat berpindah dan membentuk lapisan tipis bermuatan pada membran. Membran ini dapat dilalui ion-ion

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tertentu. Membran ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. Membran Penukar Kation / *Kation Exchange Membrane (KEM)* adalah membran bermuatan anion tetap yang hanya dapat dilewati oleh kation.
- b. Membran Penukar Anion / *Anion Exchange Membrane (AEM)* adalah membran bermuatan kation tetap yang hanya dapat dilewati oleh anion.
- c. *Double Fixed Charge Membrane (DFCM)* adalah membran bermuatan yang memiliki muatan anion dan kation tetap pada bagian lattice tertentu yang merupakan gabungan KEM dan AEM (Huriawati, 2006).

Membran kitosan termasuk membran sintetik atau buatan yang berbahan dasar kitosan yang merupakan turunan kitin yang banyak terdapat pada kerangka atau kulit luar *Crustacea*.

#### Asam Asetat

Asam Asetat adalah cairan yang tidak berwarna dengan karakteristik berbau tajam, berasa asam, serta larut dalam air, alkohol dan gliserol. Asam asetat memiliki rumus empirik  $C_2H_4O_2$  dan rumus struktur  $CH_3COOH$ . Asam asetat memiliki titik didih  $118^\circ C$  ( $245^\circ F$ ) dan titik beku  $16.7^\circ C$ , serta dapat digunakan sebagai penambah rasa (Dillon, 1992).

Pelarut kitosan yang baik adalah Asam Formiat dan Asam Asetat dengan konsentrasi masing-masing 0.2-1.0% dan 1.0-2.0% (Ornum, 1992).

#### Karakteristik Kelistrikan Membran

Setiap bahan akan memiliki sifat kelistrikan. Bahan tersebut dapat termasuk dalam konduktor, isolator, semikonduktor atau superkonduktor. Sifat kelistrikan tersebut meliputi kapasitansi, impedansi, dielektrik dan lain-lain.

#### Kapasitansi

Sifat kelistrikan lain dari membran adalah kapasitansi. Kapasitansi didefinisikan sebagai konstanta pembanding yang menghubungkan perbedaan tegangan dan muatan yang melintasi dua titik atau kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Banyaknya muatan yang diberikan pada kapasitor sebanding dengan tegangan yang diberikan oleh sumber dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut

$$C = \frac{Q}{V} \quad \dots(1)$$

dimana : C = kapasitansi (Farad)

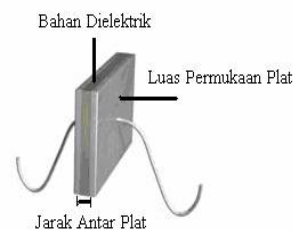
Q = muatan yang diberikan pada keping (Coulomb)

V = tegangan yang diberikan (Volt)

Kapasitor merupakan suatu elemen dasar rangkaian listrik yang mampu menyimpan muatan listrik (Dahlan, *et. Al.*, 2001). Struktur sebuah kapasitor terbuat dari dua buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Pada alam, fenomena kapasitor ini terjadi saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.

Michael Faraday (1791-1867) membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulomb. Besar muatan (Q) yang disimpan sebuah kapasitor sebanding dengan beda potensialnya (V). Oleh karena itu, kapasitansi tidak bergantung pada muatan maupun tegangan kapasitor.

Nilai kapasitansi bergantung pada faktor geometri dan sifat bahan dielektrik. Faktor geometri yang menentukan adalah luas penampang dan jarak antar plat, sedangkan sifat bahan dielektrik ditentukan oleh nilai konstanta dielektrik bahan.



Gambar 2. Skema Kapasitor plat sejajar

Ketika luas plat meningkat, maka nilai kapasitansi akan meningkat. Ketika jarak

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

antar plat besar, maka nilai kapasitansi berkurang. Ketika nilai konstanta dielektrik besar, maka kapasitansi akan meningkat. Dengan mempertimbangkan tiga faktor tersebut, maka kapasitansi kapasitor antar dua plat sejajar dan nilai konstanta dielektrik dapat dihitung menggunakan rumusan:

$$C = \frac{k \epsilon_0 A}{d} \quad \dots(2)$$

dimana C adalah kapasitansi dalam farad, k adalah tetapan dielektrik, A adalah luas permukaan plat dalam m<sup>2</sup>, dan d adalah jarak pisah antar plat dalam meter.

Dalam pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas plat metal (A), jarak (d) antar kedua plat metal (tebal bahan dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik.

Sifat dielektrik menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk menyimpan, mentransmisikan dan memantulkan energi gelombang elektromagnetik. Pengukuran sifat dielektrik berhubungan dengan pengukuran kapasitansinya. Secara tidak langsung pengukuran kapasitansi sangat penting pada pengukuran dielektrik bahan. Pengukuran kapasitansi cukup banyak dan sudah terdapat dipasaran, sehingga lebih mudah dan terpercaya bila digunakan pengukuran kapasitansi daripada pengukuran dielektrik secara langsung. Meskipun demikian informasi sifat dielektrik tidak hilang bahkan dapat diintegrasikan melalui kapasitansi ini (Dahlan, *et. Al.*, 2001).

Dibawah ini adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik:

Tabel 1. Konstanta dielektrik bahan

Vacuum	k = 1.0
Air	k = 1.00059
Polystyrene	k = 2.5
Paper	k = 3.5
Mica	k = 5.4
Glass	k = 8
Flint Glass	k = 9.9
Methyl Alcohol	k = 35
Glycerin	k = 56.2
Pure Water	k = 81

Nilai konstanta dielektrik membran berpengaruh pada proses transpor ion. Membran yang memiliki konstanta dielektrik lebih rendah daripada air, maka energi dirinya akan lebih tinggi daripada air. Dalam transportasi ion dalam membran

diperlukan energi atau sesuatu yang membuat ion menjadikan energinya meningkat atau menurunkan energi membran.

### Impedansi

Impedansi merupakan hambatan total pada rangkaian arus bolak-balik atau tingkat resistansi terhadap aliran arus listrik bolak-balik (Alternating Current). Suatu hambatan (R) diambil untuk menghadirkan komponen dissipative (menghilangkan) respon dielektrik, sedangkan suatu kapasitansi (C) menggambarkan komponen penyimpanan dielektrik bahan.

Resistansi dari kapasitansi C adalah  $R = 1/(j\omega C)$ , dimana j merupakan satuan imajiner. Pada rangkaian ekuivalen, impedansi Z<sub>p</sub> dari resistansi (R<sub>p</sub>) dan sebuah kapasitansi (reaktansi  $1/(\omega C_p)$ ) yang terangkai paralel dapat diperoleh dari Hukum Kirchoff,

$$\frac{1}{Z_p} = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{1/(j\omega C_p)} \quad \dots(3)$$

dari persamaan diatas didapatkan:

$$Z_p = \frac{R_p}{1 + (j\omega R_p C_p)} \quad \dots(4)$$

jika ditambahkan R<sub>s</sub> secara seri pada elemen RC maka diperoleh:

$$Z = R_s + \frac{R_p}{1 + (j.2.\pi.f.R_p.C_p)} \quad \dots(5)$$

dimana  $\omega$  digantikan dengan  $2\pi f$ . Real (Z<sub>re</sub>) dan bagian imajiner (Z<sub>im</sub>) dari impedansi kompleks Z adalah:

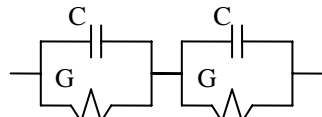
$$Z_{re} = R_s + \frac{R_p}{1 + \omega^2.R_p^2.C_p^2} \quad \dots(6)$$

dan

$$Z_{im} = \frac{R_p^2.C_p.\omega}{1 + \omega^2.R_p^2.C_p^2} \quad \dots(7)$$

(Gitter, 2007).

Hans coster, *et. Al.*, mengembangkan teknik baru spektrometri impedansi daya pisah atomik untuk penyelidikan membran ultrafiltrasi sehingga dapat disingkat mekanisme adsorpsi, fuoling, rejeksi dan sebagainya. Impedansi listrik membran dimodelkan dengan rangkaian elektronik, seperti berikut;



Gambar 3. Model elektronika membran

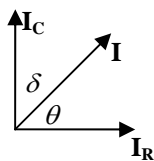
**Loss Coefficient**

Loss coefficient merupakan parameter yang menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menghamburkan atau melepaskan energi dan mengkonversinya menjadi panas. Sudut loss coefficient dibentuk oleh fasor arus total bolak-balik dengan arus pengisian  $I_C$  pada kapasitor, seperti ditunjukkan pada gambar 4 (Kamaluddin, 2004).

Loss coefficient =  $90^\circ - \text{sudut fase } (\theta)$ . Nilai loss coefficient akan bertambah besar dengan berkurangnya sudut fase akibat adanya kehilangan energi. Loss coefficient dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut

$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{V/R}{V\omega C} = \frac{G}{\omega C} \quad \dots(8)$$

dimana  $\omega$  adalah frekuensi angular dan  $C$  adalah kapasitansi.



Gambar 4. Diagram fasor yang membentuk sudut loss coefficient.

**Scanning Electron Microscope (SEM)**

Scanning electron microscope (SEM) merupakan mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk mengimplementasikan sebuah citra gambar. SEM memiliki kedalaman bidang pandang yang lebih luas, karakteristik pencitraan tiga dimensi, resolusi yang tinggi, ketajaman fokus gambar serta memiliki derajat perbesaran yang besar.

**Prinsip SEM**

Elektron dengan energi kinetik tinggi dipancarkan oleh sumber mengenai sampel membran. Pantulan elektron ini akan di tangkap oleh detektor sehingga membentuk bayangan tertentu. Tampilan permukaan sampel bergantung pada intensitas pengukuran elektron (Darwo, 2003).

Hasil foto SEM merupakan gambar topografi yang memperlihatkan segala tonjolan, lekukan, maupun lubang permukaan.



Gambar 5. Scanning electron microscope (SEM).

**BAHAN DAN METODE**

**Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Biofisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor mulai bulan juni 2008 sampai bulan desember 2008 dan karakterisasi SEM dilakukan di Laboratorium Geologi Kuartar (PPGL) Bandung.

**Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan dengan bahan pendukung seperti asam asetat 20% (pelarut), kapasitansi., cawan Petri, gelas kimia, tabung reaksi, pipet volumetric, pengдук kaca, neraca analitik, stirrer, batang magnetic, aluminium foil, Tupperware, aquadest, plat kaca, bak air, LCR Hi-tester Hioki 3522-50, micrometer sekrup, tissue, lap, gunting, penggaris dan alat tulis, serta kamera.

Asam asetat digunakan sebagai pelarut karena Asam asetat merupakan pelarut kitosan yang terbaik (Aryanto, 2002).

**Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode pengukuran kapasitansi dan impedansi dengan LCR meter yang dirangkaikan dengan plat kapasitor, serta karakterisasi morfologi membran dengan menggunakan SEM.

**Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan penelitian, persiapan eksperimen, eksperimen, analisa data kemudian dilanjutkan dengan pembahasan hasil dalam bentuk skripsi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.