

KAJIAN KAPASITANSI MEMBRAN AKIBAT VARIASI MASSA KITOSAN

Monicha Esti^{*)}, Gusnedi^{**)}, dan Ratnawulan^{***)}

^{*)}Mahasiswa Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNP, email : monichaesti@yahoo.co.id

^{**)} Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

^{***)} Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang

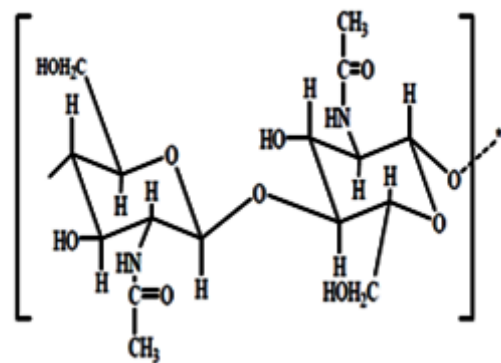
ABSTRACT

Membrane is a layer that separates the two phases and organize mass transfer of the two phases were separated. Chitosan can be used as materials for membrane by dissolving chitosan powder in acetic acid 1 %. To obtain membranes that have good physical qualities, it is necessary to research on the physical properties of membranes. This type of research is experimental research with samples of chitosan membranes made of chitosan powder with chitosan mass variation is used as the membrane are 2 grams, 3 grams, 4 grams, 5 grams and 6 grams. Membrane capacitance values can be measured directly using the LCR meter 827. The highest value membrane capacitance is 6.10 ± 0.01 pF with a mass of chitosan used as membrane is 6 grams at frequency 1 kHz. Membrane capacitance values have a tendency decreases with higher frequency. The highest value capacitance chitosan membrane after immersion in a solution of 20 mM KCl is 7.90 ± 0.01 with a mass of chitosan used as membrane is 4 grams at frequency 1 kHz. Based on the research can be obtained an effect of mass of chitosan used as membrane due to capacitance chitosan membrane.

Keywords : Membrane, Capacitance, Chitosan

PENDAHULUAN

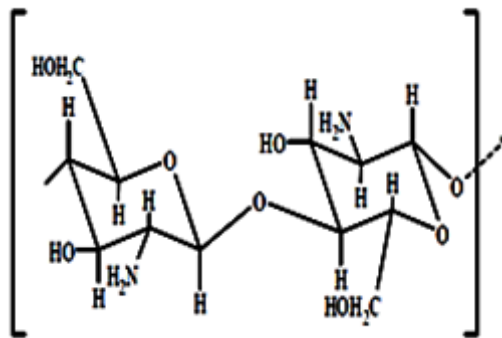
Udang merupakan salah satu hasil laut yang merupakan komoditas ekspor yang cukup potensial di Indonesia. Dari proses pengolahan udang, diperoleh hasil samping berupa kepala, kulit, dan ekor udang. Selain itu masih banyak limbah udang yang terbuang percuma sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan dan bau tak sedap. Kulit udang mengandung kitin sekitar 25 % (Purwanti, 2010). Kitin adalah biopolimer alami terbesar kedua yang dapat di alam setelah selulosa. Kitin dapat diperoleh dari *arthopoda*, jamur dan ragi, tetapi sumber komersial yang penting adalah *eksoskeleton* dari kepiting dan udang. Struktur kitin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kitin (Sumber : Silitonga, 2011)

Kitin dapat diproduksi lebih lanjut menjadi kitosan dengan melewati beberapa tahap yaitu: deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi sehingga menghasilkan bubuk kitosan. Kitosan mempunyai rumus umum $(C_6H_{11}NO_4)_n$ atau disebut sebagai

(1,4)-amino-2-deoksi-D-glukosa. Struktur kitosan terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Kitosan (Silitonga, 2011)

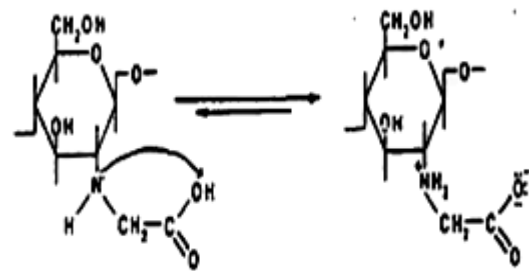
Kitosan yang dilarutkan dalam asam maka secara proporsional atom hidrogen dari radikal amina primernya akan lepas sebagai proton, sehingga larutan akan bermuatan positif, dan bila ditamkan molekul lain sebagai pembawa muatan negatif, maka akan terbentuklah polikationat, dan kitosan akan menggumpal.

Kelarutan kitosan berhubungan dengan derajat deasetilasinya. Deasetilasi akan memotong gugus asetil pada kitin, menyisakan gugus amina. Adanya atom H pada amina memudahkan interaksi dengan air melalui ikatan hidrogen. Kitin dan kitosan dapat larut dalam asam encer seperti asam asetat. Adanya gugus karboksil dalam asam asetat akan memudahkan pelarutan kitin dan kitosan karena terjadi interaksi hidrogen antara gugus karboksil dengan gugus amina dari keduanya.

Salah satu aplikasi kitosan yang saat ini sedang berkembang adalah dalam bidang pembuatan membran. Kitosan dapat ditransformasi menjadi membran dengan melarutkan kitosan pada asam organik seperti asam asetat. Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan asam lemah, artinya hanya terdisosiasi

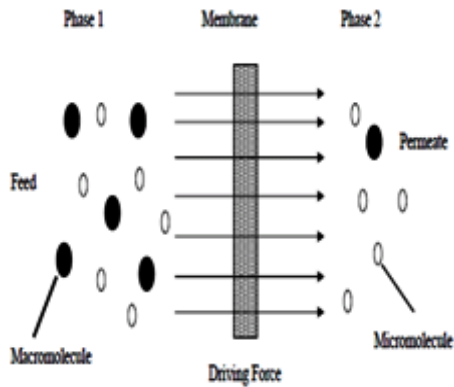
sebagian menjadi ion H⁺ dan CH₃COO⁻. Asam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Sifat keasaman dipengaruhi oleh atom hidrogen (H) pada gugus karboksil (-COOH) dapat dilepaskan sebagai ion H⁺ (proton), sehingga memberikan sifat asam.

Kitosan mempunyai molekul polar sehingga dapat larut dalam pelarut polar seperti asam asetat. Ketika molekul polar berdekatan dengan molekul polar, maka akan timbul gaya elektrostatis di antara keduanya. Melalui gaya ini, zat terlarut yang bersifat polar seperti kitosan dapat larut dalam pelarut polar seperti asam asetat. Interaksi antara kitosan dengan asam asetat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme ionisasi kitosan dalam asam asetat (Sumber : Suptijah, 2006)

Membran kitosan telah banyak dikembangkan dan diteliti untuk aplikasinya sebagai membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, elektrodialisis, dan hemodialisa. Membran adalah fasa antara atau fasa penghalang khusus yang memisahkan dua macam fasa dan membatasi bermacam spesi kimia dengan cara spesifik. Dua fasa tersebut memiliki karakter yang berbeda. Karakter tersebut diantaranya: perbedaan konsentrasi, suhu, tekanan, viskositas dan komposisi larutan. Prinsip operasi membran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip operasi membran (Hasimah, 2008)

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

Berdasarkan sifat listriknya membran buatan dibagi menjadi dua, yaitu membran tidak bermuatan tetap dan membran 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.

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 tertentu. Membran ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu: *Kation Exchange Membran (KEM)*, *Anion Exchange Membran (AEM)* dan *Double Fixed Charge (AEM), Membran (DFCM.)* KEM adalah membran bermuatan anion tetap yang hanya dapat dilewati oleh kation. AEM adalah membran bermuatan kation tetap yang hanya dapat dilewati oleh anion. DFCM adalah membran bermuatan yang memiliki muatan anion dan kation tetap pada bagian *lattice* tertentu yang merupakan gabungan KEM dan AEM.

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 dikenal 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 ukuran ketebalan pori membran terbagi atas: Mikrofiltrasi, Ultrafiltrasi, Nanofiltrasi dan Reverse Osmosis. Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran micron atau submicron. Mikrofiltrasi mencakup diameter pori diantara 0.1 μ m. Membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi merupakan proses pemisahan dengan mekanisme penyaringan, yaitu memisahkan spesi tertentu dari yang lain berdasarkan ukuran dan digunakan baik untuk penyaringan udara maupun cairan.

Membran ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan atau memekatkan

larutan yang mengandung koloid dan bahan dengan berat molekul tinggi. Membran ultrafiltrasi mempunyai pori-pori yang halus dengan ukuran pori beberapa puluh angstrom. Sesuai dengan ukuran pori membran membran ultrafiltrasi dapat digunakan untuk pemekatan lateks encer pada industri karet. Selain itu teknologi ultrafiltrasi dipakai dalam proses fraksionasi, konsentrasi (pemekatan), dan purifikasi (pemurnian protein). Contohnya dalam industri susu dan mengklarifikasi jus dari kontaminan untuk meningkatkan kualitas jus buah.

Proses nanofiltrasi merejeksi kesadahan, menghilangkan bakteri dan virus, menghilangkan warna karena zat organik tanpa menghasilkan zat kimia berbahaya. Nano berarti sepermilyar, menunjukkan ukuran porinya. Nano filter adalah membran bertekanan sangat rendah, hanya melewatkan partikel dibawah 1 nanometer. Contoh penggunaannya adalah pada proses pemekatan sirup jagung. Sedangkan membran reverse osmosis merupakan proses yang didorong tekanan, menahan semua ion, melepaskan ion atau meloloskan air.

Karakterisasi membran buatan seperti kitosan meliputi: sifat listrik, mekanik, termal dan sebagainya. Sifat kelistrikan dapat dilihat dengan melakukan pengukuran kapasitansi membran. Kapasitansi didefinisikan sebagai konstanta perbandingan yang menghubungkan perbedaan tegangan dan muatan yang melintasi dua titik atau kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Nilai kapasitansi hanya bergantung pada struktur dan dimensi kapasitor itu sendiri. Untuk kapasitor plat sejajar yang masing-masing memiliki luas A dan dipisahkan oleh jarak d yang berisi udara, kapasitansi dinyatakan oleh Persamaan 1 (Giancoli 2001) :

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \dots\dots\dots (1)$$

Kapasitansi dari suatu kapasitor dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu: luas

permukaan plat, jarak pisah antar plat dan tetapan dielektrik dari bahan antar plat. Sebagian besar kapasitor memiliki lembar isolator yang disebut dielektrikum yang diletakkan diantar pelat-pelatnya. Jika dielektrikum memenuhi ruang antara kedua konduktor pada kapasitor, kapasitansi akan naik sebesar faktor k yang dikenal sebagai konstanta dielektrikum, maka kapasitansi kapasitor plat sejajar dinyatakan oleh Persamaan 2 (Giancoli, 2001)

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) \left(k \frac{A}{d} \right) \dots\dots(2)$$

Nilai kapasitansi pada membran berhubungan dengan kemampuan membran dalam memisahkan muatan listrik yang diperoleh melalui perbedaan jumlah anion dan kation pada masing-masing sisi membran. Pemisahan muatan ini akan menghasilkan perbedaan potensial yang melintasi membran (Bezanilla, 2008).

Salah satu upaya dalam memperoleh membran kitosan yang mempunyai kekuatan fisik yang baik adalah dengan memvariasikan massa kitosan yang dijadikan sebagai membran. Menurut Laksita (2009), semakin besar massa kitosan yang diberikan saat membuat larutan kitosan, maka kekuatan fisik membran yang dihasilkan akan semakin baik. Penggunaan massa bubuk kitosan yang dijadikan membran akan mempengaruhi konsentrasi larutan dalam pembuatan membran kitosan. Menurut Ismayana (2009), konsentrasi kitosan mempengaruhi porositas membran kitosan. Konsentrasi kitosan pada pembuatan membran akan mempengaruhi karakteristik membran (Rohman, 2009).

Karakteristik membran kitosan yang telah dibuat dilakukan pengujian dengan merendam membran kitosan kedalam larutan elektrolit seperti KCl. Larutan elektrolit mengandung partikel-partikel yang bermuatan (kation dan anion) yang dapat menghantarkan listrik. Ion-ion pada larutan elektrolit dapat berdifusi melalui permukaan membran sehingga juga akan mempengaruhi nilai

kapasitansi dan konstanta dielektrik masing-masing membran yang telah dibuat dengan variasi massa kitosan yang dijadikan membran.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: Bubuk Kitosan, Asam asetat 1 %, NaOH 4 %, Aquades, dan KCl 20 mM.

Pembuatan Membran Kitosan

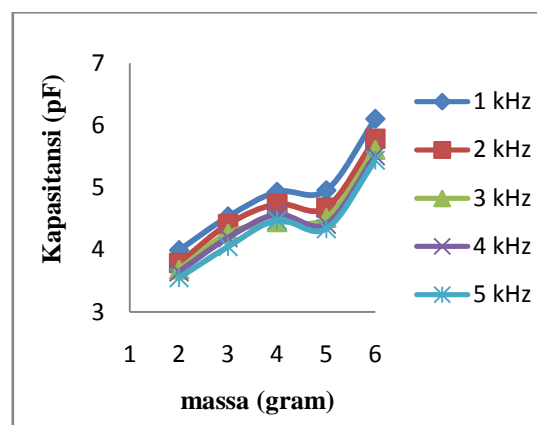
Membran kitosan dibuat dengan melarutkan kitosan pada asam asetat 1 % untuk masing-masing variasi massa kitosan yang dijadikan membran yaitu 2 g, 3 g, 4 g, 5 g, dan 6 g. Larutan kitosan dan asam asetat kemudian dituangkan kedalam cetakan berupa cawan petri dan dikeringkan pada suhu kamar. Membran dilepaskan dari cawan petri dengan dengan merendam membran dalam larutan NaOH 4 % selama ± 2 menit. Membran yang terlepas dari cetakan dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan di udara terbuka.

Pengukuran Kapasitansi Membran

Pengukuran kapasitansi membran menggunakan LCR meter 827 dan plat kapasitor keping sejajar dengan dimensi 1,3 cm x 1,3 cm x 0,1cm. Pengukuran kapasitansi membran dilakukan dengan menjepitkan kabel penghubung pada LCR meter 827 pada plat kapasitor yang telah berisi membran kitosan dengan memvariasikan frekuensi pengukuran 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz dan 5 kHz untuk masing-masing membran yang divariasikan yaitu membran 2 g, 3 g, 4 g, 5 g, dan 6 g untuk membran yang tidak direndam dan membran yang direndam pada larutan KCl 20 mM selama 1 jam untuk masing-masing membran yang divariasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran nilai kapasitansi membran kitosan dapat diperoleh hubungan antara nilai kapasitansi membran kitosan dengan massa kitosan yang dijadikan sebagai membran yaitu: 2, 3, 4, 5 dan 6 gram yang dapat dilihat pada Gambar 5.

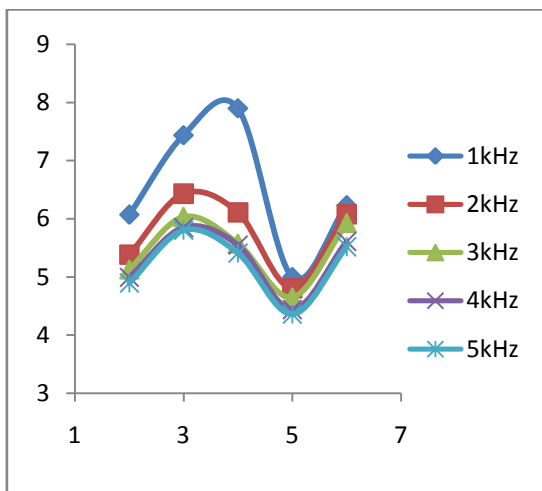


Gambar 5. Karakteristik kapasitansi membran dengan variasi masa kitosan yang dijadikan membran dan frekuensi

Pada Gambar 5 dapat dilihat pengaruh massa kitosan yang dijadikan membran terhadap nilai kapasitansi membran. Semakin tinggi massa kitosan yang dijadikan membran, nilai kapasitansi juga membran semakin tinggi. Nilai kapasitansi membran kitosan yang paling tinggi adalah membran kitosan dengan massa 6 gram pada frekuensi 1 kHz yaitu 6.10 ± 0.01 pF. Pada Gambar 5 juga dapat dilihat pengaruh frekuensi yang diberikan dalam pengukuran. Semakin tinggi frekuensi yang diberikan, nilai kapasitansi membran semakin menurun.

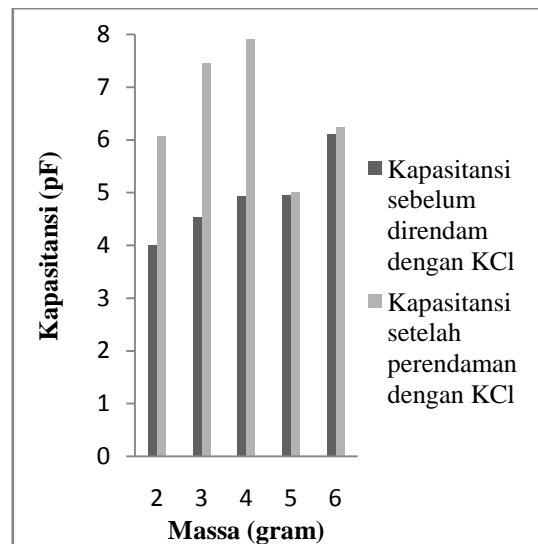
Pada penelitian ini, massa kitosan yang digunakan dalam pembuatan membran bervariasi yaitu 2, 3, 4, 5, dan 6 gram yang dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 1 %. Kemudian membran direndam dalam larutan KCl 20 mM. Nilai kapasitansi membran mengalami perubahan selama perendaman dengan larutan KCl.

Pada Gambar 6 dapat dilihat hubungan massa dengan kapasitansi membran setelah direndam dengan KCl.



Gambar 6. Karakteristik kapasitansi membran kitosan setelah direndam dengan KCl 20 mM selama 1 jam dengan variasi massa dan frekuensi

Pada Gambar 6 nilai kapasitansi membran bervariasi untuk masing-masing membran dengan massa yang berbeda-beda. Nilai kapasitansi membran yang paling tinggi setelah direndam dalam larutan KCl adalah membran kitosan dengan massa kitosan sebagai membran 4 gram pada frekuensi 1 kHz yaitu 7.90 ± 0.01 . Nilai kapasitansi membran mengalami penurunan pada membran 5 gram, dan mengalami kenaikan pada membran 6 gram pada frekuensi 1 kHz. Kecenderungan nilai kapasitansi membran semakin menurun dengan semakin tinggi frekuensi yang diberikan dalam pengukuran. Nilai kapasitansi membran mengalami kenaikan setelah direndam dengan KCl. Perubahan nilai kapasitansi membran yang tidak direndam dan membran yang telah direndam dalam KCl dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kapasitansi membran yang tidak direndam dan membran yang telah direndam dalam KCl pada frekuensi 1kHz

Pada Gambar 7, terlihat perubahan nilai kapasitansi membran pada kapasitansi membran yang tidak direndam dengan KCl dan kapasitansi membran yang direndam dalam KCl pada frekuensi 1 KHz. Perubahan nilai kapasitansi yang paling tinggi terjadi pada membran kitosan 4 gram. Kecenderungan nilai kapasitansi membran kitosan semakin menurun dengan semakin banyak frekuensi yang diberikan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat kecenderungan semakin tinggi massa kitosan yang dijadikan membran, nilai kapasitansi membran juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh peristiwa polarisasi yang terjadi pada kapasitor. Jika kedua ujung plat metal pada kapasitor 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. Membran kitosan yang mengandung gugus polar yaitu muatan negatif pada gugus karboksilat COCH_3 dan muatan positif pada gugus amina NH (Harianingsih, 2010) akan mengalami polarisasi, sehingga nilai kapasitansi sema-

kin besar. Nilai kapasitansi yang semakin besar mengindikasikan semakin banyak ion pada *interface* elektroda-elektrolit (Yahya, 2004).

Nilai kapasitansi dipengaruhi oleh frekuensi. Peningkatan frekuensi mengakibatkan gelombang yang ditransmisikan tiap detiknya semakin banyak. Sebelum kapasitor terisi penuh, arah arus listrik sudah berbalik sehingga terjadi pengosongan muatan pada plat kapasitor dengan cepat. Hal ini menyebabkan muatan dalam kapasitor semakin berkurang dan kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan semakin kecil (Sulastri dalam Laksita, 2009). Nilai kapasitansi sebanding dengan nilai konstanta dielektrik. Semakin tinggi nilai kapasitansi membran, maka nilai konstanta dielektrik membran juga semakin tinggi.

Kemampuan transpor membran dipengaruhi oleh pori membran. Pada membran kitosan, pembentukan porositas dipengaruhi oleh konsentrasi kitosan (Ismayana, 2009). Konsentrasi kitosan merupakan perbandingan massa bubuk kitosan yang terlarut dengan pelarut yang digunakan sebagai pembuat membran kitosan. Pengaruh massa kitosan yang dijadikan membran ini juga dapat dilihat pada membran kitosan yang telah direndam pada larutan KCl. Nilai kapasitansi membran kitosan mengalami peningkatan setelah direndam dalam larutan KCl karena larutan elektrolit KCl masuk ke pori-pori membran kitosan.

Nilai kapasitansi membran yang bervariasi untuk masing-masing membran kitosan dipengaruhi oleh pori-pori membran. Karakteristik membran lebih dipengaruhi oleh bagaimana pori-pori membran tersusun (Rohman, 2009). Struktur dan pori membran dipengaruhi oleh massa kitosan pada pembuatan larutan kitosan. Sehingga semakin besar konsentrasi polimer hingga titik tertentu akan menghasilkan membran dengan struktur permukaan yang lebih baik, kemudian akan terjadi penumpukkan padatan pada

suatu bagian dari membran jika konsentrasi larutan ditingkatkan, yang menimbulkan adanya bagian yang cacat pada membran sehingga mempengaruhi kualitas membran (Rohman, 2009).

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengkaji pengaruh massa kitosan terhadap nilai kapasitansi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Massa kitosan yang dijadikan membran berpengaruh terhadap karakteristik membran yang dihasilkan. Membran kitosan yang mempunyai nilai kapasitansi yang paling tinggi adalah membran kitosan dengan massa kitosan yang dijadikan membran 6 gram.
2. Massa kitosan yang dijadikan membran mempengaruhi nilai kapasitansi membran setelah direndam dalam larutan KCl. Membran yang mempunyai nilai nilai kapasitansi yang paling tinggi setelah direndam dengan larutan KCl 20 mM, adalah membran kitosan 4 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima*. [diterjemahkan Dra. Yuhliza Hanum, M. Eng]. Jakarta: Erlangga.
- Laksita, Devi. 2009. *Sintesis Dan Kajian Sifat Listrik Membran Kitosan Dengan Variasi Konsentrasi Kitosan* [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Harianingsih. 2010. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan Sebagai Bahan Pelapis (Coater) Pada Buah Stroberi* [Tesis]. Universitas Diponegoro Semarang.

- Hasimah, Siti. 2008. *Fabrication Of Chitosan Membrane: The Effects Of Different Polyethylene Glycol Compositions On Membrane Performance In Oily Wastewater Treatment*. Faculty of Chemical Engineering and Natural Resource University College of Engineering and Technology Malaysia
- Ismayana, Andes. 2010. *Kajian Pengaruh Pelarut Pada Pembuatan Membran Mikrofiltrasi (Porous Membrane) Dari Khitosan*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. Vol. 12 (1),19-24
- Purwanti, Ani. 2010. *Analisis Kuat Tarik Dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol*. Jurnal Teknologi Volume 3 Nomor 2 Desember 2010, 99-106
- Rohman, Taufiqur. 2009. *Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Karakter Membran Kitosan*. Jurnal Sains dan Terapan Kimia, Vol. 2 No. 1 (Januari 2009), 14 – 24
- Silitonga, Dewi Regina. 2011. *Pembuatan Membran Kalsium Alginat Kitosan Serta Pengujian Permeabilitasnya*. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara
- Suptijah, Pipih. 2006. *Deskripsi Karakteristik Fungsional dan Aplikasi Kitin Kitosan*. Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan. Bogor : IPB
- Yahya, MZA. 2004. *Electrical Properties of Fatty Acid in Salted Chitosan Membranes*. Indonesian Journal of Physics Vol 15 No. 4, October 2004