

PENGARUH KONSENTRASI DAN ION VALENSI LARUTAN TERHADAP RAPAT ARUS DIFUSI ION PADA MEMBRAN KITOSAN

Umi Hariyani*, Ni Nyoman Rupiasih*, I Gde Antha Kasmawan*

*Jurusan Fisika FMIP Alam, Universitas Udayana

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi dan ion valensi larutan terhadap rapat arus difusi ion pada membran biopolimer kitosan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik arus-tegangan khususnya rapat arus difusi ion dari membran kitosan. Membran yang digunakan adalah membran biopolimer kitosan dengan konsentrasi matrik 2%, dan larutan elektrolit adalah larutan NaCl (ion valensi +1) dan CaCl_2 (ion valensi +2) dengan variasi konsentrasi 0,1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM dan 1000 mM. Proses transport dilakukan dengan menggunakan model *cell* membran yang terdiri dari 2 ruang. Beda tegangan membran diukur menggunakan *electroda calomel Activon AEP Single jnct* 12 x 120 mm. Dari hasil pengamatan diperoleh, semakin besar beda konsentrasi larutan di kedua ruang dan semakin besar ion valensi larutan maka nilai rapat arus difusi ionnya semakin meningkat, khususnya pada beda konsentrasi paling besar yaitu 1000 mM : 0,1 mM, gaya dorong yang ditimbulkan oleh ion-ion terhadap permukaan membran cukup besar.

Kata Kunci: membran kitosan, konsentasi, ion valensi, rapat arus difusi

Abstract

An investigation of the effect of concentration and ion valence of solution on the current density on biopolymer chitosan membrane has been done. The study aimed to determine the current-voltage characteristics of chitosan membrane especially for ion diffusion. Membrane used was chitosan membrane with matrix of 2%, and the electrolyte solution was NaCl (ionic valence+1) and CaCl_2 (ionic valence+2), with various concentration of 0.1 mM, 1mM, 10mM, 100mM and 1000mM. Transport process is done by using a model cell membrane consisting of 2 rooms. The voltage difference of membrane is measured using "a calomel electrode of Activon AEP Single Jnct 12x120 mm". From the observations obtained, the higher concentration difference in the both rooms and the greater value of ion valence, the current density of ionic diffusion increased, especially at the highest concentration difference e.g. 1000 mM: 0.1 mM, the diffusion force generated was large enough.

Keyword: chitosan membrane, concentrations, ion valence, diffusion current density

I. Pendahuluan

Membran merupakan sebuah pembatas tipis antara dua fase yang mampu melewatkan suatu spesi dan menahan spesi lainnya. Berdasarkan bahan dasar pembuatannya membran dibagi

menjadi 2 jenis, yaitu membran biologis dan membran buatan/membran sintetik. Membran sintetik sendiri dapat dibedakan menjadi membran organik, dimana bahan penyusun utamanya adalah polimer dan membran anorganik dengan bahan

penyusun utamanya adalah logam atau nonlogam, kaca, atau campuran keduanya (keramik). Salah satu contoh membran organik adalah membran kitosan yang termasuk dalam membran biopolimer yaitu membran sintetik dengan bahan dasar organik yang berasal dari makhluk hidup.

Pada zaman modern ini teknologi membran telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah teknologi pemisahan larutan dengan menggunakan membran *ion exchange*. Membran *ion exchange* adalah membran bermuatan, diantaranya membran *kation exchange* (membran bermuatan negatif) dan membran *anion exchange* (membran bermuatan positif). Membran-membran tersebut memisahkan larutan berdasarkan jenis muatannya. Membran *kation exchange* hanya dapat dilewati oleh kation (ion-ion positif) saja, sedangkan membran *anion exchange* hanya dapat dilewati oleh anion (ion-ion negatif) saja.

Membran memiliki berbagai karakteristik diantaranya karakteristik sifat termal, listrik, mekanik, dan sebagainya. Salah satu karakteristik kelistrikan membran yaitu karakteristik arus-tegangan membran. Karakteristik ini dipengaruhi oleh aliran elektron-elektron dan ion-ion pada membran. Aliran ion-ion berpengaruh pada aliran arus dalam membran, yang dalam hal ini sering disebut sebagai arus difusi. Arus difusi terjadi akibat adanya beda konsentrasi pada kedua sisi membran, sedangkan aliran elektron-elektron (aliran arus) terjadi akibat pemberian arus listrik pada larutan yang melewati membran. Semua proses aliran tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor luar maupun dalam dari membran. Beberapa faktor luar yang cukup berpengaruh antara lain konsentrasi dan ion valensi dari larutan yang dilewatkan pada membran. Sedangkan faktor dalam membran, salah satunya adalah jenis membran itu sendiri.

Pada penelitian ini diamati karakteristik aliran ion-ion (transport ion) dalam membran, yang dalam hal ini adalah rapat arus difusi ion terhadap beberapa parameter yaitu variasi konsentrasi dan ion valensi larutan elektrolit. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi dan ion valensi larutan terhadap rapat arus difusi ion dari membran biopolimer kitosan, yang merupakan salah satu jenis membran bermuatan positif (*anion exchange*).

II. Tinjauan Pustaka

A. Membran Kitosan

Membran kitosan merupakan salah satu membran organik yang terbuat dari bahan dasar biopolimer kitosan. Kitosan merupakan biopolimer yang banyak terdapat pada kulit cangkang binatang *mollusca*, *crustaceae* dan *insecta*. Kitosan ini didapatkan melalui proses deasetilasi dari senyawa kitin, dimana gugus asetil pada kitin, oleh hidrogen diubah menjadi gugus amin dengan penambahan larutan basa kuat berkonsentrasi tinggi [1]. Membran kitosan merupakan membran bermuatan yang termasuk dalam membran *anion exchange* dimana membran ini merupakan membran yang mampu melewatkan anion (ion-ion negatif) saja.

B. Larutan Elektrolit

Larutan adalah campuran homogen dari molekul, atom atau ion dari dua zat atau lebih [2]. Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan dapat dibagi menjadi larutan elektrolit dan non-elektrolit. Larutan elektrolit merupakan larutan yang zat terlarutnya terurai menjadi ion-ion (terionisasi) di dalam pelarut air, sehingga dapat menghantarkan listrik. Sedangkan larutan non-elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik karena unsur-unsur dalam larutan saling berikatan

kuat, sehingga sulit untuk terionisasi. Kelarutan ditentukan oleh konsentrasi zat terlarut dalam larutan jenuhnya. Konsentrasi (C) adalah banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan [2].

C. Transport Ion Pada Membran

Transport ion pada membran dapat terjadi, salah satunya adalah karena adanya perbedaan konsentrasi di kedua sisi membran. Mekanisme transport ion pada membran yang terjadi akibat adanya perbedaan konsentrasi disebut difusi. Berdasarkan Hukum Fick, jika perbedaan konsentrasi kecil, maka kerapatan fluks pada peristiwa difusi (J_{diff}) sebanding dengan gradien konsentrasinya ($\frac{\partial C}{\partial x}$) [3], yang secara matematik dituliskan sebagai:

$$J_{diff} = D \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.1)$$

Dimana D adalah konstanta Difusi [4], yaitu:

$$D = \Delta V \cdot \mu \cdot \frac{1}{\log \left[\frac{C_1}{C_2} \right]} \quad (2.2)$$

dan

$$\mu = \frac{x^2 \cdot z \cdot e}{k_B \cdot T \cdot \log \left[\frac{C_1}{C_2} \right]} \quad (2.3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) dan (2.3) ke persamaan (2.1) diperoleh:

$$J_{diff} = \Delta V \cdot \frac{x^2 \cdot z \cdot e}{k_B \cdot T \cdot \left(\log \left[\frac{C_1}{C_2} \right] \right)^2} \quad (2.4)$$

III. Material Dan Metoda Penelitian

a. Membran, Larutan Dan Metoda

Membran yang digunakan adalah membran kitosan dengan matrik 2%, dengan diameter pori-pori sebesar 3.382 nm. Larutan elektrolit

yang digunakan adalah NaCl dan CaCl_2 dengan variasi perbandingan konsentrasi Ruang 1 (C_1): Ruang 2 (C_2) masing-masing adalah 0,1mM:0,1mM, 1 mM:0,1mM, 10 mM:0,1mM, 100 mM:0,1mM, dan 1000mM:0,1mM. Pengukuran dilakukan dengan metoda “transport membran *cell* dua ruang” dan elektroda kalomel Activon AEP111 *Single jnct* 12 × 120 mm sebagai sensor pengukuran beda tegangan membran.

b. Prosedur Experimen

Seperti telah disebutkan di atas, jenis larutan yang digunakan adalah NaCl dan CaCl_2 . Dalam pelaksanaannya, konsentrasi larutan pada Ruang 1 divariasi dan konsentrasi larutan pada Ruang 2 dibuat tetap, dengan perbandingan konsentrasi $C_1:C_2$ yaitu 0,1 mM : 0,1 mM, 1 mM : 0,1 mM, 10 mM : 0,1 mM, 100 mM : 0,1 mM, dan 1000 mM : 0,1 mM. Permukaan membran menghadap ke Ruang 1. Setiap variasi konsentrasi diukur beda tegangan membran.

c. Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan metode-metode fisika yang umum digunakan seperti menentukan nilai rata-rata, standard deviasi pengukuran dan analisa grafik. Dari data hasil pengukuran seperti beda tegangan, konsentrasi, jarak kedua elektroda dan suhu larutan di Ruang 1 dapat dihitung nilai rapat arus difusi (J_{diff}) dengan menggunakan persamaan (2.4). Setelah diperoleh nilai rapat arus difusi, kemudian dibuat grafik antara rapat arus difusi dengan variasi konsentrasi. Grafik tersebut juga digunakan untuk menjelaskan pengaruh ion valensi terhadap nilai rapat arus difusi.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit Terhadap Rapat Arus Difusi Ion

Data hasil pengukuran beda tegangan membran yang timbul akibat perbedaan konsentrasi di Ruang 1 dan Ruang 2 dituliskan pada Tabel 4.1. Jarak kedua elektroda dan suhu

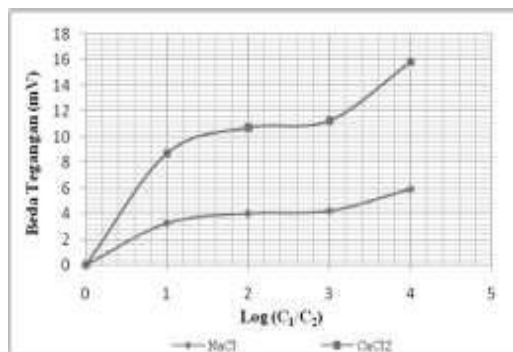
larutan di Ruang 1 adalah masing-masing 0,01 m dan 28,8 °C.

Dari data pada Tabel 4.1 dapat diplot grafik antara beda tegangan membran (\bar{AV}) dengan logaritma perbandingan konsentrasi larutan di Ruang 1 dan Ruang 2 ($\log(C_1/C_2)$) seperti tampak pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa kenaikan

Tabel 4.1 Beda tegangan membran yang timbul akibat perbedaan konsentrasi di Ruang 1 dan Ruang 2.

Konsentrasi (mM)		Beda Tegangan (mV)							
Ruang I	Ruang II	NaCl				CaCl ₂			
		I	II	III	$\bar{V} \pm \Delta V$ ($\times 10^{-3}V$)	I	II	III	$\bar{V} \pm \Delta V$ ($\times 10^{-3}V$)
0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01 ± 0	0,02	0,01	0,02	0,017 ± 0,003
1	0,1	3,31	3,23	3,28	3,273 ± 0,023	8,82	8,62	8,76	8,733 ± 0,059
10	0,1	3,99	4,06	4,01	4,020 ± 0,021	10,64	10,82	10,70	10,720 ± 0,053
100	0,1	4,23	4,20	4,24	4,223 ± 0,012	11,28	11,20	11,32	11,267 ± 0,035
1000	0,1	5,98	5,93	5,92	5,942 ± 0,019	15,94	15,82	15,78	15,847 ± 0,035



Gambar 4.1 Grafik beda tegangan membran (\bar{AV}) terhadap logaritma perbandingan konsentrasi larutan di ruang 1 dan ruang 2 ($\log(C_1/C_2)$).

beda tegangan membran terhadap logaritma perbandingan konsentrasi larutan di Ruang 1 dan Ruang 2 ($\log(C_1/C_2)$). Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa, beda tegangan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai $\log(C_1/C_2)$.

Dari nilai beda tegangan dan konsentrasi (Tabel 4.1), jarak kedua elektroda dan suhu larutan diperoleh nilai rapat arus difusi (J_{diff}) seperti pada Tabel 4.2.

Dari Tabel 4.2 dapat diplot grafik rapat arus difusi ion rata-rata terhadap konsentrasi larutan di Ruang 1 seperti tampak pada Gambar 4.2a. Dari gambar tersebut tampak bahwa, konsentrasi

Konsentrasi (mM)		NaCl	CaCl ₂
Ruang 1	Ruang 2	$\bar{j} \pm \Delta j$ ($\times 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	$\bar{j} \pm \Delta j$ ($\times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
0,1	0,1	0 ± 0	0 ± 0
1	0,1	1,89 ± 0,0134	1,01 ± 0,00683
10	0,1	6,37 ± 0,0329	3,40 ± 0,00168
100	0,1	30,00 ± 0,0852	16,00 ± 0,0502
1000	0,1	238,00 ± 0,0744	127,00 ± 0,385

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Nilai Rapat Arus Difusi Ion

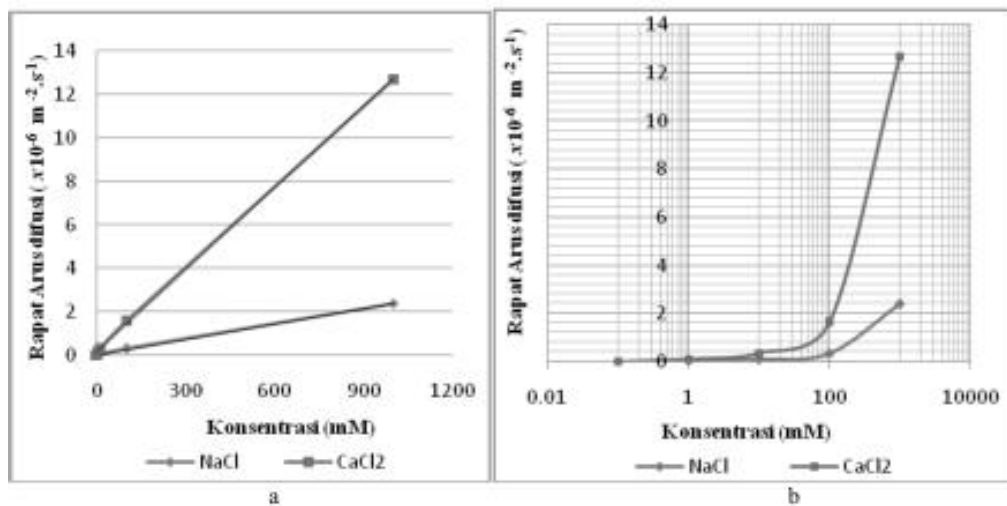
larutan elektrolit sangat mempengaruhi nilai rapat arus difusi ion. Semakin besar konsentrasi larutan di Ruang 1, maka nilai rapat arus difusi ion semakin besar.

Pada Gambar 4.2a, kenaikan rapat arus difusi ion pada konsentrasi rendah yaitu 0,1 mM, 1 mM dan 10 mM terlihat menumpuk karena skala variasi konsentrasi yang sangat besar dan nilai rapat arus difusi ion sangat kecil. Untuk memperjelas kenaikan rapat arus difusi ion terhadap variasi

konsentrasi tersebut dapat dilihat grafik semilog pada Gambar 4.2b.

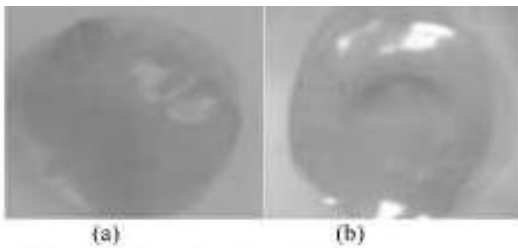
Gambar 4.2b memperlihatkan bahwa pada konsentrasi 0,1 mM, 1 mM dan 10 mM kenaikan rapat arus difusi ionnya sangat kecil, pada konsentrasi 100 mM terlihat mulai terjadi peningkatan, sedangkan pada konsentrasi 1000 mM, kenaikan nilai rapat arus difusi ion sangat tajam. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 1000 mM, beda konsentrasi antara kedua ruang sangat tinggi sehingga banyak ion-ion dari Ruang 1 yang bergerak melewati membran. Hal ini menyebabkan nilai rapat arus difusi ionnya jauh lebih tinggi dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Konsentrasi ion menentukan banyaknya ion yang terdapat pada larutan, semakin besar konsentrasinya maka semakin banyak ion dalam larutan tersebut. Dengan semakin besar konsentrasi berarti gaya dorong yang ditimbulkan oleh ion-ion pada larutan elektrolit terhadap permukaan membran semakin besar. Hal ini diperkuat dengan hasil pengamatan pada



Gambar 4.2 (a) Grafik hubungan rapat arus difusi ion rata-rata terhadap variasi konsentrasi larutan di Ruang 1. (b) Grafik semilog rapat arus difusi ion rata-rata terhadap log konsentrasi larutan di Ruang 1.

permukaan membran setelah digunakan dalam proses transport seperti Gambar 4.3b, dimana pada konsentrasi 1000 mM (beda konsentrasi Ruang 1 dan Ruang 2 yang paling tinggi) permukaan membran membentuk cekungan dengan jari-jari kelengkungan ± 2 mm. Sedangkan pada konsentrasi rendah yaitu 0,1 mM, 1 mM, 10 mM dan 100 mM keadaan membran setelah digunakan dalam proses transport tidak mengalami perubahan.



Gambar 4.3 (a) Membran kitosan sebelum digunakan dalam proses transport. (b) Membran kitosan setelah digunakan transport pada larutan elektrolit 1000 mM.

4.2 Pengaruh Ion Valensi Larutan Elektrolit Terhadap Rapat Arus Difusi Ion

Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa penggunaan jenis larutan elektrolit dengan ion valensi yang berbeda berpengaruh terhadap nilai rapat arus difusi ion, seperti terlihat pada Gambar 4.2. Dari gambar tersebut tampak bahwa kenaikan rapat arus difusi ion pada larutan CaCl_2 lebih tajam dibandingkan larutan NaCl . Hasil tersebut bersesuaian dengan jenis larutan elektrolit yang digunakan yaitu NaCl dan CaCl_2 yang masing-masing mempunyai ion valensi +1 dan +2. Pada larutan NaCl , 1 ion Na^+ akan melepaskan 1 ion Cl^- , sedangkan untuk larutan CaCl_2 , 1 ion Ca^{2+} akan melepaskan 2 ion Cl^- . Maka dari itu pada

konsentrasi yang sama, larutan CaCl_2 mempunyai jumlah ion Cl^- dua kali lebih banyak dibandingkan larutan NaCl , sehingga memberikan nilai rapat arus difusi ion yang lebih besar.

II. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengamatan dan pembahasan pada penelitian tentang pengaruh konsentrasi, ion valensi dan suhu larutan terhadap rapat arus difusi ion pada membran biopolimer kitosan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi beda konsentrasi dan ion valensi larutan, maka nilai rapat arus difusi ionnya semakin meningkat. Khususnya, pada beda konsentrasi yang sangat tinggi yaitu 1000 mM dan 0,1 mM, gaya dorong yang ditimbulkan oleh ion-ion pada larutan elektrolit terhadap permukaan membran cukup besar.

III. Daftar pustaka

1. Sanusi, Mustari. 2004. *Transformasi Kitin Dari Hasi Isolasi Limbah Industri udang beku Menjadi Kitosan*. Marina Chimica Acta, Vol. 5 No.2. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Hasanuddin. Hal 28-32.
2. Nuwair. 2009. *Kajian Impedansi dan Kapasitansi Listrik Pada Membran Telur Ayam Ras*. Skripsi. Departemen Fisika. IPB. Bogor. Hal 1-3.
3. Hobbie, Russel K. 1978. *Intermediate Physic for Medicine and Biology*. Second Edition. Joh Willey and Son. Singapore. Hal 45-105.
4. Sukardjo. 1989. *Kimia Fisika*. Bina Aksara, Jakarta. Hal 32-45.