

## PENGARUH TEMPERATUR LARUTAN TERHADAP KARAKTERISTIK RAPAT ARUS-BEDA POTENSIAL MEMBRAN KITOSAN

Angelia Bella Kusumaningtyas, Ni Nyoman Rupiasih, dan Made Sumadiyasa

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.  
Email : [rupiasih@unud.ac.id](mailto:rupiasih@unud.ac.id)

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang karakteristik rapat arus difusi-beda potensial ( $J$ - $V$ ) dari membran kitosan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ( $C$ ) dan temperatur ( $T$ ) larutan terhadap kurva karakteristik  $J$ - $V$  dari membran tersebut. Membran dibuat dari kitosan, sebagai bahan dasar (matrik) dan asam asetat 1% sebagai pelarut, dengan komposisi matrik/pelarut yaitu 2%. Pada eksperimen transport ion digunakan larutan elektrolit KCl dengan variasi konsentrasi 0,1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, dan 1000 mM, dan temperatur antara 300,9-340,9 K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rapat arus difusi ion ( $J$ ) bertambah seiring dengan bertambah besarnya perbandingan konsentrasi larutan di ruang 1 ( $C_1$ ) dan ruang 2 ( $C_2$ ). Kurva  $J$ - $V$  memperlihatkan hubungan kenaikan tidak linear dan kurva bergeser ke arah beda potensial yang lebih besar seiring dengan kenaikan temperatur. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa gradient konsentrasi dan temperatur sangat berpengaruh terhadap karakteristik  $J$ - $V$  dari membran kitosan.

**Kata Kunci :** Membran kitosan, larutan elektrolit, temperatur, rapat arus difusi

### Abstract

The study about the characteristics of the diffusion current density-potential ( $J$ - $V$ ) of chitosan membrane has been done. It aims to determine the effect of concentration ( $C$ ) and temperature ( $T$ ) solution to  $J$ - $V$  characteristic curve of the membrane. The membrane made of chitosan, as the base material (matrix) and 1% acetic acid as the solvent, with the composition of matrix/solvent of 2%. In the ion transport experiments, KCl electrolyte solution with various concentration of 0.1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, and 1000 mM and with variation of temperature of 300.9 to 340.9 K. The results showed that the value of the diffusion current density of ion increases with increasing the ratio of the concentration of solution in room 1 ( $C_1$ ) and room 2 ( $C_2$ ). The  $J$ - $V$  curve shows non-linear relationship and it's shifted toward larger potential with increased in temperature. These results indicate that the concentration gradient and temperature greatly affect the  $J$ - $V$  characteristics of chitosan membrane.

**Keywords:** chitosan membrane, electrolyte solution, temperature, diffusion current density

## **I. PENDAHULUAN**

Dewasa ini, teknologi membran sudah banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Contohnya, dalam bidang industri digunakan untuk desalinasi air, pemisahan gas, pengolahan limbah dan pemisahan larutan (Hariyani, 2013). Teknologi membran saat ini dikembangkan ke arah pembuatan membran berbahan dasar polimer alam (biopolimer) karena lebih ramah lingkungan. Salah satu contoh yaitu membran kitosan. Kitosan adalah polimer alam yang diperoleh melalui proses deasetilasi kitin. Kitin adalah polimer alam yang banyak dijumpai pada kulit cangkang binatang *Mollusca* seperti cumi-cumi, udang, kepiting dan serangga (*insect*) seperti belalang dan kecoak (Meriatna, 2008).

Efektifitas kerja dari membran dipengaruhi oleh karakteristik dan lingkungannya. Karakteristik membran meliputi sifat termal, listrik, mekanik, dan optik. Kurva rapat arus difusi-beda potensial ( $J-V$ ) merupakan salah satu karakteristik kelistrikan membran. Untuk mempelajari hal tersebut dapat dilakukan dengan mengukur arus dan beda potensial pada membran. Sifat-sifat tersebut dipengaruhi oleh aliran elektron-elektron (arus) dan ion-ion (arus difusi) pada membran (Hariyani, 2013).

Yustina, 2001 telah melaporkan bahwa temperatur sangat berpengaruh terhadap perubahan besar pori-pori

membran dan besar energi barier membran. Semakin tinggi temperatur maka pori-pori membran akan semakin besar dan menyebabkan semakin banyak ion-ion yang mampu melewati membran, sehingga konduktansinya semakin besar. Juansah, 2002 juga telah melaporkan bahwa peningkatan konduktansi membran sebanding dengan kenaikan temperatur. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu 1) Fenomena larutan, dimana dengan meningkatnya temperatur berarti persediaan energi dari luar (berupa panas) semakin besar. Dengan besarnya energi luar, maka kemampuan larutan untuk melewatkan ion-ion akan semakin besar, akibatnya aliran arus yang melewati membran meningkat. 2) Fenomena membran, dengan meningkatnya temperatur, kemampuan membran untuk mempertahankan bentuk pori-porinya semakin lemah. Sehingga semakin mudah ion-ion melewati membran dan aliran arus semakin besar.

Berdasarkan uraian di atas, maka studi tentang pengaruh konsentrasi dan temperatur larutan terhadap karakteristik rapat arus difusi ion-beda potensial ( $J-V$ ) membran kitosan penting dilakukan. Untuk tujuan tersebut, membran kitosan yang digunakan adalah membran 2%.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Membran Kitosan dan Karakteristiknya

Membran merupakan suatu lapisan tipis yang membatasi dua ruang dan berfungsi sebagai media perpindahan (transport) partikel. Berkenaan dengan fungsi transport, membran dapat bersifat permeable (mampu melewatkan), semi permeable, dan tidak permeable. Fungsi-fungsi tersebut sering disebut sebagai filtrasi (penyaringan). Pada proses filtrasi, ruang 1 adalah berisi umpan (*feed*) dan ruang 2 berisi hasil filtrasi (*permeate*) (Bokau, 2013). Sifat-sifat yang menentukan proses transport melalui membran adalah bentuk, ukuran, dan struktur pori-pori membran (Yustina, 2001).

Kitosan adalah polimer alam yang dapat diperoleh melalui deasetilasi Kitin (Meriatna, 2008). Kitosan dapat dibuat dengan cara menghidrolisis kitin dengan menggunakan basa kuat sehingga terjadi deasetilasi dari gugus asetamida ( $\text{NH-COCH}_3$ ) menjadi gugus amino ( $\text{NH}_2$ ) (Savitri, 2010).

Kitosan sudah banyak dimanfaatkan secara komersial pada berbagai bidang, diantaranya industri pangan, kosmetik, pertanian, farmasi, pengolahan limbah, dan penjernihan air. Kitosan mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi logam dengan membentuk logam kompleks. Oleh karena itu dapat digunakan sebagai

pengolah limbah. Kitosan juga dapat dibuat menjadi membran dan digunakan sebagai filter/penyaring logam berat (Meriatna, 2008; Putu Erika Winasri, 2013). Sifat-sifat membran kitosan sangat penting dipelajari untuk mengetahui potensi penggunaannya, seperti untuk osmosis balik, pemisahan partikel dan gas, pervaporasi, transport aktif, dan dialysis (Barbara Krajewska & Andrzej Olech, 1996).

Membran kitosan mempunyai karakteristik atau sifat yang sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu metoda atau cara pembuatan, komposisi kitosan (dalam hal ini sebagai bahan dasar atau matrik dengan pelarut), serta kondisi lingkungan pada saat membran dibuat (Meriatna, 2008; Rupiasih, N Nyoman, *et al*, 2015). Karakteristik membran kitosan meliputi sifat mekanik, listrik, optik, fisika dan kimia. Beberapa teknik untuk mengkarakterisasi sifat-sifat tersebut seperti FTIR, BJH (Barrett-Joyner-Halenda), uji tarik, dan transport ion.

### 2.2 Karakteristik FTIR dan Transport Ion pada Membran

Dalam penelitian ini akan dilakukan karakterisasi membran dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*) dan transport ion. FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi dari membran kitosan (Mulder, 1996).

Pengukuran dilakukan pada spectrum inframerah daerah tengah yaitu pada bilangan gelombang 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

Transport ion pada membran adalah proses aliran ion-ion melalui membran. Proses transport tersebut dapat terjadi karena adanya gaya pendorong. Gaya pendorong dapat berupa gradient konsentrasi, temperatur, dan beda potensial. Kerapatan arus yang terjadi sebanding dengan gradient konsentrasinya (Hobbie, 1978). Secara matematik kerapatan arus tersebut dituliskan sebagai persamaan 2.1, yang disebut sebagai Hukum Fick I.

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

dimana  $J_{diff}$  adalah kerapatan arus ( $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ),  $D$  adalah konstanta difusi ( $\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ), dan  $\frac{\partial C}{\partial x}$  adalah gradient konsentrasi ( $\text{m}^{-4}$ ).

Konstanta difusi memenuhi persamaan 2.2 (Sukardjo, 1989), yaitu:

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

dimana  $V$  adalah beda potensial antara kedua sisi membran ( $V$ ),  $C_1$  dan  $C_2$  adalah konsentrasi larutan elektrolit di ruang 1 dan 2 (M),  $\mu$  adalah mobilitas ion ( $\text{m}^2\text{s}^{-1}\text{V}^{-1}$ ), yang besarnya adalah

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

Dimana  $x$  adalah jarak ke dua elektroda (m) dan  $t$  adalah waktu (s). Dengan

mensubtitusikan persamaan 2.2 dan 2.3 ke persamaan 2.1, maka kerapatan arus difusi dapat dituliskan sebagai:

$$J_{diff} = V \frac{x^2 z e}{k_B T t \left(\log\left(\frac{C_1}{C_2}\right)\right)^2} \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.4)$$

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu satu set alat transport membran (*chamber*), multimeter digital MASDA DT830 200 mV, termometer digital verify (temperatur:  $-50 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ), elektroda kalomel Activon AEP 111 Single jct 12 x 120 mm. Bahan-bahan yang digunakan adalah aqua-dm, larutan elektrolit KCl, serbuk kitosan dari kulit udang, asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1%, dan NaOH 1%.

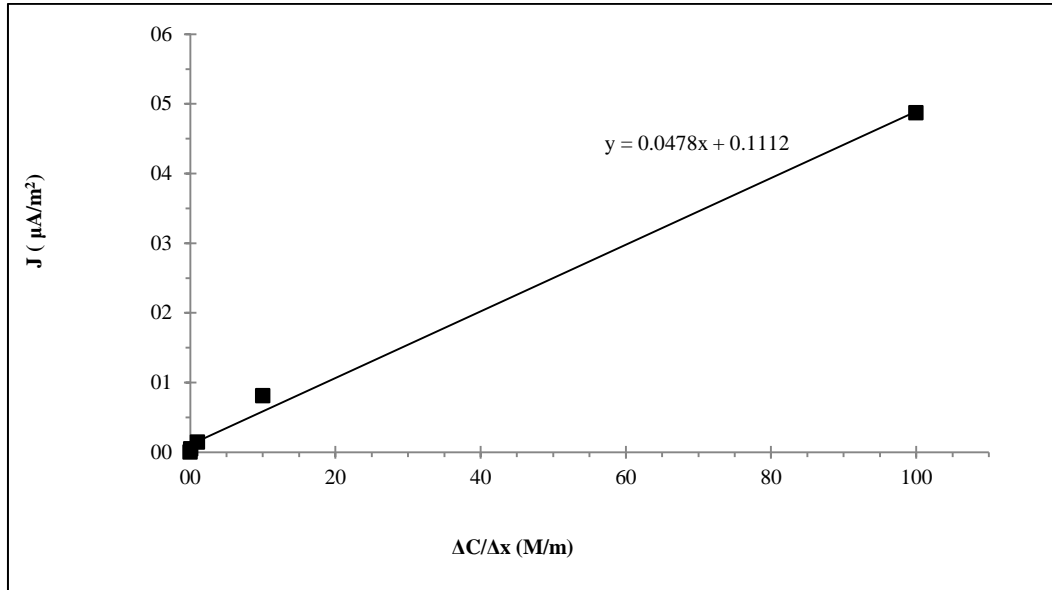
#### 3.2 Eksperimen Transport pada Membran

Membran kitosan yang digunakan adalah membran 2%, dan larutan elektrolit KCl dengan variasi konsentrasi 0,1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, dan 1000 mM. Eksperimen transport ion dilakukan pada daerah temperatur 300,9-340,9 K. Posisi ke dua elektroda ( $x$ ) tetap yaitu 0,01 m, waktu pengukuran ( $t$ ) adalah 60 s, dan beda potensial diukur menggunakan elektroda kalomel Activon AEP.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran beda potensial membran sebagai fungsi dari rasio konsentrasi ruang 1 dan 2 dapat dihitung

nilai rapat arus difusi ( $J$ ) menggunakan persamaan 2.4, yang hasilnya seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1.

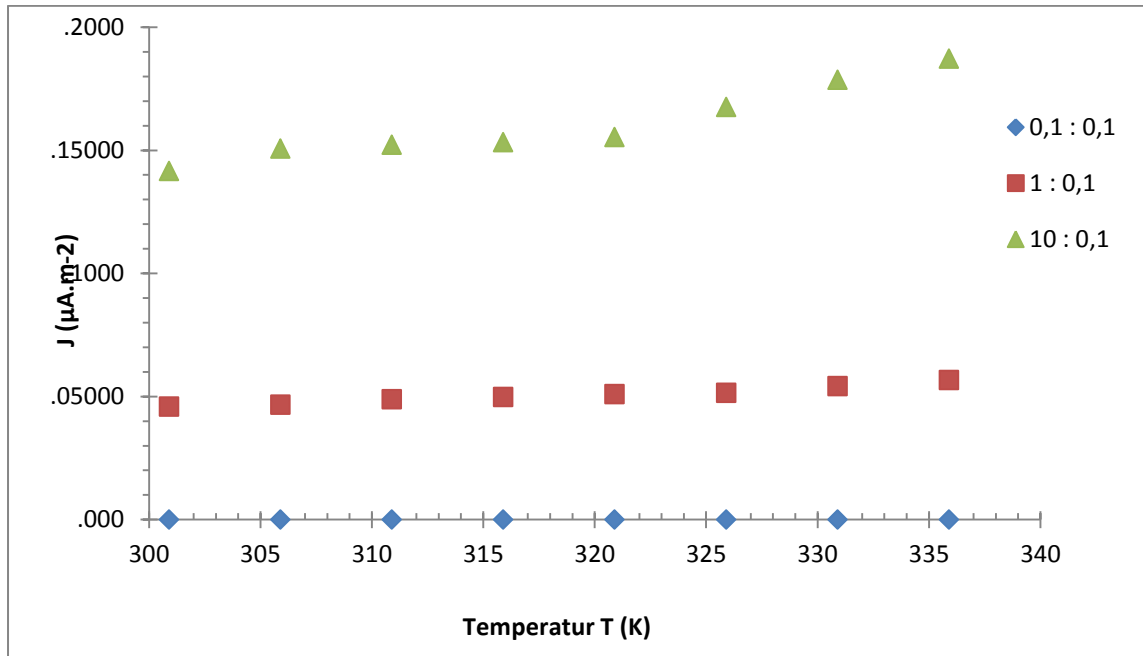


**Gambar 4.1** Grafik rapat arus difusi ( $J$ ) terhadap gradient konsentrasi larutan  $\left(\frac{\Delta C}{\Delta x}\right)$  pada temperatur ruang ( $T = 300,9$  K).  $x$  pada persamaan pada gambar =  $(\Delta C/\Delta x)$ ,  $y$  adalah nilai rapat arus difusi.

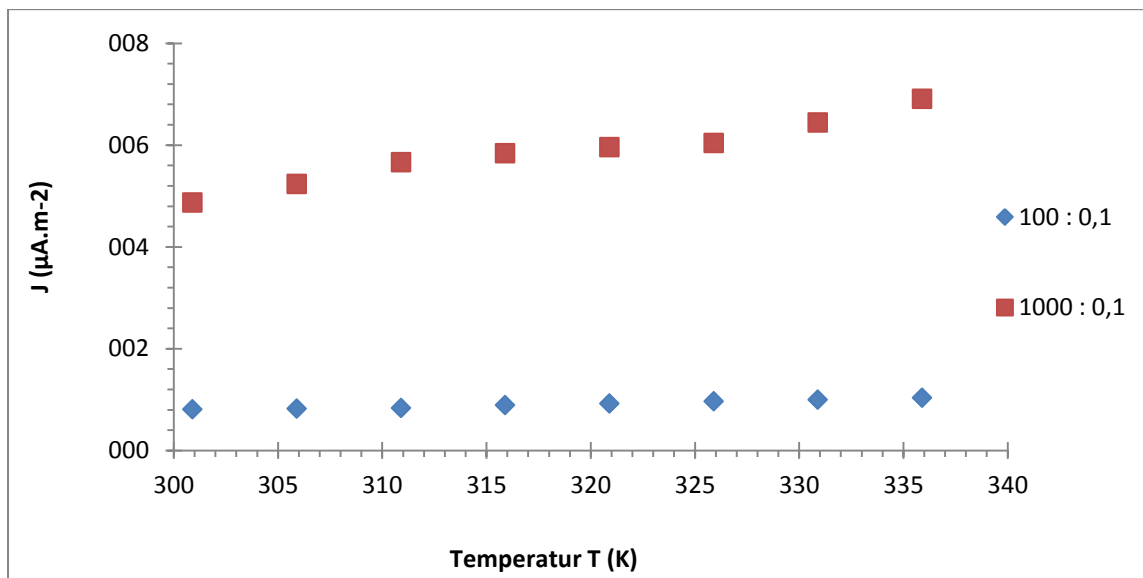
Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa pada temperatur ruang, nilai rapat arus difusi ( $J$ ) meningkat secara linear dengan meningkatnya nilai gradient konsentrasi larutan di kedua ruang. Keadaan ini sesuai dengan hukum Fick I, persamaan 2.1, dimana rapat arus difusi sebanding dengan gradient konsentrasinya. Dengan kenaikan temperatur dari 300,9-340,9 K, nilai  $J$  yang diperoleh seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 memperlihatkan pengaruh perubahan temperatur larutan terhadap rapat arus difusi pada membran.

Pada rasio konsentrasi larutan di ruang 1 dan 2 ( $C_1:C_2$ ) sama, nilai rapat arus sama dengan nol (0), pada  $C_1:C_2$  rendah yaitu 1:0,1, 10:0,1 dan 100:0,1, tampak bahwa nilai rapat arus bertambah secara linear dengan naiknya temperatur larutan. Sedangkan pada  $C_1:C_2$  yang besar yaitu 1000:0,1, tampak bahwa kurva memperlihatkan pola tiga daerah dengan gradient yang berbeda. Daerah 1, tampak bahwa dengan naiknya temperatur dari mula-mula maka nilai rapat arus naik dengan gradient tertentu, yaitu 0,066



(a)

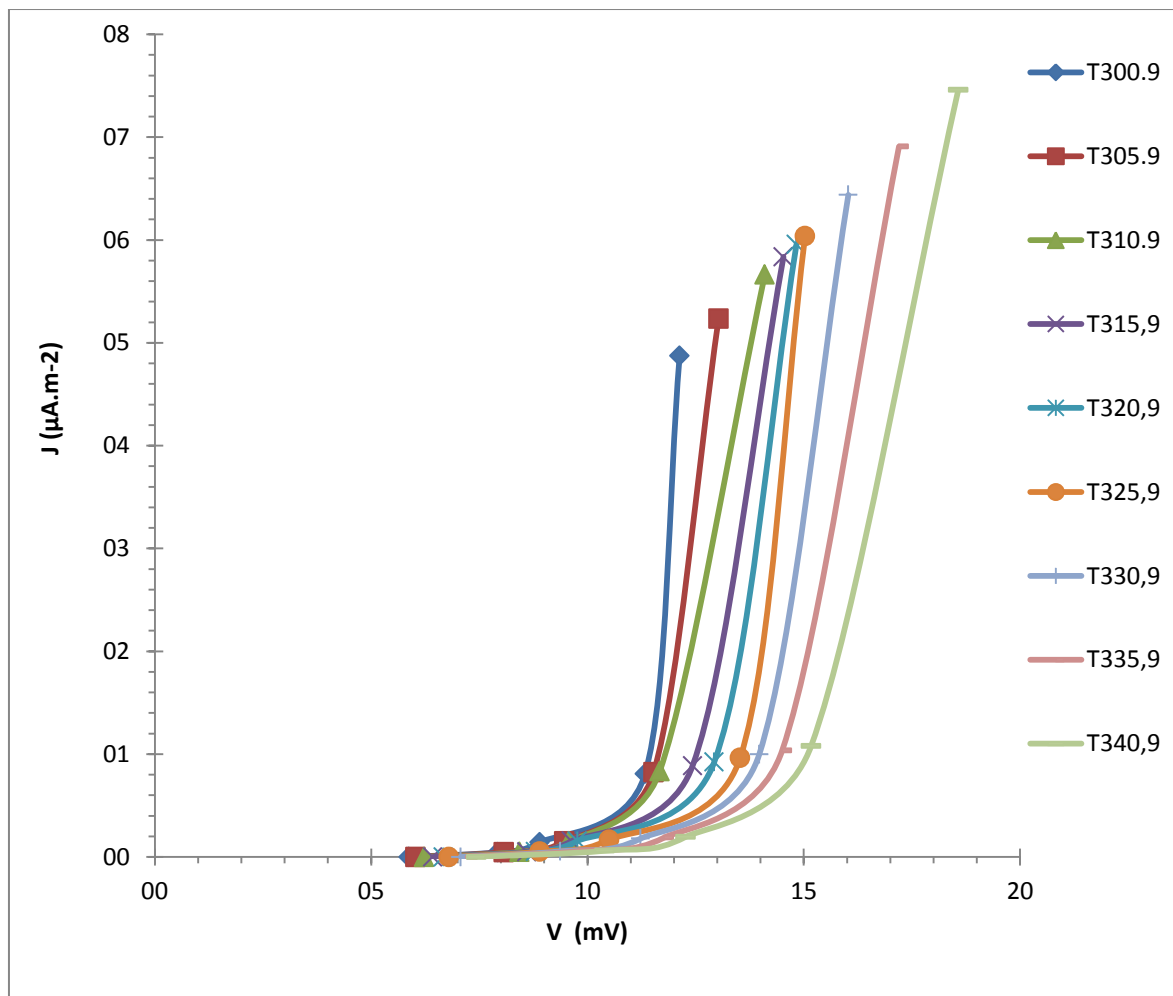


(b)

**Gambar 4.2** Grafik rapat arus difusi ( $J$ ) sebagai fungsi temperatur ( $T$ ) pada  $C_1:C_2$ : (a) 1:0,1 dan 10:0,1 dan (b) 100:0,1 dan 1000:0,1

$\mu\text{A.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Pada daerah 2, kenaikan temperatur menyebabkan kenaikan nilai rapat arus yang sangat kecil (hampir konstan, sehingga tampak kurva hampir datar dengan gradient  $0,020 \mu\text{A.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ). Selanjutnya pada daerah 3, kenaikan

temperatur diikuti dengan naiknya rapat arus dengan gradient yang lebih besar daripada daerah 1 dan daerah 2, yaitu  $0,094 \mu\text{A.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .



**Gambar 4.3** Kurva karakteristik rapat arus difusi-beda potensial ( $J$ - $V$ ) membran kitosan dalam kontak dengan larutan KCl, pada rentang temperatur 300,9-340,9 K

Gambar 4.3 memperlihatkan kurva  $J$ - $V$  dari membran kitosan dalam kontak dengan larutan KCl dengan konsentrasi  $C_1:C_2$  yaitu 1:0,1; 10:0,1; 100:0,1 dan 1000:0,1, pada rentang temperatur 300,9-340,9 K. Kurva-kurva tersebut memperlihatkan kenaikan nilai rapat arus difusi secara tidak linier dengan bertambahnya beda potensial membran. Kurva mula-mula naik dengan sangat lambat (dengan gradient kecil), kemudian pada beda potensial tertentu rapat arus difusi naik secara tajam (dengan gradient yang besar). Dengan kenaikan temperatur,

kurva tampak bergeser ke arah beda potensial yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur memberikan dampak terhadap karakteristik  $J$ - $V$  dari membran kitosan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai rapat arus difusi ( $J$ ) meningkat secara linear dengan meningkatnya gradient konsentrasi larutan. Temperatur juga berpengaruh terhadap kurva karakteristik rapat arus difusi-beda

potensial ( $J$ - $V$ ) dari membran. Rapat arus difusi ( $J$ ) naik secara tidak linier dengan bertambahnya beda potensial ( $V$ ). Kurva mula-mula naik dengan sangat lambat (dengan gradient sangat kecil), kemudian pada beda potensial tertentu rapat arus difusi naik secara tajam (dengan gradient yang besar). Kurva bergeser ke arah beda potensial yang lebih besar seiring dengan kenaikan temperatur. Hal ini menunjukkan bahwa gradient konsentrasi dan temperatur sangat berpengaruh terhadap karakteristik  $J$ - $V$  dari membran kitosan.

## 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjut untuk mengetahui karakteristik transport ion dari membran polimer kitosan secara lengkap dengan cara memberikan berbagai variasi perlakuan, antara lain temperatur lebih tinggi (di atas  $70^{\circ}\text{C}$ ) dan dengan menggunakan larutan elektrolit selain KCl.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barbara Krajewska & Andrzej Olech. 1996. *Pore structure of gel chitosan membranes. I. Solute diffusion measurements, Polymer Gels and Networks 4*. Hal 33-43.
- Hariyani, Umi. 2013. *Pengaruh konsentrasi, ion valensi, dan suhu larutan terhadap rapat arus difusi ion dan suhu larutan pada membran kitosan*. Skripsi. Bali. Universitas Udayana.
- Hobbie, Russel K. 1978. *Intermediate Physic for Medicine and Biology*. Second Edition. Joh Willey and Son. Singapore. Hal 45 – 105.
- Juansah, Jajang. 2002. *Studi Karakteristik Arus Tegangan Membran Polisulfon pada berbagai Frekuensi, Konsentrasi dan Suhu*. Buletin Kimia. Vol 2. IPB Bogor. Hal 12 – 18.
- Meriatna. 2008. *Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) Dan Nikel (Ni) Dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Thesis. Universitas Sumatra Utara. Hal 20 – 24.
- Mulder, Marcel. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publishers. London.
- N Nyoman Rupiasih, Yayuk Eka Puspita and Made Sumadiyasa. 2015. *Transport phenomena in chitosan synthetic membranes with emphasis on the effect of variations in the ratio of matrix/solvent*. Journal of Physics: Conference Series 622: 012004 .
- Putu Erika Winasri, Ni Nyoman Rupiasih, Made Sumadiyasa. 2013. *Efek Lama Paparan Radiasi UV-C Terhadap Karakteristik I-V Membran Kitosan*. Buletin Fisika, Vol.14 No.2.
- Savitri, Emma -et al. 2010. *Sintesis Kitosan, Poli (2-amino-2-deoksi-D-Glukosa), Skala Pilot Project dari Limbah Kulit Udang sebagai Bahan*



- Baku Alternatif Pembuatan Biopolimer.* Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan. Yogyakarta. ISSN 1693-4393.
- Sukardjo. 1989. *Kimia Fisika.* Bina Aksara. Jakarta. Hal 32 – 45.
- Yustina, Nina. 2001. *Pengaruh Konsentrasi dan Valensi Ion Larutan Elektrolit Eksternal Terhadap Konduktans Membran Miliophore pada Berbagai Suhu.* Skripsi. IPB. Bogor. Hal 6 – 10.