

## PENGARUH WAKTU PAPARAN RADIASI UV-C TERHADAP KARAKTERISTIK RAPAT ARUS DIFUSI ION PADA MEMBRAN KITOSAN

Putu Ika Paramitha Putri<sup>1</sup>, Made Sumadiyasa<sup>1</sup>, Ni Nyoman Rupiasih<sup>1</sup>

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

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang efek paparan radiasi UV-C terhadap karakteristik rapat arus difusi ion dari membran kitosan. Membran kitosan yang digunakan adalah membran dengan variasi matrik 1%, 2%, 3%, dan 4%, lama paparan radiasi yaitu 5, 15, 30, dan 60 menit, dan larutan elektrolit yang digunakan adalah NaCl dengan variasi konsentrasi 0,1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, dan 1000 mM. Percobaan transport ion dilakukan dengan menggunakan model sebuah ruang cell yang terdiri dari 2 ruangan, dan beda tegangan diukur menggunakan elektroda kalomel Activon AEP pada temperatur ruang pada kisaran 28,1°C. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa rapat arus difusi ion bertambah seiring dengan bertambah besarnya perbandingan konsentrasi larutan di kedua ruang (C1/C2), jumlah kitosan pembentuk membran (1%, 2%, 3%, dan 4%), dan waktu paparan radiasi UV-C.

**Kata Kunci :** Membran kitosan, radiasi UV-C, larutan elektrolit, rapat arus difusi ion.

### Abstract

It has conducted research about the effects of UV-C irradiation to the current density of ion diffusion characteristics of chitosan membranes. A series of chitosan membranes with various ratios of components was used such as 1%, 2%, 3% and 4%, the electrolyte solution was NaCl with various concentration of 0.1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, and 1000 mM, and time exposure of 5, 15, 30, and 60 minutes. Ion transport processes were carried out in a cell membrane model which composed of two compartments, and the potential difference was measured using a pair of Activon AEP calomel electrodes. All the measurements were conducted at room temperature of about 28.1°C. The result showed that the current density increased with increasing some parameters e.g. the ratio of concentration of solution in both compartments (C1/C2), the amount of chitosan (1%, 2%, 3% and 4%), and exposure time.

**Key Words :** Chitosan membrane, UV-C radiation, elecrolit solution, current density of ion diffusion.

### I. PENDAHULUAN

Membran merupakan suatu lapisan tipis yang berfungsi sebagai pembatas yang memisahkan dua komponen dengan cara

spesifik, yaitu dengan menahan atau melewatkan salah satu komponen dari komponen lainnya<sup>[1]</sup>. Salah satu jenis membran berdasarkan sifat selektivitasnya

adalah membran *semipermeable*, yaitu membran yang hanya dapat dilewati oleh zat atau komponen-komponen tertentu saja.

Saat ini telah banyak dikembangkan membran dari polimer alam (biopolimer) karena lebih ramah lingkungan dan dapat terdegradasi secara biologis, salah satunya adalah membran kitosan. Kitosan adalah biopolimer yang banyak terdapat pada kulit cangkang binatang *Mollusca* (seperti cumi-cumi), *crustaceae* (seperti udang, lobster, dan kepiting), dan *insect* (seperti belalang dan kecoa) yang diperoleh dari proses deasetilasi kitin, dimana gugus asetil pada kitin oleh hidrogen diubah menjadi gugus amino dengan penambahan larutan basa kuat berkonsentrasi tinggi<sup>[2]</sup>.

Penggunaan kitosan sebagai membran telah banyak dikembangkan dan diteliti karena kitosan mudah didapat, prosedur isolasinya mudah, tidak beracun, dan tidak membahayakan. Namun membran kitosan memiliki kelemahan yaitu sensitif terhadap radiasi ultraviolet (UV). Apabila terpapar radiasi UV, membran akan mengalami perubahan pada struktur kimia, sifat fisik dan sifat listriknya<sup>[3]</sup>.

Sebagai membran, kitosan memiliki karakteristik transport ion yang dalam hal ini adalah rapat arus difusi ion. Secara umum diketahui bahwa besarnya rapat arus difusi ion pada membran kitosan dipengaruhi oleh beda tegangan membran yang timbul akibat adanya perbedaan konsentrasi antara dua larutan elektrolit yang dipisahkannya<sup>[4]</sup>.

Pada penelitian ini diteliti pengaruh paparan radiasi UV-C terhadap karakteristik transport ion yaitu rapat arus difusi ion dari membran kitosan yang berasal dari kulit udang. Untuk itu dibuat membran kitosan dengan beberapa variasi rasio matrik dan pelarutnya. Hal ini penting untuk diteliti karena rasio jumlah matrik terhadap larutan

sangat mempengaruhi karakteristik membran yang dibuat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Membran Kitosan

Membran kitosan merupakan salah satu contoh membran organik. Kitosan merupakan turunan senyawa kitin yang banyak terdapat pada kulit hewan seperti udang, kepiting, dan cumi-cumi, yang diperoleh dari proses deasetilasi. Proses deasetilasi adalah proses penghilangan gugus asetil (-COCH<sub>3</sub>) dengan menggunakan larutan basa kuat. Kitosan dapat dibuat menjadi membran dengan melarutkan kitosan pada asam organik seperti asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH). Membran kitosan termasuk membran bermuatan positif yang hanya mampu dilewati oleh anion (ion-ion negatif).

### 2.2 Mekanisme Transport Ion pada Membran

Transport ion pada membran adalah proses perpindahan ion-ion melalui membran tersebut. Transport ion terjadi salah satunya karena adanya perbedaan konsentrasi larutan antara ke dua sisi membran. Adanya beda konsentrasi ini akan menimbulkan beda tegangan antara kedua sisi membran. Jika perbedaan konsentrasi kecil maka kerapatan fluks sebanding dengan gradien konsentrasinya, yang secara matematik dituliskan sebagai<sup>[5]</sup>:

$$J_{diff} = D \frac{dC}{dx} \quad (2.1)$$

dengan  $J_{diff}$  adalah rapat arus difusi ion (Am<sup>-2</sup>),  $\frac{dC}{dx}$  adalah gradien konsentrasi (Mm<sup>-1</sup>), dan  $D$  adalah konstanta difusi (m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>) yang memenuhi persamaan 2.2.

$$D = V\mu \frac{1}{\log \left[ \frac{C1}{C2} \right]} \quad (2.1)$$

dengan  $V$  adalah beda tegangan terukur (V),  $C_1$  dan  $C_2$  masing-masing adalah konsentrasi larutan elektrolit di bilik 1 dan 2 (M), dan  $\mu$  adalah mobilitas ion ( $m^2 s^{-1} V^{-1}$ ) yang dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3.

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

dimana  $\kappa_B$  adalah konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23} JK^{-1}$ ),  $T$  adalah suhu larutan (K),  $e$  adalah muatan elektron ( $1,602 \times 10^{-19} C$ ),  $z$  adalah valensi ion,  $t$  adalah waktu (s), dan  $x$  adalah jarak ke dua elektroda (m). Sehingga persamaan 2.1 menjadi:

$$J_{diff} = V \frac{x^2 z e}{\kappa_B T t \left( \log \left[ \frac{C_1}{C_2} \right] \right)^2} \frac{dC}{dx} \quad (2.4)$$

### 2.3 Radiasi Ultraviolet (UV)

Radiasi ultraviolet merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 40-400 nm. Sumber UV dapat berasal dari alam (sinar matahari) dan buatan, yaitu dari lampu *germicidal*, lampu merkuri dan lampu halogen. Sinar UV menurut panjang gelombangnya dibedakan atas UV-Vacuum, UV Jauh, UV-A, UV-B dan UV-C. Paparan radiasi UV pada suatu materi, khususnya membran, dapat mengakibatkan membran terdegradasi. Degradasi tersebut dapat menyebabkan perubahan warna sampai mempengaruhi struktur kimia, sifat fisik dan sifat listrik membran.

## 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 (*temperature range*:  $-50 \sim 70$  °C),

elektroda kalomel Activon AEP 111 Single jnct 12 x 120 mm, dan lampu UV-C Sankyo Denki G20T10 20 watt. Bahan-bahan yang digunakan adalah aqua-dm, larutan elektrolit, serbuk kitosan dari kulit udang, asam asetat 1%, dan NaOH 1%.

### 3.2 Eksperimen Transport Ion

Membran kitosan yang digunakan adalah membran dengan variasi matrik 1%, 2%, 3%, dan 4%, lama paparan radiasi yaitu 5, 15, 30, dan 60 menit, dan larutan elektrolit yang digunakan adalah NaCl dengan variasi konsentrasi 0,1 mM, 1 mM, 10 mM, 100 mM, dan 1000 mM. Percobaan transport ion dilakukan dengan menggunakan model sebuah ruang *cell* yang terdiri dari 2 ruang yaitu ruang 1 dan 2, dan beda tegangan diukur menggunakan elektroda kalomel Activon AEP pada temperatur ruang pada kisaran 28,1°C. Posisi ke dua elektroda tetap yaitu 0,01 m, dan waktu pengukuran ( $t$ ) adalah 60 s.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah diperoleh data hasil pengukuran beda tegangan membran kitosan yang timbul akibat beda konsentrasi larutan di ruang 1 ( $C_1$ ) dan 2 ( $C_2$ ) seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Data pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa semakin besar jumlah kitosan, 1%, 2%, 3%, dan 4% dalam pembuatan membran, maka beda tegangan terukur semakin besar. Hal ini karena semakin banyak jumlah matrik pembuat membran maka jumlah muatan positif membran semakin besar atau dikatakan membran semakin positif, maka kemampuan membran untuk menarik ion  $Cl^-$  semakin meningkat, akibatnya beda tegangan yang timbul semakin besar. Berdasarkan data beda tegangan pada Tabel 4.1, maka dapat dihitung rapat arus difusi ion ( $J$ ) untuk

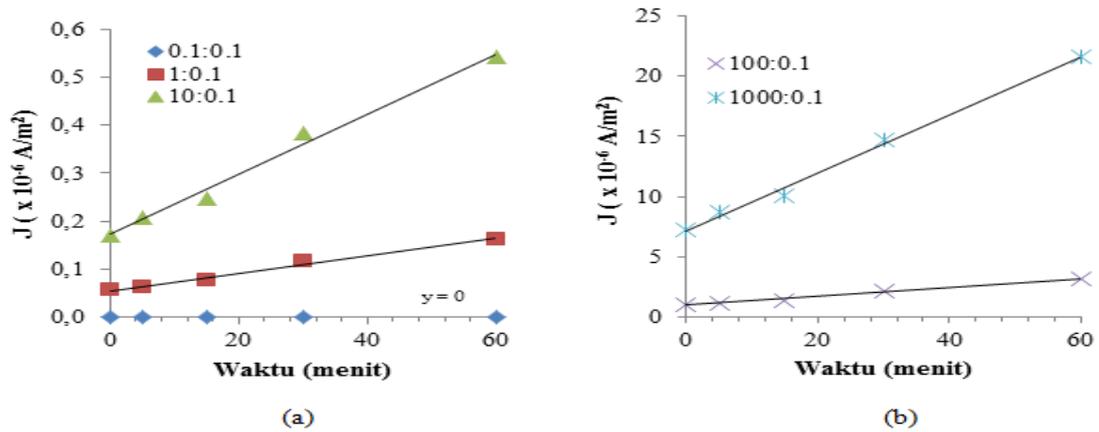
**Tabel 4.1** Nilai beda tegangan rata-rata ( $V_{rata-rata}$ ) dari membran kitosan kontrol dan sudah diradiasi UV-C.

Waktu Paparan (menit)	Konsentrasi Larutan (mM)		$V \pm \Delta V$ (mV)			
	C1	C2	Membran 1%	Membran 2%	Membran 3%	Membran 4%
0	0,1	0,1	8,03 ± 0,03	9,97 ± 0,09	12,07 ± 0,14	14,93 ± 0,09
	1	0,1	9,87 ± 0,12	11,23 ± 0,03	14,03 ± 0,06	16,07 ± 0,03
	10	0,1	10,80 ± 0,15	15,63 ± 0,12	15,63 ± 0,12	18,20 ± 0,15
	100	0,1	13,30 ± 0,06	18,03 ± 0,09	20,20 ± 0,15	27,93 ± 0,12
	1000	0,1	18,00 ± 0,00	25,07 ± 0,07	27,30 ± 0,10	35,10 ± 0,10
5	0,1	0,1	8,77 ± 0,14	10,03 ± 0,03	13,20 ± 0,15	16,03 ± 0,03
	1	0,1	10,80 ± 0,00	11,97 ± 0,09	13,80 ± 0,06	17,83 ± 0,20
	10	0,1	13,00 ± 0,10	16,00 ± 0,10	17,47 ± 0,09	20,70 ± 0,12
	100	0,1	16,37 ± 0,14	19,23 ± 0,12	21,13 ± 0,13	29,00 ± 0,10
	1000	0,1	21,67 ± 0,20	27,87 ± 0,12	29,67 ± 0,09	36,70 ± 0,15
15	0,1	0,1	11,23 ± 0,09	13,63 ± 0,18	15,93 ± 0,17	19,20 ± 0,15
	1	0,1	13,47 ± 0,12	14,33 ± 0,17	17,40 ± 0,21	21,17 ± 0,13
	10	0,1	15,63 ± 0,03	17,97 ± 0,12	20,87 ± 0,09	25,00 ± 0,06
	100	0,1	19,13 ± 0,09	21,93 ± 0,14	24,23 ± 0,12	33,43 ± 0,14
	1000	0,1	25,00 ± 0,06	32,58 ± 0,20	38,90 ± 0,00	45,17 ± 0,07
30	0,1	0,1	17,03 ± 0,12	19,20 ± 0,15	20,73 ± 0,14	25,27 ± 0,12
	1	0,1	20,20 ± 0,15	22,23 ± 0,07	21,63 ± 0,13	27,57 ± 0,13
	10	0,1	24,17 ± 0,17	27,17 ± 0,12	25,10 ± 0,10	32,10 ± 0,10
	100	0,1	30,13 ± 0,14	34,80 ± 0,17	30,67 ± 0,17	41,50 ± 0,06
	1000	0,1	36,77 ± 0,09	40,93 ± 0,03	48,27 ± 0,14	57,20 ± 0,12
60	0,1	0,1	25,00 ± 0,06	28,13 ± 0,13	31,07 ± 0,12	34,17 ± 0,07
	1	0,1	28,30 ± 0,15	34,07 ± 0,12	33,80 ± 0,15	37,67 ± 0,12
	10	0,1	34,10 ± 0,10	39,37 ± 0,07	39,90 ± 0,10	44,77 ± 0,07
	100	0,1	43,73 ± 0,12	49,20 ± 0,17	54,27 ± 0,19	63,30 ± 0,21
	1000	0,1	53,80 ± 0,17	61,37 ± 0,07	80,03 ± 0,07	97,73 ± 0,14

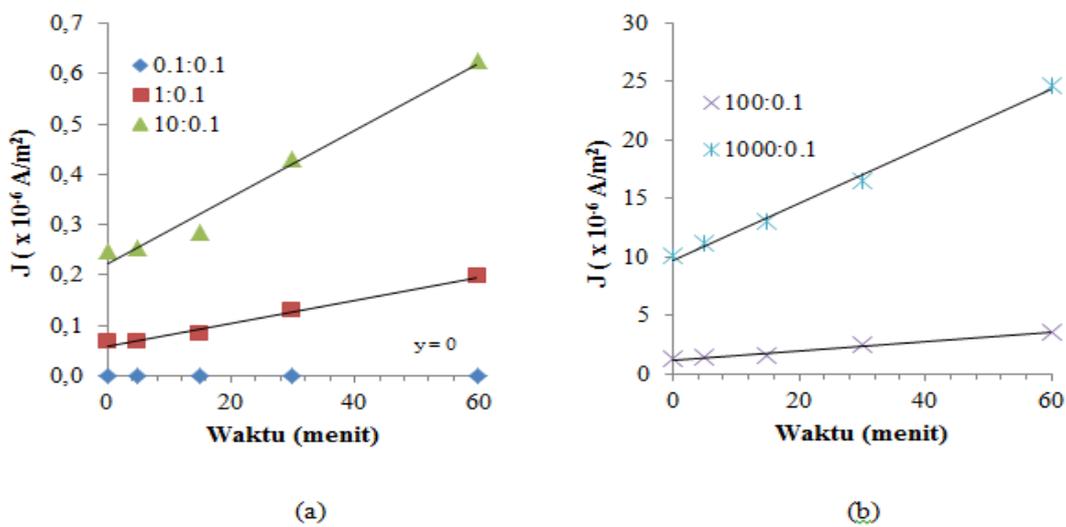
masing-masing membran kitosan difusi ion, maka dapat dibuat grafik antara menggunakan persamaan 2.4, seperti tampak rapat arus difusi ion dengan waktu paparan, pada Tabel 4.2. Untuk mengetahui pengaruh seperti tampak pada Gambar 4.1- 4.4. paparan radiasi UV-C terhadap rapat arus

**Tabel 4.2** Data hasil perhitungan rapat arus difusi ion (J) membran kitosan.

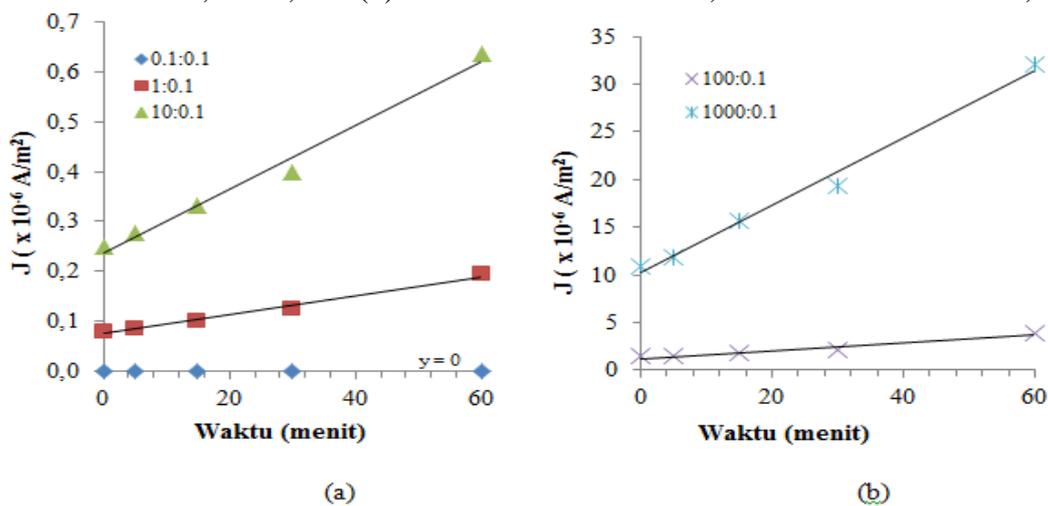
Waktu Paparan (menit)	Konsentrasi Larutan(mM)		$J \pm \Delta J$ ( $\times 10^{-8} \text{ Am}^{-2}$ )			
	C1	C2	Membran 1%	Membran 2%	Membran 3%	Membran 4%
0	0,1	0,1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	1	0,1	5,70 ± 0,40	6,49 ± 0,426	8,11 ± 0,44	9,29 ± 0,48
	10	0,1	17,17 ± 1,10	24,85 ± 1,43	24,85 ± 1,43	28,93 ± 1,69
	100	0,1	94,82 ± 5,15	128,54 ± 7,054	144,01 ± 8,29	199,12 ± 10,81
	1000	0,1	722,5 ± 40,22	1006,27 ± 53,00	1095,78 ± 58,80	1408,87 ± 74,46
5	0,1	0,1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	1	0,1	6,24 ± 0,31	6,92 ± 0,40	7,98 ± 0,42	10,31 ± 0,63
	10	0,1	20,67 ± 1,19	25,43 ± 1,43	27,77 ± 1,53	32,91 ± 1,83
	100	0,1	116,71 ± 6,87	137,10 ± 7,71	150,64 ± 8,48	206,75 ± 11,05
	1000	0,1	869,8 ± 51,64	1118,66 ± 60,75	1190,91 ± 63,08	1473,09 ± 79,80
15	0,1	0,1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	1	0,1	7,79 ± 0,46	12,85 ± 0,51	10,06 ± 0,62	12,24 ± 0,69
	10	0,1	24,85 ± 1,29	43,19 ± 1,62	33,18 ± 1,80	39,74 ± 2,08
	100	0,1	136,38 ± 7,45	248,10 ± 8,85	172,74 ± 9,49	238,33 ± 12,95
	1000	0,1	1003,47 ± 52,50	1642,87 ± 73,53	1561,39 ± 78,07	1813,06 ± 93,34
30	0,1	0,1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	1	0,1	11,68 ± 0,67	12,85 ± 0,68	12,50 ± 0,70	15,94 ± 0,87
	10	0,1	38,42 ± 2,19	43,19 ± 2,35	39,90 ± 2,15	51,03 ± 2,71
	100	0,1	214,81 ± 11,77	248,10 ± 13,64	218,66 ± 12,12	295,87 ± 15,21
	1000	0,1	1475,90 ± 77,33	1642,87 ± 83,47	1937,49 ± 102,69	2295,93 ± 119,41
60	0,1	0,1	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
	1	0,1	16,36 ± 0,91	19,69 ± 0,10	19,54 ± 1,07	21,78 ± 1,16
	10	0,1	54,21 ± 2,87	62,58 ± 3,24	63,43 ± 3,33	71,17 ± 3,67
	100	0,1	311,77 ± 16,44	350,76 ± 18,77	386,91 ± 20,67	451,29 ± 24,05
	1000	0,1	2159,46 ± 114,92	2463,31 ± 125,85	3212,29 ± 163,59	3922,75 ± 201,96



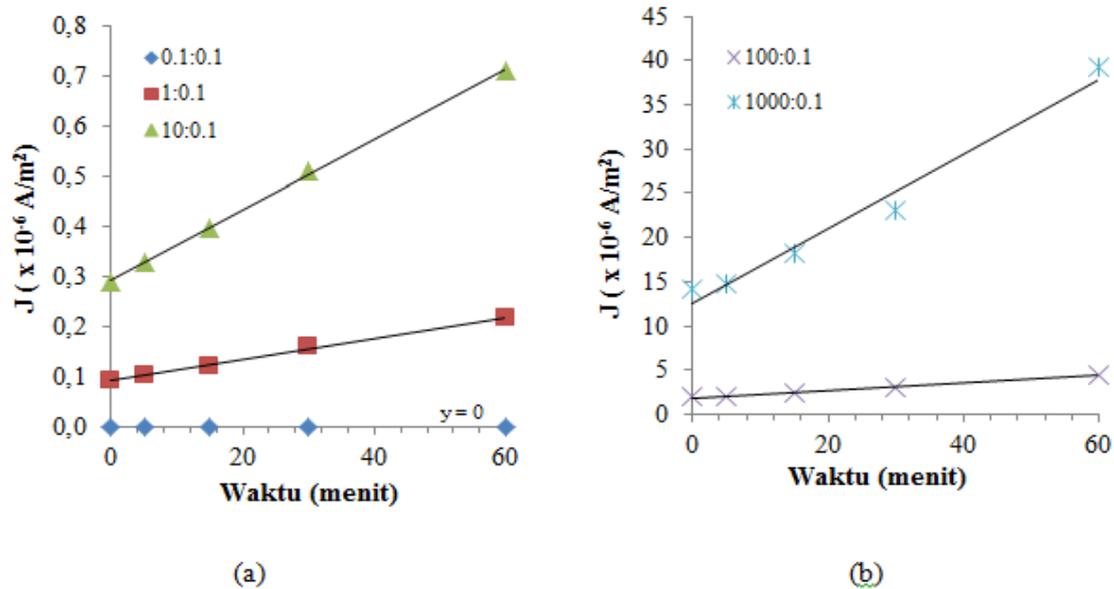
**Gambar 4.1** Grafik antara rapat arus difusi ion dengan waktu paparan radiasi UV-C untuk membran kitosan 1%: (a) konsentrasi 0,1 mM : 0,1 mM, 1 mM : 0,1 mM dan 10 mM : 0,1 mM, dan (b) konsentrasi 100 mM : 0,1 mM dan 1000 mM : 0,1 mM.



**Gambar 4.2** Grafik antara rapat arus difusi ion dengan waktu paparan radiasi UV-C untuk membran kitosan 2%: (a) konsentrasi 0,1 mM : 0,1 mM, 1 mM : 0,1 mM dan 10 mM : 0,1 mM, dan (b) konsentrasi 100 mM : 0,1 mM dan 1000 mM : 0,1 mM.



**Gambar 4.3** Grafik antara rapat arus difusi ion dengan waktu paparan radiasi UV-C untuk membran kitosan 3%: (a) konsentrasi 0,1 mM : 0,1 mM, 1 mM : 0,1 mM dan 10 mM : 0,1 mM, dan (b) konsentrasi 100 mM : 0,1 mM dan 1000 mM : 0,1 mM.



**Gambar 4.4** Grafik antara rapat arus difusi ion dengan waktu paparan radiasi UV-C untuk membran kitosan 4%: (a) konsentrasi 0,1 mM : 0,1 mM, 1 mM : 0,1 mM dan 10 mM : 0,1 mM, dan (b) konsentrasi 100 mM : 0,1 mM dan 1000 mM : 0,1 mM.

Gambar 4.1 - 4.4 memperlihatkan bahwa nilai rapat arus difusi ion dari membran kitosan meningkat secara linear seiring dengan bertambahnya waktu paparan radiasi UV-C. Hasil analisa ini menunjukkan bahwa sifat konduktansi ion dari membran kitosan bertambah baik dengan bertambahnya waktu paparan radiasi UV-C dari 5 sampai 60 menit.

Dari hasil-hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa radiasi UV-C dapat mempengaruhi sifat konduktansi ion dari membran kitosan. Efek yang timbul semakin besar dengan bertambahnya waktu paparan radiasi UV-C dari 5 menit sampai 60 menit.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa paparan radiasi UV-C berpengaruh terhadap nilai rapat arus difusi ion dari membran kitosan. Rapat arus difusi ion bertambah seiring dengan bertambahnya: a) waktu paparan radiasi UV-C dari 5 - 60 menit, b) perbandingan

konsentrasi larutan di ruang 1 dan 2 ( $C_1/C_2$ ), dan c) konsentrasi matrik pembentuk membran dari 1% - 4%

### 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh paparan radiasi UV-C terhadap rapat arus difusi ion pada membran kitosan dengan menggunakan larutan elektrolit selain NaCl.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] Sanusi, Mustari. 2004. *Transformasi Kitin Dari Hasil Isolasi Limbah Industri Udang Beku Menjadi Kitosan*. Marina Chimica Acta. Vol 5. No 2. Universitas Hasanuddin. Hal 28 – 32.
- [3] Erika Winasri, Putu. 2013. *Efek Paparan Sinar Ultraviolet-C Terhadap*

- Karakteristik Arus-Tegangan Membran Kitosan*. Skripsi. Universitas Udayana. Badung.
- [4] Puspita, Yayuk Eka. 2014. *Pengaruh Konsentrasi dan Valensi Ion Larutan Terhadap Rapat Arus Difusi Ion Pada Membran Kitosan Dengan Berbagai Konsentrasi Matrik*. Skripsi. Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.
- [5] Hobbie, Russel K. 1978. *Intermediate Physic for Medicine and Biology*. Second Edition. Joh Willey and Son. Singapore. Hal 45 – 10.