

## KARAKTERISASI MEMBRAN KOMBINASI NATA DE COCO DAN LERI DALAM APLIKASI DESALINASI LARUTAN NaCl BERBASIS ELEKTRODIALISIS

P.P Indira Prima Dewi<sup>1</sup>, A.A. Ayu Putri Permatasari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Dhyana Pura

Email : Indiraprimad13@gmail.com, putripermatasari@undhirabali.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi membran kombinasi nata de coco dan leri serta untuk mengetahui efisiensi dari pengurangan kadar garam pada larutan NaCl dengan metode desalinasi berbasis elektrodialisis (ED) menggunakan membran kombinasi nata de coco dan leri. Sintesis membran kombinasi nata de coco dan leri dilakukan dengan mencampurkan air kelapa dan air limbah cucian beras (leri) sebanyak 500 mL dan bahan tambahan lain, kemudian difermentasi selama 10-12 hari. Membran dikarakterisasi dengan uji gugus fungsi, uji swelling, dan uji tarik regang. Efisiensi hasil ED larutan NaCl (2000, 2500, 3000, 3500, dan 4000 mg/L) pada masing-masing konsentrasi ditetapkan dengan metode titrasi Argentometri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada membran kombinasi nata de coco dan leri terdapat gugus O-H pada panjang gelombang 3371,57 m<sup>-1</sup> untuk membran sebelum elektrodialisis dan 3410,15 cm<sup>-1</sup> untuk membran setelah elektrodialisis. Hasil uji swelling pada membran yaitu sebesar 97,85%. Uji tarik regang menunjukkan bahwa membran sebelum diaplikasikan untuk elektrodialisis memiliki daya tarik sebesar 24,78 MPa dan 24,81 MPa Untuk daya regangan membran yaitu 3,35 % dan 2,92%. Efisiensi elektrodialisis larutan NaCl tertinggi pada konsentrasi 2000 mg/L pada waktu 90 menit sebesar 33,35%. Namun penelitian yang dilakukan oleh Pinem (2008) menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan sebesar 90% pada tekanan 7 bar pada larutan umpan 2000 mg/L. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Winata (2016) menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan dapat mencapai 95-99% melalui EDM (Electrodialysis Metathesis).

**Kata Kunci** : Nata de coco, leri, elektrodialisis, titrasi Argentometri

### 1. PENDAHULUAN

Air bersih sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Pentingnya air bersih tidak terlepas dari kebutuhan manusia yang sangat variatif. Derajat kelangkaan air bersih semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya sumber air yang tercemar. Sementara pertumbuhan penduduk dan disertai dengan pola hidup yang semakin menuntut penggunaan air yang berlebihan semakin menambah tekanan terhadap kuantitas air. Untuk menanggulangi hal tersebut dapat dilakukan desalinasi. Proses desalinasi proses untuk menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi makhluk hidup. Teknologi membran pada saat ini sedang berkembang dengan pesatnya, hal ini disebabkan karena kegunaannya yang sederhana pada proses pemisahan. Dibandingkan dengan teknologi pemisahan lainnya, teknologi membran menawarkan keunggulan seperti pemakaian energi yang rendah, sederhana dan ramah lingkungan (Winata, 2016).

Dalam penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Lindu et al (2010) melakukan karakterisasi selulosa asetat dari nata de coco sebagai bahan baku membran ultrafiltrasi tanpa penambahan air limbah cucian beras menunjukkan hasil selulosa asetat yang dihasilkan didominasi selulosa triasetat dengan kadar asetil sebesar 45,20% untuk CA-1 dan 44,21% untuk CA-2. Analisis spektrum FT-IR menunjukkan adanya serapan khas gugus C=O karbonil pada bilangan gelombang 1755,2 cm<sup>-1</sup> (CA-1) dan 1752,25 cm<sup>-1</sup> (CA-2). Namun dalam penelitian hanya mengetahui karakteristik dari membrane nata de coco dan belum menerapkan pada proses pemurnian.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Rachmat & Agustina (2009) dapat dijelaskan bahwa limbah air cucian beras dapat pula dijadikan sebagai bahan tambahan

(fortifikator) dalam fermentasi nata de coco. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fermentasi air kelapa dan air limbah cucian beras menghasilkan nata de coco yang lebih tebal dibandingkan yang terbuat dari air kelapa saja. Hal ini disebabkan, limbah air cucian beras (leri) masih mengandung sakarida jenis pati sebanyak 85-90%. Kandungan sakarida tersebut dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam pembuatan nata. Bakteri akan mensintesis selulosa dari sakarida yang terkandung dalam air cucian beras (Suratmiyati et al, 2014). Thiamin yang dikandung leri membantu mikrobial dalam pelepasan energi, asam aminonya membantu regulasi metabolit, sedangkan lisin berperan dalam  $\beta$  oksidasi asam lemak rantai panjang dan merupakan zat yang esensial bagi semua makhluk hidup (Hidayatullah, 2012).

Sifat fisik dan mekanik membran ini cukup kuat serta tidak larut dalam air, bakteri selulosa yang dibuat dari nata de coco ini juga memiliki sifat fisik dan mekanik yang kuat dan dapat digunakan sebagai membran pemisah (Rahayu, 2014). Nata de coco adalah salah satu produk bioteknologi yang merupakan hasil dari fermentasi air kelapa oleh bakteri asam laktat yaitu bakteri *Acetobacter xylinum* yang akan membentuk anyaman serat selulosa dalam medium air kelapa. Serat ini berbentuk seperti agar putih dan kenyal (Ade et al, 2015).

Sehingga dalam penelitian ini membran kombinasi nata de coco dan leri dibuat dan diaplikasikan dalam pemurnian larutan NaCl dengan variasi konsentrasi 2.000, 2.250, 2.750, dan 3.000 mg/L. Dengan metode desalinasi berbasis elektrodialisis (ED). Namun, saat ini belum ada penelitian yang menerapkan membran nata de coco dengan penambahan limbah air cucian beras (leri) sebagai media proses desalinasi berbasis elektrodialisis larutan NaCl. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hasil karakterisasi membran kombinasi nata de coco dan leri serta untuk mengetahui efisiensi dari pengurangan kadar garam pada larutan NaCl dengan metode desalinasi berbasis elektrodialisis (ED) menggunakan membran kombinasi nata de coco dan leri.

## 2. METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaduk magnetik, neraca analitik, cawan petri, oven, alat penunjang berupa alat-alat gelas dan plastik, spektrofotometer UV mini-1240 manual, spektrofotometer FT-IR, dan seperangkat unit ED.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, NaOH, HCl, bakteri *Acetobacter xylinum*, gula, asam asetat glasial, air kelapa, air cucian beras, larutan NaCl, larutan AgNO<sub>3</sub> 0,03 N, dan indikator K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

### Pembuatan Membran Nata De Coco dengan Penambahan Limbah Air cucian Beras Leri)

Air kelapa sebanyak 500 mL ditambahkan dengan limbah air cucian beras sebanyak 500 mL dan dididihkan. Sebanyak 6,7 gram gula pasir dan 5 gram (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ditambahkan ke dalam campuran kemudian ditambahkan asam asetat glasial. Campuran diinokulasi dengan starter sebanyak 10% volume campuran dan diinkubasi selama 12 hari pada suhu 30-32°C. Setelah itu dicuci dengan NaOH 2% selama 1 jam. Terakhir dicuci dengan air sampai pH netral. Hasil fermentasi yang sudah netral dioven dengan suhu 45°C sampai berat konstan (Mulyono & Noviandri, 2007) (Yahya et al, 2016).

### Uji Swelling (%WU)

Uji Swelling dilakukan dengan cara mengukur perbedaan berat membran sebelum dan sesudah direndam dalam buffer fosfat. Berat kering ( $W_k$ ) diukur dari membran yang dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang. Berat basah ( $W_b$ ) diukur dari membran yang direndam pada buffer fosfat selama 2 jam. Perhitungan uji swelling dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\%WU = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

### Uji Tarik regang

Uji tarik regang dilakukan dengan menguji kestabilitas mekanika membran yang diukur menggunakan Strograph VG 10-E. Membran yang akan diuji dipotong terlebih dahulu dengan ukuran 0,1 mm. Kecepatan regangan yang digunakan yaitu 10 mm/menit dengan kuat tarik 100 N. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang (Widasih, 2017).

### Desalinasi Larutan NaCl Berbasis Elektrodialisis dengan Menggunakan Membran Kombinasi Nata de coco dan Leri

Analisis parameter uji pada penelitian ini adalah TDS dan pH. Analisis TDS menggunakan alat pH-ion Lab tipe EC10 sedangkan analisis pH menggunakan instrumen pH meter Eutech tipe. Sebagai larutan umpan air laut sintetis digunakan serbuk natrium klorida (NaCl) p.a dilarutkan dalam akuades. Larutan NaCl dibuat pada konsentrasi 2000, 2500, 3000, 3500 dan 4000 mg/L (Pinem, 2008).

### Analisis Data

Hasil sintesis membran kombinasi nata de coco dan leri, kemudian dikarakterisasi dengan analisis gugus fungsi, uji swelling dan uji tarik regang. Data ini akan dianalisis secara deskriptif. Serta Hasil desalinasi larutan NaCl akan dianalisis dengan menggunakan metode titrasi argentometri sehingga didapatkan data titrasi. Efisiensi dari hasil elektrodialisis larutan NaCl dihitung dengan menggunakan persamaan 2. Nilai yang didapat dari data tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan kurva dan dianalisis secara deskriptif.

$$E = \frac{C_p}{C_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

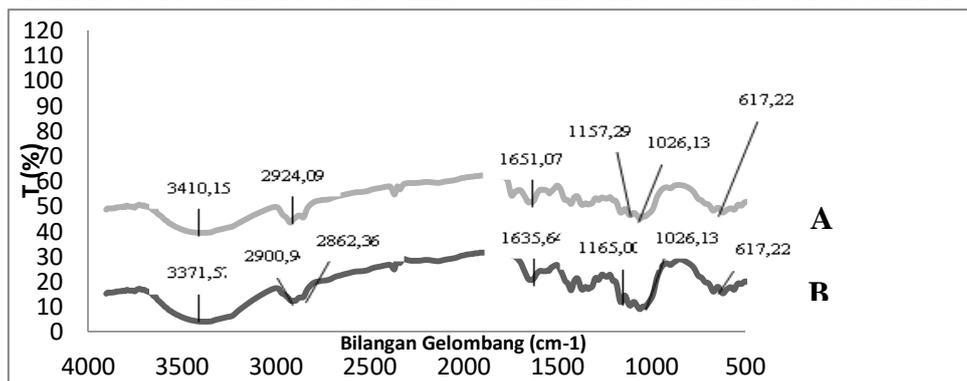
### Keterangan :

- $C_p$  = Konsentrasi larutan NaCl pada fase penerima (mg/L)
- $C_s$  = Konsentrasi larutan NaCl awal (mg/L)
- $E$  = Efisiensi elektrodialisis (%)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Gugus Fungsi

Analisis ini dilakukan dengan alat FTIR (Fourier Transform Infrared) yang mampu mengidentifikasi serapan-serapan khas untuk masing-masing gugus fungsi yang terkandung dalam membran. Berikut ini hasil analisis gugus fungsi membran kombinasi nata de coco dan leri dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 1.



Gambar 1. Spektrum FT-IR (A) membran setelah ED, (B) membran setelah ED

Tabel 1. Interpretasi Spektra FT-IR Membran Kombinasi Nata De Coco dan Leri

Interpretasi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )							
	O-H	C=O	Na	NH <sub>2</sub>	C-N	C-H	C-O	N-C=O
A	3410,15	1651,07	-	-	1026,13	2924,09	1157,29	617,22
B	3371,57	1635,64	-	-	1026,13	2900,94	1165,00	617,22

Hasil FT-IR menunjukkan bahwa untuk spektrum FT-IR pada membran kombinasi nata de coco dan leri sebelum digunakan untuk elektrodialisis pada panjang gelombang 3371,57 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H. Bilangan gelombang 1635,64 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus karbonil -C=O sebagai gugus aromatik. Bilangan gelombang 1026,13 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan amida C-N. Bilangan gelombang 2900,94 cm<sup>-1</sup> dan 2862,36 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus -C-H. Pada bilangan gelombang 1165,00 cm<sup>-1</sup> mengindikasikan keberadaan ikatan -C-O. Spektrum membran bilangan gelombang 617,22 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya serapan -N-C=O.

Hasil uji FT-IR membran kombinasi nata de coco dan leri setelah digunakan elektrodialisis pada panjang gelombang 3410,15 cm<sup>-1</sup> menunjukkan regang O-H. Pada panjang gelombang 1651,01 cm<sup>-1</sup> terdapat gugus karbonil -C=O. Bilangan gelombang 1026,13 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan amida C-N. Bilangan gelombang 2924,09 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus -C-H. Pada bilangan gelombang 1157,29 cm<sup>-1</sup> mengindikasikan keberadaan ikatan -C-O. Spektrum membran bilangan gelombang 617,22 cm<sup>-1</sup> adanya serapan -N-C=O.

#### Uji Swelling

Tabel 2. Hasil uji swelling

Pengulangan	W <sub>k</sub> (Gram)	W <sub>b</sub> (Gram)	%WU
1	0,0546	0,1080	97,80%
2	0,0547	0,1083	97,90%
<b>Total</b>			<b>97,85%</b>

Uji swelling bertujuan untuk mengetahui kemampuan membran untuk menyerap air. Uji serapan ini penting dilakukan terhadap membran kombinasi nata de coco dan leri, karena membran akan digunakan dalam proses elektrodialisis dalam lingkungan air. Membran kombinasi nata de coco dan leri memiliki serapan air sebesar 97,85%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan sifat hidrofil. Hidrofilisitas membran dibutuhkan dalam proses elektrodialisis dengan lingkungan air, karena proses elektrodialisis larutan

NaCl akan dapat terlaksana apabila membran memiliki kemampuan dalam menyerap air sebagai media pelarut permeat (Baani et al, 2017).

### Uji Tarik Regang

Tabel 3. Data Hasil Uji Tarik-Regang

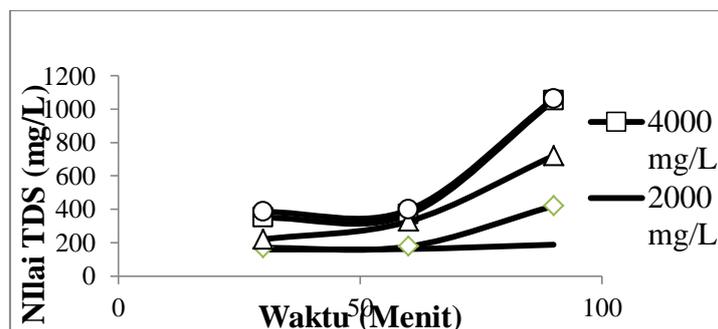
Pengulangan	a0 (mm)	b0 (mm)	Lc (mm)	FMax (N)	Tensile Strength (MPa)	Strain at Fmax. (%)
1	0,02	5	50	2,72	24,78	3,34
2	0,02	5	50	2,98	24,81	2,92

Keterangan :

- a0 = Tebal (mm)
- b0 = Lebar (mm)
- Lc = Panjang awal (mm)
- FMax = Tarikan maksimum (N)
- Tensile Strength = Kekuatan tarik (MPa)
- Strain at Fmax= Regangan maksimum (%)

Uji tarik regang pada membran dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu bahan karena pengujian tersebut merupakan dasar dari pengujian mekanik dan studi mengenai kekuatan suatu material terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak material, dalam hal ini adalah membran. Kuat tarik membran biasanya dilihat dari nilai modulusnya. Modulus adalah ukuran dari ketahanan suatu material untuk mengalami perubahan bentuk. Hasil uji tarik regang menunjukkan nilai daya tarik membran kombinasi nata de coco dan leri sebelum digunakan dalam elektrodialisis larutan NaCl sebesar 24,78 MPa dan 24,81 MPa. Membran kombinasi nata de coco dan leri memiliki daya tarik regang yang cukup besar. Hal tersebut dikarenakan oleh struktur dari membran yang rapat menyebabkan jarak antara molekul dalam membran semakin rapat sehingga memiliki kekuatan tarik yang besar. Regangan membran yaitu sebesar 3,34 % dan 2,91%. Semakin besar nilai tarik regang pada membran semakin baik, karena dapat mencegah terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh gaya yang berasal dari luar.

### Pengaruh Waktu Terhadap TDS Pada Fase Penerima

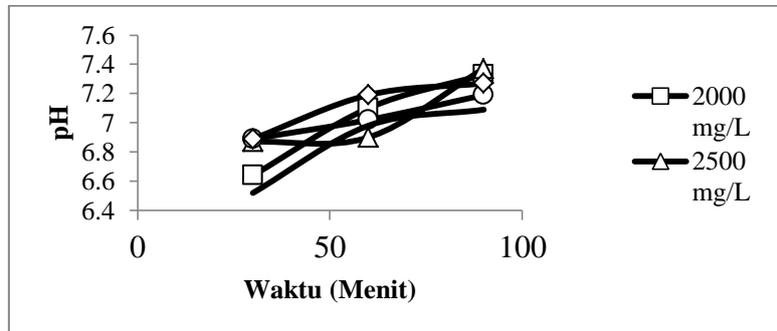


Gambar 2. Nilai TDS Fase Penerima

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama proses pengolahan maka jumlah TDS pada larutan NaCl juga semakin meningkat pada fase penerima. Tegangan yang digunakan yaitu 9 V sehingga dapat mempengaruhi proses elektrodialisis yang sedang berlangsung. Hasil analisis TDS pada variasi konsentrasi dan waktu menunjukkan peningkatan nilai TDS larutan NaCl pada peningkatan nilai TDS larutan NaCl pada fase penerima, hal ini dipengaruhi oleh tegangan yang digunakan. Elektrodialisis dapat mengurangi TDS yang

tergantung pada muatan listrik dengan mentransfer ion-ion dalam larutan NaCl pada fase sumber melalui membran kombinasi nata de coco dan leri dengan memanfaatkan energi listrik.

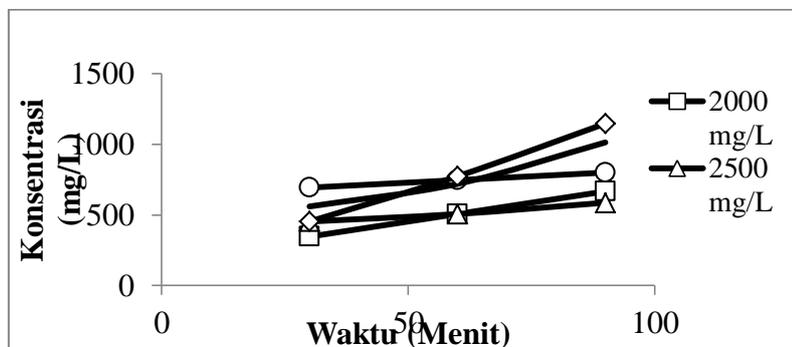
#### Pengaruh pH Terhadap Elektrodialisis



Gambar 3. Fase penerima

Salah satu yang mempengaruhi proses elektrodialisis yaitu pH. Analisis pH dilakukan untuk mengetahui ion Hidrogen ( $H^+$ ) pada air produksi. pH pada penelitian ini dipengaruhi oleh lamanya proses elektrodialisis terutama pada fase penerima. Hasil analisis pH larutan NaCl terdapat pada Gambar 3 Proses yang terjadi pada perubahan pH adalah oksidasi-reduksi (redoks) pada katoda dan anoda. Pada proses elektrodialisis terjadi pembentukan gas hidrogen ( $H_2$ ) pada katoda. Kenaikan pH disebabkan oleh katoda yang memproduksi ion hidroksi ( $OH^-$ ) secara berlebih. Proses yang terjadi pada katoda akan terjadi reduksi, namun yang mengalami reduksi hanya pelarutnya (air) yang akan terbentuk gas  $H_2$  pada katoda.

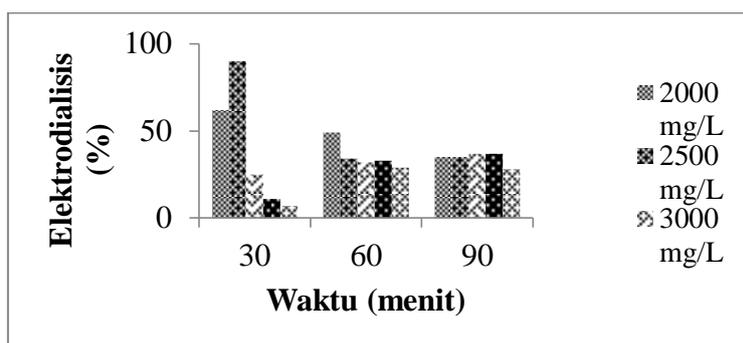
#### Pengaruh Waktu Terhadap Konsentrasi Larutan NaCl Setelah Elektrodialisis



Gambar 4. Konsentrasi fase penerima

Pengaruh konsentrasi larutan NaCl terhadap hasil elektrodialisis, diketahui dengan melakukan elektrodialisis larutan NaCl dengan variasi konsentrasi 2000, 2500, 3000, 3500, dan 4000 mg/L. Gambar 4 menunjukkan semakin lama proses elektrodialisis maka semakin tinggi konsentrasi larutan pada fase penerima.

### Efisiensi Larutan NaCl Setelah Elektrodialisis pada Fase Penerima



Gambar 5. Efisiensi larutan NaCl setelah elektrodialisis pada fase penerima

Efisiensi elektrodialisis konsentrasi larutan NaCl 2000 mg/L pada waktu 30 menit mencapai 62,5%, konsentrasi larutan NaCl 2500 mg/L pada waktu 30 menit mencapai efisiensi 90,8 %, konsentrasi larutan NaCl 3000 mg/L yaitu 37%, konsentrasi larutan NaCl 3500 mg/L 37,6 %, dan konsentrasi larutan NaCl 4000 mg/L yaitu 28,9%. Efisiensi larutan NaCl yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 2000 mg/L seperti pada Gambar 4.8. Hal ini disebabkan oleh timbulnya ikatan hidrogen antara senyawa pembawa yang berakibat meningkatkan elektrodialisis larutan NaCl pada konsentrasi rendah melewati membran. Ketersediaan gugus yang mampu berfungsi sebagai senyawa pembawa penyedia ikatan hidrogen pada permukaan membran adalah penting agar proses elektrodialisis dapat berjalan secara optimal. Selain itu, disebabkan molekul dengan berat lebih besar daripada besar pori akan terelektrodialisis lebih lambat dibandingkan dengan molekul dengan berat lebih rendah. Namun penelitian yang dilakukan oleh Pinem (2008) tentang kinerja membran reverse osmosis terhadap kandungan garam air payau sintesis menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan sebesar 90% pada tekanan 7 bar pada larutan umpan 2000 mg/L (Pinem, 2008). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Winata (2016) tentang teknologi membran untuk purifikasi air menunjukkan bahwa efisiensi yang dihasilkan dapat mencapai 95-99% melalui EDM (Electrodialysis Metathesis) yang akan menghilangkan garam dengan cara metathesizing atau menukar ion pada waste brine RO/NF dengan aliran NaCl.(Winata, 2016).

Hasil penelitian elektrodialisis larutan NaCl menunjukkan bahwa semakin lama waktu elektrodialisis maka konsentrasi larutan NaCl yang terelektrodialisis pada fase penerima semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa uji yang dilakukan dengan menggunakan membran kombinasi nata de coco dan leri mampu memisahkan ion terlarut yang terkandung pada larutan NaCl. Ketika gaya dorong berupa tekanan diberikan pada larutan NaCl pada fase sumber, maka komponen penyusun larutan berupa koloid tertahan dipermukaan membran, sedangkan pelarutnya akan keluar melewati membran. Dengan semakin banyaknya komponen yang tertahan pada bagian permukaan membran, maka konsentrasi komponen yang tertahan di permukaan membran semakin meningkat, sehingga menyebabkan semakin lambatnya difusi larutan untuk melewati membran yang mengakibatkan menurunnya permeabilitas membran seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan yang tertahan dipermukaan membran.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil sintesis dan karakterisasi membran kombinasi nata de coco dan leri dengan spektroskopi FT-IR pada spektrum membran bilangan gelombang 3371,57 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H. Hasil penelitian untuk uji swelling pada membran kombinasi nata de coco dan leri selama 2 jam mencapai 109,46% dan hasil uji tarik

regang pada membran kombinasi nata de coco dan leri menunjukkan bahwa kekuatan tarik membran kombinasi nata de coco dan leri sebelum elektrodialisis memberikan hasil yaitu 24,78 Mpa dan 24,81 Mpa. Regangan membran sebelum elektrodialisis sebesar 3,3450% dan 2,9168%.

Hasil efisiensi elektrodialisis larutan NaCl membran kombinasi nata de coco dan leri dengan konsentrasi larutan NaCl yaitu 2000, 2500, 3000, 3500 dan 4000 mg/L masing-masing mencapai 62,5; 90,8; 37; 37,6; dan 28,9%. Hasil efisiensi elektrodialisis larutan NaCl menggunakan membran kombinasi nata de coco dan leri tertinggi pada konsentrasi 2500 mg/L pada waktu 30 menit dengan efisiensi sebesar 90,8%.

## 5. DAFTAR RUJUKAN

Ade, F.R., Hantika,R. (2015). Aplikasi Bioteknologi dalam Pembuatan Nata de Coco Sebagai Pembelajaran Life Skills Mahasiswa Semester V Prodi Pendidikan Biologi Universitas Pasir Pengaraian. Hal 911-914.

Baani, F., Ariadi, R., & Cholid, M. (2017). Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Pengaruh Agen Pencangkok Heparin terhadap Kemampuan Transpor Kreatinin dan Urea Membran Turunan Kitosan, 20(2), 92–94.

Hidayatullah, R. (2012). Pemanfaatan Limbah Air Cucian Bras Sebagai Substrat Pembuatan Nata De Leri Dengan Penambahan Kadar Gula Pasar Dan Starter Berbeda. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

Lindu, M., Puspitasari, T., Ismi, E. (2013). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Nata de Coco Sebagai Bahan baku Membran Ultrafiltrasi. Hal. 164-169 (Vol.2).

Mulyono, T., & Noviandri, I. (2007). Potensi Membran Nata De Coco Sebagai Material Biosensor ( The Use of Nata de Coco Membrane as Biosensor Material ). Ilmu Dasar, 8(No.2), 128–134.

Pinem, J. A. (2008). Kinerja Membran Reverse Osmosis Terhadap Rejeksi Kandungan Garam Air Payau Sintetis: Pengaruh Variasi Tekanan Umpan. Seminar Nasional Teknik Kimia Oleo & Petrokimia Indonesia 2008, 1–7. Retrieved from <http://repository.unri.ac.id/>

Rahayu, T. (2014). Te. Jurnal Penelitian Sainstek, 19(1), 1–13.

Suratmiyati. Mustofa, Akhmad. Kurniawati, L. (2014). Pemanfaatan Limbah Leri Beras (Hitam, Merah, Putih) untuk Pembuatan Nata De Leri dengan Faktor Lama Fermentasi, (Fakultas Teknologi dan Industri Pangan Universitas Slamet Riyadi Surakarta), 1–8.

Widasih, N. W. C. (2017). Sintesis Membran Kitosan-Alginat dan Aplikasinya untuk Transpor Sintesis Membran Kitosan-Alginat Tertaut Silang Polivinil Alkohol (PVA).

Winata, N. A. (2016). Teknologi Membran untuk Purifikasi Air, (April), 1–10.

Winata, N. A. (2016). Teknologi Membran untuk Purifikasi Air Teknologi Membran untuk Purifikasi Air, (May), 1–9.

Yahya, L. A. Ulfan, I., & Kurniawan, F. (2016). "Pemanfaatan Nata De Coco Sebagai Media Gel Elektroforesis Pada Zat Warna Remazol : Pengaruh pH, Waktu dan Aplikasi Pemisahan Gelatin". Jurnal Sains Dan Seni ITS Volume 5(2), (Pages 2337-3520).