

## PENGARUH KONSENTRASI PEKTIN KULIT PISANG TERHADAP KINERJA MEMBRAN SILIKA YANG DIAPLIKASIKAN PADA AIR PAYAU

Muthia Elma<sup>1,3</sup>, Mahmud<sup>2</sup>, Lilis Suryani<sup>2,3</sup>, Akhbar<sup>2,3</sup>, Fitri Ria Mustalifah<sup>2,3</sup>, Erdina L. A. Rampun<sup>3</sup>, Dhiyaur Rahmah<sup>1,3</sup>, Nur Baity<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Ahmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Ahmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Indonesia

<sup>3</sup>Material and Membranes Research Group (M2ReG), Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Ahmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Indonesia  
Email: melma@ulm.ac.id

### ABSTRAK

Banjarmasin berada di ketinggian rata-rata 0,16 m dibawah permukaan laut. Sumber air bersih seperti sungai dan sumur yang jika musim kemarau atau saat air laut pasang dapat menjadi asin karena intrusi air laut. Sehingga, dalam penggunaannya perlu mendapat perlakuan khusus untuk menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam air seperti teknologi membran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pektin kulit pisang dengan konsentrasi berbeda terhadap kinerja membran silika-pektin pada proses desalinasi air payau. Membran yang digunakan berasal dari *Tetraethyl orthosilicate (TEOS)* dengan pektin dari limbah kulit pisang sebagai *template*. Penyisipan pektin dari limbah kulit pisang dilakukan untuk meningkatkan hidrostabilitas dan memperkuat struktur silika pada membran. Kinerja membran diuji melalui proses pervaporasi pada suhu ruang (25°C). Pervaporasi dilakukan dengan mengumpulkan permeat kedalam *cold trap* yang fasenya diubah menjadi uap pada saat pemisahan dan dikondensasi kembali dengan bantuan nitrogen cair. Pervaporasi air payau artifisial (NaCl 0,3%) sebagai umpan diuji menggunakan membran silika dengan konsentrasi pektin 1% dan 2,5% kalsinasi 300 °C. Hasil dari penelitian ini, fluks air yang didapat rata-rata 4,53 kg.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> (1%) dan 7,14 kg.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> (2,5%) dengan rejeksi garam yang diperoleh >90%. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pektin yang digunakan akan menghasilkan fluks yang lebih tinggi.

Kata kunci: desalinasi, membran silika pektin, pektin kulit pisang, pervaporasi.

### ABSTRACT

*Banjarmasin has an average height of 0.16 m below sea level. Clean water sources such as river and well during hot season or high tides become salty due to sea water intrusion. Therefore, it needs special treatment to remove the levels of salt contained in water using membrane technology. The purpose of this research is to understand the effect of the addition of pectin from banana peel with different concentrations on the performance of the silica-pectin membrane in the brackish water desalination process. Membrane was prepared from Tetraethyl orthosilicate (TEOS) with pectin from banana peel waste as a template. Pectin addition from banana peel waste is done to increase hydrostability and strengthen silica*

*structure in the membrane. Membrane performance was tested through pervaporation at room temperature (25°C). Pervaporation is carried out by collecting permeates into cold trap whose phases are converted to gas during separation and re-condensed using liquid nitrogen. Artificial brackish water pervaporation (NaCl 0.3%) applied as feed was treated by using silica membranes with pectin concentrations of 1% and 2.5% at calcination temperatures of 300°C. The results of this study, observed average water flux obtained was 4.53 kg.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> (1%) and 7.14 kg.m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> (2.5%) with salt rejection obtained > 90 %.*

*Keywords: banana peel pectin, desalination, pectin silica membrane, pervaporation..*

## 1. PENDAHULUAN

Beberapa daerah yang berada di wilayah pesisir, atau dataran rendah memiliki masalah dalam pemenuhan kebutuhan akan air bersih yang layak konsumsi karena sumber air baku yang mengandung kadar garam yang tinggi dikarenakan intrusi air laut. Kota Banjarmasin menurut Badan Pusat Statistik Kota Banjarmasin (2013) berada pada ketinggian rata-rata 0,16 m dibawah permukaan laut yang membuat sumber air tanah dan air permukaan seperti sungai menjadi payau akibat intrusi air laut saat pasang dan musim kemarau. Kadar garam terlarut dalam air sehingga dikatakan air payau berkisar antara 0,5 sampai 30 gram dalam 1 liter air, jika kadar garam terlarut dalam 1 liter air melebihi dari 30 gram/liter maka air tersebut dikategorikan air asin (Elma, *et al.*, 2019). Kadar garam yang tinggi dalam air payau membuat air tidak layak konsumsi sehingga perlu adanya pengolahan air lebih lanjut untuk mengurangi kadar garam dalam air atau biasa disebut dengan proses desalinasi.

Proses desalinasi dapat dilakukan menggunakan metode pervaporasi. Pervaporasi dipilih karena merupakan metode yang mampu merejeksi garam dengan baik, efektif digunakan untuk proses desalinasi (Yang, Elma, Wang, Motuzaz, & Diniz, 2016). Selain kemampuan rejeksi garam yang tinggi, pervaporasi juga dipilih karena konsumsi energi yang relatif rendah dan murah dalam penerapannya. Umumnya, proses desalinasi dilakukan menggunakan teknologi membran. Teknologi membran digunakan karena memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah sederhana dalam proses operasionalnya, dapat berlangsung dalam suhu kamar, sifatnya tidak destruktif, sehingga tidak menghasilkan perubahan (degradasi) dari zat yang dapat dipisahkan baik secara fisis maupun secara kimia, serta sebagian besar membran dapat digunakan kembali (Farha dan Kusumawati, 2012).

Membran silika memiliki kelebihan dari segi ketahanan terhadap suhu yang tinggi dan selektivitas yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan membran organik. Namun, membran silika memiliki hidrostabilitas yang rendah sehingga perlu dilakukan modifikasi untuk memperbaiki sifat dan meningkatkan hidrostabilitas membran silika dengan menyisipkan suatu senyawa seperti surfaktan, garam-garam kompleks, dan senyawa polimer sebagai template (Sulastri & Kristianingrum, 2010). Pada penelitian ini, untuk meningkatkan hidrostabilitas membran, disisipkan pektin dari limbah kulit pisang sebagai karbon alami. Selain mudah didapatkan, pektin dari limbah kulit pisang juga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan karbon sintetik, dan memiliki kemampuan stabilisator, pengental dan pembentuk gel (Isdayanti, *et al.*, 2016). Berdasarkan uraian tersebut yang melatarbelakangi

dipilihnya desalinasi air payau menggunakan membran silika-pektin melalui proses pervaporasi.

## 2. METODE PENELITIAN

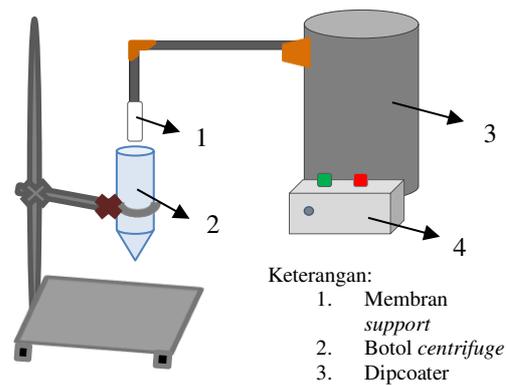
Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) sebagai *precursor* silika, asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ , Merck) dan basa Ammonia ( $\text{NH}_3$ , Merck) sebagai katalis, pektin kulit pisang sebagai sumber karbon, gliserol, ethanol (EtOH) dan akuades sebagai pelarut, serta substrat  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  *macroporous tubular* sebagai membran *support*.

### 2.1. Sintesis Sol Silika Pektin

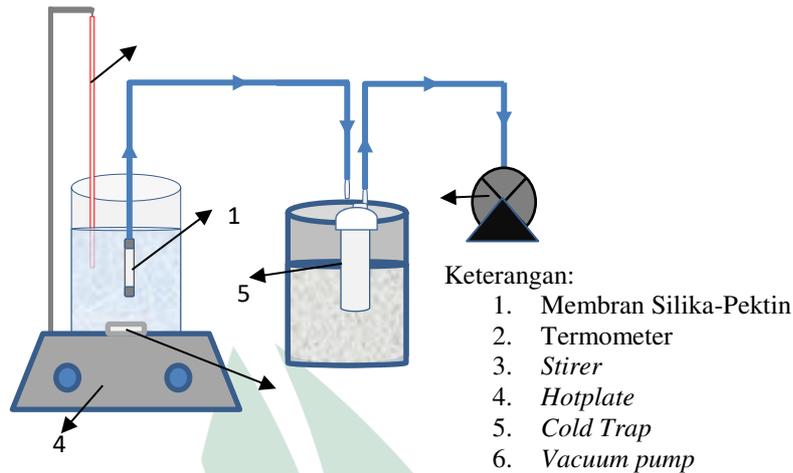
TEOS sebanyak 18,66 g dilarutkan dalam ethanol sebanyak 20 mL pada suhu  $0^\circ\text{C}$ , selanjutnya dilakukan refluks menggunakan katalis asam ( $\text{HNO}_3$ ) 0,00078 N sebanyak 8,0699 g selama 1 jam pada suhu  $50^\circ\text{C}$ . Kemudian ditambahkan katalis basa ( $\text{NH}_3$ ) 0,0003 N sebanyak 141,127 mL dan direfluks pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 2 jam yang kemudian diukur pH sol gel hingga mendapatkan pH  $\pm 6$ . Pektin dari limbah kulit pisang dengan konsentrasi 1% dan 2,5% b/b dilarutkan dalam 6,3 g gliserol pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 90 menit, selanjutnya larutan pektin dicampurkan kedalam 50 mL sol pada kecepatan yang sama selama 45 menit dengan suhu  $0^\circ\text{C}$ .

### 2.2. Sintesis Membran *Interlayer-Free* Silika-Pektin

Membran *interlayer-free* silika-pektin dibuat melalui proses *dipcoating* dengan mencelupkan membran  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  *tubular support* kedalam sol silika-pektin selama 2 menit dengan laju pencelupan 10 cm/menit kemudian ditarik dengan kecepatan 5 cm/menit. Membran kemudian dimasukan kedalam *furnace* dan dikalsinasi selama 1 jam pada suhu  $300^\circ\text{C}$  dengan metode RTP (*Rapid Thermal Processing*), dan didinginkan pada suhu ruang selama 30 menit. Proses ini diulang sebanyak empat kali hingga mendapatkan 4 lapis (*layer*) membran silika-pektin.



Gambar 2.1. Rangkaian Alat *Dipcoating*



Gambar 2.2 Rangkaian Alat Pervaporasi

### 2.3. Desalinasi Air Payau Melalui Proses Pervaporasi

Proses pervaporasi dilakukan untuk uji performa membran silika-pektin menggunakan air payau artifisial (NaCl 0,3% b/b) pada suhu ruang dengan aliran *dead end*. Uji performa membran silika-pektin dilakukan untuk mengetahui ketahanan dan kemampuan dalam menyisihkan garam. Performa membran silika-pektin ditentukan dengan menghitung fluks permeat (F) dan rejeksi garam (R). Fluks permeat ( $\text{Kg/m}^2, \text{h}^{-1}$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$F = \frac{m}{(A.\Delta t)} \tag{2.1}$$

dengan m sebagai massa permeat (Kg) air yang tertahan pada *cold trap*, A merupakan luas permukaan aktif membran ( $\text{m}^2$ ) dan  $\Delta t$  merupakan waktu proses pervaporasi (h). Rejeksi garam (R) dihitung dengan menggunakan persamaan 2:

$$R = \frac{C_f - C_p}{C_f} 100\% \tag{2.2}$$

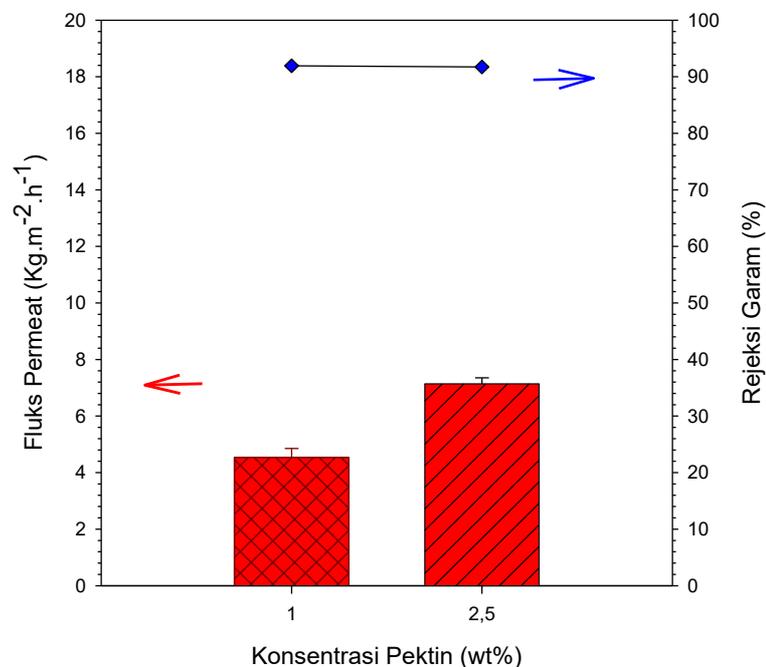
dengan  $C_f$  sebagai konsentrasi kontaminan pada umpan atau *feed* (% berat),  $C_p$  sebagai konsentrasi kontaminan pada permeat (% berat). Kualitas air diuji dengan menganalisis data meliputi nilai fluks permeat, parameter Konduktivitas air dan TDS.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses desalinasi pada penelitian ini menggunakan air payau artifisial (NaCl 0,3% b/b) untuk mengetahui performa membran silika pektin dari limbah kulit pisang. Membran silika-pektin yang digunakan pada penelitian ini menggunakan prekursor *tetraethyl orthosilicate* dengan variasi konsentrasi pektin 1% dan 2,5% dan dikalsinasi pada suhu 300°C dengan metode RTP. Penggunaan metode RTP dalam proses kalsinasi membran menghasilkan *thin film* yang lebih tebal jika dibandingkan dengan membran yang menggunakan proses CTP (*Conventional Thermal Processing*). Metode RTP digunakan karena memerlukan waktu yang lebih singkat

dalam kalsinasi dengan biaya yang lebih terjangkau dan menghasilkan membran yang tidak jauh berbeda dari membran yang menggunakan proses CTP (Elma *et al.*, 2018) Proses pervingorasi dilakukan selama 20 menit dengan dengan tiga kali pengulangan (*triplo*)

Gambar 3.1 menunjukkan nilai fluks tertinggi pervingorasi air payau artifisial pada membran silika-pektin dari limbah kulit pisang dengan konsentrasi pektin 2,5% b/b dengan nilai 7,14  $\text{Kg/m}^2\cdot\text{h}^{-1}$ . Nilai ini lebih baik dibandingkan dengan fluks pada membran silika-pektin dengan konsentrasi 1 % dengan nilai 4,53. Hal ini menjelaskan bahwa membran silika-pektin dari limbah kulit pisang dengan konsentrasi yang berbeda menghasilkan fluks yang berbeda, yang pada penelitian ini fluks terbaik dihasilkan oleh membran silika-pektin dengan konsentrasi pektin 2,5. Rejeksi garam yang diperoleh pada membran silika-pektin dengan konsentrasi 1% lebih baik dari pada membran silika-pektin dengan konsentrasi 2,5 % dengan perbedaan nilai yang tidak signifikan.



**Gambar 3.1.** Performansi Membran Silika-Pektin Konsentrasi 1% dan 2,5% B/B Kalsinasi 300°C Menggunakan Air Payau Artifisial pada Suhu Ruang (~25°C)

Berdasarkan pada tabel 3.1 dapat dilihat perbandingan hasil fluks dan rejeksi garam pada berbagai jenis membran dengan umpan yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya, membran yang digunakan menggunakan *template* pektin dari kulit apel menghasilkan fluks air yang lebih rendah dibandingkan pada penelitian ini yang menggunakan membran dengan *template* pektin dari limbah kulit pisang. Rejeksi garam pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya tidak kalah bagus dalam merejeksi garam karena masih pada kisaran >90%. Penambahan *copolymer* P123 sebagai karbon sintetik meningkatkan kekuatan matriks pada membran, sedangkan membran silika mesopori *cobalt* membutuhkan waktu lebih lama pada proses kalsinasi karena menggunakan teknik CTP dan *cobalt* yang merupakan senyawa logam metal sebagai *template* pada membran dikhawatirkan ikut larut saat proses pervingorasi.

(Elma, *et al.*, 2019b; Elma, *et al.*, 2015a). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan pektin dari limbah kulit pisang mempengaruhi terhadap performa membran silika.

**Tabel 3.1.** Perbandingan Performa Membran berdasarkan Penelitian Sebelumnya

Tipe Membran	Jenis <i>Template</i>	Umpan	Fluks Air (Kg/m <sup>2</sup> ,h-1)	Rejeksi Garam (%)	Referensi
Silika-pektin 1%	Pektin Kulit pisang	NaCl 0,3%	4,53	91,95	Penelitian ini
Silika-pektin 2,5%	Pektin Kulit Pisang	NaCl 0,3%	7,14	91,74	Penelitian ini
Silika-pektin 2,5%	Pektin Apel Sigma-Aldrich	NaCl 3,5%	1,53	> 99	Elma, <i>et al.</i> , 2019a
Silika-Pektin 0,1%	Pektin Apel Sigma-Aldrich	NaCl 0,3%	3,5	> 99	Elma, <i>et al.</i> , 2019b
Membran Silika	P123	Air Asin	1,25	96,22	Elma <i>et al.</i> , 2018a
Silika Mesopori Cobalt		NaCl 0,3%	0,6	> 90	Elma <i>et al.</i> , 2015a

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan pektin dari limbah kulit pisang sebagai *template* dalam pembuatan membran silika-pektin mempengaruhi terhadap kinerja membran dalam proses desalinasi air payau artifisial (NaCl 0,3%) melalui pervaporasi. Performansi membran silika-pektin dengan konsentrasi 2,5% lebih baik dibandingkan dengan membran silika-pektin dengan konsentrasi 1%. Hal ini ditunjukkan dengan nilai fluks membran silika-pektin dengan konsentrasi 2,5% sebesar 7,14 Kg/m<sup>2</sup>,h<sup>-1</sup>. Rejeksi garam pada membran silika-pektin dengan konsentrasi 1% dan 2,5% menghasilkan nilai >90 %. Penelitian ini menunjukkan kemampuan baik pektin dalam mencegah keruntuhan pori struktur silika dalam pengaplikasian terhadap air payau.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Elma, M., Mahmud, M., Putri, V. S., Handayani, N., & Rahmah, A. (2019a). Aplikasi Membran Interlayer-Free Silika-Karbon dari Pektin Pada Desalinasi Air Laut untuk Menghasilkan Potable Water. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 4(2), 262–267.
- Elma, M., Pratiwi, A. E., Rampun, E. L. A., & Rahma, A. (2019b). Aplikasi Membran Interlayer-Free Silika-Pektin Pada Pengolahan Air Payau dan Air Asin. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 4(April), 268–273.
- Elma, M., Fitriani, Rakhman, A., & Hidayati, R. (2018a). Silica P123 Membranes for Desalination of Wetland Saline Water in South Kalimantan. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science* 175, 012007, 1–5.
- Elma, M., Riskawati, N., & Marhamah. (2018c). Silica Membranes for Wetland Saline Water Desalination: Performance and Long Term Stability. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science* 175, 1–7.
- Elma, M., Wang, D. K., Yacou, C., Motuzas, J., & Diniz da Costa, J. C. (2015a). High performance interlayer-free mesoporous cobalt oxide silica membranes for desalination applications. *Desalination*, 365, 308–315. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.02.034>
- Farha, I. F., & Kusumawati, N. (2012). Pembuatan Membran Komposit Kitosan-PVA dan

Pemanfaatannya pada Pemisahan Limbah Pewarna Rhodamin-B. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa*, 978–979.

Isdayanti, M., Rasidi, M. I., & Elma, M. (2016). Pektin Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* linn) Sebagai Edible Film And Coating. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kimia Dan Sumber Daya Alam*, 93–98.

Statistik, B. P. (2013). *Indeks Pembangunan Manusia Kota Banjarmasin*. Banjarmasin: BPS Kota Banjarmasin.

Sulastri, S., & Kristianingrum, S. (2010). *Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan*. 211–216.

Yang, H., Elma, M., Wang, D. K., Motuzaz, J., & Diniz, J. C. (2016). Interlayer-Free Hybrid Carbon-Silica Membranes for Processing Brackish to Brine Salt Solutions by Pervaporation. *Journal of Membrane Science*, 1–22.