

## TINJAUAN NILAI FLUKS PROSES REVERSE OSMOSIS TERHADAP PENINGKATAN KONSENTRASI GULA DALAM AIR LEGEN

Sri Redjeki <sup>1)\*</sup>, Wahyu Ajis Kurniawan <sup>2)</sup>, Achmad Romzy Isriawan <sup>3)</sup>

<sup>(1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294, Indonesia

\*Penulis korespondensi: sri4tk@yahoo.com

### Abstrak

Nira adalah cairan yang mengandung glukosa yang diperoleh dari batang tanaman seperti tebu, bit, sorgum, mapel, atau getah tandan bunga dari keluarga palma seperti aren, kelapa, kurma, nipah, sagu, siwalan dan sebagainya. Nira palma secara umum dalam bahasa Jawa dikenal sebagai legen. Legen dari aren mengandung gula antara 10 – 15%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai fluks terhadap peningkatan konsentrasi gula dalam air legen dengan bantuan membran reverse osmosis. Rancangan penelitian menggunakan alat membran berupa reverse osmosis dengan variabel peubah yang ditetapkan konsentrasi awal legen: 5 %, 7 %, 9 %. Volume umpan: 2000 ml, dan untuk variabel peubah yang dijalankan menggunakan gaya dorong ( $\Delta P$ ) (psi): 60,70,80; waktu operasi (menit): 30, 60, 90, 120, 150. Hasil penelitian terbaik nilai konsentrasi gula dalam air legen yaitu yang tertahan pada membran paling tinggi pada  $\Delta P = 60$  psi, waktu pemisahan 150 menit, adalah sebesar 7,71 %, dan nilai konsentrasi gula dalam air legen pada permeat paling rendah yakni pada  $\Delta P = 80$  psi saat waktu pemisahan mencapai 150 menit sebesar 0,67%.

**Kata kunci:** air legen; gula; membran

## REVIEW FLUCKS VALUE WITH THE OSMOSIS REVERSE PROCESS ON INCREASING SUGAR CONCENTRATION IN JUICE LEGEN

### Abstract

Nira is a liquid containing glucose obtained from plant stems such as sugarcane, beets, sorghum, maple, or the sap of flower bunches of the palm family such as palm, coconut, dates, palm, sago, palm and so on. Palm sap is commonly known in Javanese as legen. The sap from sugar palm contains 10-15% sugar. The purpose of this study was to determine the effect of the flux value on increasing sugar concentration in legen water with the help of a reverse osmosis membrane. The research design used a membrane device in the form of reverse osmosis with variable variables set initial concentrations: 5%, 7%, 9% Feed volume: 2000 ml, and for the variables run using the push force ( $\Delta P$ ) (psi): 60,70,80, operation time (minutes): 30, 60, 90, 120, 150. The best result of this research is that the concentration of sugar in the legume water is the highest at  $P = 60$  psi, the separation time is 150 minutes, which is 7.71%, and the value of the sugar concentration in the legen water in the permeate is the lowest at  $\Delta P = 80$  psi when the separation time reaches 150 minutes by 0.67%.

**Keywords:** juice legen; sugar; membrane

### PENDAHULUAN

Tanaman aren di Indonesia jumlahnya cukup banyak. Produksi nira aslinya bisa mencapai kisaran 10 hingga 20 liter per pohon per hari. Dari sebagian hasil survei untuk mempelajari potensi nira aren jika dibuat gula kristal, menunjukkan adanya suatu indikasi bahwa bukan hanya kualitasnya yang memenuhi kriteria baik, tetapi jumlah ketersediaan niranya juga cukup melimpah. Persyaratan penting

yang harus diperhatikan untuk mempertahankan kualitas nira agar tetap memenuhi kriteria baik adalah cara penyadapan dan cara sterilisasinya ketika nira masih dalam tabung penampung di atas pohon. Sementara ini, nira aren hanya dibuat tuak (*saguer*) dan sebagian lain dijadikan gula merah cetak dan gula semut dengan menggunakan 'open pan' sehingga jumlah produksinya terbatas dengan kualitas gula apa adanya (Purnomo, 2004).

Nira adalah cairan yang mengandung glukosa yang diperoleh dari batang tanaman seperti tebu, bit, sorgum, maple, atau getah tandan bunga dari keluarga palma seperti aren, kelapa, kurma, nipah, sagu, siwalan dan sebagainya. Nira palma secara umum dalam Bahasa Jawa dikenal sebagai legen. Nira dari aren mengandung gula antara 10 – 15%. Cairan ini dapat diolah menjadi minuman segar, difermentasi menjadi tuak nira, dijadikan sirup aren, atau diolah lebih lanjut menjadi gula aren, gula semut dan sebagainya (Baharuddin, Muin dan Bandaso, 2017).

Pemisahan dengan membran merupakan suatu teknik pemisahan campuran dua atau lebih komponen tanpa menggunakan panas. Pada membran filtrasi, komponen – komponen akan terpisah berdasarkan ukuran dengan bantuan gaya dorong. Gaya dorong dapat berupa gradien tekanan, konsentrasi, potensial listrik atau temperatur. Pada dasarnya pemisahan dengan menggunakan bantuan membran mempunyai keunggulan diantaranya pemisahan dapat dilakukan secara *batch* maupun *continue*, konsumsi energi umumnya memiliki kekurangan diantaranya fluks dan selektivitas, karena pada proses pemisahan menggunakan membran umumnya fenomena yang terjadi fluks berbanding terbalik dengan selektivitas, semakin tinggi fluks berakibat menurunnya selektivitas (Redjeki, 2008).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain, hasil penelitian Redjeki dan Hapsari (2017) yaitu peningkatan konsentrasi gula pada larutan gula dengan Membran Reverse Osmosis menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gula menggunakan membran reverse osmosis yang disiapkan sendiri di laboratorium mampu meningkatkan konsentrasi gula mencapai 90% dengan waktu proses selama 60 menit dari konsentrasi awal gula sebesar 4%. Desain membran reverse osmosis yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe komersial oriental 400 reverse osmosis. Tipe desain membran yang digunakan hanya dapat digunakan pada konsentrasi awal gula kurang dari 7%.

Menurut (Gusti, 2015) kandungan gula yang tinggi dari nira siwalan ini membuat minuman legen tidak tahan lama sehingga diperlukan teknologi untuk mengolah nira siwalan supaya menjadi tidak cepat basi. Salah satunya adalah teknologi pasteurisasi.

Hasil penelitian (Warsa, 2007) mengenai investigasi efek Fouling pada pemurnian nira tebu menunjukkan bahwa peningkatan tekanan operasi akan mengakibatkan peningkatan fluks pada awalnya, yang kemudian turun dengan bertambahnya waktu sampai pada waktu tertentu menunjukkan nilai fluks yang relatif konstan. Hal tersebut disebabkan

karena pori-pori membran mulai tertutupi oleh partikel yang tersaring, sehingga fluks akan konstan. Pada tekanan tertinggi yaitu 0,61 bar, fluks yang terjadi tidak berbeda jauh dengan fluks pada tekanan yang lebih kecil yaitu 0,55 bar. Hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan menyebabkan semakin menyusutnya ukuran pori-pori efektif, sehingga semakin sedikit *permeat* yang lolos dari *membrane*. Hasil penelitian Noor, Erliza (2009) tentang proses pemekatan jus jeruk siam (*Citrus nobilis L. var microcarpa*) dengan Reverse Osmosis menunjukkan bahwa penggunaan tekanan trans-membran (TMP) 8 Bar, laju alir umpan  $0,03 \text{ m det}^{-1}$  pada modul reverse osmosis (RO) berbentuk spiral berputar dengan membran poliamida dapat memekatkan larutan jus jeruk siam 11,8°Brix, atau 76% selama 6 jam operasi. Proses low pressure reverse osmosis (LPRO) menggunakan tekanan trans-membran (TMP) cukup efektif memekatkan jus jeruk. Awal pemekatan jus jeruk direkomendasikan menggunakan proses LPRO untuk peningkatan derajat Brix yang mampu mengurangi penggunaan energi pada proses pemisahan reverse osmosis (RO).

Tujuan penelitian adalah peningkatan konsentrasi gula dari legen. Dimana pada saat ini, air legen masih belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan yang bernilai komersial, sehingga perlu dicari alternatif agar air legen mempunyai nilai komersial. Dalam hal ini perlu dilakukan peningkatan konsentrasi larutan gula pada air legen sehingga menjadi olahan yang bernilai jual tinggi. Pada rencana penelitian ini peningkatan konsentrasi larutan gula dari air legen akan menggunakan membran reverse osmosis.

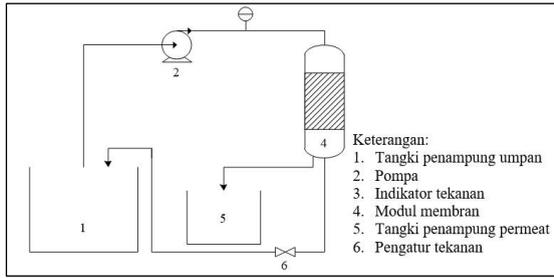
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira siwalan atau legen dari Kabupaten Tuban yang didapatkan dari penadahan nira siwalan dari pohon lontar, dan membran reverse osmosis sebagai membran yang didapatkan di Laboratorium Pengembangan Teknologi (LPT) Gedung Techno Park UPN “Veteran” Jawa Timur serta aquadest yang berfungsi sebagai pelarut dan bahan untuk mencuci membran.

### Alat

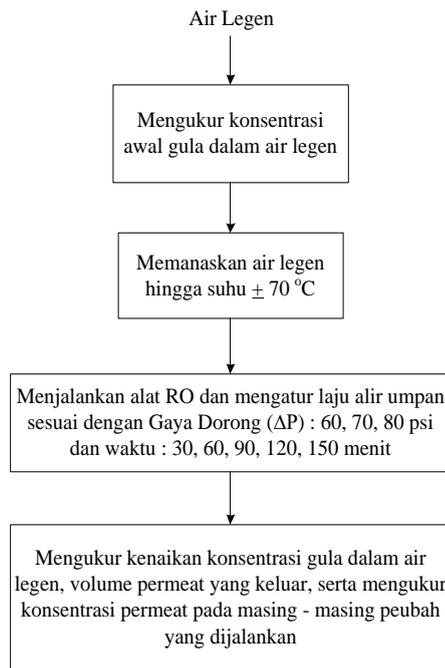
Rangkaian peralatan reverse osmosis yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Peralatan Reverse Osmosis

**Prosedur**

Pertama kali mempersiapkan bahan yang digunakan yaitu air legen sebanyak 2 botol besar dan masukkan ke dalam beaker glass 3000 ml. Kemudian mengukur konsentrasi awal gula dalam air legen menggunakan alat refraktometer. Lalu panaskan air legen hingga suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ . Kemudian jalankan alat Reverse Osmosis dengan menyalakan pompa dan atur laju alir umpan sesuai dengan peubah yang dijalankan. Mengukur kenaikan konsentrasi gula dalam air legen, volume permeat yang keluar, serta mengukur konsentrasi permeat pada masing - masing peubah yang dijalankan. Diagram alir pada penelitian ini dapat digambarkan sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengamatan Konsentrasi Gula dalam Permeat**

Data hasil pengukuran konsentrasi gula dalam permeat disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 secara berurutan untuk gaya dorong 60, 70, dan 80 psi.

**Tabel 1.** Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 60$  psi

Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Volume Permeat (ml)	Konsentrasi Gula dalam Permeat (%)
5	30	91	1,90
	60	80	1,80
	90	76	1,50
	120	65	1,50
	150	62	1,00
7	30	61	4,80
	60	55	4,50
	90	52	4,00
	120	50	3,90
	150	44	3,90
9	30	44	6,50
	60	38	6,30
	90	36	6,00
	120	35	5,50
	150	33	5,00

**Tabel 2.** Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 70$  psi

Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Volume Permeat (ml)	Konsentrasi Gula dalam Permeat (%)
5	30	82	2,00
	60	73	2,00
	90	67	1,50
	120	61	1,20
	150	57	1,00
7	30	47	5,80
	60	40	5,50
	90	34	4,90
	120	33	4,50
	150	30	4,00
9	30	63	6,20
	60	48	5,80
	90	34	5,20
	120	33	4,00
	150	31	3,00

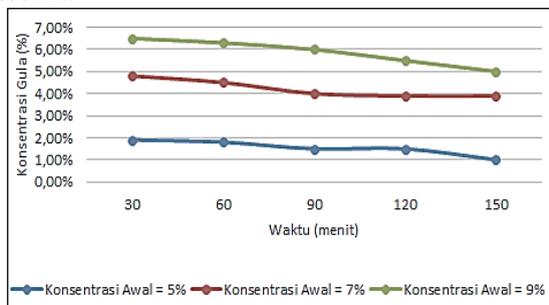
**Tabel 3.** Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 80$  psi

Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Volume Permeat (ml)	Konsentrasi Gula dalam Permeat (%)
5	30	131	3,90
	60	83	3,50
	90	71	2,80
	120	64	2,30
	150	55	2,00
7	30	70	6,60
	60	63	6,30
	90	54	6,00
	120	49	5,80
	150	45	5,20
9	30	40	5,00
	60	29	4,80
	90	25	4,50
	120	23	4,00
	150	21	3,20

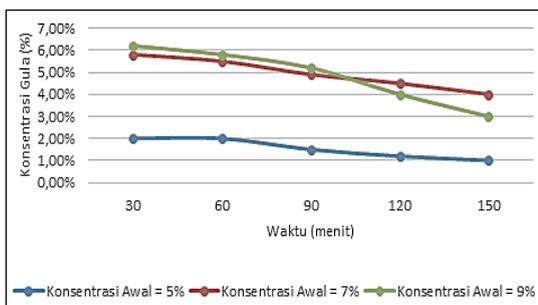
Pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa konsentrasi gula dalam permeat mengalami penurunan pada setiap  $\Delta P$  yang

dijalankan. Contohnya pada konsentrasi awal = 5%. Pada  $\Delta P = 60$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai konsentrasi gula dalam permeat berturut-turut sebesar 1,90%; 1,80%; 1,50%; 1,50%; 1,00%. Pada  $\Delta P = 70$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai konsentrasi gula dalam permeat berturut-turut sebesar 2,00%; 2,00%; 1,50%; 1,20%; 1,00%. Pada  $\Delta P = 80$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai konsentrasi gula yang tertahan dalam membran berturut-turut sebesar 3,90%; 3,50%; 2,80%; 2,30%; 2,00%. Dari hasil yang didapat, hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin besar tekanan dan semakin lama waktu pada proses pemisahan menggunakan membran, maka semakin kecil konsentrasi gula dalam permeat. Hal ini dipengaruhi semakin sedikit volume permeat yang keluar dari membran. Menurut Redjeki, Sri dan Hapsari, 2017 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi dengan larutan gula pada batas maksimal konsentrasi dengan konsentrasi awal 7% dan tekanan 85 psi, hasil permeat yang keluar sangat sedikit yang menyebabkan penyumbatan pada membran.

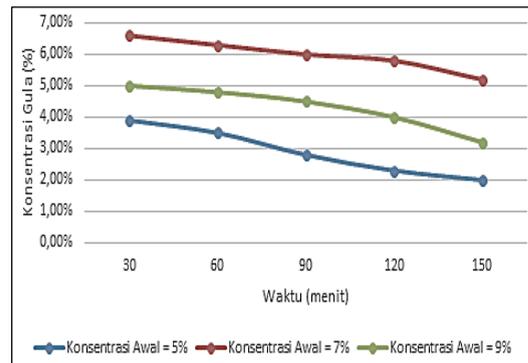
Sedangkan pada penelitian yang kami lakukan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gula dalam air legen menunjukkan batas maksimal konsentrasi awal 9% dengan tekanan 80 psi menunjukkan bahwa permeat yang keluar sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan besar tekanan mengalami penyumbatan pada membran yang mengakibatkan penurunan permeat yang keluar dari membran semakin lama semakin sedikit.



**Gambar 3.** Hubungan Antara Waktu dengan Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 60$  psi



**Gambar 4.** Hubungan Antara Waktu dengan Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 70$  psi



**Gambar 5.** Hubungan Antara Waktu dengan Konsentrasi Gula dalam Permeat pada  $\Delta P = 80$  psi

### Hasil Perhitungan Karakteristik Membran

Hasil perhitungan nilai fluks dan koefisien rejeksi disajikan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6 secara berurutan untuk gaya dorong 60, 70, dan 80 psi

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Nilai Fluks dan Koefisien Rejeksi pada  $\Delta P = 60$  psi

Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Nilai Fluks (liter/m <sup>2</sup> jam)	Koefisien Rejeksi (%)
5	30	2,98	99,62
	60	1,31	99,64
	90	0,83	99,70
	120	0,53	99,70
	150	0,41	99,80
7	30	2,00	99,31
	60	0,90	99,36
	90	0,57	99,43
	120	0,41	99,44
	150	0,29	99,44
9	30	1,44	99,28
	60	0,62	99,30
	90	0,39	99,33
	120	0,29	99,39
	150	0,22	99,44

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Nilai Fluks dan Koefisien Rejeksi pada  $\Delta P = 70$  psi

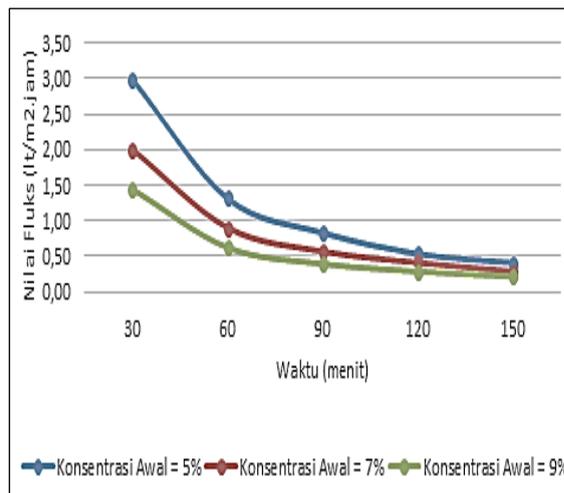
Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Nilai Fluks (liter/m <sup>2</sup> jam)	Koefisien Rejeksi (%)
5	30	2,69	99,60
	60	1,20	99,60
	90	0,73	99,70
	120	0,50	99,76
	150	0,37	99,80
7	30	1,54	99,17
	60	0,66	99,21
	90	0,37	99,30
	120	0,27	99,28
	150	0,20	99,43
9	30	2,07	99,31
	60	0,79	99,36
	90	0,37	99,42
	120	0,27	99,56
	150	0,20	99,67

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Nilai Fluks dan Koefisien Rejeksi pada  $\Delta P = 80$  psi

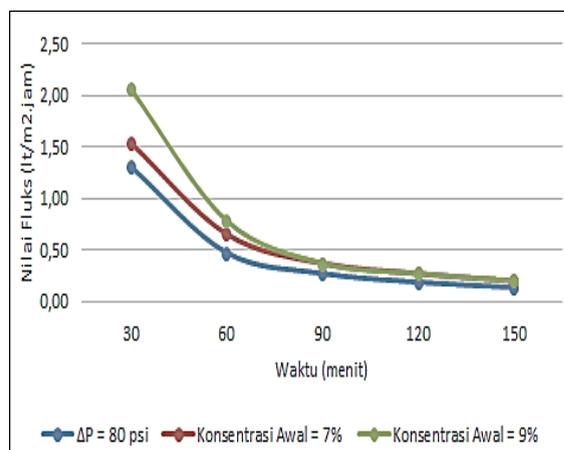
Konsentrasi Awal (%)	Waktu (menit)	Nilai Fluks (liter/m <sup>2</sup> jam)	Koefisien Rejeksi (%)
5	30	4,30	99,22
	60	1,36	99,30
	90	0,78	99,44
	120	0,52	99,54
	150	0,36	99,60
7	30	2,30	99,06
	60	1,03	99,10
	90	0,59	99,14
	120	0,40	99,17
	150	0,30	99,26
9	30	1,31	99,44
	60	0,48	99,47
	90	0,27	99,50
	120	0,19	99,56
	150	0,14	99,64

Dari Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai fluks mengalami penurunan pada setiap  $\Delta P$  yang dijalankan. Contohnya pada konsentrasi awal = 5%. Pada  $\Delta P = 60$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai fluks berturut - turut sebesar 2,98; 1,31; 0,83; 0,53; 0,41 liter/m<sup>2</sup>jam. Pada  $\Delta P = 70$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai fluks berturut - turut sebesar 2,69; 1,20; 0,73; 0,50; 0,37 liter/m<sup>2</sup>jam. Pada  $\Delta P = 80$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai fluks berturut - turut sebesar 4,30; 1,36; 0,78; 0,52; 0,36 liter/m<sup>2</sup>jam. Dari hasil yang didapat, nilai fluks mengalami penurunan karena semakin banyak gula yang tertahan dalam membran. Dan laju alir yang melewati pori-pori membran juga mengalami penurunan. Banyaknya gula yang tertahan dalam membran dikarenakan terjadinya penyumbatan (*fouling*) berdasarkan perbedaan ukuran partikel gula yang melewati pori-pori membran. Penyumbatan terjadi karena adanya pengumpulan material di dekat atau dalam membran dengan cara menutupi atau mengecilkan pori.

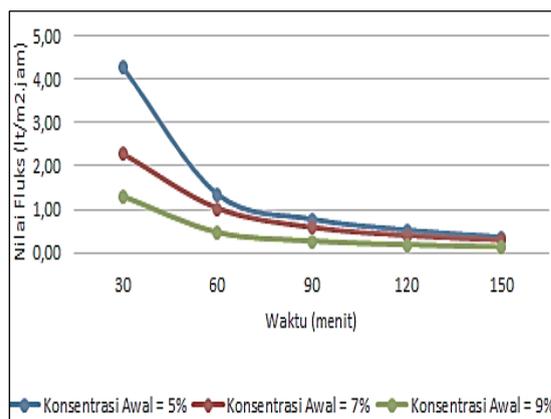
Selain itu tidak semua gula atau material yang tertahan pada membran karena ukuran partikel gula yang lebih kecil dari pori-pori membran dapat melewati membran dan keluar dari membran masih sebagian terikut pada permeat yang ditampung. Sehingga permeabilitas membran yang digunakan sesuai dengan teori yang ada. Pada penelitian Warsa, 2010 peningkatan tekanan operasi akan mengakibatkan peningkatan fluks pada awalnya, yang kemudian turun dengan bertambahnya waktu sampai pada waktu tertentu menunjukkan nilai fluks yang relatif konstan. Jadi hasil yang didapat tidak jauh beda dari peneliti yang terdahulu terbukti dari teori yang ada.



**Gambar 6.** Hubungan Antara Waktu dengan Nilai Fluks pada  $\Delta P = 60$  psi

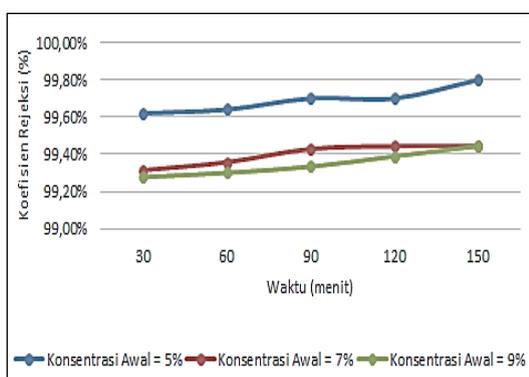


**Gambar 7.** Hubungan Antara Waktu dengan Nilai Fluks pada  $\Delta P = 70$  psi

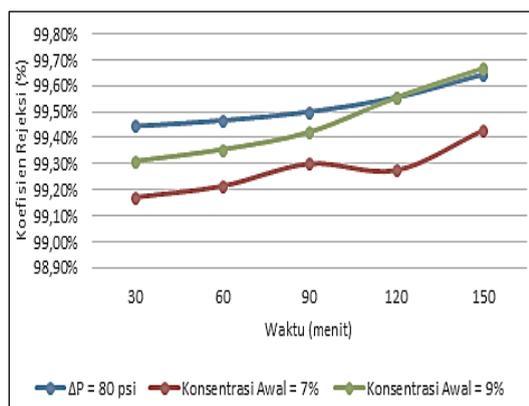


**Gambar 8.** Hubungan Antara Waktu dengan Nilai Fluks pada  $\Delta P = 80$  psi

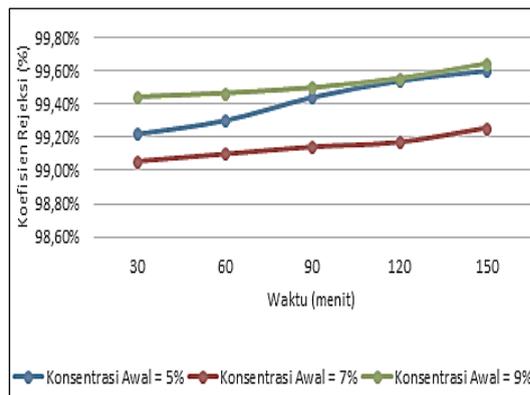
Dari Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai koefisien rejeksi mengalami kenaikan pada setiap  $\Delta P$  yang dijalankan. Contohnya pada konsentrasi awal = 5%. Pada  $\Delta P = 60$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai koefisien rejeksi berturut-turut sebesar 99,62%; 99,64%; 99,70%; 99,70%; 99,80%. Pada  $\Delta P = 70$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai koefisien rejeksi berturut-turut sebesar 99,60%; 99,60%; 99,70%; 99,76%; 99,80%. Pada  $\Delta P = 80$  psi dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit didapat nilai fluks berturut-turut sebesar 99,22%; 99,30%; 99,44%; 99,54%; 99,60%. Dari hasil yang didapat, nilai koefisien rejeksi mengalami kenaikan karena semakin banyak gula yang tertahan dalam membran. Dan laju alir yang melewati pori-pori membran juga mengalami penurunan akibat semakin banyak gula yang tertahan. Sehingga selektivitas membran yang digunakan sesuai dengan teori yang ada.



Gambar 9. Hubungan Antara Waktu dengan Koefisien Rejeksi pada  $\Delta P = 60$  psi



Gambar 10. Hubungan Antara Waktu dengan Koefisien rejeksi pada  $\Delta P = 70$  psi



Gambar 11. Hubungan Antara Waktu dengan Koefisien rejeksi pada  $\Delta P = 80$  psi

## SIMPULAN

Hasil penelitian nilai konsentrasi gula dalam air legen pada permeat paling rendah yakni pada  $\Delta P = 60$  psi dan  $\Delta P = 70$  saat waktu pemisahan mencapai 150 menit sebesar 1,00 % dari konsentrasi awal sebesar 5 %. Gaya dorong ( $\Delta P$ ) sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai fluks. Pemanasan air legen sebelum proses pemisahan dilakukan tidak begitu berpengaruh pada konsentrasi awal air legen.

## SARAN

Penelitian selanjutnya diharapkan lebih berhati-hati saat membersihkan membran dengan air panas agar tidak mempengaruhi hasil penelitian. Peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan alat yang sesuai dengan metode pemisahan sesuai dengan sifat dan karakteristik bahan. Peneliti selanjutnya sebaiknya lebih memperhatikan dalam pemilihan bahan air legen sebelum digunakan pada saat penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andy. 2009. Larutan, Konsentrasi Larutan, dan Sifat Koligatif Larutan. (<https://andykimia03.wordpress.com/2009/08/12/larutan-konsentrasi-larutan-dan-sifat-koligatif-larutan/>). Diakses pada tanggal 7 Maret 2018 pukul 20.10 WIB
- Anonim. 2012. *Larutan Gula*. (<http://fisikaasik-gudangfisika.blogspot.co.id/2012/01/larutan-gula.html>). Diakses pada tanggal 7 Maret 2018 pukul 20.34 WIB
- Anonim. 2017. *Gula*. (<https://id.wikipedia.org/wiki/Gula>). Diakses pada tanggal 7 Maret 2018 pukul 21.03 WIB.

- Baharuddin, Muin, Musrizal, dan Bandaso, Herniaty (2017). Pemanfaatan nira aren (*arenga pinnata merr*) sebagai bahan pembuatan gula putih kristal. *Jurnal Perennial*, 3(2): 40-43
- Gusti, Anugrah, Meilan (2015). *Proses Pengolahan Minuman Legen Dalam Kemasan (Kajian: Proporsi Nira Siwalan: Air Dan Proses Pasteurisasi*. Tesis Sarjana Universitas Brawijaya.
- Hapsari, Nur. 2017. Materi Kuliah Teknologi Membran. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
- Redjeki, Sri. 2008. Teknologi Membran. Surabaya :Unesa University Press
- Yuwono, Sudarminto Setyo. 2015. Pohon Siwalan (*Borassus flabellifer L.*).
- Warsa, Wayan I. (2007). Kajian Pengaruh Fouling pada Pemurnian Nira Tebu dengan Membran Ultrafiltrasi, *Jurnal Teknik Kimia* Vol 1, No 1, 2007