

## **TUGAS AKHIR**

### **DESALINASI MELALUI PROSES PERVAPORASI AIR GARAM ARTIFISIAL MENGUNAKAN MEMBRAN SILIKA-PEKTIN TANPA *INTERLAYER*: PENGARUH KONSENTRASI GARAM TERHADAP KINERJA MEMBRAN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung  
Mangkurat

Dibuat:

**Noni Handayani**

**NIM. H1E114020**

Pembimbing I  
**Dr. Mahmud, ST., MT.**

Pembimbing II  
**Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2018**

**TUGAS AKHIR**  
**DESALINASI MELALUI PROSES PERVAPORASI AIR GARAM ARTIFISIAL**  
**MENGGUNAKAN MEMBRAN SILIKA-PEKTI TANPA INTERLAYER:**  
**PENGARUH KONSENTRASI GARAM TERHADAP KINERJA MEMBRAN**

Oleh:

**Noni Handayani**

NIM. H1E114020


Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada hari Kamis 20 Desember 2018 dan dinyatakan Lulus

Pembimbing I,



**Dr. Mahmud, ST., MT**  
NIP. 1974 0107 199802 1 001

Dewan Penguji :

1. Chairul Abdi., ST., MT (.....)   
NIP. 1978 0712201212 1 002

2. Dr. Nopi Stiyati Prihatini., S.Si., MT (.....)   
NIP 1984 118200812 2 003

Pembimbing II,



**Muthia Elma, ST., M.Sc., Ph.D**  
NIP. 1974 0521 200212 2 003

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan,



**Dr. Rony Riduan, ST., MT.**  
NIP. 19761017 199903 1 003

Banjarnbaru, Desember 2018  
Fakultas Teknik Unlam  
Wakil Dekan I



**Chairul Irawan, ST., MT., Ph.D**  
NIP. 19750404 200003 1 002

## ABSTRAK

Kelangkaan air adalah masalah besar saat ini di seluruh dunia. Sumber air bersih utama seperti sungai dan mata air diintrusi oleh air laut sehingga air tersebut menjadi payau. Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Air payau dapat diolah menjadi air bersih dengan mengurangi kandungan garam terlarut didalamnya dengan desalinasi. Proses desalinasi dilakukan menggunakan membran silika yang disisipkan dengan karbon dari pektin untuk memperkuat struktur pori dan hidrostabilitas membran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari membran silika-pektin dengan metode pervaporasi (PV) menggunakan air garam artifisial (konsentrasi garam 0 wt%, 0,3 wt% dan 1 wt%). Membran silika-pektin konsentrasi 0,5% dikalsinasi pada suhu 400 °C dengan teknik RTP (*Rapid Thermal Processing*) dengan ketebalan membran yang dihasilkan 1,41  $\mu\text{m}$ . Morfologi membran dianalisis menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil menunjukkan permukaan membran tidak retak (*crack*) dengan ukuran pori membran 2-50 nm. Proses pervaporasi dilakukan dengan suhu air umpan (*feed*) ~25 °C. Membran silika-pektin tanpa *interlayer* menunjukkan kinerja yang baik dengan konsentrasi garam 0 wt%, konsentrasi garam 0,3 wt% dan konsentrasi garam 1 wt% yaitu 13,6  $\text{kg/m}^2$  jam, 13,2  $\text{kg/m}^2$  jam dan 10,8  $\text{kg/m}^2$  jam, secara berturut-turut. Dari hasil yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi larutan umpan mempengaruhi hasil fluks permeat yang didapatkan. Rejeksi garam yang tinggi juga berhasil diperoleh dengan nilai >99% untuk semua air umpan. Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi garam menutup pori-pori dan membuat molekul air yang melewati membran menjadi jauh lebih lambat atau dikenal dengan polarisasi konsentrasi garam.

Kata kunci: air payau, desalinasi, membran silika-pektin, pervaporasi, tanpa *interlayer*

## **ABSTRACT**

Water scarcity is a big issues nowhere in this world. The main natural water sources such as rivers and wetland were intruded by sea water so the water becomes brackish. Brackish water is a mixture of fresh water and sea water (salt water). Brackish water can be processed into clean water by reducing the concentration of dissolved salt by desalination. The desalination process is carried out using a silica membrane which is templated with carbon from pectin to gained the strengthen pore structure and enhancing membrane hydrostability. This study aims to investigate and determine the kinerjance of silica-pectin membrane by pervaporation (PV) method using artificial NaCl solution (0,3 wt%, 1 wt% and aquades) as feed. The concentration of 0,5% silica-pectin membrane was calcined at 400 °C with RTP (Rapid Thermal Processing) technique then formed membrane thickness of 1.41 µm. Membrane morphology was analysed by SEM (Secanning Electron Microscope) that show no crack on membrane surface and the membrane pore size around 2-50 nm. The pervaporation process is carried out at ~25 °C of feed temperature. The interlayer-free silica-pectin membrane shown a good kinerjance with high water flux of aquadest, 0,3 wt% and 1 wt% of NaCl solution of 13,6 kg/m<sup>2</sup> h, 13,2 kg/m<sup>2</sup> h and 10,8 kg/m<sup>2</sup> h, respectively. High result also obtained in salt rejection of > 99% for all feeds. Thereby, the water flux was influenced by salt concentration of the feed solution it caused of the high salt concentration that blocks membrane pores and makes the water molecules that pass through the membrane become much slower or known as the polarization of salt concentration.

Keywords: brackish water, desalination, silika-pectin membrane, pervaporation, interlayer-free

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Desalinasi Melalui Proses Pevaporasi Air Asin Artifisial Menggunakan Membran Silika-Pektin Tanpa *Interlayer*: Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Kinerja Membran”. Adapun tujuan penulisan rencana penelitian ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun proposal tugas akhir ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungannya.
2. Bapak Dr. Mahmud, S.T., M.T. selaku pembimbing I, dan Ibu Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.d. selaku pembimbing II, selaku pembimbing II, yang telah membimbing dan memberikan masukkan dalam menyusun proposal Tugas Akhir.
3. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Nopi Setyati prihatini S.Si., M.T. sebagai dosen penguji.
4. Rekan kerja penelitian Membran Silika-Pektin, teman-teman Mahasiswi Teknik Lingkungan 2014 serta kakak-kakak pembimbing Mahasiswi Magister (S-2) Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.
5. Staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan rencana penelitian ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan, serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, Desember 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN .....	x
DAFTAR SIMBOL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	13
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori .....	5
2.1.1 Membran Anorganik.....	5
2.1.2 Silika .....	7
2.1.3 Pektin.....	8
2.1.4 Desalinasi .....	9
2.1.5 Pervaporasi.....	10

2.2 Studi Pustaka .....	11
2.3 Hipotesis .....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	13
3.1 Rancangan Penelitian .....	13
3.1.1 Variabel Penelitian .....	13
3.1.2 Kerangka Penelitian .....	14
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	17
3.3.2 Bahan Penelitian .....	17
3.3.3 Peralatan Penelitian .....	17
3.4 Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data .....	17
3.4.2 Prosedur Penelitian .....	17
3.4.3 Pengumpulan Data.....	21
3.5 Cara Analisis Hasil .....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Sintesis dan Karakterisasi <i>Xerogel</i> .....	22
4.2 Morfologi Membran .....	25
4.3 Kinerja Membran Silika-Pektin.....	27
V. PENUTUP .....	32
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32
DAFTAR RUJUKAN.....	33
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Pustaka .....	11
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Menentukan Kondisi Optimum Pervaporasi .....	13
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Kinerja Membran .....	29



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan Membran (Elma <i>et al.</i> , 2013) .....	6
Gambar 2.2 Skema Proses Desalinasi Pervaporasi (Wang <i>et al.</i> , 2016) .....	10
Gambar 3.1 Sintesis dan karakterisasi xerogel membran silika-pektin .....	14
Gambar 3.2 Pembuatan dan Proses Kinerja Membran Silika-Pektin .....	15
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian .....	16
Gambar 3.4 Rangkaian alat <i>dipcoating</i> .....	19
Gambar 3.5 Rangkaian Alat Pervaporasi .....	20
Gambar 4.1 <i>Xerogel</i> setelah dioven dengan temperatur 60 °C selama 24 jam .....	23
Gambar 4.2 <i>Xerogel</i> silika-pektin .....	23
Gambar 4.3 Spektrum FTIR <i>xerogel</i> silika-pektin 0,5% kalsinasi 400 °C .....	24
Gambar 4.4 Analisis SEM membran silika-pektin (a) <i>surface membrane</i> (b) <i>cross-section</i> dengan pembesaran 5000 kali .....	25
Gambar 4.5 Membran silika-pektin 0,5% kalsinasi 400 °C .....	26
Gambar 4.6 Pengaruh konsentrasi garam terhadap fluks permeat dan rejeksi garam dengan waktu pervaporasi 20 menit dan suhu 25 °C .....	28

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

SINGKATAN		Halaman Pertama Kali Ditemukan
RO	<i>Reverse Osmosis</i> .....	1
MD	Distilasi Membran.....	1
PV	Pervaporasi .....	1
P123	<i>Triblock kopolimer pluronic</i> .....	2
TEOS	<i>Tetraethyl Ortosilicate</i> .....	2
H <sub>2</sub> O	Air.....	2
wt	Weight.....	3
SiO <sub>4</sub>	<i>Orthosilicate</i> .....	6
SiO <sub>2</sub>	Silikon Dioksida .....	6
Si-OH	Silanol .....	6
Si-O-Si	Siloksan .....	6
ppm	Part per milion .....	8
VC	<i>Vapor Compression</i> .....	8
Kg	Kilogram .....	9
m <sup>-2</sup>	Permeter persegi.....	9
h <sup>-1</sup>	Perjam .....	9
T	<i>Temperature</i> .....	12
t	Waktu.....	12
NaCl	Natrium klorida .....	13
gr	Gram.....	13
pH	<i>Power of Hydrogen</i> / pangkat hidrogen .....	15
bar	Satuan tekanan .....	15

NH <sub>3</sub>	Amonia .....	15
HNO <sub>3</sub>	Asam Nitrat.....	15
FTIR	<i>Fourier Trasform Infra Red</i> .....	16
mL	Mililiter.....	16
N	Newton .....	16
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	17
cm	Centimeter .....	17
RTP	<i>Rapid Thermal Process</i> .....	17
Si-C	Silika-karbon.....	21
CTP	<i>Convensional Thermal Process</i> .....	22

## DAFTAR SIMBOL

LAMBANG		Halaman Pertama Kali Ditemukan
Å	Satuan Panjang.....	2
°	Derajat .....	3
%	Persen .....	3
~	Sekitaran .....	11
$\Delta t$	Selang waktu.....	19
>	Lebih besar .....	26

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN

LAMPIRAN B PERHITUNGAN FLUKS AIR DAN REJEKSI GARAM

LAMPIRAN C TABEL PERHITUNGAN FLUKS AIR DAN REJEKSI GARAM

LAMPIRAN D LOGBOOK KEGIATAN PENELITIAN