

**DESALINASI AIR RAWA ASIN MENGGUNAKAN MEMBRAN SILIKA  
DENGAN PREKURSOR *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) DAN  
*Methyltriethoxysilane* (MTES)**

**DEWI PUSPITA SARI  
NIM. 1920525320012**



**PROGRAM STUDI MAGISTER  
PENGELOLAAN SUMBERDAYAALAM DAN LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2023**

**DESALINASI AIR RAWA ASIN MENGGUNAKAN MEMBRAN SILIKA  
DENGAN PREKURSOR *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) DAN  
*Methyltriethoxysilane* (MTES)**

**DEWI PUSPITA SARI  
NIM. 1920525320012**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
MAGISTER LINGKUNGAN  
pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

**PROGRAM STUDI MAGISTER  
PENGELOLAAN SUMBERDAYAALAM DAN LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2023**

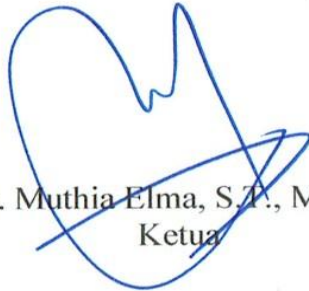
Judul Tesis : Desalinasi Air Rawa Asin Menggunakan Membran Silika dengan Prekursor *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES)

Nama : Dewi Puspita Sari

NIM : 1920525320012

disetujui,

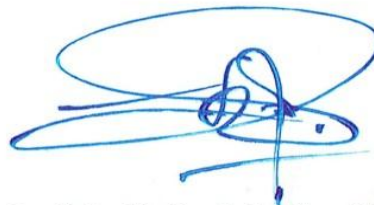
Komisi Pembimbing



Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D  
Ketua



Dr. Mahmud, S.T., M.T  
Anggota I



Prof. Ir. H. Basir, M.Sc., Ph.D  
Anggota II

diketahui,

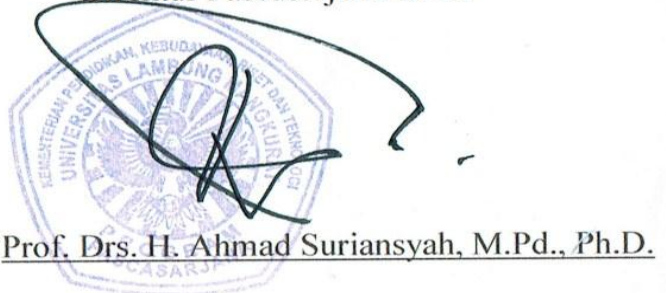
Koordinator Prodi S2 PSDAL



Prof. Ir. H. Basir, M.S., Ph.D

Tanggal Lulus:

Direktur Pascasarjana ULM



Prof. Drs. H. Ahmad Suriansyah, M.Pd., Ph.D.

Tanggal Wisuda:



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
PROGRAM PASCASARJANA**

**SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

NOMOR : 264/UN8.4/SE/2023

Sertifikat ini diberikan kepada:

**Dewi Puspita Sari**

Dengan Judul Tesis:

Desalinasi Air Rawa Asin Menggunakan Membran Silika dengan Prekursor *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarasin, 21 Juni 2023

Direktur,



Prof. Drs. H. Ahmad Suriansyah, M.Pd., Ph.D.

NIP 195912251986031001

## PERNYATAAN KE PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dewi Puspita Sari  
NIM : 1920525320012  
Program Studi : S2 – Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat  
Judul Tesis : **“Desalinasi Air Rawa Asin Menggunakan Membran Silika dengan Prekursor *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES)”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, Juni 2023  
Yang membuat pernyataan



Dewi Puspita Sari  
NIM. 1920525320012

## RINGKASAN

Dewi Puspita Sari, 2023. Desalinasi Air Rawa Asin Menggunakan Membran Silika dengan Prekursor *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES). Pembimbing Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D; Dr. Mahmud, S.T., M.T; Prof. Ir. H. Basir.M.Sc., Ph.D.

Kelangkaan air bersih yang terjadi khususnya di Daerah Kalimantan Selatan di Desa Muara Halayung Kabupaten Banjar mengalami krisis air bersih. Air di Desa Muara Halayung dimanfaatkan warga sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, namun air yang digunakan memiliki nilai salintas yang tinggi dikarenakan air rawa di desa tersebut dipengaruhi dari pasang surut air laut. Berdasarkan hasil uji karakteristik air rawa pH yang dihasilkan 5,7-5,8 dan nilai konduktivitas 173.200  $\mu\text{S/cm}$ .

Teknologi yang digunakan pada penelitian menggunakan proses desalinasi menggunakan membran modifikasi dengan menambahkan *precursor Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES). Pembuatan membran tersebut menggunakan Teknik RTP (*Rapid Thermal Processing*) dengan variasi suhu kalsinasi 350, 450 dan 600°C. Modifikasi membran dilakukan untuk memperkuat membran tersebut sehingga tidak luruh pada saat proses pervaporasi. Karakteristik membrane tersebut diuji menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil uji FTIR, terdapat gugus *siloxane* yang terletak pada panjang gelombang 1082  $\text{cm}^{-1}$ , gugus fungsi *silanol* pada panjang gelombang 976  $\text{cm}^{-1}$ , dan gugus fungsi *silica carbon* pada panjang gelombang 800  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil FTIR dilakukan uji lanjutan menggunakan *software fytik*. Analisis Fytik dilakukan untuk mengetahui luas puncak gugus fungsi yang dihasilkan. Berdasarkan perhitungan peak area yang dihasilkan menunjukkan gugus fungsi siloxane (Si-O-Si) lebih banyak terbentuk dibandingkan dengan silanol (Si-OH).

Pada membran dilakukan *analisis Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi pada membrane. Berdasarkan hasil SEM menunjukkan membran yang dihasilkan memiliki ketebalan  $\pm 1 \mu\text{m}$ . Performa membran yang dihasilkan dapat dilihat dari *water flux* dan *salt rejection* pada variasi suhu kalsinasi 350, 450 dan 600°C dengan umpan air rawa asin. *Water flux* yang dihasilkan berturut-turut pada variasi suhu 350, 450 dan 600°C yaitu 6,165  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$ , 4,426  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$  dan 3,960  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{jam}^{-1}$ . Berdasarkan hasil persentase menunjukkan pada saat pervaporasi mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu kalsinasi. *Salt Rejection* yang dihasilkan pada penelitian menunjukkan membran TEOS-MTES memiliki persentase yang tinggi disetiap variasi suhu.

## SUMMARY

Dewi Puspita Sari, 2023. Desalination of Brackish Water Using Silica Membrane with Tetraethylorthosilicate (TEOS) and Methyltriethoxysilane (MTES) Precursors. Supervisor Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.; Dr. Mahmud, S.T., M.T.; Prof. Ir. H. Basir.M.Sc., Ph.D.

Water scarcity occurs in South Kalimantan, particularly in Muara Halayung Village, Banjar Regency. The surrounding residents use the water in Muara Halayung Village to meet their daily needs, but it has high salinity due to the influence of tidal seawater on the village's swamp water. Based on the test results, the swamp water's pH is 5.7-5.8, and the conductivity value is 173,200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

The technology used in this research is a desalination process with membrane modification using Tetraethylorthosilicate (TEOS) and Methyltriethoxysilane (MTES) precursors. The membrane was made using Rapid Thermal Processing (RTP) technique with 350, 450, and 600 °C calcination temperatures. The membrane modification was performed to strengthen the membrane and prevent it from disintegrating during pervaporation. The membrane's characteristics were tested using Fourier Transform Infra-Red (FTIR) instrument to determine the observed functional groups. Based on the FTIR test results, siloxane groups were observed at the wavenumber of 1082  $\text{cm}^{-1}$ , silanol functional groups at 976  $\text{cm}^{-1}$ , and silica carbon functional groups at 800  $\text{cm}^{-1}$ . Further analysis was conducted using Fityk software. The Fityk analysis was performed to determine the peak areas of the resulting functional groups. Based on the calculated peak areas, it is indicated that more siloxane (Si-O-Si) functional groups were formed compared to silanol (Si-OH) groups.

Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis was conducted on the membrane to examine its morphology. Based on the SEM analysis results, the produced membrane is approximately 1  $\mu\text{m}$  thick. The performance of the produced membrane can be observed through water flux and salt rejection under different calcination temperatures of 350, 450, and 600 °C using saline swamp water as the feed. The resulting water flux for the temperature variations of 350, 450, and 600 °C are 6.165, 4.426, and 3.960  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$ , respectively. Based on the percentage results, the pervaporation decreases with increasing calcination temperature. The salt rejection obtained in the study shows that the TEOS-MTES membrane has a percentage of 99.8% for each temperature variation.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI MAGISTER

**PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN**

Alamat: Jalan Ahmad Yani KM 36, Banjarbaru Kalimantan Selatan 70714  
Telp./Faksimile: (0511) 4777055 | Laman: <http://s2psdal.ulm.ac.id/> | E-mail: [psdal.unlam@ulm.ac.id](mailto:psdal.unlam@ulm.ac.id)

**SURAT KETERANGAN**

Nomor: 675/UN8.4.7/DT.02/2023

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan Bahasa Inggris dari Tesis yang berjudul **"Desalination of Salty Swamp Water Using Silica Membrane with Tetraethylorthosilicate (TEOS) and Methyltriethoxysilane (MTES) Precursors"** yang disusun oleh:

N a m a : Dewi Puspita Sari  
NIM : 1920525320012  
Program Studi : Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

telah diperiksa dan diverifikasi Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari Ringkasan Bahasa Indonesia yang ditulis oleh mahasiswa yang bersangkutan (ringkasan terlampir).

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.





## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penelitian tesis ini ditulis oleh Dewi Puspita Sari, lahir di Pelaihari Kabupaten Tanah Tanggal 04 April 1995. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara, penulis memiliki kakak laki-laki yang bernama Eko Ariyadi, S.T., M.M dan penulis juga memiliki adik perempuan yang bernama Husnul Khotimah, S.Tr.Kes. Bapak saya bernama Burhanuddin (alm) dan Ibu saya bernama Dwi Suprapti.

Penulis menempuh pendidikan formal pertama di Pelaihari Kabupaten Tanah Laut dimulai dari SDN Karang Taruna 1 (*lulus tahun 2007*), melanjutkan ke SMPN 1 Pelaihari (*lulus tahun 2010*) dan SMA PGRI Pelaihari (*lulus tahun 2013*). Setelah lulus SMA penulis melanjutkan kuliah Sarjana (S1) di Universitas Lambung Mangkurat Program Studi Teknik Lingkungan pada tahun 2013 (*lulus tahun 2017*).

Setelah lulus kuliah penulis mencoba melamar pekerjaan di berbagai perusahaan sambil menunggu wisuda pada tahun 2018, namun setelah wisuda dan mendapatkan ijazah penulis memutuskan membantu orang tua mengembangkan usaha. Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, serta berkat dorongan orang tua dan kakak pada tahun 2019 saya melanjutkan pendidikan Pascasarjana (S2) program studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSDAL), Universita Lambung Mangkurat. Pada tahun 2022 hingga sekarang saya bekerja sebagai Pegawai Tidak Tetap (PTT) di Sekretariat Daerah Kabupaten Tanah Laut.

Dewi Puspita Sari

## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **Desalinasi Air Rawa Asin Menggunakan Membran Silika dengan Prekursor *Tetraethylorthosilicate* (TEOS) dan *Methyltriethoxysilane* (MTES)**. Saya ucapkan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu kelancaran dalam menyelesaikan tesis khususnya kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
2. Bapak Prof. Ir. H. Basir, M.S., Ph.D selaku Ketua Program Studi Megister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. Seluruh Dosen dan Staf Administrasi Pascasarjana Program Studi Megister PSDAL Universitas Lambung Mangkurat.
3. Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D selaku ketua dosen pembimbing, Bapak Dr. Mahmud, S.T., M.T dan Prof. Ir. H. Basir, M.S., Ph.D selaku dosen pembimbing satu dan dua yang telah banyak membantu seiring berjalannya penelitian hingga penulisan tesis. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S dan Bapak Dr. Ir. Rony Riduan., S.T., M.T. selaku penguji I dan penguji II.
4. Teman-teman M<sup>2</sup>ReG yang telah membantu penelitian baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tesis ini. Teman-teman satu tim penelitian Elsa Nadia P dan Mita Riani R dan juga seluruh teman-teman PSDAL Angkatan 2019.

Saya menyadari adanya keterbatasan dalam menyelesaikan tesis ini, sehingga masih ada kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan. Semoga Tesis yang saya tulis ini bisa bermanfaat khususnya bagi saya pribadi maupun pembaca yang membutuhkan informasi tentang masalah yang dibahas dalam tesis ini.

Banjarbaru, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
RINGKASAN .....	v
SUMMARY .....	vi
VALIDASI RINGKASAN BAHASA INGGRIS.....	vii
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	viii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis .....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Luaran yang Dihasilkan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Air Rawa Asin .....	5
2.2 Teknologi Membran dan Jenis Membran.....	7
2.3 Karakterisasi Membran.....	8
2.3.1 FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....	9
2.3.2 SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ).....	9

2.3.3 TGA ( <i>Thermogravimetric Analysis</i> ).....	10
2.3.4 XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ) .....	10
2.3.5 BET ( <i>Brunauer-Emmett-Teller</i> ) .....	11
2.4 Proses Pembuatan Membran Anorganik .....	11
2.4.1 Tetraethylorthosilicate (TEOS) dan Methyltriethoxysilane (MTES) .....	11
2.4.2 Metode Sol-Gel dan <i>Xerogel</i> .....	12
2.4.3 Proses <i>Dip-coating</i> .....	14
2.4.4 Proses Kalsinasi.....	14
2.5 Desalinasi dan Teknik Pervaporasi Membran .....	16
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	17
3.3 Variabel Penelitian.....	17
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.5.1 Pembuatan Sol Silika .....	18
3.5.2 Membran <i>Dipcoating</i> dan Kalsinasi Membran .....	18
3.5.3 Proses Pervaporasi .....	19
3.5 Analisis Data .....	20
3.6 Kerangka Pikir Penelitian .....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Karakteristik Air Rawa Asin.....	23
4.2 Karakteristik Membran Organo-Silika TEOS-MTES.....	25
4.2.1 Karakteristik FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ) .....	25
4.3 Morfologi Membran Organo-Silika TEOS-MTES .....	29
4.4 Performa Membran .....	30
V. PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air di Desa Muara Halayung.....	6
2.2 Pemisahan Dua Fasa dengan Menggunakan Teknologi Membran.....	7
3.1 Alat Proses <i>Dipcoating</i> .....	19
3.2 Rangkaian Alat Proses Pervaporasi .....	20
3.3 Kerangka Penelitian Pembuatan Membran Silika TEOS-MTES.....	21
3.4 Kerangka Pikir Penelitian .....	22
4.1 Tempat Pengambilan Sampel Air Rawa Asin di Desa Muara Halayung	23
4.2 Gambar Uji FTIR Membran Organo-Silika.....	27
4.3 Rasio Peak Area Gugus Fungsi <i>Silanol</i> (Si-OH) vs <i>Siloxane</i> (Si-O-Si) dan Gugus Fungsi <i>Silanol</i> (Si-OH) vs <i>Silica Carbon</i> (Si-C).....	28
4.4 Foto SEM Membran Organo-Silika Tampak <i>Cross Section</i> dengan Besaran 5000 .....	29
4.5 <i>Water Flux</i> dan <i>Salt Rejection</i> terhadap Variasi Suhu Kalsinasi .....	31

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1 Hasil Uji Karakteristik Air Rawa Asin dengan Standar Baku Mutu Air .	24
4.2 Nilai Konduktivitas Air Rawa Asin setelah Pervaporasi .....	25
4.3 Rasio Peak Area <i>Siloxane</i> (Si-O-Si), <i>Silanol</i> (Si-OH) dan <i>Silica Carbon</i> (Si-C) .....	28
4.4 Performa Berbagai Jenis Membran untuk Desalinasi Air Rawa Asin .....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
A. Log Book.....	42
B. Perhitungan.....	45
C. Dokumentasi.....	54
D. Tabel Perhitungan dan Pengamatan .....	57
E. Luaran yang Dihasilkan.....	58