

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI *AIR GAP* TERHADAP KINERJA
MEMBRAN HEMODIALISIS POLIETERSULFON/ZEOLIT-Y**



NABILA AMALIA PUTRI

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**PENGARUH VARIASI *AIR GAP* TERHADAP KINERJA MEMBRAN
HEMODIALISIS POLIETERSULFON/ZEOLIT-Y**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Kimia
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

NABILA AMALIA PUTRI

NIM 081811533015

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc, Ph.D.
NIP. 198401032012121005

Drs. Tokok Adiarto, M.Si.
NIP. 196406291990021001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Variasi *Air Gap* terhadap Kinerja Membran
Hemodialisis Polietersulfon/Zeolit-Y

Penyusun : Nabila Amalia Putri

NIM : 081811533015

Pembimbing I : Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing II : Drs. Tokok Adiarto, M.Si.

Tanggal Sidang : 21 Juli 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19840103201212005

Drs. Tokok Adiarto, M.Si.

NIP. 1964062919990021001

Mengetahui,
Ketua Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Mochamad Zakki Fahmi, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 198307022009121005

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi *Air Gap* terhadap Kinerja Membran Hemodialisis Polietersulfon/Zeolit-Y”. Naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang ilmu kimia di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Penulisan naskah skripsi ini dapat diselesaikan dengan dukungan, bimbingan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan dan arahan, saran, dan motivasi yang diberikan dalam penulisan naskah skripsi.
2. Bapak Drs. Tokok Adiarto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Wali atas bimbingan dan arahan selama penulisan naskah skripsi serta memberikan motivasi selama studi di Program Studi Kimia.
3. Para Dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu, serta nasehat selama penulis menempuh studi S-1 Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
4. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi serta dukungan moral maupun material dalam proses penyusunan naskah skripsi.
5. Teman-teman satu bimbingan dan teman-teman Kimia Angkatan 2018 H18RID yang senantiasa berbagi ilmu, memberikan semangat, bantuan, dan motivasi selama proses penyusunan naskah skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan naskah skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan naskah skripsi ini.

Surabaya, Juli 2022
Penyusun

Nabila Amalia Putri

Putri, Nabila Amalia, 2022. Pengaruh Variasi *Air Gap* terhadap Kinerja Membran Hemodialisis Polietersulfon/Zeolit-Y, skripsi ini di bawah bimbingan Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc, Ph.D. dan Drs. Tokok Adiarto, M.Si., Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Hemodialisis merupakan salah satu terapi gagal ginjal dengan menggunakan membran yang bekerja sebagai nefron pada ginjal. Polietersulfon (PES) digunakan sebagai bahan membran hemodialisis karena memiliki keunggulan yaitu ketahanan termal, sifat kimia serta mekanik yang baik. Zeolit digunakan sebagai adsorben yang dapat menyerap racun uremik dalam darah khususnya racun yang tidak dapat dihilangkan dengan menggunakan membran hemodialisis konvensional. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi *air gap* terhadap kinerja membran hemodialisis. Pembuatan membran dilakukan dengan komposisi 16% polietersulfon, 1,4% polivinylpirolidon, 1% Zeolit-Y, dan 82,6% N-Metil-Pirolidon dengan dilakukan variasi parameter *air gap* 10, 20, 30, 40, dan 50 cm. Metode yang digunakan untuk pencetakan membran yaitu *dry-wet spinning*. Berdasarkan hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM), membran yang dihasilkan memiliki struktur berpori dengan struktur pori *fingerlike*. Membran bersifat hidrofilik dengan sudut kontak kurang dari 90°. Membran dengan sifat mekanik paling baik yaitu membran dengan variasi *air gap* 50 cm. Kinerja membran yang dihasilkan cukup baik dengan persentase rejeksi protein diatas 90% dan fluks air paling tinggi 75 L/m².jam. Membran mampu membersihkan kreatinin dan indoksil sulfat sebesar 18% dan 7%. Membran yang dihasilkan bersifat hemokompatibel dengan persentase hemolisis sebesar 6,37%. Hasil *air gap* yang optimum yaitu 50 cm.

***Kata Kunci* : Hemodialisis, Membran, air gap, Zeolit-Y**

Putri, Nabila Amalia, 2022. The Effect of *Air Gap* Variation on PES/Zeolite-Y Hemodialysis Membrane Performance, this final project is under the guidance of Yanuardi Raharjo, S.Si, M.Sc, Ph.D. and Drs. Tokok Adiarto, M.Si., Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Hemodialysis is one of the therapies for renal failure by using membranes that work as nephrons in the kidneys. Polyethersulfone (PES) is used as a hemodialysis membrane material because it has good chemical and mechanical properties, also thermal resistance. Zeolite is used as an adsorbent that can absorb uremic toxins in the blood, especially toxins that cannot be eliminated using conventional hemodialysis membranes. The purpose of this study is to determine the effect of water gap variations on the performance of hemodialysis membranes. Membrane fabrication is carried out with a composition of 16% polyethersulfone, 1.4% polyvinylpyrrolidone, 1% Zeolite-Y, and 82.6% N-Methyl-Pyrrolidone with variations in air gap parameters of 10, 20, 30, 40, and 50 cm. The method used for membrane printing was dry-wet spinning. The resulting hemodialysis membrane had a porous structure and is hydrophilic with a contact angle above 90°. The membrane with the best mechanical properties was a membrane with an air gap variation of 50 cm. Membrane performance was quite good with a protein rejection percentage above 90% and a water flux of at most 75 L / m².h. The membrane was able to clean creatinine and indoxyl sulfate by 18% and 7%. The resulting membrane was hemocompatible with a percentage of hemolysis of 6.37%. The optimum air gap variation is 50 cm.

Keywords : Hemodialysis, Membrane, air gap, Zeolite-Y

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini, saya:

Nama : Nabila Amalia Putri

NIM : 081811533015

Program studi : S1 Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

Pengaruh Variasi *Air Gap* terhadap Kinerja Membran Hemodialisis Polietersulfon/Zeolit-Y.

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Juli 2022

Nabila Amalia Putri

NIM : 081811533055

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II.....	9
2.1 Gagal Ginjal	9
2.2 Hemodialisis	9
2.3 Membran Hemodialisis	10
2.4 Racun Uremik.....	11
2.4.1 Kreatinin	12
2.4.2 Indoksil sulfat	13
2.5 Zeolit	13
2.6 Karakterisasi	16
2.6.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	16
2.6.2 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	17
2.6.3 <i>Field Emission Scanning Electron Microscope</i> (FE-SEM).....	17
2.6.4 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	18
2.7 Biokompatibilitas	18

BAB III	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1 Alat penelitian.....	20
3.2.2 Bahan penelitian	20
3.3 Diagram Alir.....	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Sintesis Zeolit-Y	22
3.4.2 Karakterisasi Zeolit-Y.....	22
3.4.3.1 <i>Fourier Transformation Infrared</i> (FTIR)	22
3.4.3.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	23
3.4.3.3 <i>Field-Emission Scanning Electron Microscope</i> (FE-SEM).....	23
3.4.3 Pembuatan larutan <i>dope</i>	23
3.4.4 Pencetakan membran <i>hollow fiber</i>	24
3.4.5 Karakterisasi membran <i>hollow fiber</i>	25
3.4.5.1 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	25
3.4.5.2 Uji sifat hidrofililitas membran.....	26
3.4.5.3 Uji sifat mekanik membran.....	26
3.4.5.4 Pengukuran porositas dan ukuran pori.....	29
3.4.5.5 Uji kinerja membran	30
3.4.6 Pembuatan larutan kreatinin	31
3.4.6.1 Pembuatan larutan induk kreatinin 100 mg/L.....	31
3.4.6.2 Pembuatan larutan standar kreatinin	31
3.4.6.3 Pembuatan larutan asam pikrat jenuh	32
3.4.7 Uji Analisis Kreatinin	32
3.4.7.1 Penentuan panjang gelombang maksimum larutan kreatinin.....	32
3.4.7.2 Pembuatan larutan kurva standar larutan kreatinin.....	32
3.4.8 Pembuatan larutan indoksil sulfat.....	32
3.4.8.1 Pembuatan larutan induk indoksil sulfat 100 mg/L	32
3.4.8.2 Pembuatan larutan standar indoksil sulfat.....	33
3.4.9 Uji analisis indoksil sulfat	33

3.4.9.1 Penentuan panjang gelombang maksimum larutan Indoksil sulfat.....	33
3.4.9.2 Pembuatan kurva standar larutan indoksil sulfat	33
3.4.10 Uji biokompatibilitas	33
BAB IV	35
4.1 Hasil sintesis zeolit-Y	35
4.2 Hasil karakterisasi zeolit	37
4.2.1 Analisis struktur kristal.....	37
4.2.2 Analisis gugus fungsi.....	40
4.2.3 Analisis morfologi zeolit-Y	41
4.3 Hasil Cetak Membran <i>Hollow Fiber</i>	42
4.4 Karakterisasi Membran <i>Hollow Fiber</i>	45
4.4.1 Hasil uji morfologi dengan Scanning Electron Microscope (SEM).....	46
4.4.2 Hasil uji gugus fungsi	50
4.4.3 Hasil uji porositas membran	51
4.4.4 Hasil uji hidrofilitas membran.....	52
4.4.5 Hasil uji fluks air.....	54
4.4.6 Hasil uji sifat mekanik membran	55
4.4.7 Hasil uji rejeksi bsa.....	57
4.4.8 Pembuatan kurva standar kreatinin dan indoksil sulfat	59
4.4.9 Hasil uji pembersihan kreatinin dan indoksil sulfat.....	60
4.4.10 Hasil uji hemolisis	62
BAB V	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
Lampiran	73

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2. 1	Ukuran diameter pori dan volume pori dari zeolit	16
3. 1	Variasi Parameter <i>Air Gap</i>	24
4. 1	Perbandingan nilai 2θ zeolit-Y sintesis dengan zeolit standar	39
4. 2	Pita Serapan Zeolit-Y	41
4. 3	Ukuran Pori Membran HF	49
4. 4	Hasil Uji Morfologi Diameter Dalam dan Diameter Luar	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2. 1	Kreatinin	12
2. 2	Indoksil Sulfat	13
2. 3	Susunan tetrahedral molekul SiO_4 dan AlO_4 membentuk blok unit zeolit	14
2. 4	Susunan tetrahedral dari ikatan Si-O dan Al-O yang membentuk blok satuan zeolit	14
2. 5	Struktur Zeolit A, Zeolit X, dan Zeolit Y	15
2. 6	Struktur ZSM-5	15
3. 1	Diagram alir penelitian	21
3. 2	Skema alat spinning hollow fiber	25
3. 3	Diagram skematik dari metode <i>continuous incremental sheet forging</i>	28
3. 4	Mekanisme dari metode <i>continuous incremental sheet forging</i>	28
3. 5	Ekperimen skematik disiapkan untuk membran hollow fiber aliran silang	31
4. 1	Proses <i>Aging</i> (a) dan Proses Hidrotermal (b)	36
4. 2	Hasil Sintesis Zeolit-Y	37
4. 3	Difraktogram Zeolit-Y Sintesis dan Zeolit-Y Komersil	38
4. 4	Puncak Khas Zeolit-Y Sintesis	39
4. 5	Hasil Spektra IR Zeolit-Y	40
4. 6	(a) Hasil Mikrograf Zeolit-Y Sintesis dengan Perbesaran 20.000 kali, (b) Hasil Mikrograf Zeolit-Y Komersil dengan Perbesaran 50.000 kali	42
4. 7	Larutan dope (16% PES; 1,4 PVP; 82,6 NMP; 1% zeolit-Y sintesis)	43
4. 8	Ikatan kimia PES-PVP-ZeolitY	43
4. 9	Hasil Cetak Membran HF dengan Variasi <i>Air Gap</i>	44
4. 10	Proses pengeringan membran HF	45
4. 11	Hasil Uji SEM Membran HF dalam berbagai Variasi <i>Air Gap</i>	47
4. 12	Spektra IR Membran HF	50
4. 13	Hasil Uji Porositas Membran	52
4. 14	Proses pengujian sudut kontak a) 0 menit; b) 1 menit; c) 2 menit; d) 3 menit; e) 4 menit; dan f) 5 menit.	53
4. 15	Grafik Hasil Uji Hidrofilisitas Membran	54
4. 16	Hasil Uji Fluks Air	55
4. 17	Grafik hasil uji kuat tarik dan kuat lentur membran	56
4. 18	Grafik Modulus Young	57
4. 19	Grafik hasil uji rejeksi BSA	58
4. 20	Grafik Kurva Standar Kreatinin	59
4. 21	Grafik Kurva Standar Indoksil Sulfat	60
4. 22	Grafik Hasil Uji Pembersihan IS dan Kreatinin	61
4. 23	Grafik Hasil Uji Hemolisis	62

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul
1	Perhitungan Sintesis Zeolit-Y