

PENGHASILAN MEMBRAN ASIMETRIK PENURAS NANO
BERPRESTASI TINGGI UNTUK PENYINGKIRAN ION KLORIDA

MOHD KHAIRUL FAZRIE BIN MOHD FAUZI

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

LP

15

FST

21

2005

2005

**PENGHASILAN MEMBRAN ASIMETRIK PENURAS NANO BERPRESTASI
TINGGI UNTUK PENYINGKIRAN ION KLORIDA**

Oleh

Mohd Khairul Fazrie bin Mohd Fauzi

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi
sebahagian keperluan bagi
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA
2005

1100036902



JABATAN SAINS KEJURUTERAAN
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

PENGHASILAN MEMBRAN ASIMETRIK PENURAS NANO BERPRESTASI TINGGI
UNTUK PENYINGKIRAN ION KLORIDA oleh MOHD KHAIRUL FAZRIE BIN MOHD
FAUZI No. Matrik UK 6927 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan
telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan
sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperolehi IJAZAH SARJANA
MUDA TEKNOLOGI (ALAM SEKITAR), Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej
Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

DR. NORA'AINI BINTI ALI
Pensyarah

Nama:

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Cop Rasmi:

Tarikh: 19.4.2005

Penyelia Kedua (jika ada)

ASMADI BIN ALI @ MAHMUD
Pensyarah

Nama:

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Cop Rasmi:

Tarikh: 20.4.05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama:

Cop Rasmi:

Tarikh: 20.4.05

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia Nya dapat saya menyiapkan Projek Ilmiah Tahun Akhir ini dengan jayanya. Terlebih dahulu saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada penyelia pertama saya, Dr. Nora'aini Ali, penyelia bersama iaitu En. Asmadi Ali dan juga En. Zul Hassan sebagai penasihat luar di atas bimbingan serta tunjuk ajar yang diberikan kepada saya sehingga kajian ini dapat dijalankan dengan lancarnya.

Tidak lupa juga kepada semua kakitangan Jabatan Sains Kejuruteraan terutamanya En. Razali yang turut membantu dalam kelancaran projek ini. Sekalung ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada ibubapa saya Mohd Fauzi Omar dan Komariah Semail yang sentiasa memberi dorongan dan semangat bagi memastikan yang terbaik untuk saya.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan dan semua yang terlibat dalam kajian ini, samada secara langsung mahupun tidak langsung. Tanpa bantuan dan sokongan daripada mereka semua di atas, kemungkinan kajian ini tidak dapat dijalankan dan disempurnakan dengan jayanya.

JADUAL KANDUNGAN

	Halaman
MUKA SURAT JADUAL	i
BORANG PENGESAHAN DAN KELULUSAN TESIS	ii
PENGHARGAAN	iii
JADUAL KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SINGKATAN/SIMBOL	xi
SENARAI LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN DAN OBJEKTIF	
1.1 Membran	1
1.2 Penyingkiran Larutan Garam	2
1.3 Kepentingan Penghasilan Membran Penuras Nano	4
1.4 Pernyataan Masalah	5
1.5 Objektif Kajian	5
1.6 Skop Kajian	6

BAB 2

ULASAN BAHAN RUJUKAN

2.1	Membran Asimetrik	8
2.2	Perkembangan Membran Penuras Nano	9
2.3	Aplikasi Membran Penuras Nano	10
	2.3.1 Industri Penghasilan dan Pencelupan Pewarna	11
2.4	Kelemahan Osmosis Balikan	12
2.5	Kesan Saiz Liang (Sterik) dan Kesan Cas (Donnan)	13
	2.5.1 Kesan Saiz Liang (Sterik)	14
	2.5.2 Kesan Cas (Donnan)	15
2.6	Penghasilan Membran Berprestasi Tinggi	17
	2.6.1 Pemilihan Bahan bagi Penyediaan Larutan Membran	18
	2.6.2 Penyediaan Membran	18
2.7	Faktor yang Mempengaruhi Prestasi Pemisahan Membran	19
	2.7.1 Kesan Kepekatan Polimer	19
	2.7.2 Kesan Bahan Tambah	20
	2.7.3 Kesan Kadar Ricih	21
2.8	Produktiviti dan Kepemilihan Membran	23
2.9	Kekutuban Kepekatan	24

BAB 3

METODOLOGI

3.1	Bahan-Bahan	30
	3.1.1 Polietersulfon (PES)	30
	3.1.2 N-metil-2-pirolidon (NMP)	31

3.1.3	Polivinilpirolidon (PVP)	31
3.2	Penyediaan Larutan Membran	32
3.3	Penghasilan Membran Asimetrik Kepingan Rata	35
3.4	Ujian Ketelapan Membran	38
3.5	Analisa Ion Klorida	40
3.5.1	Penyediaan Larutan NaCl yang Berlainan Kepekatan	41
3.6	Ujian Penyingkiran Garam	42
3.7	Mikroskop Pengimbas Elektron	43
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengukuran Fluks Air	45
4.1.1	Kesan Polimer dan Bahan Tambah Bukan Pelarut Terhadap Kebolehtelapan Membran	48
4.1.2	Kesan Kadar Ricih Terhadap Kebolehtelapan Membran	50
4.2	Kesan Kadar Ricih Terhadap Penyingkiran Larutan Ion Klorida	51
4.3	Kesan Polimer dan Bahan Tambah Bukan Pelarut Terhadap Penyingkiran Ion Klorida	53
4.4	Kesan Fluks Terhadap Peratus Penyingkiran Ion Klorida	55
4.5	Analisa Struktur Membran Menggunakan SEM	57

BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Cadangan	65
RUJUKAN		66
LAMPIRAN		71
VITAE		84

SENARAI JADUAL

Jadual	Halaman
3.1 Ringkasan formulasi larutan membran	33
3.2 Formulasi membran asimetrik kepingan rata	37
3.3 Isipadu larutan NaCl 0.1 M dan air suling yang digunakan bagi menghasilkan 50 ml larutan NaCl yang berbeza kepekatan	41
3.4 Isipadu larutan NaCl 0.01 M dan air suling yang digunakan bagi menghasilkan 50 ml larutan NaCl yang berbeza kepekatan	42
4.1 Persamaan graf, pekali sekaitan dan nilai kebolehtelapan bagi setiap membran	47

SENARAI RAJAH

Rajah	Halaman
2.1 Konsep asas bagi pemisahan membran	25
2.2 Kepekatan kekutuban pada lapisan membran	25
3.1 Struktur Polyetersulfon	31
3.2 Struktur N-metil-2-pirolidon	31
3.3 Struktur Polivinilpirrolidon	32
3.4 Peralatan bagi Penyediaan Larutan Membran	34
3.5 Mesin Acuan Elektrik Semi Automatik	36
3.6 Membran yang terbentuk selepas direndam dalam Larutan Pengentalan	38
3.7 Peralatan bagi Ujian Ketelapan Membran	39
3.8 Mikroskop Pengimbas Elektron (SEM)	44
4.1 Fluks Air Tulen bagi keempat-empat Membran yang Berbeza Formulasi	47
4.2. Kesan Penambahan Polimer dan Bahan Tambah terhadap Kebolehtelapan Membran	49
4.3 Kesan Peningkatan Kadar Ricih terhadap Kebolehtelapan Membran	50
4.4 Peratus Penyingkiran Ion Klorida bagi Membran 18 PES/KR 82.5 dan 18 PES/KR 165	51

4.5	Peratus Penyingkiran Ion Klorida bagi Membran 23 PES/KR 82.5 dan 23 PES/KR 165	52
4.6	Kesan Peningkatan Komposisi Polimer dan Bahan Tambah Bukan Pelarut terhadap Penyingkiran Larutan Natrium Klorida	54
4.7	Peratus Penyingkiran Ion Klorida berbanding Fluks bagi Setiap Membran	56
4.8	Imej Mikrograf Keratan Rentas Struktur Membran (a)18 PES/KR 82.5 dan (b)18 PES/KR 165 dilihat menggunakan SEM	59
4.9	Imej Mikrograf Keratan Rentas Struktur Membran (a) 23 PES/KR 82.5 dan (b) 23 PES/KR 165 dilihat menggunakan SEM	60

SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

Singkatan

MWCO	-Potongan Berat Molekul
NaCl	-Natrium Klorida
NMP	-N-metil-2-pirolidon
PEG	-Polietilena glikol
PEO	-Polietilena oksida
PES	-Polietersulfon
PSf	-Polisulfon
PVP	-Polivinilpirolidon
SEM	- <i>Scanning Electron Microscop</i>

Simbol

C_b	-Kepekatan larutan pukal
C_f	-Kepekatan larutan suapan
C_p	-Kepekatan larutan tertelap
C_r	-Kepekatan larutan tertahan
C_w	-Kepekatan dinding
J_v	-Fluks
M	-Molar
P_m	-Pemalar ketelapan
R_{obs}	-Penyingkiran dicerap
R_{real}	-Penyingkiran sebenar
ΔP	-Perubahan tekanan

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Pengiraan Komposisi Formulasi 18 % PES / 77 % NMP / 5 % PVP	71
B	Pengiraan Komposisi Formulasi 23 % PES / 70 % NMP / 7 % PVP	72
C	Pengiraan Kadar Ricih (165 s^{-1})	73
D	Pengiraan Kadar Ricih (82.5 s^{-1})	74
E	Pengiraan bagi Penyediaan 500 ml Larutan NaCl berkepekatan 0.1 M	75
F	Graf Konduktiviti melawan Kepekatan 0-0.01 M	76
G	Graf Konduktiviti melawan Kepekatan 0-0.1 M	77
H	Fluks untuk Ujian Ketelapan bagi Membran 23 PES/KR 82.5 dan 23 PES/KR 165	78
I	Fluks untuk Ujian Ketelapan bagi Membran 18 PES/KR 82.5 dan 18 PES/KR 16.5	79
J	Data untuk Ujian Penyingkiran NaCl bagi Membran 23 PES/KR 82.5	80
K	Data untuk Ujian Penyingkiran NaCl bagi Membran 23 PES/KR 165	81
L	Data untuk Ujian Penyingkiran NaCl bagi Membran 18 PES/KR 82.5	82
M	Data untuk Ujian Penyingkiran NaCl bagi Membran 18 PES/KR 165	83

ABSTRAK

Kajian ini dilakukan untuk menghasilkan membran asimetrik penuras nano yang berbeza formulasi yang mampu menghasilkan prestasi tolakan garam natrium klorida (NaCl) melebihi 50%. Larutan membran yang terdiri dari sistem ternari iaitu polietersulfon (polimer), N-metil-2-pirolidon (pelarut) dan polivinilpirolidon (bahan tambah) dihasilkan dari dua formulasi berbeza iaitu 18/77/5 dan 23/70/7. Kepingan nipis membran dihasilkan melalui proses pembalikan fasa kering-basah dengan menggunakan mesin acuan separa-automatik yang difabrikasi *in-house*. Kadar ricih yang digunakan semasa meratakan larutan membran adalah pada kelajuan 82.5 s^{-1} dan 165 s^{-1} . Prestasi pemisahan membran yang telah dihasilkan ditentukan melalui ujikaji penelapan air tulin dan larutan garam natrium klorida, 0.01M pada julat tekanan 0-24 bar, menggunakan sel penuras hujung tertutup. Nilai pemalar kebolehtelapan membran yang diperolehi adalah 1.3×10^{-6} hingga $29.8 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{MPa}$, mengesahkan bahawa membran yang dihasilkan adalah di dalam julat penuras nano. Kajian menunjukkan bahawa peningkatan komposisi polimer, bahan tambah dan pertambahan kadar ricih akan meningkatkan tahap kepemilihan (tolakan ion) dan produktiviti (fluks). Secara keseluruhannya, peratus penyingkiran ion klorida oleh membran yang dihasilkan melalui formulasi di atas adalah sehingga 61%, iaitu melebihi sasaran kajian.

ABSTRACT

This study is about preparing asymmetric nanofiltration membrane with different formulation to get a rejection of NaCl more than 50%. The dope is developed using ternary system which consist of polyethersulphone (polymer), N-metil-2-pyrolidone (solvent) and polyvinylpyrolidone (additive) from different formulations of 18/77/5 and 23/70/7. The flat sheet membrane is produced using a dry/wet phase inversion using semi-automatic machine with an in-house fabrication. The shear rates used to spread the dope solution are in the speed of 82.5 s^{-1} and 165 s^{-1} . The separation performance of the membrane was determined through permeability test of the pure water and NaCl solution, 0.01 M for the pressure range of 0-24 bar using dead-end filtration cell. The permeability coefficient that was recorded was within the range of 3×10^{-6} to $29.8 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2\text{sec.Mpa}$ which proved that the membrane produced is within the range of nanofiltration. The study has proven that with the increase of polymer composition, additive and shear rate, the selectivity level (ion rejection) and productivity (flux) will also increase. As a whole, the rejection percentage of ion chloride using membrane produced by different formulation is 61% which is higher than the expected result.