

KESAN KEPEKATAN POLIMER KE ATAS PRESTASI PEMISAHAN
PENURAS NANO UNTUK PENYINGKIRAN AIR
SISA AKUAKULTUR

SANTY ANAK LANGIE

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

2005

LT
22
25
21
2005

KESAN KEPEKATAN POLIMER KE ATAS PRESTASI PEMISAHAN
PENURAS NANO UNTUK PENYINGKIRAN AIR SISA AKUAKULTUR

Oleh

Santy Anak Langie

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

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

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan 2004/2005

Nama: PM. Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi

Tarikh: _____

1100036920

LP
3/5
AST
5
2005



**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:

**KESAN KEPEKATAN POLIMER KE ATAS PRESTASI PEMISAHAN PENURAS
NANO UNTUK PENYINGKIRAN AIR SISA AKUAKULTUR.**

oleh Santy anak Langie No. Matrik UK 6874 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar), Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: Dr Nora'aini bt Ali

Cop Rasmi:

DR. NORA'AINI BINTI ALI
Pensyarah

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

Tarikh: 20.4.05

Penyelia Kedua (jika ada)

Nama: En Asmadi bin Ali

Cop Rasmi:

ASMADI BIN ALI @ MAHMUD
Pensyarah
Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 20.4.05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: PM. Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi:

Tarikh: 21.4.05

PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengangkat setinggi kesyukuran kepada Tuhan kerana berkat perlindungan, urapan serta kekuatan yang diberi sehingga saya berjaya menyiapkan projek ini dengan jayanya.

Saya mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia saya, Dr Nora'aini Bt Ali, En. Asmadi Ali serta En. Zul atas segala bimbingan, teguran dan dorongan yang diberikan sepanjang tempoh meyiapkan projek ini. Tidak ketinggalan juga, saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada En. Mahmud, En. Razman, Cik Mazalina dan Puan Siti Zalaikha kerana memberi kebenaran menggunakan makmal di luar waktu pejabat sehingga semua ujikaji berjaya disiapkan. Juga kepada En. Razali dan En. Nasir kerana membantu menyiapkan SEM.

Seterusnya, saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang disayangi kerana sentiasa memberi dorongan dan nasihat walaupun berada jauh dari sisi saya. Tak lupa juga kepada yang teristimewa, Mohd Nasir Mat Nor yang sentiasa memberi galakkan dan bantuan di saat-saat genting menyiapkan projek ini. Akhir sekali, kepada rakan-rakan sejurusan yang dikasihi, terima kasih saya ucapkan atas sokongan moral dan bantuan yang telah diberikan. Kenangan bersama kalian akan tetap saya ingati selama-lamanya. Semoga Tuhan memberkati segala apa yang kita lakukan.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
MUKASURAT JUDUL	i
BORANG PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI SINGKATAN/SIMBOL	x
SENARAI LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN DAN OBJEKIF	
1.1 Pengenalan Kepada Proses Membran	2
1.2 Sejarah Pembangunan Teknologi Membran	3
1.3 Definisi Membran	5
1.4 Membran Penuras Nano	6
<i>1.4.1 Teori Pengangkutan Membran Penuras Nano</i>	6
1.5 Pernyataan Masalah	8
1.6 Objektif Kajian	9
1.7 Skop Kajian	9

BAB 2	ULASAN BAHAN RUJUKAN	
2.1	Parameter Pembentukan Membran	11
2.2	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Prestasi dan Struktur Membran	13
2.3	Aplikasi Membran Penuras Nano dalam Industri	14
	2.3.1 <i>Aplikasi dalam Akuakultur</i>	16
BAB 3	METODOLOGI	
3.1	Pemilihan Bahan	20
	3.1.1 <i>Polisulfona</i>	20
	3.1.2 <i>N-Metil-2-Pirrolidon</i>	21
	3.1.3 <i>Polivinilpirrolidon</i>	22
3.2	Penyediaan Alat Radas Untuk Larutan Membran (dope)	23
3.3	Kaedah Penyediaan Larutan Membran (dope)	24
3.4	Kaedah Pengacuan Membran	25
3.5	Pengujian Membran	27
	3.5.1 <i>Ujikaji Penelapan Air Tulen</i>	27
	3.5.2 <i>Kaedah Analisis Larutan NaCl 0.01M</i>	28
	3.5.3 <i>Ujikaji Penelapan Larutan NaCl 0.01M</i>	28
3.6	Penyediaan Sampel Air Sisa Akuakultur	30
3.7	Kaedah Analisis Total Ammonium	30
3.8	Kaedah Analisis Total Fosforus	31
3.9	Pencirian Struktur Membran	32

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Struktur Membran	35
4.2	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Fluks Air Tulen	38
4.3	Kesan Kepekatan Polimer Dalam Penyingkiran Larutan NaCl 0.01 M	39
4.4	Kajian Kes: Sisa Akuakultur	42
	4.4.1 <i>Penyingkiran Ammonium dan Fosfat</i>	42
BAB 5	KESIMPULAN	
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Cadangan	51
	RUJUKAN	52
	LAMPIRAN	56
	VITAE	73

SENARAI JADUAL

Jadual		Halaman
2.1	Kombinasi polimer dan pelarut.	11
3.1	Ciri-ciri N-metil-2-pirrolidona.	22
3.2	Komposisi larutan membran.	24
4.1	Perbezaan fluks dan pemalar ketelapan untuk setiap membran bagi julat tekanan operasi 0-20 bar.	38
4.2	Perbezaan fluks dan penyingkiran untuk setiap membran pada julat tekanan 0-16 bar.	43
4.3	Perbandingan kepekatan awal dan akhir NH_4^- dan PO_4^{3-} dalam air sisa akuakultur dengan kualiti piawai air yang diperlukan.	47

SENARAI RAJAH

Rajah	Halaman
1.1	Proses pemisahan membran antara dua fasa. 2
2.1	Garisan binodial untuk menentukan kuantiti maksimum pelarut dalam larutan pengental. 12
3.1	Struktur unit polisulfona 21
3.2	Struktur unit polivinilpirrolidona 23
3.3	Alat radas yang digunakan untuk menyediakan larutan membran 24
3.4	Mesin acuan elektrik separa automatic model FC 240. 26
3.5	Sel hujung tertutup model Sterlitech HP4750. 27
3.6	Mikroskop elektron pengimbas (SEM) model JSM-630 LA 32
3.7	Mesin <i>auto coater</i> model JFC 1600 33
3.8	Carta alir menunjukkan ringkasan metodologi. 34
4.1	Graf fluks lawan tekanan untuk air tulen. 36
4.2	Kaitan antara fluks dan tekanan yang dikenakan ke atas membran 37
4.3	Keseimbangan Donnan wujud apabila membran ionik yang bercas negatif bersentuhan dengan larutan NaCl. 39

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Struktur Membran	35
4.2	Kesan Kepekatan Polimer Terhadap Fluks Air Tulen	38
4.3	Kesan Kepekatan Polimer Dalam Penyingkiran Larutan NaCl 0.01 M	39
4.4	Kajian Kes: Sisa Akuakultur	42
	4.4.1 <i>Penyingkiran Ammonium dan Fosfat</i>	42
BAB 5	KESIMPULAN	
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Cadangan	51
RUJUKAN		52
LAMPIRAN		56
VITAE		73

SENARAI JADUAL

Jadual		Halaman
2.1	Kombinasi polimer dan pelarut.	11
3.1	Ciri-ciri N-metil-2-pirrolidona.	22
3.2	Komposisi larutan membran.	24
4.1	Perbezaan fluks dan pemalar ketelapan untuk setiap membran bagi julat tekanan operasi 0-20 bar.	38
4.2	Perbezaan fluks dan penyingkiran untuk setiap membran pada julat tekanan 0-16 bar.	43
4.3	Perbandingan kepekatan awal dan akhir NH_4^- dan PO_4^{3-} dalam air sisa akuakultur dengan kualiti piawai air yang diperlukan.	47

SENARAI RAJAH

Rajah		Halaman
1.1	Proses pemisahan membran antara dua fasa.	2
2.1	Garisan binodial untuk menentukan kuantiti maksimum pelarut dalam larutan pengental.	12
3.1	Struktur unit polisulfona	21
3.2	Struktur unit polivinilpirrolidona	23
3.3	Alat radas yang digunakan untuk menyediakan larutan membran	24
3.4	Mesin acuan elektrik separa automatic model FC 240.	26
3.5	Sel hujung tertutup model Sterlitech HP4750.	27
3.6	Mikroskop elektron pengimbas (SEM) model JSM-630 LA	32
3.7	Mesin <i>auto coater</i> model JFC 1600	33
3.8	Carta alir menunjukkan ringkasan metodologi.	34
4.1	Graf fluks lawan tekanan untuk air tulen.	36
4.2	Kaitan antara fluks dan tekanan yang dikenakan ke atas membran	37
4.3	Keseimbangan Donnan wujud apabila membran ionik yang bercas negatif bersentuhan dengan larutan NaCl.	39

Rajah		Halaman
4.4	Graf fluks lawan tekanan untuk larutan NaCl 0.01M	40
4.5	Graf penyingkiran NaCl 0.01M lawan tekanan	41
4.6	Graf fluks lawan tekanan untuk larutan air sisa akuakultur	44
4.7	Graf penyingkiran total ammonium (NH_4^+)	44
4.8	Graf penyingkiran total fosfat (PO_4^{3-})	45
4.9	Struktur keratan rentas membran pada kepekatan polimer yang berbeza menggunakan SEM pada kanta pembesaran x500	48

SENARAI SIMBOL/SINGKATAN

Simbol/Singkatan

$^{\circ}\text{C}$	darjah celcius
$^{\circ}\text{F}$	darjah fahrenheit
g	gram
m/s	meter per saat
mg/L	miligram per liter
m^2	meter persegi
ml	mililiter
NaCl	natrium klorida
nm	nanometer
ppm	part per million
Pa	pascal
r_p	jejari liang
s	saat
α	faktor pemisahan
μm	mikrometer
X_d	densiti cas
%	peratus
\approx	menghampiri
>	lebih besar daripada

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Data ujikaji untuk PSF18	56
B	Data ujikaji untuk PSF20	58
C	Data ujikaji untuk PSF23	60
D	Kaedah penyediaan larutan NaCl 0.01M	62
E	Penyediaan larutan reagen untuk akuakultur: Total ammonium (TA)	65
F	Penyediaan larutan reagen untuk akuakultur: Total fosfat (TP)	68

ABSTRAK

Kepekatan polimer mempengaruhi prestasi dan struktur membran. Pembentukan lapisan yang sangat nipis boleh merosakkan permukaan luar membran dan menyebabkan membran gagal menapis bahan larut yang sepatutnya tidak dapat melepasi membran. Maka, objektif kajian ini akan memfokuskan kepada kesan kepekatan polimer terhadap struktur dan prestasi membran penuras nano. Larutan membran yang terdiri daripada polisulfona (PSf), 1 metil 2 pirolidon (NMP) dan polivinilpirolidon (PVP) dengan tiga komposisi peratus berlainan (PSF18: 18/75/7; PSF20: 20/73/7; PSF23: 23/70/7) disediakan. Membran disediakan melalui teknik fasa balikan basah kering menggunakan mesin acuan elektrik separa automatik. Pengujian prestasi membran ditentukan melalui ujikaji penyingkiran larutan NaCl. Manakala, pengujian air tulen pula bertujuan untuk menentukan ketelapan membran. Sebagai kajian kes, analisis pemisahan total fosfat dan total ammonium ke atas air sisa akuakultur dijalankan. Kajian menunjukkan bahawa PSF23 mempunyai nilai fluks yang rendah dan peratus penyingkiran NaCl yang tinggi berbanding dengan PSF20 dan PSF18. Peningkatan kepekatan polimer menyebabkan perubahan dalam ketebalan kulit, keliangan membran dan ketelapan cecair. Oleh sebab itu, nilai fluks akan berkurang dan peratus penyingkiran bertambah dengan peningkatan kepekatan polimer dalam membran. Dalam kajian kes rawatan air sisa akuakultur, peratus penyingkiran total fosfat (>90%) yang tinggi pada fluks sekitar $0-1.11 \times 10^{-6}$ m/s dan beroperasi pada tekanan yang rendah (0-4 bar) diperolehi. Manakala, peratus penyingkiran total ammonium adalah sederhana iaitu sekitar 0-40%. Membran PSF20 lebih sesuai digunakan kerana berupaya menyingkirkan total ammonium dan total fosfat dalam kepekatan yang tinggi pada tekanan operasi yang rendah dan berada dalam julat piawai kepekatan kualiti air sisa akuakultur.

ABSTRACT

Polymer concentration influences the membrane performance and structure. Thinner membrane can damaged the outer layer of membrane and causes the membrane failed to filtrate solutes. The main objective is to study the effect of polymer concentration to the membrane structure and membrane performance. Asymmetric nanofiltration membranes were fabricated from a ternary dope composition consisting of polysulfone (PSf), N-metil-2-pyrrolidone (NMP) and polyvinylpyrrolidone (PVP) with three difference composition (PSF18: 18/75/7; PSF20: 20/73/7; PSF23 23/70/7). The membranes were fabricated through dry/wet phase inversion technique using electrically semi automated casting machine. The membrane performances were determined using NaCl solution while pure water flux permeation is used to determine the permeability of the membrane. For the case study, liquid separation analysis for aquaculture waste was studied. The parameters that were analyzed are total ammonium and total phosphate. The study showed that PSF23 has a lower flux and higher rejection compare to the PSF18 and PSF20. Increasing the polymer concentration caused changes in skin thickness, overall membrane porosity and permeability. Therefore, flux will decrease and rejection will increase when the polymer concentration increase. In aquaculture waste, high rejection percentage of total phosphate (>90%) in the range of 0-1.11x10⁻⁶ m/s flux and operates at low pressure (0-4 bar) was obtained. Meanwhile, the rejection percentage for total ammonium is moderate, in the range of 0-40%. PSF20 is more suitable because it is able to reject high concentration of total ammonium and total phosphate at low pressure. It also falls in the standard range concentration of aquaculture waste quality.