



**PEMISAHAN ION Pb^{2+} MENGGUNAKAN MEMBRAN CAIR
BERPENDUKUNG (SLM) DENGAN VARIASI JUMLAH
SENYAWA PEMBAWA DAN KONSENTRASI UMPAN**

SKRIPSI

Oleh

**Novitasari
NIM 121810301043**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PEMISAHAN ION Pb^{2+} MENGGUNAKAN MEMBRAN CAIR
BERPENDUKUNG (SLM) DENGAN VARIASI JUMLAH
SENYAWA PEMBAWA DAN KONSENTRASI UMPAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Novitasari
NIM 121810301043

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Mami Sulasmi dan Babe Sukamto yang senantiasa memberikan doa, cinta, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, keikhlasan, bimbingan, didikan, nasehat, teladan, perjuangan, materi, dan atas segala yang telah diberikan dengan tulus ikhlas,
2. Guru-guru sejak SD sampai SMA serta dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing dengan penuh kesabaran,
3. Almamater Tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)”*



* Departemen Agama RI. 2004. Al-Qur'an dan Terjemahannya Al-jumanatul 'Ali. Bandung: CV. Penerbit J-ART.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novitasari

NIM : 121810301043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Pemisahan Ion Pb^{2+} Menggunakan Membran Cair Berpendukung (SLM) dengan Variasi Jumlah Senyawa Pembawa dan Konsentrasi Umpan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Mei 2017

Yang menyatakan,

Novitasari

NIM 121810301043

SKRIPSI

**PEMISAHAN ION Pb^{2+} MENGGUNAKAN MEMBRAN CAIR
BERPENDUKUNG (SLM) DENGAN VARIASI JUMLAH
SENYAWA PEMBAWA DAN KONSENTRASI UMPAN**

Oleh

Novitasari
NIM 121810301043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Indarti, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota: Yudi Aris Sulistyono, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemisahan Ion Pb^{2+} Menggunakan Membran Cair Berpendukung (SLM) Variasi Jumlah Senyawa Pembawa dan Konsentrasi Umpan” karya Novitasari telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Dwi Indarti, S.Si, M.Si.
NIP. 197409012000032004

Yudi Aris Sulisty, S.Si, M.Si.
NIP. 198809242014041001

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si.
NIP. 197107031997021001

Novita Andarini, S.Si., M.Si.
NIP. 197211122000032001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Jember

Drs. Sujito., Ph.D.

NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Pemisahan Ion Pb^{2+} Menggunakan Membran Cair Berpendukung (SLM) dengan Variasi Jumlah Senyawa Pembawa dan Konsentrasi Umpan; Novitasari, 121810301043; 2017: 44 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Membran cair berpendukung (SLM) adalah membran yang indentik dengan senyawa pembawa yang selektif terhadap ion logam. Salah satu senyawa pembawa yang selektif adalah Polietilen glikol (PEG). PEG memiliki keselektifan yang cukup tinggi terhadap ion Pb^{2+} . Membran SLM menggunakan *Cellulose Acetate* (CA) yang sudah banyak diteliti cocok dengan PEG. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah senyawa pembawa terhadap karakterisasi FTIR dan kinerja membran SLM dalam memisahkan ion Pb^{2+} , serta mengetahui pengaruh konsentrasi larutan umpan Pb terhadap kinerja membran SLM.

Penelitian dilakukan meliputi karakterisasi dengan FTIR dan uji kinerja membran. Karakterisasi FTIR dilakukan agar dapat mengetahui PEG terdapat dalam membran. Karakterisasi FTIR dilakukan pada membran 0, 2, 4, dan 6% PEG. Uji kinerja membran SLM dilakukan untuk mengetahui seberapa selektif PEG mentransportkan ion Pb^{2+} . Uji kinerja membran SLM digambarkan dengan persen transport yang berupa % ekstrak dan % *recovery*. Uji kinerja dilakukan dalam waktu transport selama 3 jam dengan fase umpan larutan Pb^{2+} pH 3 dan fase penerima berupa HNO_3 . Konsentrasi umpan mula-mula dilakukan dengan bervariasi yaitu 1, 5, 10, 15, dan 25 ppm. Uji kinerja SLM dilakukan dengan mengukur konsentrasi ion Pb^{2+} di fase umpan dan fase penerima setelah transport 3 jam dengan AAS.

Hasil penelitian karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa membran dengan PEG 2, 4 dan 6% terdapat gugus khas yang dimiliki PEG yaitu kelimpahan gugus OH dan keterulangan gugus $-H_2C-O-CH_2-$. Semakin banyak PEG yang ditambahkan dalam membran SLM menunjukkan intensitas pada spektrum yang lebih banyak.

Hasil uji kinerja membran SLM menunjukkan bahwa banyaknya PEG yang ditambahkan pada membran SLM dan besarnya konsentrasi umpan berpengaruh terhadap kinerja membran.

Hasil uji kinerja membran SLM yaitu semakin banyak %PEG yang ditambahkan dalam membran akan semakin besar % transpor yang didapatkan. Nilai %*recovery* yang didapat pada konsentrasi umpan mula-mula 1 ppm dari % PEG 2, 4, dan 6% PEG secara berurutan adalah 39,86; 61,26; dan 70,27%. Nilai ekstrak sebesar 63,51; 70,3; dan 72,5%. Uji kinerja membran SLM berdasarkan variasi konsentrasi umpan mula-mula adalah semakin banyak konsentrasi umpan mula-mula akan mengakibatkan % transpor yang semakin kecil. Nilai % *recovery* yang didapat pada 6% PEG dari konsentrasi umpan 1, 5, 10, 15, dan 25 ppm secara berurutan adalah 70,27; 16,74; 9,95; 6,07; dan 3,59%. %Ekstraknya sebesar 72,5; 23,8; 13,5; 8,1; dan 6,1%.

PRAKATA

Segala puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Pemisahan Ion Pb^{2+} Menggunakan Membran Cair Berpendukung (SLM) dengan Variasi Jumlah Senyawa Pembawa dan Konsentrasi Umpan” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak, sehingga ucapan terima kasih disampaikan dengan tulus kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Dwi Indarti, S.Si., M.Si selaku Ketua Dosen Penguji, Yudi Aris Sulistyono, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji Anggota I, Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji Anggota II dan Novita Andarini, M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota III yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, kasih sayang serta doa dan membimbing dengan penuh kesabaran dalam penulisan skripsi ini;
4. Asnawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun diharapkan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kimia.

Jember, Mei 2017

Penulis

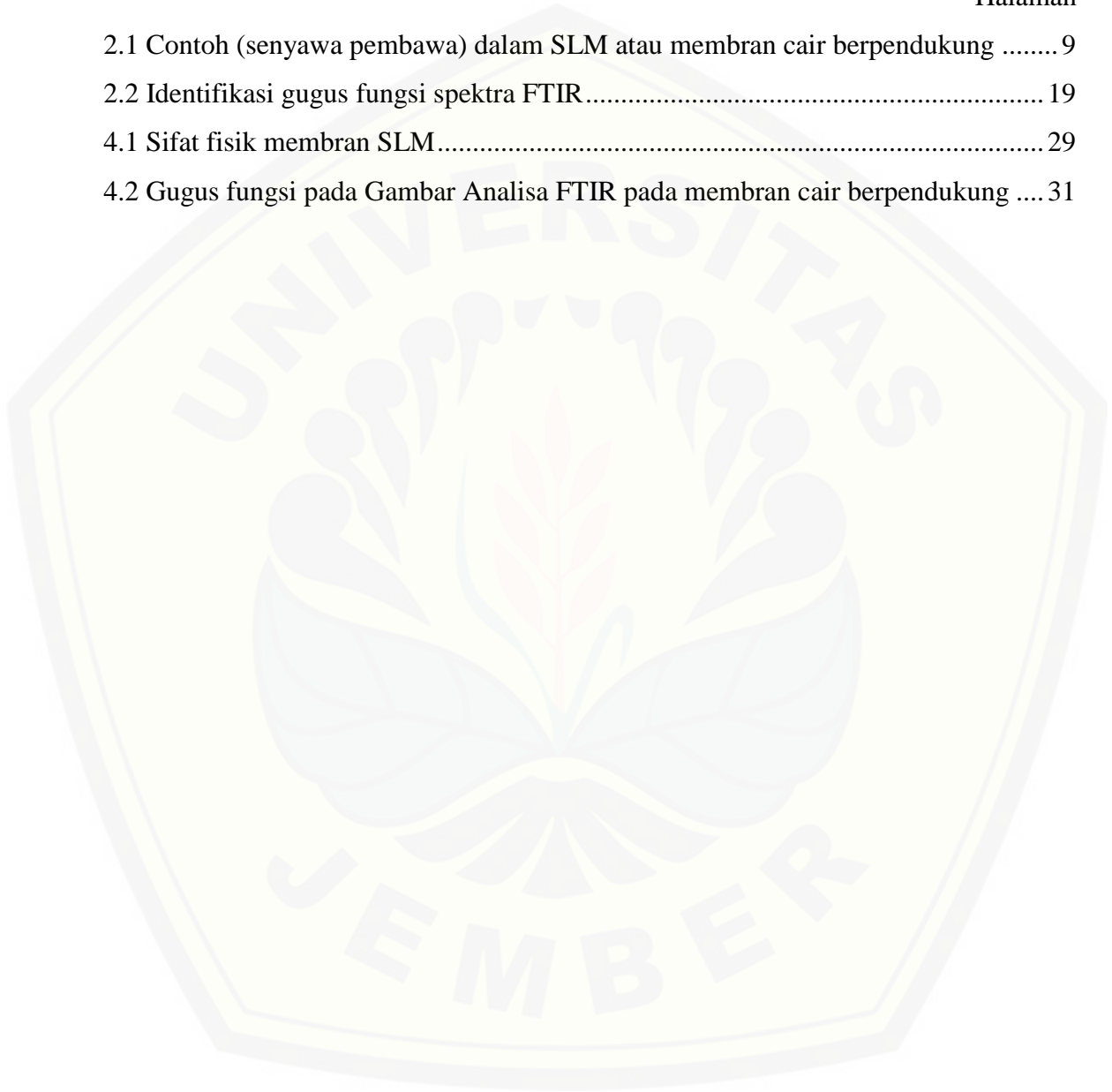
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Membran Cellulose Acetate (CA)	5
2.2 Membran Cair Berpendukung (SLM)	8
2.3 Senyawa Pembawa	10
2.4 Teknik Pembuatan Membran	11
2.5 Logam berat timbal (Pb)	14
2.6 Spektrofotometri serapan atom (SSA)	15
2.7 Spektrofotometer FTIR	19

BAB 3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1 Alat Penelitian.....	20
3.2.2 Bahan Penelitian.....	20
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Membran Cair Berpendukung (SLM)	26
4.2 Pengaruh Banyaknya Senyawa Pembawa terhadap Karakteristik (FTIR) Membran SLM	29
4.3 Pengaruh Jumlah Senyawa Pembawa (PEG 400) terhadap Kinerja Membran Cair Berpendukung (SLM)	32
4.4 Pengaruh Konsentrasi Larutan Pb terhadap Kinerja dalam Membran Cair Berpendukung (SLM)	35
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Contoh (senyawa pembawa) dalam SLM atau membran cair berpendukung	9
2.2 Identifikasi gugus fungsi spektra FTIR.....	19
4.1 Sifat fisik membran SLM.....	29
4.2 Gugus fungsi pada Gambar Analisa FTIR pada membran cair berpendukung	31

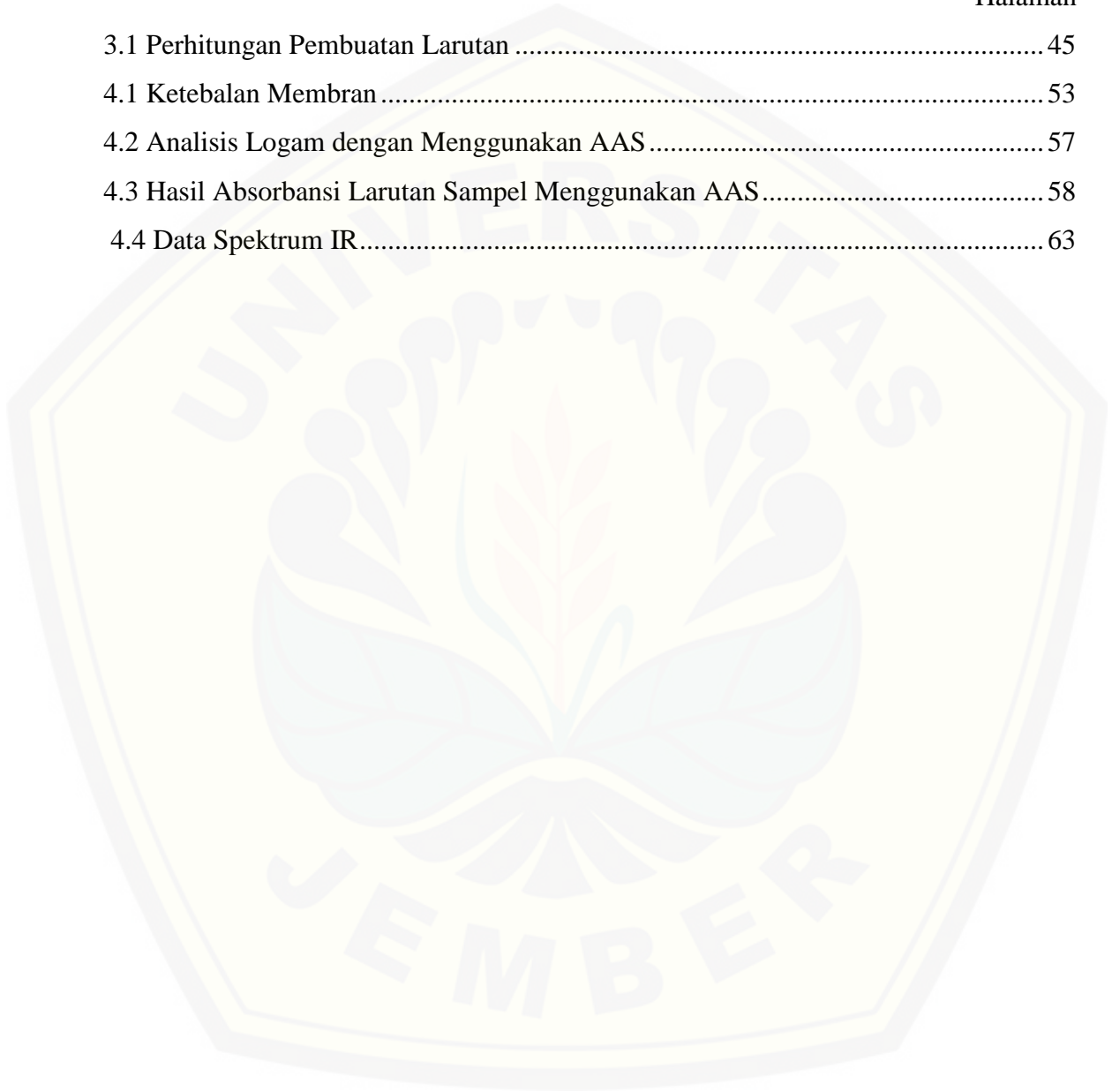


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.2 Struktur Selulosa Asetat (Sumber : Wenten, 2000)	7
2.3 Supported liquid membrane (SLM) (teramoto, 2000)	9
2.4 Mekanisme pemisahan dalam proses SLM (a) symport; (b) antiport	9
2.5 Struktur kimia polietilen glikol (Craig, 1990).....	10
2.6 Skema instrumentasi serapan atom (Slavin, 1987)	16
3. 1 Diagram Alir Penelitian	21
3. 2 Proses Transport Membran Berpendukung (SLM).....	24
4.1 Larutan dope.....	26
4.2 Hasil cetakan membran	27
4.3 interaksi antara CA dan PEG 400 (Sabir <i>et al.</i> , 2015)	28
4.4 Spektra FTIR variasi membran SLM.....	30
4.5 Pengaruh % PEG dalam kinerja membran (a) persen ekstrak (%E) (b) persen recovery (%R)	32
4.6 Pengaruh PEG terhadap konsentrasi ion Pb^{2+} di fase penerima	34
4.7 Pengaruh variasi konsentrasi dalam kinerja membran (a) persen Recovery (%R); (b) persen Ekstrak (%E)	35
4.8 Pengaruh konsentrasi umpan terhadap massa ion Pb^{2+} pada fase membran.....	36
4.9 Konsentrasi ion Pb^{2+} di fase penerima setelah transport selama 3 jam.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
3.1 Perhitungan Pembuatan Larutan	45
4.1 Ketebalan Membran	53
4.2 Analisis Logam dengan Menggunakan AAS	57
4.3 Hasil Absorbansi Larutan Sampel Menggunakan AAS	58
4.4 Data Spektrum IR	63



BAB1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode ekstraksi pelarut merupakan metode yang sering digunakan untuk memisahkan ion logam dari larutan (Rydberg, 1992). Pemisahan ekstraksi menggunakan ekstraktan yang banyak dan mahal. Hal tersebut menjadikan alasan untuk menggunakan pemisahan lain yang lebih efisien. Membran cair berpendukung atau *Supported Liquid Membrane* (SLM) merupakan pemisahan ion-ion logam yang dinilai lebih tepat daripada metode ekstraksi. Hal ini dikarenakan SLM lebih praktis, memiliki selektivitas yang cukup tinggi, waktu yang singkat, membutuhkan pelarut atau pengkstrak yang lebih sedikit, dan biaya yang lebih murah (Walkowiak, 1996).

SLM didukung oleh *support membrane* yang berupa membran organik. *Support membrane* pada SLM yang banyak dikembangkan yaitu membran PTFE (*Polytetrafluoroethylene*), PVC (*Poly vinylchloride*) dan CTA (*Cellulose Triacetate*) (Nghiem *et al.*, 2006). CTA merupakan jenis selulosa asetat (CA) atau biasa disebut dengan selulosa asetat primer. Jenis selulosa asetat dipengaruhi oleh kereaktifan gugus hidroksil dalam selulosa (Yuliani, 2005). Membran pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah CA (*Cellulose Acetate*). Kelebihan CA sebagai material membran adalah mudah diproduksi, bahan dasarnya dapat diperbarui (*renewable*) dan dapat bertahan dalam pH 2-8, tetapi membran CA sangat rentan terhadap mikroba yang ada di alam (Wenten, 2000).

SLM sangat dipengaruhi oleh senyawa pembawa (*carrier*) berupa senyawa organik yang selektif dengan logam tertentu. Senyawa pembawa yang dapat digunakan untuk pemisahan logam Pb adalah TBP (*Tri n-butylphosphate*) (Anupama *et al.*, 2005), dan D2EHPA (Haris, 2003). Selain itu, Nghiem (2006) melaporkan bahwa PEG (*Polyethylen Glycol*) merupakan senyawa pembawa yang selektif memisahkan logam Pb. Penelitian ini menggunakan membran CA dengan senyawa pembawa PEG 400 Da yang selektif dengan logam Pb(II) (Nghiem *et al.*, 2006).

Pembuatan membran CA dengan pelarut aseton yang optimum yaitu CA 23-25% dan aseton 72-75%. Pembuatan SLM dari CA 25%, aseton 75% yang telah dilakukan oleh Said (2000) dan senyawa pembawa PEG dilakukan dengan *dry casting* atau penguapan pelarut dengan suhu kamar. Mulianawati (2012) mengatakan semakin besar penambahan PEG semakin banyak pada larutan *dope* membran menghasilkan nilai fluks membran yang semakin tinggi dan semakin banyak molekul yang mengisi matriks selulosa asetat (Rosnelly, 2012). Spektrum IR akan mengindikasikan adanya PEG pada membran CA dengan menunjukkan adanya gugus fungsi C=O, O-H, dan unit gugus $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ (Mulianawati, 2012). Penelitian menggunakan PEG masih sedikit laporan penelitian sebagai senyawa pembawa, untuk itu perlu adanya karakterisasi untuk memastikan adanya gugus kimia PEG dalam membran. Karakterisasi pada penelitian ini dilakukan dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

Kinerja dari SLM dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa pembawa, pH fase umpan dan fase penerima, konsentrasi umpan dan tipe membran pendukung (Drapala *et al.*, 2002). Konsentrasi senyawa pembawa (PEG) (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; dan 6,0% w/w) mempengaruhi optimasi transpor pada membran untuk memisahkan logam timbal (5 ppm). Kondisi optimum ditunjukkan dengan senyawa pembawa sebanyak 4,0% (Bhatluri, 2015). Haris (2003) mengatakan bahwa konsentrasi larutan umpan (5, 10, dan 15 ppm) akan mempengaruhi transport pada membran. Semakin kecil konsentrasi logam berat di fase umpan akan menyebabkan transport pada membran semakin besar dan sebaliknya. Haris (2003) juga mengatakan bahwa berbagai pH fase umpan (2, 3, dan 4) akan mempengaruhi transpor pemisahan. Transport timbal mencapai optimal pada pH 3 di fase umpan.

Pemisahan ion Pb(II) akan dilakukan dengan menggunakan SLM dengan membran pendukung CA dan senyawa pembawa PEG 400. Variasi yang akan dilakukan adalah jumlah senyawa pembawa dan variasi konsentrasi umpan. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui persen (%) ekstrak dan *recovery* dalam

proses pemisahan ion Pb dengan membran cair berpendukung (SLM) dan adanya senyawa pembawa (PEG 400) pada membran akan diuji gugus fungsi dengan FTIR.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh senyawa pembawa (PEG) terhadap karakteristik (FTIR) dalam membran berpendukung (SLM)?
2. Bagaimana pengaruh jumlah senyawa pembawa (PEG 400) terhadap kinerja membran berpendukung (SLM)?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan Pb (1,0; 5,0;10,0; 15,0 dan 25,0 ppm) terhadap kinerja dalam membran berpendukung (SLM)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membran yang digunakan yaitu selulosa asetat (CA) 25% dengan pelarut yang digunakan adalah aseton sebanyak 75%.
2. *Polyethylen Glycol* (PEG) sebagai senyawa pembawa yang digunakan adalah PEG 400.
3. Larutan umpan yang digunakan adalah larutan Pb(II) (dari serbuk $Pb(NO_3)_2$) berpH 3 dan larutan penerima (HNO_3) dengan konsentrasi 0,01 M.
4. Metode pembuatan SLM adalah *dry casting* (penguapan pelarut).
5. Waktu yang digunakan untuk transport selama 3 jam.
6. Uji kinerja membran menggunakan persen (%) ekstrak dan *recovery*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh senyawa pembawa (PEG) terhadap karakteristik (FTIR) dalam membran berpendukung.

2. Mengetahui pengaruh banyaknya senyawa pembawa (PEG) terhadap kinerja membran berpendukung.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan Pb terhadap kinerja membran berpendukung (SLM)

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk:

1. Memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat, industri dan peneliti mengenai membran cair berpendukung dengan material CA dan senyawa pembawa PEG dalam memisahkan logam Pb(II).
2. Memberikan informasi pengaruh jumlah senyawa pembawa dan variasi konsentrasi larutan umpan terhadap transpor pada membran cair berpendukung.

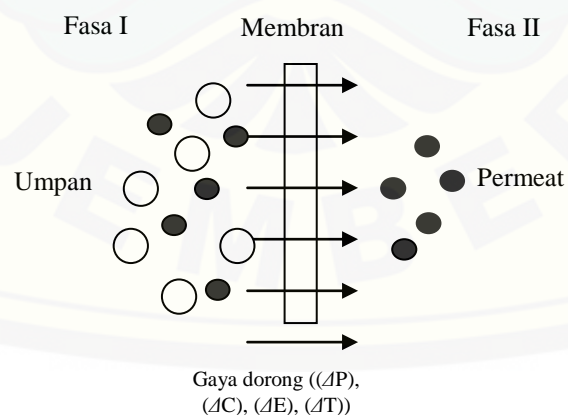
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Membran Cellulose Acetate (CA)

Kata membran berasal dari bahasa Latin *membrana* yang berarti kulit kertas. Membran merupakan batas diantara dua fase fluida yang secara selektif dapat melewatkan spesi-spesi tertentu dan memiliki ketebalan yang cukup kecil dibandingkan dengan luasnya (Muhaimin, 1998).

”Lapisan tipis (membran) yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa permeat, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Membran bersifat semipermeabel, berarti membran dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan” (Wenten, 2000).

Pemisahan dengan menggunakan membran berfungsi sebagai sarana pemisahan dan juga sebagai pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan bahwa fasa I merupakan senyawa umpan (*feed*) dan fasa II merupakan permeat (hasil senyawa yang melewati membran) (Mulder, 1996).



Gambar 2.1 Fasa membran

“Kemampuan membran memisahkan satu komponen satu dari komponen lain terjadi karena adanya gaya dorong (*driving force*) dalam umpan yang berupa beda tekanan (ΔP), beda konsentrasi (ΔC), beda potensial listrik (ΔE) dan beda temperatur (ΔT) serta selektifitas membran yang dinyatakan dengan rejeksi. Bahan baku pembuatan membran dapat dibuat dari bahan alami dan bahan sintetis, dimana bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam seperti dari pulp, kapas sedangkan bahan sintetis dibuat dari bahan kimia. Membran juga dapat dibuat dari polimer alam (organik) dan polimer anorganik” (Wenten, 2000).

Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat, sedangkan contoh membran sintetik adalah polisulfon (PSf), polikarbonat, poli(akrilonitril) (PAN), poli(vinilidena fluorida) (PVDF), poli(vinil klorida) (PVC) (Cheryan, 1998).

Bahan mentah membran yang digunakan penelitian ini adalah selulosa asetat atau *Cellulose Acetate* (CA). Selulosa asetat merupakan selulosa, yang mana selulosa merupakan polisakarida yang tersusun atas satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida β -1,4 antar molekul glukosa penyusunnya (Fessenden, 1989). Berat molekulnya bervariasi antara 500.000-1.500.000 Da. Selulosa mempunyai sifat seperti kristalin dan tidak mudah larut dalam air walaupun polimer ini sangat hidrofilik. Hal ini disebabkan oleh sifat kristalinitas dan ikatan membran intermolekuler antara gugus hidroksil (Mulder, 1996).

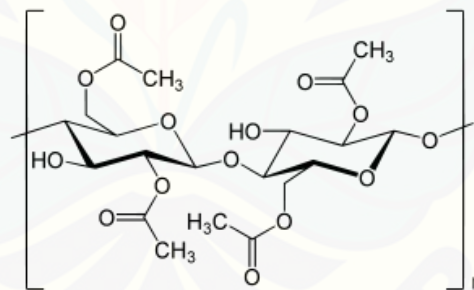
“Selulosa asetat dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu selulosa monoasetat, diasetat dan triasetat. Jenis selulosa asetat dipengaruhi oleh kereaktifan gugus hidroksil dalam selulosa, sehingga masuknya gugus asetil menjadi tidak serempak. Jenis selulosa asetat tergantung pada derajat substitusinya. Selulosa asetat memiliki derajat substitusi (DS) sekitar 2,5 (umumnya antara 2,3 - 2,7) dengan massa molekul lebih besar dari 40.000. Selulosa monoasetat memiliki DS lebih kecil atau sama dengan 2, dan titik leleh sekitar 235°C , selulosa diasetat memiliki DS 2 - 2,8 dengan kandungan asetil 35% - 43,5%, dan titik leleh 235 - 257°C , selulosa triasetat memiliki DS 2,8 - 3, dengan titik leleh 265 - 295°C , dan kandungan asetil 43,5% - 44,4%” (Yuliani, 2005).

Selulosa asetat berbentuk padat, berwarna putih, dan tidak beracun. Selulosa asetat diproduksi dengan kandungan asetil 38%-40,5%. Selulosa asetat larut dalam

aseton, dimetilformamida (DMF), dioksan tetrahidrofuran (THF), asam asetat, dimetilsulfoksida (DMSO), dimetilasetamida (DMAc) (Kesting, 1971).

“Selulosa asetat merupakan ester yang paling penting yang berasal dari asam organik, digunakan untuk pabrik cat laker, plastik, film dan benang. Bila dibandingkan dengan selulosa nitrat, selulosa asetat tidak mudah terbakar. Sifat-sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusi yang berperan terhadap kecocokannya dengan membuat plastik maupun kelarutannya dalam pelarut. Kriteria kedua adalah derajat polimerisasi, yang dinyatakan dengan kekentalan yang mempengaruhi sifat-sifat mekanik produk-produk dan kesanggupan kerjanya (Fengel dan Wegener, 1995).

Selulosa asetat memiliki kelebihan sebagai membran di dalam proses ultrafiltrasi yaitu tingkat selektifan untuk menahan material cukup tinggi (Mulder, 1996). Membran selulosa asetat mempunyai kekurangan antara lain sangat reaktif terhadap reaksi kimia, reaksi biologi, perubahan suhu, dan kadar pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Pencegahan kerusakan penggunaan membran dapat diusahakan berlangsung pada suhu kamar (Kesting, 1971). Struktur kimia selulosa asetat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Selulosa Asetat (Sumber : Wenten, 2000)

Prinsip pemisahan membran secara umum dibagi menjadi 3 yaitu membran berpori, membran non pori, dan membran cair. Saat ini, penelitian mengenai membran cair banyak dikembangkan. Membran cair merupakan lapisan tipis yang berupa cair yang bersifat semipermeabel dalam memisahkan 2 fasa cairan atau gas. Membran cair dipilih karena difusivitasnya yang tinggi terhadap pemisahan pada medium cair” (Krull, 2008).

Teknik membran cair memiliki beberapa jenis, yaitu membran cair emulsi (ELM/ Emulsion Liquid Membrane), membran cair pendukung (SLM/ *Supported Liquid Membrane*) dan membran cair ruah (BLM/ *Bulk Liquid Membrane*) (Alif *et al*, 2001). Membran cair menggunakan *carrier* atau zat pembawa yang digunakan untuk meningkatkan permeabilitas membran. *Carrier* yang digunakan harus memiliki afinitas yang sangat spesifik terhadap komponen sehingga selektivitas yang tinggi dapat diperoleh. Komponen gas, cairan ionik dan non ionik dapat dipisahkan dengan membran cair. Berikut beberapa tahapan molekul melewati membran cair, antara lain:

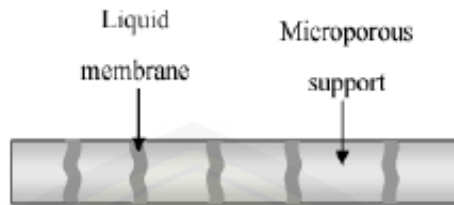
1. Interaksi antar molekul yang akan dipisahkan (umpan) dengan membran.
2. Kompleksi molekul (umpan) dengan *carrier* pada membran.
3. Difusi kompleks *carrier* melewati membran.
4. Desorpsi molekul yang terpisah

(Reiko, 2007).

2.2 Membran Cair Berpendukung (SLM)

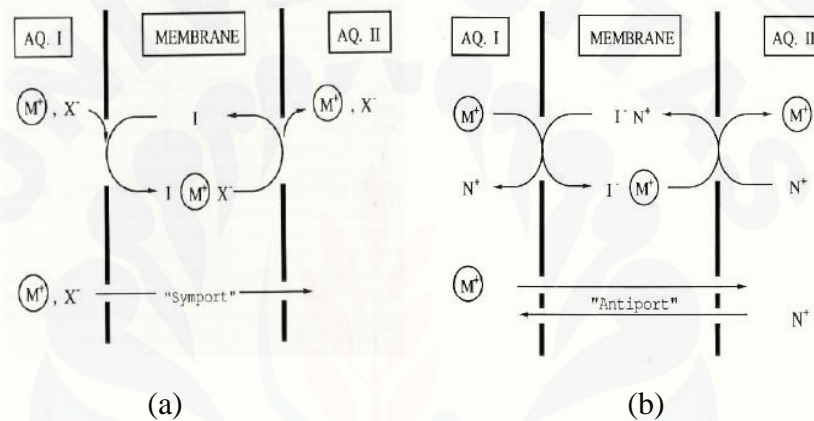
Jenis membran cair ada beberapa salah satunya yaitu SLM atau membran cair berpendukung. Membran cair berpendukung atau SLM merupakan membran dengan setiap pori diisi dengan cairan organik. Cairan organik dimaksudkan adalah *carrier*. Membran cair pendukung ini membutuhkan support atau pendukung yang umumnya diimpregnasi pada membran yang kemudian digunakan untuk pemisahan (Teramoto, 2000). Gambar 2.3 yang menggambarkan membran dengan *carrier* dan *support membrane*.

“Transport dalam SLM dapat berlangsung melalui mekanisme *symport* atau *antiport*. Mekanisme *symport*, suatu molekul senyawa pembawa memindahkan kation dan anion sama melewati membran. Jika sisi luar fasa membran kontak dengan fasa umpan, maka garam berkompleksasi dengan molekul senyawa pembawa, selanjutnya berdifusi melalui membran. Molekul pengemban ion selanjutnya berdifusi kembali ke fasa membran, dan seterusnya” (Maming, 2008).



Gambar 2.3 Supported liquid membrane (SLM) (teramoto, 2000)

Mekanisme dari *symport* dan *antiport* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mekanisme pemisahan dalam proses SLM (a) symport; (b) antiport

“Transport *antiport* merupakan proses pemisahan dimana molekul pengemban ion membentuk kompleks netral dengan kation di fasa antarmuka membran dan umpan (*feed*). Kompleks pasangan ion selanjutnya berdifusi ke dalam membran., sedangkan carrier kembali berdifusi kembali melewati membran” (Maming, 2008).

Menurut Nghiem *et al.* (2006), mendapatkan kumpulan *carrier* (senyawa pembawa) yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Contoh (senyawa pembawa) dalam SLM atau membran cair berpendukung

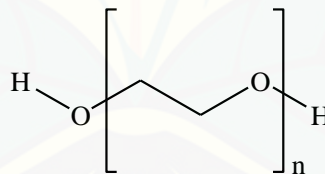
Tipe carrier	Contoh carrier	Contoh carrier
Quaternary amines	Aliquat 336	Au(III), Cd(II), Cr(VI), Cu(II), Pd(II), Pt(IV)
Tertiary amines	TOA	Ag(I), Cr(VI), Zn(II), Cd(II)
Piridin dan turunannya	TDPNO	Cd(II), Pb(II)
Hydroxyquinoline	Kelex 100	Pb(II), Ag(I), Hg(II), Cd(II), Zn(II),
Alkyl phosphoric acids	D2EHPA, D2EHDTPA	Pb(II), Cu(II), Cd(II)
Phosphoric acid esters	TBP	Pb(II), Ce(III), Cs ⁺ , Sr(II)
yang lain	CMPO, TODGA, TOPO, PEG	Ag(I), Cr(VI), Zn(II), Cd(II)

Sumber: Nghiem *et al.* (2006).

2.3 Senyawa Pembawa

Carrier yang dipakai dalam penelitian ini adalah PEG (Polietilen Glikol) atau dengan nama IUPEC Alpha-Hydro-Omega-Hydroxypoly (oxy-1,2-ethanadiol) merupakan senyawa dengan rumus kimia $(C_2H_4O)_{n+1}H_2O$ dan rumus struktur $HOCH_2-(CH_2-O-CH_2)_n-CH_2OH$ (Jecfa,1987). Polietilen Glikol merupakan senyawa polimer dan tidak mudah bereaksi (*inert*). PEG memiliki struktur molekul linier atau bercabang, polieter, sesuai dengan beberapa variasi bobot molekul. PEG memiliki berbagai macam bobot molekul mulai dari 200 Da (Harris, 1992). PEG dengan bobot molekul 200-600 (PEG 200-600) berbentuk cair, PEG 1500 semi padat, dan PEG 3000-20000 atau lebih berupa padatan semi kristalin, dan PEG dengan bobot molekul lebih besar dari 100000 berbentuk seperti resin pada suhu kamar. Umumnya PEG dengan bobot molekul 1500-20000 yang digunakan untuk pembuatan dispersi padat (Leuner and Dressman, 2000).

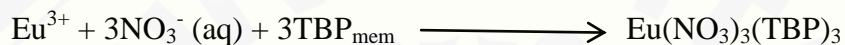
Polimer ini mudah larut dalam berbagai pelarut seperti air dan berbagai pelarut organik, titik leleh dan toksisitasnya rendah, berada dalam bentuk semi kristalin (Craig, 1990). Gambar 2.5 merupakan struktur dari polietilen glikol.



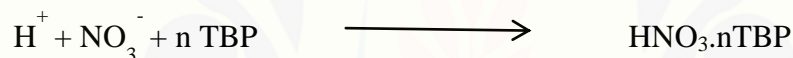
Gambar 2.5 Struktur kimia polietilen glikol (Craig, 1990)

Polietilen glikol adalah jenis polieter yang sering digunakan dalam membran sebagai salah satu zat aditif pembentuk pori yang baik dalam industri. PEG (*Poly Ethylen Glycol*) adalah zat aditif yang dapat mempengaruhi kinerja membran. Penelitian terdahulu Fadillah (2003) dan Saljoughi (2010) menyimpulkan bahwa penambahan PEG dalam membran akan memperbaiki pori membran yang mana kerja membran semakin baik.

Menurut Nghiem *et al.* (2006) dalam tabel senyawa pembawa (Tabel 2.1) PEG sebagai senyawa pembawa yang selektif terhadap Pb(II). Hal tersebut dapat diartikan molekul senyawa pembawa akan membentuk kompleks dengan kation (Pb(II)) di fasa antarmuka membran-umpan (Maming, 2008). Banyak penelitian yang menggunakan TBP (tri butyl pospat) sebagai senyawa pembawa dalam pemisahan ion logam. Menurut Nghiem (2006), TBP merupakan carrier neutral yang sejenis dengan PEG. Menurut Buchari *et al* (2003), contoh persamaan reaksi untuk senyawa pembawa dapat ditulis sebagai berikut:



Reaksi di atas dapat dijelaskan bahwa karena TBP merupakan molekul netral, maka reaksi dengan Eu^{3+} memerlukan lebih dulu spesi ionik, yang dalam hal ini dipenuhi oleh ion NO_3^- . Reaksi antara asam nitrat dengan TBP adalah sebagai berikut ini :



2.4 Teknik Pembuatan Membran

Jenis teknik-teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template leaching*, pelapisan (*coating*), dan inversi fasa (Wenten, 2000).

a. *Sintering*

Sintering adalah teknik yang sangat sederhana, bisa dilakukan baik pada bahan anorganik maupun organik. Bubuk dengan ukuran tertentu dikompresi dan disintering pada temperatur tinggi. Selama sintering antar muka antara partikel yang berkontak hilang membentuk pori. Teknik ini menghasilkan membran dengan ukuran pori 0,1 sampai 10 μm (Wenten, 2000).

b. *Stretching*

Stretching adalah suatu metode pembuatan membran dimana film yang telah diekstrusi atau foil yang dibuat dari bahan polimer semi kristalin ditarik searah proses ekstruksi sehingga molekul-molekul kristalnya akan terletak paralel satu sama lain.

Jika stress mekanik diaplikasikan maka akan terjadi pemutusan dan terbentuk struktur pori dengan ukuran 0,1 sampai 0,3 μm (Wenten, 2000).

c. *Track-Etching*

Track-Etching merupakan metode dimana film atau foil ditembak oleh partikel radiasi berenergi tinggi tegak lurus ke arah film. Partikel akan merusak matriks polimer dan membentuk suatu lintasan. Film kemudian dimasukkan ke dalam bak asam atau basa dan matriks polimer akan membentuk goresan sepanjang lintasan untuk selanjutnya membentuk pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit (Wenten, 2000).

d. *Template-Leaching*

Template-Leaching merupakan suatu teknik lain untuk membuat membran berpori yaitu dengan cara melepaskan salah satu komponen (*leaching*). Membran gelas berpori dapat dibuat dengan cara ini (Wenten, 2000).

e. *Inversi fasa*

Inversi fasa merupakan salah satu metode pembuatan membran. Inversi fasa adalah suatu proses pengubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pemadatan (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Tahap tertentu selama proses *demixing*, salah satu fasa cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga akan terbentuk matriks padat.

Pengendalian tahap awal transisi fasa akan menentukan morfologi membran yang dihasilkan. Pembuatan membran datar dengan inersi fasa dimulai dengan melarutkan polimer, bahan pembuat membran, dalam pelarut atau campuran pelarut yang sesuai (dapat juga ditambahkan *aditif*). Viskositas dari larutan tergantung pada berat molekul polimer yang digunakan langsung di atas lapisan *support* (penyangga), misalnya polyester *non woven*, dengan menggunakan pisau cetakan. Ketebalan cetakan dapat bervariasi antara 50 μm dan 500 μm . Film hasil cetakan kemudian dicelupkan dalam bak berisi non solven dimana akan terjadi pergantian atau pendesakan pelarut oleh nonpelarut dan akhirnya polimer mengendap. Air seringkali

digunakan sebagai nonpelarut, tetapi pelarut organik (misalnya methanol) juga dapat digunakan dengan baik.

Teknik pembuatan membran pendukung dari SLM (*supported liquid membrane*) yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik inversi fasa. Konsep inversi fasa mencakup berbagai cara pemadatan larutan polimer, antara lain penguapan pelarut, penguapan terkendali, termal, fasa uap, dan fasa imersi.

1. Presipitasi dengan penguapan pelarut

Teknik ini merupakan teknik yang mana polimer dilarutkan pada pelarut tertentu dan larutan polimer kemudian dicetak pada penyangga yang sesuai, misalnya pada plat kaca. Pelarut dibiarkan menguap pada suhu ruang untuk mengeluarkan uap air, sehingga diperoleh membran homogen yang tebal (Mulder, 1996).

2. Presipitasi dengan penguapan terkendali

Teknik ini memanfaatkan perbedaan volatilitas antara pelarut dan nonpelarut. pelarut lebih mudah menguap daripada nonpelarut sehingga perubahan komposisi selama penguapan bergerak ke arah kandungan nonpelarut yang lebih tinggi dan konsentrasi polimer yang lebih tinggi (Mulder, 1996).

3. Presipitasi termal

Teknik ini biasanya digunakan untuk pembuatan membran mikrofiltrasi. Larutan polimer dengan pelarut tunggal atau campuran sering digunakan untuk memudahkan terjadinya pemisahan fasa. Penguapan pelarut mengakibatkan terbentuknya membran yang tebal (Mulder, 1996).

4. Presipitasi fasa uap

Teknik ini dibuat dengan meletakkan cetakan film yang terdiri dari polimer dan pelarut pada suasana uap yang mana fasa uap mengandung uap jenuh nonpelarut dan pelarut yang sama dengan cetakan film. Pembentukan membran terjadi karena difusi nonpelarut ke dalam cetakan film (Mulder, 1996).

5. Presipitasi imersi

Teknik presipitasi imersi banyak digunakan dalam pembuatan membran komersial berskala industri, yang mana larutan polimer dicetak dalam suatu tempat

dan dicelupkan dalam bak koagulasi yang mengandung nonpelarut. Membran terbentuk karena pertukaran pelarut dan nonpelarut (Mulder, 1996).

2.5 Logam berat timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan, mudah melarut dalam asam nitrat dan membentuk nitrogen oksida. Gas nitrogen oksida yang tak berwarna itu, bila tercampur dengan udara akan teroksidasi menjadi nitrogen dioksida berwarna merah. Pencampuran dengan asam nitrat pekat, terbentuk lapisan pelindung berupa Pb nitrat pada permukaan logam, yang mencegah pelarutan lebih lanjut (Svehla, 1990). Pb pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi, namun Pb juga bisa berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami (Widowati, 2008).

“Pb adalah logam berwarna abu-abu kebiruan mengkilat serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Logam Pb merupakan logam lunak yang memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Logam Pb meleleh pada suhu 328 °C (662°F), titik didih 1740 °C (3164°F); dan memiliki gravitasi 11,34 dengan berat atom 207,20” (Widowati, 2008).

Proses ekstraksi logam Pb dapat optimal pada pH 0,1-6 (Greenberg, 1992). Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat, dan asam sulfat pekat (Palar, 2008). Garam $Pb(NO_3)_2$, $PbCl_2$, $PbBr_2$, dan PbI_2 larut dalam air, yang mana tingkat kelarutan naik secara signifikan pada suhu yang meningkat. mudah larut dalam air panas.

Sumber utama adanya timbal di air berasal pembuangan limbah yang mengandung timbal. Salah satu industri yang kandungan limbah cairnya terdapat timbal adalah industri aki penyimpanan di mobil, yang mana elektrodanya mengandung 93% timbal dalam bentuk timbal oksida (PbO_2). *Public Helath Service* Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air untuk masyarakat tidak boleh mengandung timbal lebih dari 0,05 mg/L, sedangkan WHO menetapkan batas timbal

di dalam air sebesar 0,1 mg/L serta Baku mutu timbal di perairan berdasarkan PP Nomor 20 tahun 1990 adalah 0,1 mg/L. Logam Pb mengkontaminasi sumber air, hampir semua timbal terdapat dalam sedimen dan sebagian lagi larut dalam air. Timbal yang ada di dalam air dapat masuk ke dalam organisme di perairan dan jika air tersebut merupakan sumber air konsumsi masyarakat maka timbal tersebut tentunya akan masuk ke dalam tubuh manusia.

Pertambangan logam berbentuk sulfida logam (PbS) disebut galena. Logam Pb digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, sebagai zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri atau solder, sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya kontak antara air rumah tangga dengan Pb (Widowati, 2008).

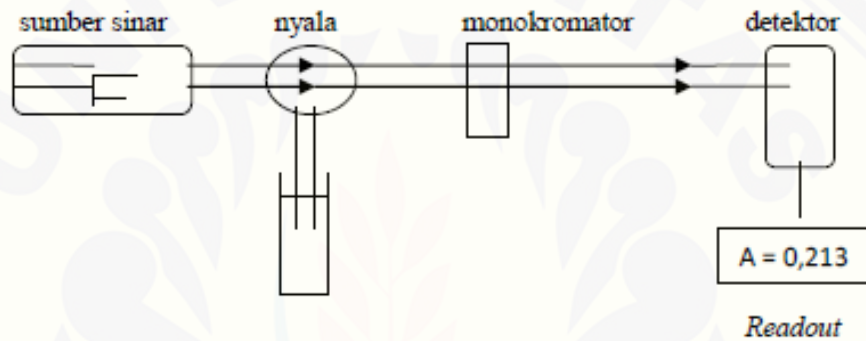
2.6 Spektrofotometri serapan atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang digunakan untuk menentukan kadar logam dalam suatu sampel (Haris dan Gunawan, 1992). Metode ini dapat dikerjakan dengan waktu yang cukup cepat, relative sederhana, alat sensitive dan sangat spesifik untuk unsur yang dianalisa serta mampu mengukur sampel logam dengan kadar sangat kecil (ppm) (Broekaert, 2002). Metode ini didasarkan pada absorpsi atomik, yaitu penyerapan radiasi yang dipancarkan dari suatu medium yang terdiri dari atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom bebas yang berada pada tingkat energi dasar. Penguraian molekul menjadi atom ini dilakukan dengan energi dari api atau listrik. Setelah itu ada perubahan padat menjadi gas dan senyawa yang terdapat disampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya (Welz dan Michael, 2005).

Atom-atom yang telah terbentuk kemudian akan mengalami absorpsi cahaya dari jumlah energi tertentu dari sumber yang spesifik untuk setiap atom. Absorpsi cahaya tersebut akan diikuti oleh eksitasi elektron pada energi tingkat dasar ke orbital energi yang lebih tinggi, sehingga cahaya yang meninggalkan analit akan

berkurang. Jumlah intensitas yang berkurang akan seimbang dengan jumlah atom yang mengabsorpsi cahaya tersebut. Keadaan tersebut sesuai dengan hukum Lambert-Beer, dimana serapan akan proporsional dengan konsentrasi atom” (Ebdon *et al.*, 1998).

Komponen utama yang terdapat dalam instrumen spektrofotometer serapan atom yaitu sumber cahaya, monokromator, detektor dan alat pembaca (Elmer, 1996). Gambar 2.6 skematik dari alat SSA.



Gambar 2.6 Skema instrumentasi serapan atom (Slavin, 1987)

a. Sumber sinar

Setiap atom menyerap cahaya pada panjang gelombang yang sangat spesifik sehingga perlu digunakan sumber cahaya dengan spektrum yang sempit. Sumber utama yang digunakan untuk serapan atom adalah *hollow cathode lamp* (HCL) dan *electrodeless discharge lamp* (EDL). HCL merupakan sumber cahaya yang sangat baik, terang dan stabil untuk kebanyakan unsur. Untuk unsur yang mudah menguap biasanya digunakan EDL. EDL lebih kuat dari HCL dan memberikan presisi yang baik serta batas deteksi yang lebih rendah untuk beberapa unsur (Perkin-Elmer Corporation, 1996).

Sumber cahaya yang lazim digunakan adalah HCL. HCL terdiri atas tabung kaca tertutup berbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi logam tertentu. Tabung logam ini diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah. Ujung silinder terdapat jendela dari kuarsa yang transparan terhadap

radiasi yang dilepaskan. HCL ini dihubungkan dengan sumber energi. Aliran arus listrik menyebabkan atom unsur logam pada katoda akan mengalami eksitasi dan menghasilkan spektrum yang spesifik untuk unsur logam tersebut (Department of Chemistry and Biochemistry, NMSU, 2006).

b. Sistem atomisasi

Sistem atomisasi yang digunakan pada SSA dapat berupa nyala atau elektrotermal. SSA yang memiliki sistem atomisasi berupa nyala disebut *Flame Atomic Absorption Spectrometry* (FAAS) sedangkan SSA yang memiliki sistem atomisasi berupa elektrotermal disebut *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GFAAS) (Vandecasteele dan Block, 1993)

Sistem atomisasi nyala, larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam akan diubah menjadi aerosol dengan dilewatkan pada *nebulizer*, kemudian dengan adanya penguapan pelarut, butiran aerosol akan menjadi padatan. Setelah itu, terjadi perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya (Vandecasteele dan Block, 1993; Welz dan Michael, 2005). Atom-atom yang berada pada tingkat energi terendah kemudian akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber cahaya (Welz dan Michael, 2005).

Terdapat dua buah kombinasi oksidan-bahan bakar yang sering digunakan dalam SSA, yaitu udara-asetilen dan nitrogen oksida-asetilen. Udara-asetilen lebih dipilih untuk analisis unsur dengan SSA. Suhu dari campuran gas ini sekitar 2300°C sedangkan campuran nitrogen oksida-asetilen dapat mencapai suhu maksimum hingga 2900°C. Campuran nitrogen oksida-asetilen ini digunakan untuk analisis unsur yang cenderung membentuk oksida yang stabil. Ia juga digunakan untuk mencegah timbulnya gangguan kimia pada temperatur rendah (Perkin-Elmer Corporation, 1996).

Konsumsi larutan sampel yang disedot oleh *nebulizer* pada FAAS biasanya sekitar 5 mL/menit bila digunakan kecepatan aliran gas 1 L/menit. *Nebulizer* harus

mampu menghasilkan *droplet* dengan ukuran kurang dari 10 μm karena *droplet* dengan ukuran demikianlah yang dapat ditransportasikan dan diuapkan dengan sempurna dalam nyala api. Dengan demikian, sensitivitas dapat ditingkatkan dan gangguan penguapan dapat dikurangi. Pada SSA dengan sistem atomisasi nyala, larutan sampel akan disedot secara terus menerus. Setelah 5-7 detik, sinyal akan menjadi stabil dan tidak terjadi fluktuasi yang lebih besar dari 1% (Broekaert, 2002). Untuk mendisosiasikan molekul sampel menjadi atom, di samping nyala digunakan juga proses atomisasi elektrotermal, misalnya menggunakan batang karbon (*graphite furnace*). Sistem atomisasi dengan elektrotermal dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan dari sistem nyala seperti sensitivitas, jumlah sampel, dan persiapan sampel. Ada tiga tahap atomisasi dengan elektrotermal yaitu tahap pengeringan atau penguapan larutan, tahap pengabuan atau penghilangan senyawa-senyawa organik, dan tahap atomisasi (Broekaert, 2002; Perkin-Elmer Corporation, 1996).

c. Monokromator

Monokromator digunakan untuk memisah dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Selain sistem optik, dalam monokromator juga terdapat *chopper* untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu (Gandjar dan Rohman, 2007).

d. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengatoman. Detektor yang umum digunakan adalah tabung penggandaan foton atau *photomultiplier tube* (Gandjar dan Rohman, 2007).

e. Alat Pembaca

Pembacaan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah dikalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau serapan. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau kurva yang menggambarkan serapan atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.7 Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

Spektrum IR digunakan untuk menentukan berbagai macam gugus fungsi yang terkandung dalam suatu senyawa. Kegunaan dari spektroskopi inframerah adalah untuk mengenal (elusidasi) struktur molekul, khususnya gugus fungsional beserta lingkungannya. FTIR merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah senyawa atau molekul secara kualitatif dan kuantitatif baik organik maupun non organik pada sampel padat, cairan maupun gas. Meskipun relatif mahal tetapi dapat digunakan pada sampel yang berupa padatan dalam bentuk kristal, ikrokristal, amorf ataupun film. Sampel dianalisa dengan menggunakan skala mikro sampai kilometer dan permukaan preparasi yang terbaru yang diperlukan untuk emberikan hasil yang tajam (curam) agar hasil dari uji dapat dilihat dengan baik dan tepat. Teknik IR yang digunakan dapat menentukan elemen elemen kecil seperti C dan H.

Fourier Transform Infrared (FT-IR) teknik yang telah memberikan kemudahan dalam menggunakan spektroskopi inframerah yang memungkinkan pengembangan terhadap banyak sampel, dan teknik baru yang dirancang untuk mengatasi masalah yang menantang dari teknologi lama. Hal ini telah membuat penggunaan analisis inframerah hampir tak terbatas. Keberadaan suatu senyawa atau gugus dalam spektrum ditandai dengan bilangan gelombang tertentu sesuai dengan standar. Spektrum menandai beberapa bilangan gelombang dengan gugus fungsi dapat dilihat dari tabel 2.2.

Tabel 2.2 Identifikasi gugus fungsi spektra FTIR

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus fungsi
3300-3400	O-H
1710	C=O
1485-1445	-CH ₂
1200	C-C

(Daley,1996).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2016 sampai Februari 2017. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Laboratorium Instrumen Bagian Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: plat kaca, selotip, serta beberapa peralatan gelas (gelas beaker, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, Erlenmeyer, pengaduk, corong gelas, dan labu ukur), *stop watch*, *micrometer*, anak stirer, neraca analitik (Ohaus Analytical Plus), stirer magnetik dan pemanas listrik (Lab. Companion HP-3000), oven (Memmert), pH meter (Jenway 3505), spektrofotometer Serapan Atom (Buck Scientific 205).

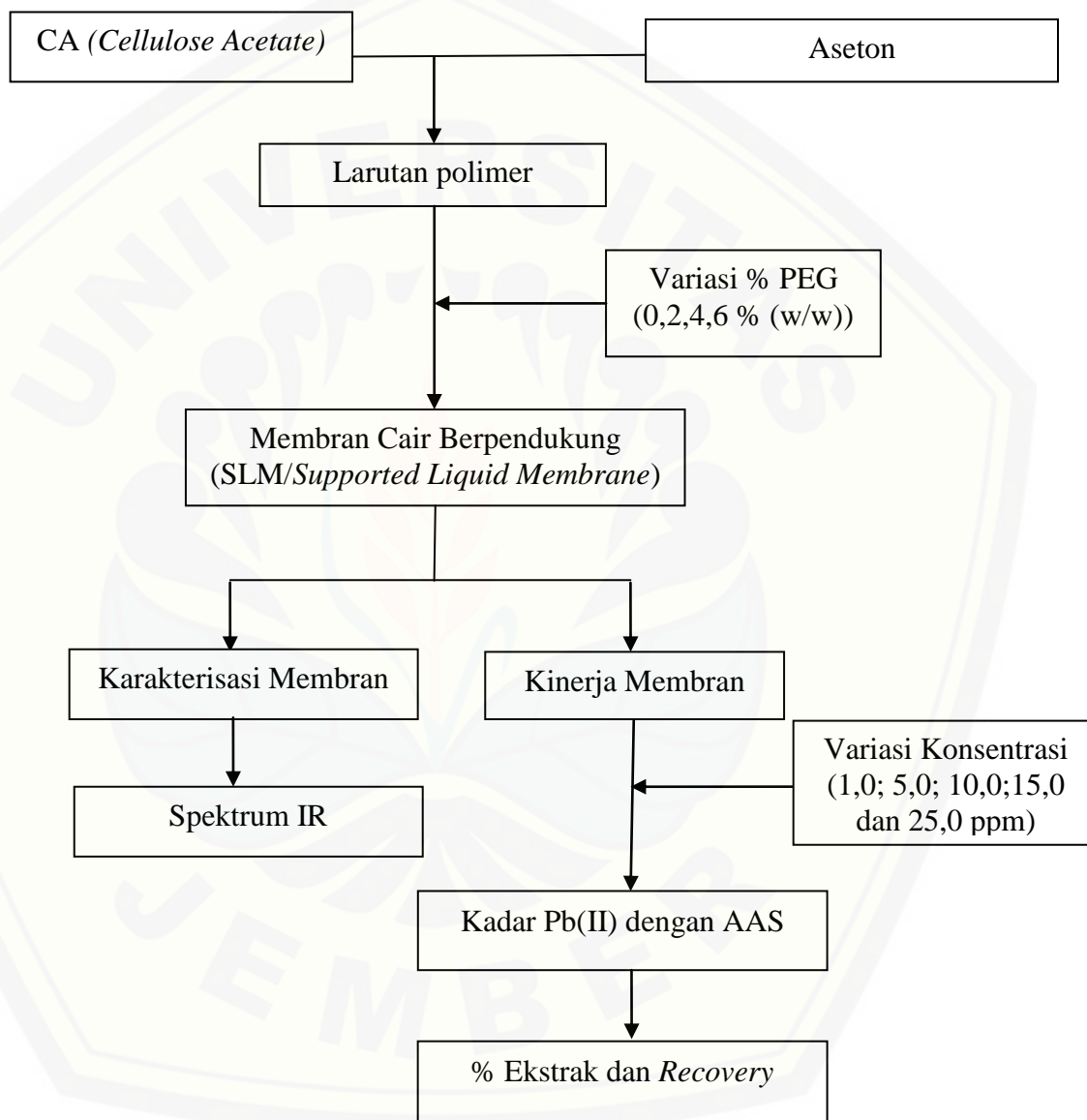
3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan meliputi: selulosa asetat (Aldrich; BM 30.000), aseton (Bratako; $\rho = 0,79$ g/mL), akuades demineralisasi, akuades, larutan standar Pb 1000 ppm, PEG (*Polyethylene Glycol*) 400 (Merck; $\rho = 1,126$ g/mL), serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (Merck), NaCH_3COO (Merck), CH_3COOH 96% (glasial; $\rho = 1,05$ g/mL), HNO_3 65% pa ($\rho = 1,49$ g/mL).

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian

Rancangan penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3.2 Prosedur Penelitian

a) Pembuatan Larutan

1) Pembuatan larutan standart Pb 100 ppm

Larutan Pb 100 ppm dibuat dari pengenceran larutan standar Pb 1000 ppm. Larutan Pb 1000 ppm diambil 10 mL dengan pipet volume lalu diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan ditambah akuades demineralisasi sampai tanda batas. Selanjutnya dihomogenkan.

2) Pembuatan larutan standart Pb 1 ppm

Larutan Pb 1 ppm dibuat dari pengenceran larutan Pb 10 ppm. Larutan Pb 10 ppm diambil 10 mL pipet volume lalu diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan ditambah akuades demineralisasi sampai tanda batas. Selanjutnya dihomogenkan.

3) Pembuatan larutan standart Pb 0,02; 0,04; 0,6; 0,08; dan 0,1 ppm

Pembuatan larutan 0,02; 0,04; 0,6; 0,08; dan 0,1 ppm dibuat dari pengenceran 1 ppm. Secara berurutan larutan Pb diambil sebanyak 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; dan 10,0 mL menggunakan lalu diencerkan dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya larutan dihomogen.

4) Pembuatan larutan NaCH_3COO 0,1 M

Larutan NaCH_3COO 0,1 M dibuat dengan mengambil 0,820 gram serbuk NaCH_3COO , kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 100 mL. Larutan dicampur hingga homogen.

5) Pembuatan larutan CH_3COOH 0,1 M

Larutan CH_3COOH 0,1 M dibuat dengan mengambil 5,9 mL dengan pipet morh CH_3COOH 96% dan diencerkan dalam 100 mL labu ukur untuk membentuk larutan berkonsentrasi CH_3COOH 1,0 M, kemudian larutan CH_3COOH 1,0 M diambil 10 mL dengan pipet volume dan diencerkan dalam 100 mL labu ukur.

6) Pembuatan larutan buffer asetat pH 3

Pembuatan larutan buffer dengan mengambil NaCH_3COO 0,1 M sebanyak 4,4 mL menggunakan pipet mohr 5 mL dan CH_3COOH 0,1 M sebanyak 245,6 mL,

kemudian dimasukkan ke dalam beker gelas. Larutan kemudian diaduk sampai homogen, kemudian diukur dengan pH meter.

7) Larutan umpan Pb

Larutan umpan Pb(II) menggunakan serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Pembuatan larutan umpan menggunakan pelarut buffer pH 3. Pembuatan larutan umpan yang pertama yaitu larutan umpan dengan 1000 ppm. Serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sebanyak 0,160 g dilarutkan dengan larutan buffer pH 3 dalam 100 ml labu ukur sampai tanda batas. Pembuatan larutan umpan 100 ppm kemudian dilakukan, yaitu dengan mengambil 10 ml larutan umpan 1000 ppm lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml sampai tanda batas. Larutan umpan 100 ppm diencerkan dengan beberapa konsentrasi yaitu 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; dan 25,0 ppm. Pengambilan variasi konsentrasi umpan secara berurutan yaitu 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; dan 25,0 ml, lalu diencerkan dalam 100 ml labu ukur sampai tanda batas.

8) Penerima (HNO_3 0,01 M)

HNO_3 0,01 M dibuat dengan cara mengambil 6,9 mL HNO_3 65% dan diencerkan dalam 100 mL labu ukur untuk membentuk larutan berkonsentrasi HNO_3 1,0 M, kemudian larutan HNO_3 1,0 M diambil 1,0 mL dan diencerkan dalam 100 mL labu ukur.

b) Kurva Kalibrasi Pb

Larutan standart Pb dibuat dengan konsentrasi 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; dan 0,1 ppm dan diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 283,3 nm (Standar Nasional Indonesia, 2006).

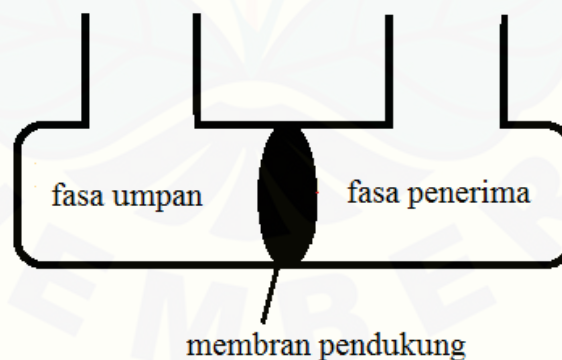
c) Pembuatan *Supported Liquid Membrane* (SLM)

Pembuatan membran selulosa asetat ini menggunakan metode inversi fasa. Selulosa asetat dan aseton dihomogenkan dengan perbandingan 1:3 ± selama 4 jam. Polietilen glikol (PEG) 400 kemudian ditambahkan sebanyak 0,2 mL (2%) dan diaduk dengan pengaduk magnet sampai larutan homogen ± selama 3 jam. Larutan

polimer yang telah homogen kemudian didiamkan sampai tidak mengandung gelembung udara ± 1 jam. Larutan polimer yang tidak mengandung gelembung udara dicetak di atas plat kaca yang bagian tepinya telah diberi selotip untuk mengatur ketebalan membran, kemudian dibiarkan pada suhu kamar selama 1 jam (penguapan pelarut). Membran yang dipilih mempunyai ketebalan yang seragam yaitu dengan mengukur menggunakan mikrometer pada beberapa titik kemudian hasilnya dirata-rata. Pembuatan membran yang sama dilakukan kembali dengan variasi komposisi PEG 400 sebanyak 0,4 mL (4%) dan 0,6 mL (6%). Pembuatan membran sebanyak yang dibutuhkan karena setiap transport, membran yang digunakan akan diganti.

d) Proses transpor SLM

Proses transport ion logam dengan membran cair pendukung yakni membran berpendukung dimasukkan pada set alat SLM sesuai ukuran (Gambar 3.2). Larutan penerima 0,01 M juga dimasukkan pada sisi alat SLM sesuai Gambar 3.2. Larutan umpan Pb(II) dengan variasi konsentrasi 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; dan 25,0 ppm masing-masing dimasukkan dalam sisi alat SLM sesuai Gambar 3.2. Proses transport dilakukan selama 3 jam (Bakti, 2005).



Gambar 3. 2 Proses Transport Membran Berpendukung (SLM)

Larutan di fasa umpan dan fasa penerima setelah waktu transport diambil, kemudian diukur konsentrasinya dengan AAS. Pengukuran konsentrasi tersebut dengan cara, diambil 1,0 mL larutan pada setiap fasa, lalu diencerkan dalam labu ukur 10 mL. Konsentrasi logam Pb(II) ini dapat ditentukan dari kurva kalibrasi yang

diperoleh. Pengenceran dilakukan sampai absorbansi sampel terdapat pada kurva kalibrasi. Data konsentrasi tersebut digunakan untuk menghitung persen transport berupa % ekstrak dan % *recovery*. Persen (%) ekstrak dan *recovery* dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ Ekstrak} = \left(\frac{C_{f \text{ in}} - C_f}{C_{f \text{ in}}} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Recovery} = \left(\frac{C_s - C_{s \text{ in}}}{C_{f \text{ in}}} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan :

$C_{f \text{ in}}$: Konsentrasi mula-mula pada fasa umpan (ppm)

C_f : Konsentrasi akhir pada fasa umpan (ppm)

$C_{s \text{ in}}$: Konsentrasi mula-mula pada fasa penerima (ppm)

C_s : Konsentrasi akhir pada fasa penerima (ppm)

(Bhatluri, 2015).

e) Karakterisasi Membran dengan FTIR

Pengamatan terhadap gugus fungsional yang dilakukan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Uji spektrum IR dilakukan pada selulosa asetat, PEG 400, dan membran berpendukung dengan kadar PEG sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%. Uji ini bertujuan untuk mengkonfirmasi apakah polietilen glikol (PEG) ada pada membran berpendukung.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini antara lain :

1. Penambahan senyawa pembawa (PEG) pada membran CA telah berhasil. Hal tersebut dibuktikan dengan spectrum FTIR, dimana gugus khas PEG yaitu OH, C-O-C, C-C dan CH₂ yang memiliki luasan serapan yang lebih besar.
2. Jumlah senyawa pembawa semakin banyak, maka kinerja membran mentranport ion logam akan meningkat. hal tersebut dibuktikan dengan meningkatkan persen *recovery* yang semakin besar seiring dengan semakin banyak senyawa pembawa.
3. Konsentrasi larutan umpan sangat mempengaruhi kinerja membran. Semakin besar konsentrasi umpan yang digunakan, maka persen ekstrak dan *recovery* akan semakin kecil pada semua variasi senyawa pembawa yang digunakan.

5.2 Saran

Banyak hal yang perlu dilengkapi dalam penyempurnaan penelitian ini. Studi lebih lanjut yang dapat berupa penambahan variabel misalnya: logam sampel yang digunakan seperti Fe, Zn, Cu, dan lain-lain, waktu transport, pH penerima, jenis penerima, dan perubahan pH sebelum setelah transport serta variasi % senyawa pembawa (PEG) yang lebih dari 6%. Variabel-variabel tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik maupun kinerja membran. Selain itu juga diperlukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk menunjukkan lebih jelas mengenai pori dari membran cair berpendukung dari selulosa asetat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007. *Toluene Toxicity (Case Studies in Environmental Medicine)*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Service, Public Health Service.
- Agustina, I. 2008. *Penggunaan Teknologi Membran pada Pengolahan Air Limbah Kelapa Sawit*. [serial online]. www.bbkk-litbang.go.id. [15 Agustus 2016].
- Alguacil, J. H. and Alonso, M. 2004. Separation of Zinc(II) from Cobalt (II) Solutions Using Supported Liquid Membrane with DP-8R (di-2-ethylhexyl phosphoric Acid) as a Carrier, *J. Separation and Purification Technology*. 41: 179-184.
- Alif, Admin, Vera T. Ningsih, dan Hermansyah Aziz. 2001. Optimalisasi Transport Selektif Ion Ni(II) terhadap Cd(II) dengan Zat Pembawa Oksin melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah secara Simultan. *Skripsi*. Padang: Kimia Universitas Andalas Padang.
- Anupama, R. and K Palanivelu. 2005. Removal and Recovery of Lead from Aqueous Sulation Using Supported Liquid Membrane. *Indian J. Chem. Technol.* 487 (1): 436-440.
- Badan Standart Nasional Indonesia. 2006. SNI 01-3751-2006. Tepung Terigu Sebagai Makanan . Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bakti, Danang Kuncoro. 2005. Pemisahan Logam Timbal dalam Limbah Cair Simulasi Menggunakan Membran Cair Berpendukung dengan Senyawa D2EHPA. *Skripsi*. Semarang: Kimia UNDIP.
- Bartsch, R. A., and Way, J. D. 1996. *Chemical Separation with Liquid Membranes, ACS Symposium Series 642*. New York: American Chemical Society.
- Bhatluri, Kumar, Manna, Ghoshal And Saha. 2015. Supported Liquid Membrane Based Removal of Lead(II) And Cadmium(II) from Mixed Feed: Conversion to Solid Waste by Precipitatin. *Indian Institute of Technology Guwahati*. 459(2): 256-263.
- Buchari, Testiati, dan Sulaeman. 2003. Pengaruh Pelarut Dan Temperature Terhadap Transport Europium(III) Melalui Membran Cair Berpendukung. *Jurnal Matematika dan Sains*. 8 (4): 151-156.

- Cheryan, M. 1998. *Ultrafiltration Handbook*. Lancaster-Bansel: Technomic Publishing Co., Inc.
- Craig, D. Q. M. 1990. Polyethylene Glycol and Drug Release, *Drug Dev. Ind Pharm.* 16 (1): 1501-1526.
- Drapala and Wieczorek. 2002. Extraction of Short Peptides Using Supported Liquid Membranes, Desalination. *Jurnal of Membran Liquid*, 50(1):120-122.
- Ebdon, Evans, Fisher, and Hill. 1998. *An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry*. UK: University of Plymouth.
- Fangel, D. And G. Wegener. 1995. *Kayu: Kimia Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. Terjemahan Hardjono Sastroamidjojo dalam Wood: Chemistry, Ultrstructure, Reactions*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Fessenden & Joan. Fessenden. 1989. *Kimia organik. Jilid 2. Edisi ketiga. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka dari Organic Chemistry (1989)*. Jakarta : penerbit Erlangga.
- GAMA. 2014. Manufacturing of Filter Tow. [serial online] <http://acetateweb.com/manufacturing-filter-tow/> [20 Agustus 2016].
- Haris, A. dan Gunawan. 1992. *Prinsip Dasar Spektrofotometri Atom*. Semarang: Badan Pengelola MIPA-UNDIP.
- Haris, M C. D. A. 2003. Pemisahan Logam Berat Menggunakan Membran Cair Berpendukung dengan Variabel Konsentrasi Ion Logam dan ph Fasa Penerima. *Skripsi*. Semarang: MIPA Universitas Diponegoro.
- Javiya, S, *et al.* 2008. Porometry Studies of The Polysulfone Membrane on Addition of Poly(Ethylene Glycol) in Gelation Bath During Preparation. *J. Membr. Sci*, 52 (2): 140-144.
- Jecfa. 1987. *Metal And Arsenic Specifications Revised At The 61st*. Published In Fnp 38 And Fnp 52.
- Kesting, R. E.. 1971. *Synthetic Polymeric Membrane*. New York: McGraw-Hill Book Campany.
- Krull, Fritsmann, and Melin. 2008. *Liquid Membrane for Gas/Vapor Separation*. Germany: Chemical Reaction Engineering, RWTH Aachen University.

- Leuner, C. And Dressman J. 2000. Improving Drug Solubility For Oral Delivery Using Solid Dispersion. *Int. J. Pharm. Biopharm.* 50 (34): 47-60.
- Maming, Jumina, Siswanta, Sastrohamidjojo, and Ohto. 2008. Transport Behavior of Cr(III), Cd(II), Pb(II), and Ag(I) Ions Through Bulk Liquid Membrane Containing p-t-butylcalix[4]arene-tetradiethylacetamide as Ion Carrier. *Indo, J. Chem.* 8 (3): 300-306.
- Martynia, D. 2003. Pemisahan Logam Berat Menggunakan Membran Cair Berpendukung Dengan Senyawa Pembawa Asam Di-2-Etilheksilfosfat. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Muhaimin. 2011. Studi Kinetika Hidrolisis Sabut Kelapa dengan Menggunakan Katalis H_2SO_4 . *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Mulder, N. 1991. *Basic Principles of Membrane Technology*. London : Kluwer Academy Pub.
- Mulianawati. 2012. Pembuatan Dan Karakteristik Membran Nanofiltrasi Untuk Pengolahan Air. *Thesis*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro.
- Nghiem, Patrick, Ian, Jilka, Robert, and Spas. 2006. Extraction and transport of metal ions and small organic compounds using polymer inclusion membranes (PIMs). *Journal of Membrane Science.* 281 (1-2) 7-4.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Rosnelly, Darwin, Noor, dan Kaseno. 2012. Pembuatan Pulp Sengon Dasetat dari Selulosa Pulp Sengon (*Paraserianthes Falcataria*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran. *Jurnal Agri-Tek.* 8 (4): 151-156.
- Rydberg, J. 1992. *Principles and Practices of Solvent Extraction*. New York: Marcel D.
- Said, A.A.. 2000. Studi Pembuatan Membran Nanofiltrasi untuk Pemurnian Air *Thesis*. Bandung: Teknik Kimia Institusi Teknologi Bandung.
- Saljoughi, E. 2010. Effect of PEG additive and coagulation bath temperature on the morphology permeability and thermal/chemical stability of asymmetric CA membranes. *Desalination*, 262 (1-3): 72-78.

- Sekretariat Negara Republik Indonesia. 1990. *Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 Tentang Baku Mutu Timbal di Perairan*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Slavin, M. 1987. *Atomic Absorption Spectroscopy Second Edition*. New York. USA.
- Svehla, G. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro . Edisi II*. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- Teramoto, Matsuyama, Yamashiro, and Katayama. 2000. Separation of Ethylene from Ethane by Supported Liquid Membrane Containing Silver Nitrate As A Carrier. *Chem. Eng. Jpn.* 19 (5): 419-24.
- Timberlake, C & Wiliam, T. 2008. *Basic Chemistry. Second Edition*. USA: Pearson Education Inc.
- Wade, L. G. 2010. *Organic Chemistry*. Seventh Edition. USA : Pearson Education, Inc.
- Walkowiak, W. & Gega, J. 1996. *Transition Metal Cation Separation by Organophosphorus Compound in Liquid Membrane Processes*. Wansington: American Chemical Separation.
- Welz, B. and Michael, S. 2005. *Atomic Absorption Spectrometry, Third Completely Revised Edition*. New York: Wiley-Vch.
- Wenten, I. G. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung : Teknik Kimia ITB.
- Widowati, Sastiono, dan Jusuf. 2008. *Efek Toksik Logam*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi.
- World Health Organization. 2008. *Water Sanitation Health* [Serial Online] [Http://WHO.Ind/Water Sanitation Health/Hygiene/Lyr](http://WHO.Ind/Water_Sanitation_Health/Hygiene/Lyr). [12 Agustus 2016].
- Yuliani, Galuh. 2005. *Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Nata De Coco. Thesis*. Teknik Kimia ITB.

LAMPIRAN

Lampiran 3. 1 Perhitungan Pembuatan Larutan

3.1.1 Pembuatan Larutan standar Pb 100 ppm

Pembuatan larutan standart Pb 100 ppm dibuat dengan mengambil 10,0 mL larutan standart Pb 1000 ppm.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1000 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$M_1 = 100 \text{ ppm}$$

3.1.2 Pembuatan Larutan Pb 1 ppm

Pembuatan larutan standart Pb 1 ppm dibuat dengan mengambil 1,0 mL larutan standart Pb 100 ppm.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 100 \text{ ppm} \times 1 \text{ mL}$$

$$M_1 = 1 \text{ ppm}$$

3.1.3 Pembuatan Larutan Standart Pb

- Konsentrasi 0,02 ppm

Pembuatan larutan standart konsentrasi 0,02 ppm diambil 2,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1 \text{ ppm} \times 2 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,02 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 0,04 ppm

Pembuatan larutan standart konsentrasi 0,04 ppm diambil 4,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1 \text{ ppm} \times 4 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,04 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 0,06 ppm

Pembuatan larutan standart konsentrasi 0,06 ppm diambil 6,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1 \text{ ppm} \times 6 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,06 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 0,08 ppm

Pembuatan larutan standart konsentrasi 0,08 ppm diambil 8,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1 \text{ ppm} \times 8 \text{ mL}$$

$$M_1 = 0,08 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 0,1 ppm

Pembuatan larutan standart konsentrasi 0,1 ppm diambil 10,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$M_1 = 1,0 \text{ ppm}$$

3.1.4 Pembuatan Konsentrasi umpan Pb(II)

- Pembuatan Larutan Pb 1000 ppm

Pembuatan larutan Pb 1000 ppm dengan menimbang sebanyak 0,160 gram

Pb(NO₃)₂

$$\frac{207,19 \text{ g/mol}}{331,21 \text{ g/mol}} = \frac{m_{pb}}{0,160 \text{ g}}$$

$$m_{pb} = 0,1000 \text{ gram}$$

$$ppm = \frac{0,1000 \text{ gram}}{L}$$

$$ppm = \frac{0,1000 \cdot 10^3 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}}$$

$$ppm = 1000 \text{ ppm}$$

- Pembuatan Larutan Pb 100 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 100 ppm diambil 10,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1000 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$M_1 = 100 \text{ ppm}$$

- Pembuatan Larutan Pb 10 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 10 ppm diambil 1,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1000 \text{ ppm} \times 1 \text{ mL}$$

$$M_1 = 10 \text{ ppm}$$

- Pembuatan Larutan umpan

- Konsentrasi 1,0 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 1 ppm diambil 5,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 10 \text{ ppm} \times 5 \text{ mL}$$

$$M_1 = 1,0 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 5,0 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 5 ppm diambil 50,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$M_1 = 5,0 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 10,0 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 10 ppm diambil 100,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$M_1 = 10,0 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 15,0 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 15 ppm diambil 15,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 100 \text{ ppm} \times 15 \text{ mL}$$

$$M_1 = 15 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi 25,0 ppm

Pembuatan larutan Pb konsentrasi 25 ppm diambil 25,0 mL.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 100 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}$$

$$M_1 = 25 \text{ ppm}$$

3.1.5 Persen CA dan Aseton

25% (w/w) CA dari berat total larutan polimer

$$m_{CA} = 3,000 \text{ gram}$$

$$m_{CA} = \frac{25}{100} \times m_{total}$$

$$3,000 \text{ gram} = \frac{25}{100} \times m_{total}$$

$$m_{total} = 12,0 \text{ gram}$$

75% (w/w) aseton (11,5 mL)

$$v_{aseton} = 11,5 \text{ mL}$$

$$v_{aseton} = \frac{m_{aseton}}{\rho}$$

$$11,5 \text{ mL} = \frac{m_{aseton}}{0,79 \text{ g / mL}}$$

$$m_{aseton} = 9,00 \text{ gram}$$

$$9,00 \text{ gram} = \frac{75}{100} \times m_{total}$$

$$m_{total} = 12,0 \text{ g}$$

3.1.6 Porsen (%) PEG

- 2% PEG dari berat total larutan polimer

$$v_{PEG} = 0,2mL$$

$$v_{PEG} = \frac{m}{\rho}$$

$$0,2mL = \frac{m_{PEG}}{1,126g/mL}$$

$$m_{PEG} = 0.2252\text{ gram} \approx 0,23$$

$$m_{PEG} = \frac{2}{100} \times m$$

$$0,23\text{ gram} = \frac{2}{100} \times m$$

$$m = 11,5\text{ gram}$$

- 4% PEG dari berat total larutan polimer

$$v_{PEG} = 0,4mL$$

$$v_{PEG} = \frac{m}{\rho}$$

$$0,4mL = \frac{m_{PEG}}{1,126g/mL}$$

$$m_{PEG} = 0.4504\text{ gram} \approx 0,45$$

$$m_{PEG} = \frac{4}{100} \times m$$

$$0,45\text{ gram} = \frac{4}{100} \times m$$

$$m = 11,5\text{ gram}$$

- 6% PEG dari berat total larutan polimer

$$v_{PEG} = 0,2mL$$

$$v_{PEG} = \frac{m}{\rho}$$

$$0,6mL = \frac{m_{PEG}}{1,126g/mL}$$

$$m_{PEG} = 0.6756gram \approx 0,68$$

$$m_{PEG} = \frac{2}{100} \times m$$

$$0,68gram = \frac{6}{100} \times m$$

$$m = 11,3gram$$

3.1.7 Pembuatan Larutan Buffer Asetat pH 3

$$[H^+] = Ka \frac{n_{asam}}{n_{garam}}$$

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{0,1M \cdot 245,6mL}{0,1M \cdot 4,4mL}$$

$$[H^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{24,56}{0,44}$$

$$[H^+] = 100,4 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = 10^{-3}$$

$$pH = 3$$

- Pembuatan larutan CH_3COOH 0,1 M

Pembuatan larutan CH_3COOH 0,1 M dari CH_3COOH 96%

$$m = \rho \times v$$

$$= 1,05 \frac{gram}{cm^3} \times 500mL$$

$$= 525gram$$

$$\frac{96\%}{xgram} = \frac{100\%}{525gram}$$

$$xgram = 50,400gram$$

$$\begin{aligned} \text{mol} &= \frac{504 \text{ gram}}{60,05 \text{ gram/mol}} \\ &= 8,393 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$M \text{ CH}_3\text{COOH } 65\% = \frac{\text{mol}}{V} = \frac{8,393 \text{ mol}}{0,500 \text{ L}} = 16,79 \text{ M}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 6,0 \text{ mL} \times 16,79 \text{ M}$$

$$M_1 = 1,0 \text{ M}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1,0 \text{ mL} \times 1 \text{ M}$$

$$M_1 = 0,01 \text{ M}$$

- Pembuatan larutan NaCH₃COO 0,1 M

$$m = 0,820 \text{ g}$$

$$0,820 \text{ g} = \text{mol} \cdot 82,03 \text{ g/mol}$$

$$\text{mol} = 0,00999 \text{ mol}$$

$$\text{mol} = M \cdot V$$

$$0,00999 \text{ mol} = M \cdot 0,1 \text{ L}$$

$$M = 0,0999 \text{ M} = 0,01 \text{ M}$$

3.1.8 Pembuatan Larutan Penerima (HNO₃ 0,01 M)

Pembuatan larutan HNO₃ 0,01 M dari HNO₃ 65%

$$m = \rho \cdot x \cdot v$$

$$= 1,49 \frac{\text{gram}}{\text{cm}^3} \times 500 \text{ mL}$$

$$= 700 \text{ gram}$$

$$\frac{65\%}{x \text{ gram}} = \frac{100\%}{700 \text{ gram}}$$

$$x \text{ gram} = 454,950 \text{ gram}$$

$$mol = \frac{m}{Mr}$$

$$mol = \frac{454,950 \text{ gram}}{63,1 \text{ g/mol}}$$

$$mol = 7,21 \text{ mol}$$

$$M = \frac{mol}{V}$$

$$M = \frac{7,21 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}}$$

$$M = 14,42 \text{ M}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 7,0 \text{ mL} \times 14,42 \text{ M}$$

$$M_1 = 1,0 \text{ M}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$100 \text{ mL} \times M_1 = 1,0 \text{ mL} \times 1 \text{ M}$$

$$M_1 = 0,01 \text{ M}$$

Lampiran 4.1**Lampiran 4. 1 Ketebalan Membran****4.1.1 Membran 0% PEG**

No	Ketebalan (mm) titik ke-						Rata- Rata (mm)
	1		2		3		
	S+M	M	S+M	M	S+M	M	
1	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
2	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
3	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
4	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
5	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
6	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
7	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
8	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
9	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
10	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
11	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
12	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
13	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
14	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
15	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02

S+M = tebal kertas pelindung + Membran

M = tebal membran

S = 1,59 mm

4.1.2 Membran 2% PEG

No	Ketebalan (mm) titik ke-						Rata- Rata(mm)
	1		2		3		
	S+M	M	S+M	M	S+M	M	
1	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
2	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
3	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
4	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
5	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
6	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
7	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
8	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
9	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
10	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
11	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
12	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
13	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
14	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
15	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02

S+M = tebal kertas pelindung + Membran

M = tebal membran

S = 1,59 mm

4.1.3 Membran 4% PEG

No	Ketebalan (mm) titik ke-						Rata-rata(mm)
	1		2		3		
	S+M	M	S+M	M	S+M	M	
1	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
2	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
3	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
4	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
5	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
6	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
7	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
8	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
9	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
10	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
11	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
12	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
13	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
14	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
15	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02

S+M = tebal kertas pelindung + Membran

M = tebal membran

S = 1,59 mm

4.1.4 Membran 6% PEG

No	Ketebalan (mm) titik ke-						Rata-rata (mm)
	1		2		3		
	S+M	M	S+M	M	S+M	M	
1	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
2	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
3	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
4	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
5	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
6	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
7	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
8	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
9	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
10	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
11	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
12	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
13	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
14	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02
15	1,61	0,02	1,61	0,02	1,61	0,02	0,02

S+M = tebal kertas pelindung + Membran

M = tebal membran

S = 1,59 mm

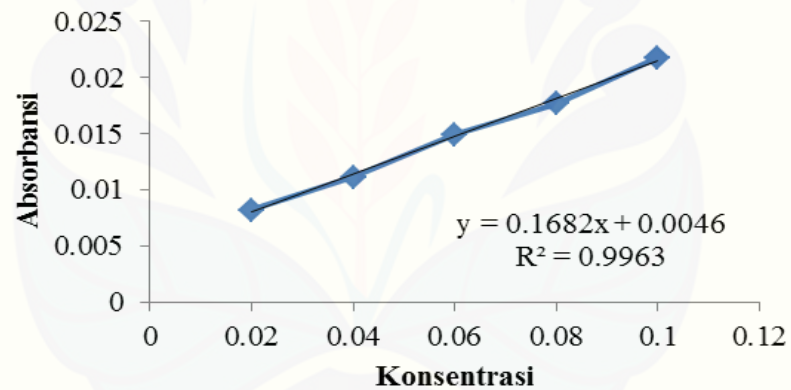
Lampiran 4.2

Lampiran 4. 2 Analisis Logam dengan Menggunakan AAS

4.2.1 Data absorbansi standar Pb

Konsentrasi Pb (ppm)	Absorbansi
0,02	0,008
0,04	0,011
0,06	0,015
0,08	0,018
0,1	0,022

4.2.2 Kurva Kalibrasi Standar Pb



Lampiran 4. 3 Hasil Absorbansi Larutan Sampel Menggunakan AAS

4.3.1 Hasil AAS pada larutan umpan mula-mula (C_{fin})

$C_{s_{in}}$ (ppm)	$C_{f_{in}}$ (ppm)	Abs $C_{f_{in}}$	C Pb (ppm)	FP	C Pb x FP = $C_{f_{in}}$ (ppm)	V (L)	m (mg)
0	1	0.012 0.012 0.012	0.044	20	0.88	0.003	0.0026
0	5	0.013 0.013 0.012	0.049	100	4.9	0.003	0.015
0	10	0.012 0.012 0.017	0.044	200	8.8	0.003	0.026
0	15	0.017 0.017 0.021	0.074	200	14.8	0.003	0.044
0	25	0.021 0.021	0.097	250	24.3	0.003	0.073

Ket : $C_{s_{in}}$: konsentrasi fase penerima mula-mula (ppm)
 $C_{f_{in}}$: konsentrasi fase umpan (feed) mula-mula (ppm)
 vol : volume larutan dalam fase umpan (L)
 m : massa ion logam dalam fase umpan (mg)

4.3.2 Hasil aas pada membran 0% PEG

(C _{fin})	Abs (strip)	C	FP	C _s	Rata-rata C _s	vol (L)	m strip (mg)	Abs (feed)	C	FP	C _f	Rata-rata C _f	vol (L)	m feed (mg)	C _{fin} -C _f	C _m (ppm)	m membran (mg)	Rata-rata m membran (mg)	%E	rata-rata %E	SD	%R	Rata-rata %R	SD
1	0.001	0	10	0		0.003	0	0.019	0.086	10	0.86		0.003	0.0026	0.024	0.024	0		2.70			0		
	0	0	10	0	0	0.003	0	0.019	0.086	10	0.86	0.88	0.003	0.0026	0.024	0.024	0	0	2.70	1.8	1.56	0	0	0
	0	0	10	0		0.003	0	0.020	0.092	10	0.92		0.003	0.0027	0	0	0		0			0		
5	0.003	0	10	0		0.003	0	0.013	0.050	100	4.99		0.003	0.015	0	0	0		0			0		
	0.003	0	10	0	0	0.003	0	0.013	0.050	100	4.99	4.99	0.003	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	10	0		0.003	0	0.013	0.050	100	4.99		0.003	0.015	0	0	0		0			0		
10	0.003	0	10	0	0	0.003	0	0.012	0.044	200	8.80	8.80	0.003	0.026	0	0	0	0.006	0	0	0	0	0	0
	0.004	0	10	0		0.003	0	0.012	0.044	200	8.80		0.003	0.026	0	0	0.018		0			0		
	0	0	10	0		0.003	0	0.017	0.074	200	14.74		0.003	0.044	0	0	0		0			0		
15	0	0	10	0	0	0.003	0	0.017	0.074	200	14.74	14.74	0.003	0.044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	10	0		0.003	0	0.017	0.074	200	14.74		0.003	0.044	0	0	0		0			0		
	0	0	10	0		0.003	0	0.021	0.098	250	24.38		0.003	0.073	0	0	0		0			0		
25	0	0	10	0	0	0.003	0	0.021	0.098	250	24.38	24.38	0.003	0.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	10	0		0.003	0	0.021	0.098	250	24.38		0.003	0.073	0	0	0		0			0		
	0	0	10	0		0.003	0	0.021	0.098	250	24.38		0.003	0.073	0	0	0.000		0			0		

Ket : C_{S_{in}} : konsentrasi ion logam fase penerima mula-mula (ppm)
 C_s : konsentrasi ion logam di fase penerima setelah transport (ppm)
 C_{f_{in}} : konsentrasi ion logam di fase umpan (feed) mula-mula (ppm)
 C_f : konsentrasi ion logam di fase umpan setelah transport (ppm)
 vol : volume (L)
 m : massa (mg)

4.3.3 Hasil aas pada membran 2% PEG

(C _{fin})	Abs (strip)	C	FP	C _s	Rata-rata C _s	vol (L)	m strip (mg)	Abs (feed)	C	FP	C _f	Rata-rata C _f	vol (L)	m feed (mg)	C _{fin} -C _f	C _m (ppm)	m membran (mg)	Rata-rata m membran (mg)	%E	rata-rata %E	SD	%R	Rata-rata %R	SD
1	0.011	0.038	10	0.38	0.34	0.003	0.0013	0.010	0.032	10	0.32	0.32	0.003	0.001	0.56	0.13	0.00064	0.00075	63.51	63.51	0	36.49	39.86	3.77
	0.010	0.032	10	0.32		0.003	0.0011	0.010	0.032	10	0.32		0.003	0.001	0.56	0.19	0.00080		63.51		36.49			
	0.010	0.032	10	0.32		0.003	0.0011	0.010	0.032	10	0.32		0.003	0.001	0.56	0.19	0.00080		63.51		36.49			
5	0.017	0.074	10	0.74	0.72	0.003	0.0022	0.011	0.038	100	3.80	3.80	0.003	0.011	1.19	0.45	0.0013	0.0014	23.81	23.81	0	14.76	14.37	0.678
	0.017	0.074	10	0.74		0.003	0.0022	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.45	0.0013		23.81		14.76			
	0.016	0.068	10	0.68		0.003	0.0020	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.51	0.002		23.81		13.57			
10	0.016	0.068	10	0.68	0.66	0.003	0.0020	0.011	0.038	200	7.61	7.61	0.003	0.023	1.19	0.51	0.0015	0.0016	13.51	13.51	0	7.03	7.48	0.390
	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.011	0.038	200	7.61		0.003	0.023	1.19	0.57	0.0017		13.51		7.70			
	0.016	0.068	10	0.68		0.003	0.0020	0.011	0.038	200	7.61		0.003	0.023	1.19	0.51	0.0015		13.51		7.70			
15	0.015	0.062	10	0.62	0.62	0.003	0.0019	0.016	0.068	200	13.56	13.56	0.003	0.041	1.19	0.57	0.0017	0.0017	8.06	8.09	0	4.19	4.19	0
	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.016	0.068	200	13.56		0.003	0.041	1.19	0.57	0.0017		8.06		4.19			
	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.87	0.0026		6.10		2.54			
25	0.015	0.062	10	0.62	0.62	0.003	0.0019	0.020	0.092	250	22.89	22.89	0.003	0.069	1.49	0.87	0.0026	0.0026	6.10	6.10	0	2.54	2.53	0
	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.87	0.0026		6.10		2.54			

Ket : C_{S_{in}} : konsentrasi ion logam fase penerima mula-mula (ppm)
 C_s : konsentrasi ion logam di fase penerima setelah transport (ppm)
 C_{f_{in}} : konsentrasi ion logam di fase umpan (feed) mula-mula (ppm)
 C_f : konsentrasi ion logam di fase umpan setelah transport (ppm)
 vol : volume (L)
 m : massa (mg)

4.3.4 Hasil aas pada membran 4% PEG

(C _{fin})	Abs (strip)	C	FP	C _s	Rata-rata C _s	vol(L)	m strip (mg)	Abs (feed)	C	FP	C _f	Rata-rata C _f	vol(L)	m feed (mg)	C _{fin} -C _f	C _m (ppm)	m membran (mg)	Rata-rata m membran (mg)	%E	rata-rata %E	SD	%R	Rata-rata %R	SD
1	0.014	0.056	10	0.56		0.003	0.0017	0.009	0.026	10	0.26		0.003	0.00078	0.62	0.06	0.00018		70.3			63.5		
	0.014	0.056	10	0.56	0.54	0.003	0.0017	0.009	0.026	10	0.26	0.26	0.003	0.00078	0.62	0.06	0.00018	0.00024	70.3	70.3	0	63.5	61.26	3.901
	0.013	0.050	10	0.50		0.003	0.0015	0.009	0.026	10	0.26		0.003	0.00078	0.62	0.12	0.00035		70.3			56.8		
5	0.017	0.074	10	0.74		0.003	0.0022	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.45	0.0014		23.8			14.8		
	0.018	0.080	10	0.80	0.78	0.003	0.0024	0.011	0.038	100	3.80	3.80	0.003	0.011	1.19	0.39	0.0012	0.0012	23.8	23.8	0	16.0	15.55	0.678
	0.018	0.080	10	0.80		0.003	0.0024	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.39	0.0012		23.8			16.0		
10	0.019	0.086	10	0.86		0.003	0.0026	0.011	0.038	200	7.61		0.003	0.023	1.19	0.33	0.0010		13.5			9.73		
	0.019	0.086	10	0.86	0.84	0.003	0.0026	0.011	0.038	200	7.61	7.61	0.003	0.023	1.19	0.33	0.0010	0.0011	13.5	13.5	0	9.73	9.50	0.390
	0.018	0.080	10	0.80		0.003	0.0024	0.011	0.038	200	7.61		0.003	0.023	1.19	0.39	0.0012		13.5			9.05		
15	0.019	0.086	10	0.86		0.003	0.0027	0.016	0.068	200	13.56		0.003	0.041	1.19	0.57	0.0017		8.06			5.00		
	0.018	0.080	10	0.80	0.79	0.003	0.0022	0.016	0.068	200	13.56	13.56	0.003	0.041	1.19	0.57	0.0017	0.0017	8.06	8.1	0	5.00	5.00	0
	0.017	0.074	10	0.71		0.003	0.0022	0.016	0.068	200	13.56		0.003	0.041	1.19	0.57	0.0017		8.06			5.00		
25	0.017	0.074	10	0.71		0.003	0.0024	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.63	0.0019		6.10			3.51		
	0.018	0.080	10	0.80	0.77	0.003	0.0022	0.020	0.092	250	22.89	22.89	0.003	0.069	1.49	0.69	0.0021	0.0020	6.10	6.1	0	3.27	3.35	0.141
	0.018	0.080	10	0.80		0.003	0.0022	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.69	0.0021		6.10			3.27		

Ket : C_{S_{in}} : konsentrasi ion logam fase penerima mula-mula (ppm)
 C_s : konsentrasi ion logam di fase penerima setelah transport (ppm)
 C_{f_{in}} : konsentrasi ion logam di fase umpan (feed) mula-mula (ppm)
 C_f : konsentrasi ion logam di fase umpan setelah transport (ppm)
 vol : volume (L)
 m : massa (mg)

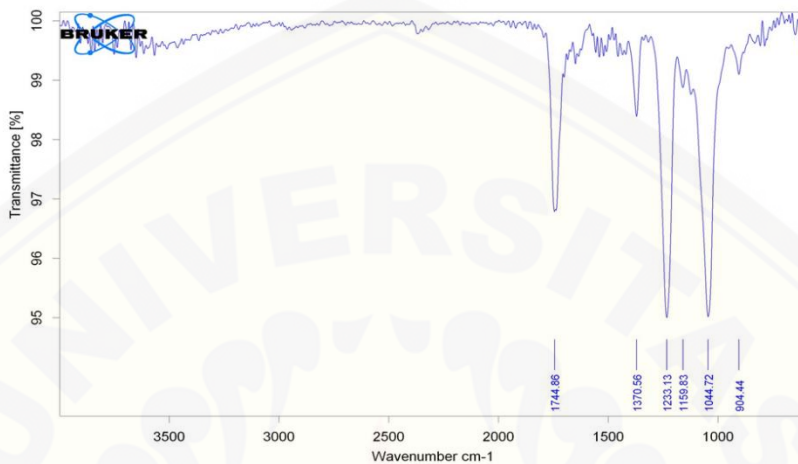
4.3.5 Hasil aas pada membran 6% PEG

(C _{f in})	Abs (strip)	C	FP	C _s	Rata-rata C _s	vol (L)	m strip (mg)	Abs (feed)	C	FP	C _f	Rata-rata C _f	vol (L)	m feed (mg)	C _{f in} -C _f	C _m (ppm)	m membran (mg)	Rata-rata m membran (mg)	%E	rata-rata %E	SD	%R	Rata-rata %R	SD
1	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.009	0.026	10	0.26		0.003	0.00078	0.62	0	0		70.3			70.3		
	0.015	0.062	10	0.62	0.62	0.003	0.0019	0.008	0.020	10	0.20	0.24	0.003	0.00061	0.68	0.059	0.00018	0.00060	77.0	72.5	3.901	70.3	70.27	0
	0.015	0.062	10	0.62		0.003	0.0019	0.009	0.026	10	0.26		0.003	0.00078	0.62	0	0		70.3			70.3		
5	0.019	0.086	10	0.86		0.003	0.0026	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.33	0.0010		23.8			17.1		
	0.019	0.086	10	0.86	0.84	0.003	0.0026	0.011	0.038	100	3.80	3.80	0.003	0.011	1.19	0.33	0.0010	0.0010	23.8	23.8	0	17.1	16.74	0.678
	0.018	0.080	10	0.80		0.003	0.0024	0.011	0.038	100	3.80		0.003	0.011	1.19	0.39	0.00096		23.8			16.0		
10	0.020	0.092	10	0.92		0.003	0.0027	0.011	0.038	200	7.61		0.003	0.023	1.19	0.27	0.00082		13.5			10.4		
	0.019	0.086	10	0.86	0.88	0.003	0.0026	0.011	0.038	200	7.61	7.61	0.003	0.023	1.19	0.33	0.0012	0.0009	13.5	13.5	0	9.7	9.95	0.390
	0.020	0.092	10	0.92		0.003	0.0028	0.016	0.070	200	13.56		0.003	0.042	1.10	0.18	0.00082		8.1			6.1		
15	0.019	0.087	10	0.86	0.90	0.003	0.0026	0.016	0.070	200	13.56	13.56	0.003	0.042	1.10	0.24	0.00099	0.00088	8.1	8.1	0	5.7	6.07	0.212
	0.020	0.092	10	0.92		0.003	0.0028	0.016	0.070	200	13.56		0.003	0.042	1.10	0.18	0.00082		8.1			6.1		
	0.020	0.092	10	0.92		0.003	0.0027	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.57	0.0017		6.1			3.8		
25	0.019	0.086	10	0.86	0.88	0.003	0.0026	0.020	0.092	250	22.89	22.89	0.003	0.069	1.49	0.63	0.0019	0.0018	6.1	6.1	0	3.5	3.59	0.141
	0.019	0.086	10	0.86		0.003	0.0026	0.020	0.092	250	22.89		0.003	0.069	1.49	0.63	0.0019		6.1			3.5		

Ket : C_{s in} : konsentrasi ion logam fase penerima mula-mula (ppm)
 C_s : konsentrasi ion logam di fase penerima setelah transport (ppm)
 C_{f in} : konsentrasi ion logam di fase umpan (feed) mula-mula (ppm)
 C_f : konsentrasi ion logam di fase umpan setelah transport (ppm)
 vol : volume (L)
 m : massa (mg)

Lampiran 4. 4 Data Spektrum IR

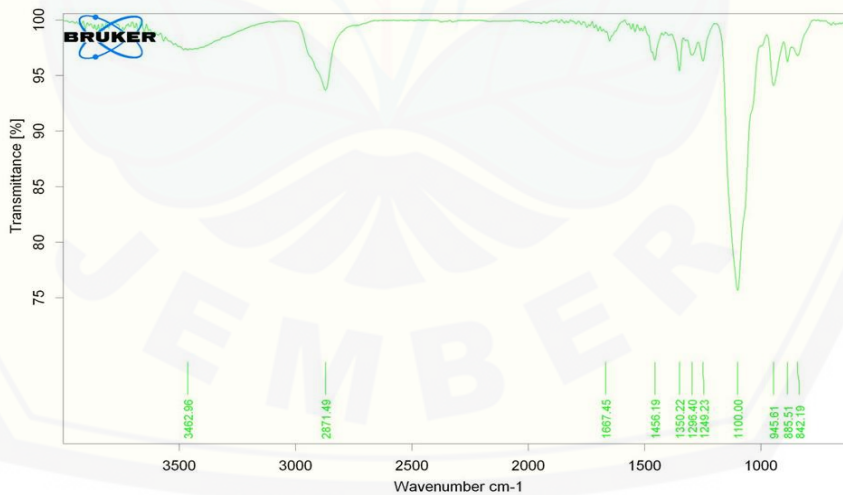
4.4.1 Spektrum IR serbuk selulosa asetat



D:\Layanan Analisis\2017\CA.0	CA	Instrument type and / or accessory	1/18/2017
-------------------------------	----	------------------------------------	-----------

Page 1/1

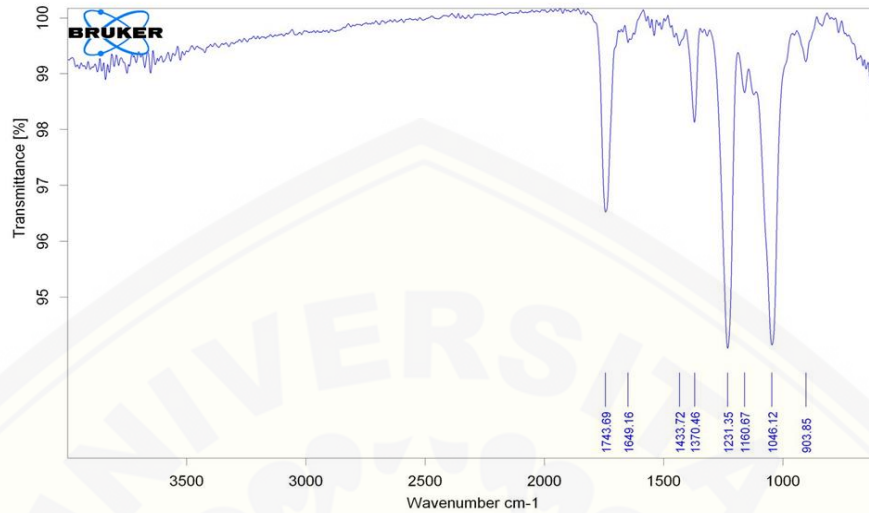
4.4.2 Spektrum IR cairan PEG 400



D:\Layanan Analisis\2017\PEG 400.0	PEG 400	Instrument type and / or accessory	1/18/2017
------------------------------------	---------	------------------------------------	-----------

Page 1/1

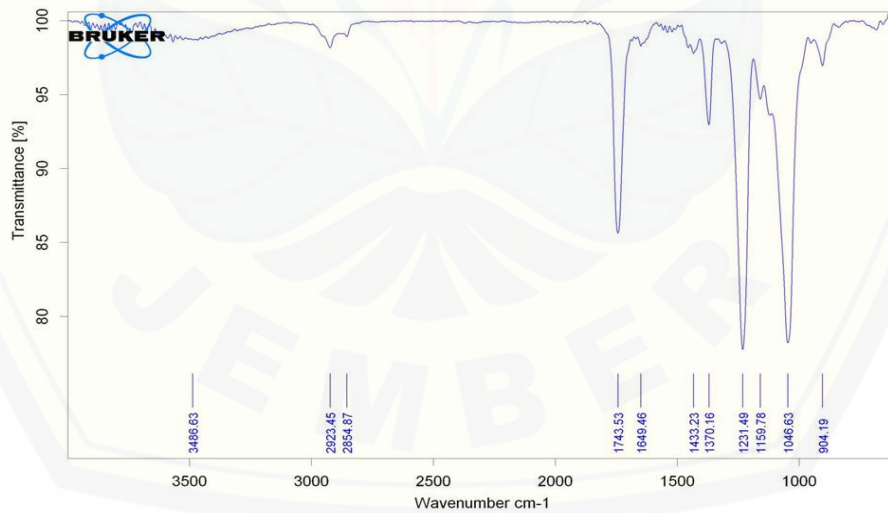
4.4.3 Spekturm IR membran 0% PEG



D:\Layanan Analisis\2017\0% 0% Instrument type and / or accessory 1/10/2017

Page 1/1

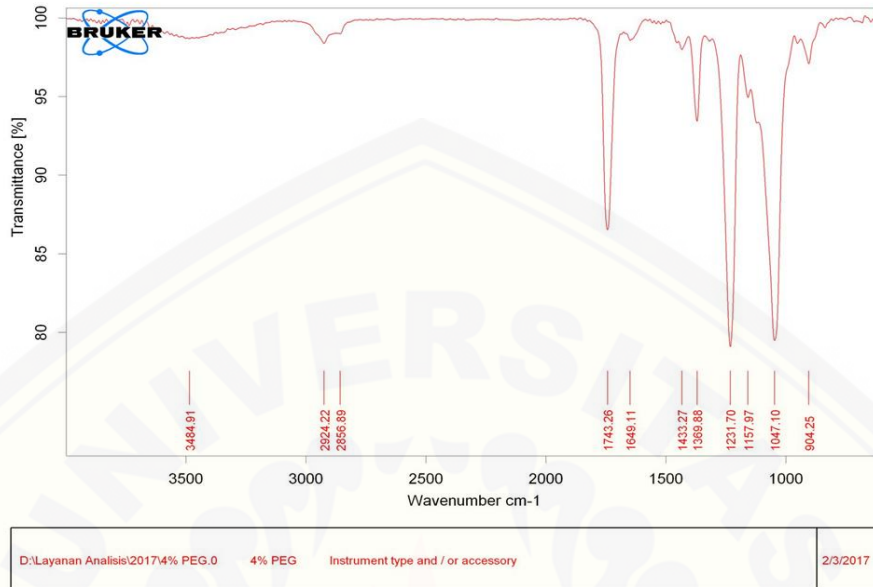
4.4.4 Spekturm IR membran 2% PEG



D:\Layanan Analisis\2017\2%PEG 400.0 2%PEG 400 Instrument type and / or accessory 2/3/2017

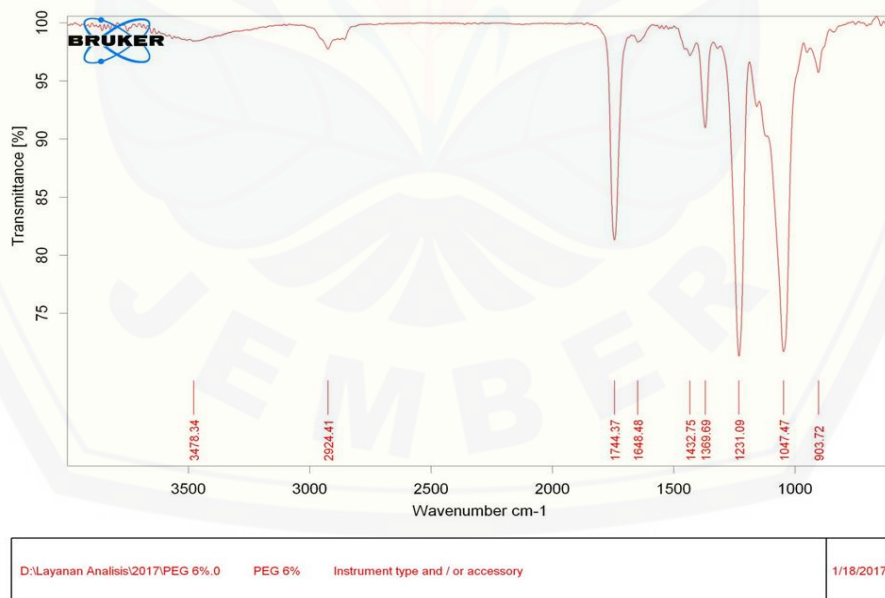
Page 1/1

4.4.5 Spekturm IR membran 4% PEG



Page 1/1

4.4.6 Spekturm IR membran 6% PEG



Page 1/1