



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**OPTIMASI SISTEM TRANSPOR Cd(II) DALAM PELARUT
KLOOROFOROM DENGAN AMONIUM PIROLIDIN
DITIOKARBAMAT (APDC) SEBAGAI ZAT PEMBAWA MELALUI
TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

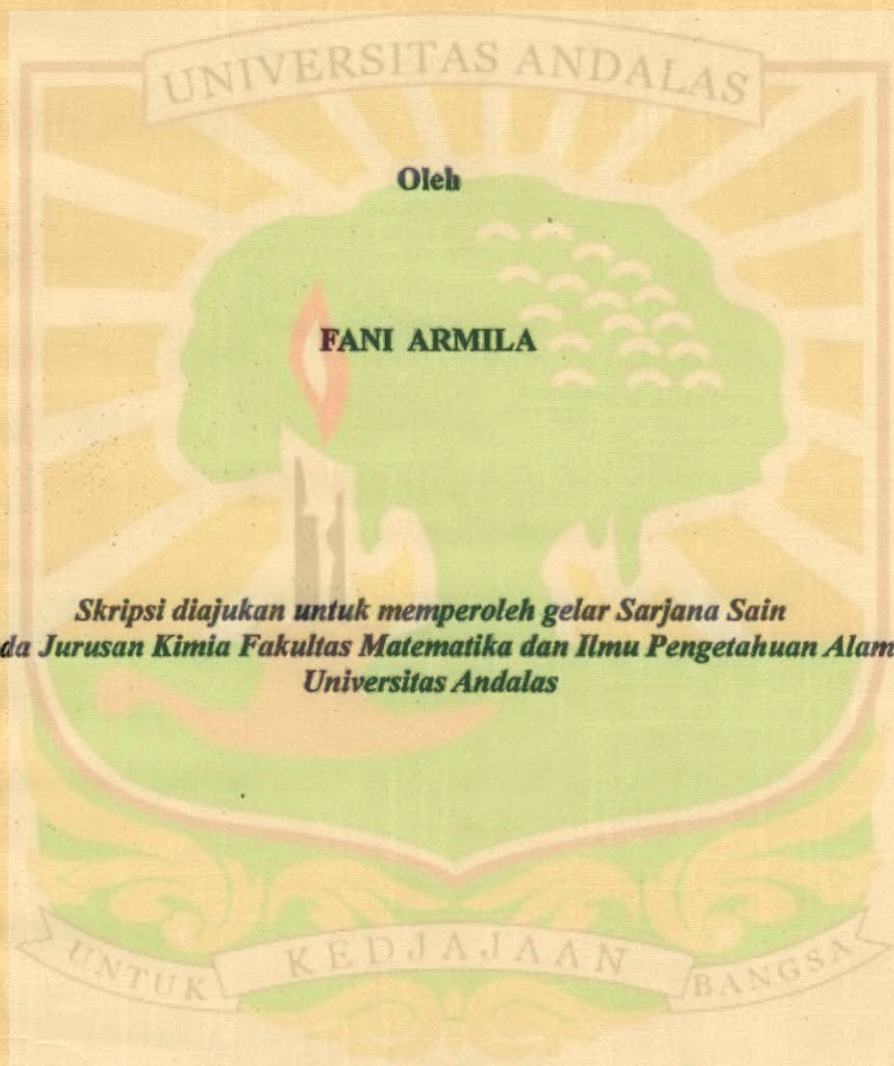
SKRIPSI



**FANI ARMILA
07932004**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

**OPTIMASI SISTEM TRANSPOR Cd(II) DALAM PELARUT
KLOROFORM DENGAN AMONIUM PIROLIDIN DITIOKARBAMAT
(APDC) SEBAGAI ZAT PEMBAWA MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR
FASA RUAH**



Oleh

FANI ARMILA

*Skripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sain
pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas*

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

LEMBARAN PENGESAHAN

Optimasi Sistem Transpor Cd(II) Dalam Pelarut Kloroform dengan Amonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDC) sebagai Zat Pembawa Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah, skripsi oleh Fani Armila (No BP 07 932 004) diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains (strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang, telah diuji dan lulus pada tanggal : 9 Januari 2012.

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Djufri Mustafa, MSc

NIP. 195011041975031002

Pembimbing II



Olly Norita Tetra, MSi

NIP. 130353231

Mengetahui :

Ketua Jurusan Kimia,



Dr. Adlis Santoni

NIP. 196212031988111002

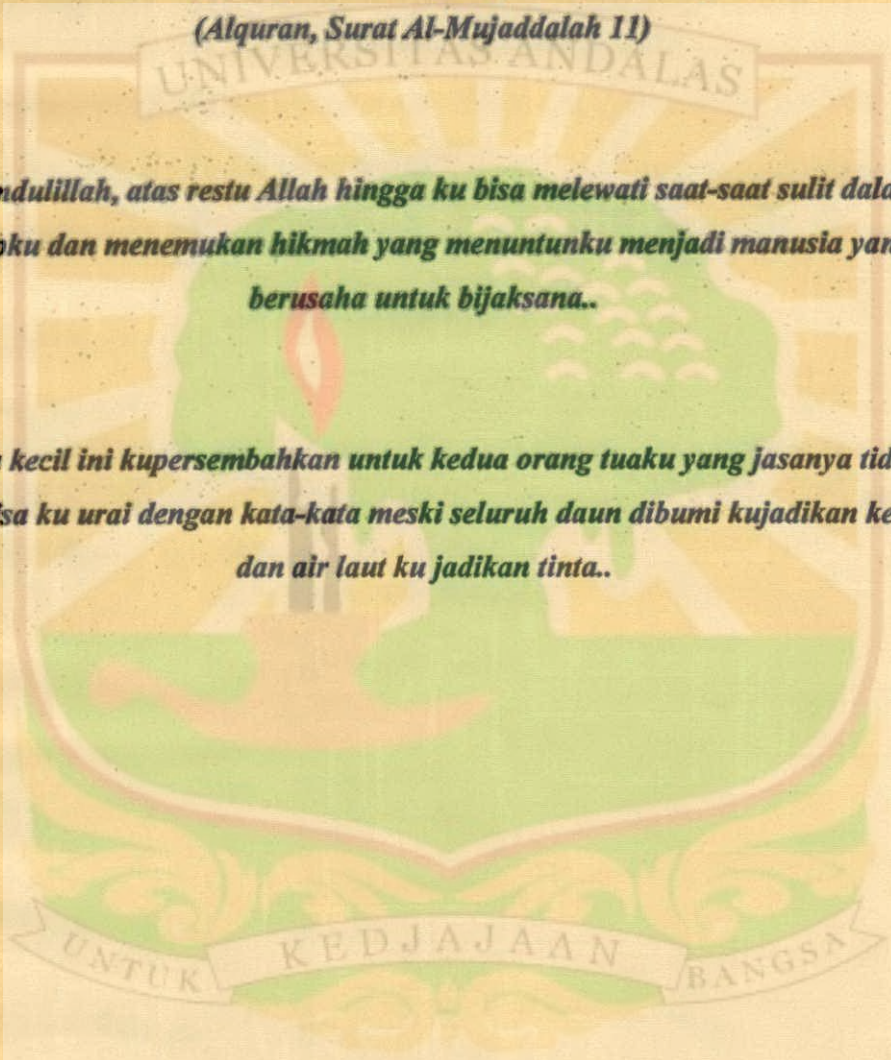
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**"ALLAH SWT akan meninggikan orang-orang yang beriman
Dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"**

(Alquran, Surat Al-Mujaddalah 11)

**Alhamdulillah, atas restu Allah hingga ku bisa melewati saat-saat sulit dalam
hidupku dan menemukan hikmah yang menuntunku menjadi manusia yang
berusaha untuk bijaksana..**

**Karya kecil ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku yang jasanya tidak
akan bisa ku urai dengan kata-kata meski seluruh daun dibumi kujadikan kertas
dan air laut ku jadikan tinta..**



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Sistem Transpor Cd(II) dalam Pelarut Kloroform dengan Amonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDC) sebagai Zat Pembawa Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah”**. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan masukan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Djufri Mustafa, M.Sc dan Ibu Olly Norita Tetra, M.Si sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis.
2. Ibu Zaharismi Kahar, M.Si yang telah turut membantu dan membimbing penulis dalam pelaksanaan penelitian.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni sebagai ketua Jurusan Kimia.
4. Bapak Dr. Mai Efdi sebagai Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia FMIPA UNAND dan sebagai Pembimbing Akademik penulis.
5. Seluruh staf pengajar dan pegawai di jurusan Kimia, serta analis laboratorium kimia UNAND.
6. Rekan-rekan mahasiswa kimia.

Tentunya penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan. Akhir kata penulis mohon maaf bila ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Padang, Januari 2012

Penulis

ABSTRAK

OPTIMASI SISTEM TRANSPOR Cd(II) DALAM PELARUT KLOOROFOROM DENGAN AMONIUM PIROLIDIN DITIOKARBAMAT (APDC) SEBAGAI ZAT PEMBAWA MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Oleh:

FANI ARMILA

Sarjana Sain (SSi) Dalam Bidang Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Dibimbing oleh Djufri Mustafa, M.Sc dan Olly Norita Tetra, M.Si

Transpor Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M dengan zat pembawa Amonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDC) dapat dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah yang terdiri dari 6 ml larutan ion Cd(II) yang mengandung APDC sebagai fasa sumber, 12 ml larutan H₂SO₄ sebagai fasa penerima, dan 30 ml fasa membran kloroform. Persentase transpor Cd(II) ditentukan dari persentase Cd(II) yang tertranspor ke fasa penerima dan yang tersisa di fasa sumber dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom pada λ_{maks} 228,8 nm. Teknis operasi percobaan dibantu dengan pengadukan magnetik stirer pada kecepatan 340 rpm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kondisi optimum transpor Cd(II) yaitu pada pH 5 dan perbandingan konsentrasi ion Cd(II) dengan APDC 1:30 M untuk fasa sumber, konsentrasi H₂SO₄ 4M untuk fasa penerima, dan waktu transpor 4 jam. Pada kondisi ini, Cd(II) yang ditranspor ke fasa penerima 94,80 % sedangkan tersisa di fasa sumber 2,02 %.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF SYSTEM TRANSPORT Cd(II) IN SOLVENT CHLOROFORM WITH AMONIUM PIROLIDIN DITIOKARBAMAT (APDC) AS A CARRIER THROUGH BULK LIQUID MEMBRANE TECHNIQUE

By:

FANI ARMILA

Bachelor of Science in Chemistry Faculty of Mathematic and Natural Science
University of Andalas

Advised by Djufri Mustafa, M.Sc and Olly Norita Tetra, M.Si

Transport of Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M with Amonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDC) as a carrier has been carried out through bulk liquid membrane technique with 6 mL source phase solution that contain of Cd(II) ion and APDC, 12 mL H_2SO_4 as feed phase, and 30 mL chloroform as membrane phase. Percentage of Cd(II) transport was performed to Cd(II) that was transported to feed phase and the remains in source phase by using Atomic Absorption Spechtrofotometer λ_{maks} 228,8 nm. Operation technique helped with stirring velocity was 340 rpm. The result of the research showed the optimum condition to transport Cd(II) was at pH 5 and the variation of concentration Cd(II) with APDC 1:30 M for source phase, concentration of H_2SO_4 in feed phase was 4 M, and equilibrium time was 4 hour. In this condition, percentage of Cd(II) transport to feed phase was 94,80 % minewhile percentage of remains Cd(II) was 2,02 %.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakterisasi Ion Cd(II)	4
2.2 Karakteristik APDC	6
2.3 Teknologi Membran Cair Fasa Ruah	6
2.3.1. Membran Cair.....	6
2.3.2. Teknik Membran Cair Fasa Ruah dalam Proses Pemisahan.....	7
2.3.3. Metoda Pemisahan Cd(II) Berdasarkan Teknologi Membran Cair Fasa Ruah.....	8
2.4 Mekanisme Transpor Cd(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	9
2.5 SSA (Spektrofotometer Serapan Atom).....	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1 Alat yang Digunakan	12

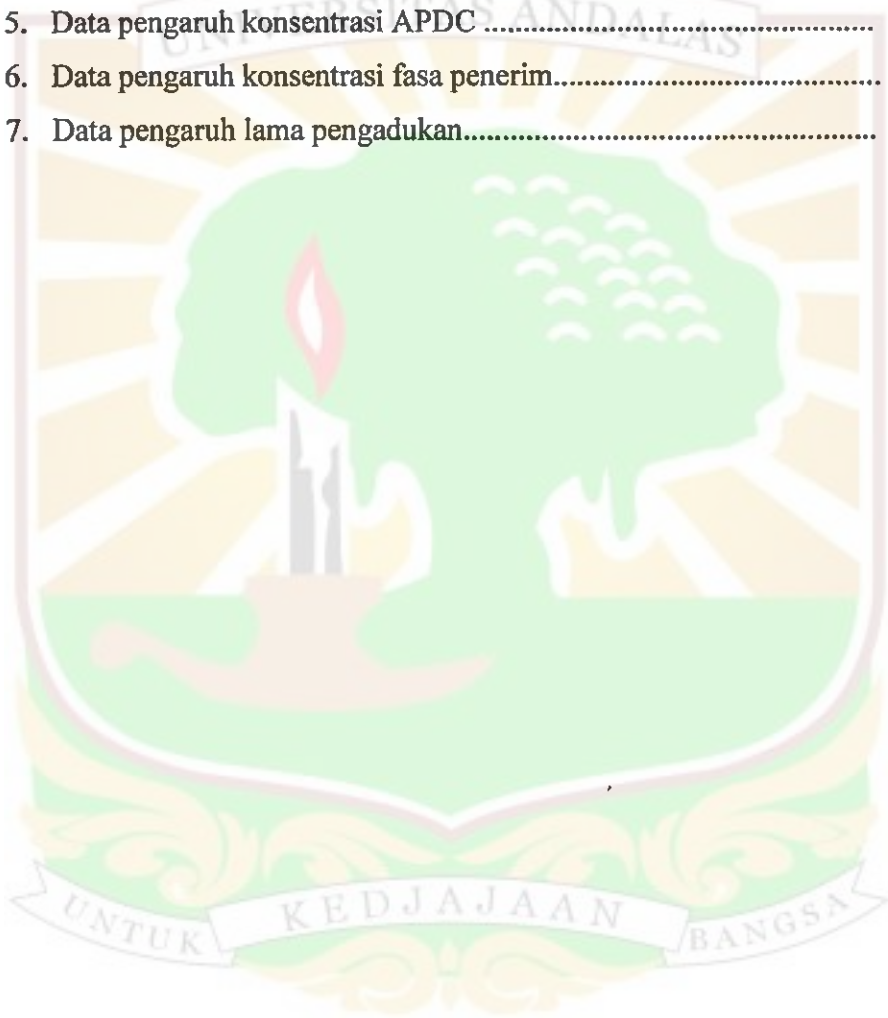
3.2.2 Bahan yang Digunakan	12
3.3 Pembuatan Reagen untuk Keperluan Analisis	12
3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber	12
3.3.2 Pembuatan Larutan APDC	12
3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Membran	13
3.3.4 Pembuatan Larutan Fasa Penerima	13
3.4 Prosedur Kerja	13
3.4.1 Penentuan Transpor Ion Cd(II) dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	13
3.4.2 Penetapan Konsentrasi Ion Cd(II) dengan Spektrofotometer Serapan Atom.....	13
3.4.3 Penentuan Kondisi Optimum Transpor Ion Cd(II)	14
3.4.3.1 Pengaruh pH Fasa Sumber	14
3.4.3.2 Pengaruh Jenis Reagen Fasa Penerima	14
3.4.3.3 Pengaruh Konsentrasi APDC dalam Fasa Sumber	14
3.4.3.4 Pengaruh Konsentrasi H ₂ SO ₄ di Fasa Penerima.....	14
3.4.3.5 Pengaruh Lama Pengadukan.....	14
IV. HASIL DAN DISKUSI.....	15
4.1 Penentuan Pengaruh pH Fasa Sumber terhadap Transpor Ion Logam Cd	15
4.2 Penentuan Pengaruh Jenis Reagen Fasa Penerima	16
4.3 Penentuan Pengaruh Konsentrasi APDC	17
4.4 Penentuan Pengaruh Konsentrasi Fasa Penerima.....	18
4.5 Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan.....	19
V. KESIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Kesimpulan	20
5.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur APDC.....	6
Gambar 2.	Model percobaan transpor ion Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.....	9
Gambar 3.	Mekanisme transpor Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.....	9
Gambar 4.	Pengaruh variasi pH terhadap jumlah ion Cd(II) ke fasa penerima (-▲-) dan sisa ion Cd(II) dalam fasa sumber (-■-).....	15
Gambar 5.	Pengaruh jenis reagen fasa penerima terhadap jumlah ion Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa ion Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).....	16
Gambar 6.	Pengaruh variasi konsentrasi APDC terhadap jumlah ion Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa ion Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).....	17
Gambar 7.	Pengaruh variasi konsentrasi H ₂ SO ₄ terhadap jumlah ion Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa ion Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).....	18
Gambar 8.	Pengaruh variasi lama pengadukan terhadap jumlah ion Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa ion Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).....	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva kalibrasi standar Cd(II).....	22
Lampiran 2. Contoh perhitungan.....	23
Lampiran 3. Data pengaruh pH fasa sumber.....	24
Lampiran 4. Data jenis reagen fasa penerima	25
Lampiran 5. Data pengaruh konsentrasi APDC	26
Lampiran 6. Data pengaruh konsentrasi fasa penerima.....	27
Lampiran 7. Data pengaruh lama pengadukan.....	28



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dampak negatif dari perkembangan ilmu pengetahuan selalu menjadi bahan utama yang selalu diperdebatkan oleh para ahli, terutama mengenai limbah industri yang sangat membahayakan kehidupan manusia. Limbah industri dapat berupa bahan organik maupun bahan anorganik. Kadmium(Cd) merupakan kontaminan berbahaya bagi makhluk hidup dengan tingkat toksisitas tinggi yang terdapat dalam limbah cair hasil proses industri. Masalah lingkungan yang sering dijumpai dilapangan adalah sering didapatkan kandungan kadmium sebagai residu yang terbuang akibat hasil sampingan suatu industri¹. Oleh sebab itu sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan, terlebih dahulu dilakukan penanganan khusus sampai mencapai batas aman yang bisa diterima oleh lingkungan.

Salah satu metoda yang dapat digunakan adalah dengan pemanfaatan fasa cair sebagai membran, kemudian dikembangkan untuk proses pemisahan, pemekatan, dan pemurnian spesi kimiawi yang ada dalam campuran. Membran cair merupakan pilihan handal yang dapat digunakan untuk pemisahan spesi kimia tertentu karena bersifat selektif permeabel dengan cara memanfaatkan pelarut organik ataupun anorganik tertentu yang berfungsi sebagai lintasan transpor dari komponen kimia yang akan dipisahkan².

Teknik membran cair fasa ruah adalah satu tipe dari membran cair yang banyak digunakan untuk pemisahan ion logam. Membran ini mampu untuk memberikan seluruh fasilitas antar mukanya untuk tempat terjadinya proses transpor pada sistem pemisahan³. Transpor dari suatu fasa ke fasa yang lain terjadi jika diaplikasikan gaya dorong kepada komponen – komponen dalam fasa. Gaya dorong ini umumnya berupa suatu gradient potensial kimia yang dapat dinyatakan dalam bentuk konsentrasi.

Proses pemisahan ion logam dari campuran dengan memakai membran cair telah banyak dipublikasikan. Keselektifan membran cair terhadap komponen yang akan ditranspor dapat diperoleh dengan menambahkan zat aditif tertentu sebagai mediator dan pengaruh kondisi operasi yang tepat saat pemakaian membran

sehingga tidak terjadi reaksi bolak – balik⁴. Berbagai macam zat pembawa yang ditambahkan ke dalam membran cair sebagai mediator untuk memacu proses transpor ion logam tersebut dalam pemisahan telah banyak diuji keakuratannya^{5,6}. Zat pembawa ini berfungsi sebagai ligan yang mampu menarik dan menyeleksi ion – ion logam yang diinginkan di fasa tertentu dan mengantarkannya ke fasa lain berdasarkan perbedaan kelarutan ion pada antar muka dan kompetisinya dalam pembentukan kompleks. Zat pembawa yang digunakan pada penelitian yang dilakukan adalah amonium pirolidin ditiokarbamat (APDC).

Pada penelitian ini dikembangkan teknik membran cair fasa ruah untuk memisahkan ion Cd(II) dalam air dimana teknik ini mempunyai beberapa keuntungan, antara lain cara pembuatan yang mudah dan praktis dan hasil yang diperoleh cukup akurat⁷, bahkan lebih mudah bila dibandingkan dengan teknik emulsi membran cair. Selain itu dapat didaur ulang serta proses ekstraksi dan ekstraksi balik (stripping) ion Cd(II) berlangsung dalam satu tahap sehingga memungkinkan sistem proses ekstraksi dengan teknik membran cair fasa ruah ini lebih praktis dibandingkan dengan teknik ekstraksi pelarut.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang diambil dari metoda ekstraksi menggunakan APDC sebagai zat pembawa. Membran cair fasa ruah merupakan metoda yang praktis dan dapat berlangsung secara kontinu jika dibandingkan dengan metoda ekstraksi pelarut yang dilakukan berulang-ulang.

1.2 Perumusan Masalah

Pemisahan Cd(II) dengan pemakaian APDC sebagai pengompleks telah pernah dilakukan sebelumnya oleh para ahli yaitu dengan menggunakan teknik ekstraksi biasa. APDC dikenal sebagai pengompleks yang mempunyai range pH yang besar sehingga mempunyai kemampuan tinggi berinteraksi dengan sejumlah besar ion logam pada konsentrasi rendah secara serentak. Senyawa ini sudah pernah dipakaikan pada metoda ekstraksi biasa dan memberikan hasil yang akurat. Pada dasarnya teknik ekstraksi biasa ini cukup akurat dan dapat digunakan untuk pemisahan Cd(II) dengan baik. Akan tetapi proses ekstraksi ini pelaksanaan kerjanya kurang praktis karena melakukan pemindahan larutan secara berulang. Dengan mengatur teknis operasi difusi dan proses kestabilan kompleks antar fasa

(fasa sumber – fasa membran dan fasa membran – fasa penerima) transpor ion logam yang akan dipisahkan melalui membran ke fasa penerima dapat dioptimalkan tanpa harus terjadi reaksi balik⁶. Untuk itu dilakukan penelitian terhadap optimalisasi teknik operasi difusi transpor Cd(II) dalam melintasi membran yang diatur melalui kestabilan kompleks ion tersebut antarfasa.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum sistem transpor Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima dengan memakai APDC sebagai zat pembawa melalui teknik membran cair fasa ruah. Diharapkan diperoleh informasi data kondisi optimum sistem transpor untuk ion logam Cd(II) sehingga secara keseluruhan dapat ditranspor ke fasa penerima.

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah diperoleh kondisi optimum, diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi dasar untuk membuka peluang penelitian lebih lanjut sehingga dapat diaplikasikan pada teknik pemisahan terapan, baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakterisasi Ion Cd(II)

Logam Kadmium pada sistem berkala merupakan logam transisi golongan II B yang mempunyai nomor atom 48 dengan jari-jari ion Cd(II) adalah $0,97 \text{ \AA}$ dan massa atom relatif (Ar) $112,40 \text{ g/mol}$. Logam ini mempunyai densiti $8,6 \text{ g/cm}^3$, titik lebur $320 \text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih $765 \text{ }^\circ\text{C}$ serta banyak terdapat dalam bentuk garam dan mudah larut dalam air.

Seperti halnya unsur-unsur kimia lainnya terutama golongan logam, Cd mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri. Berdasarkan pada sifat-sifat fisiknya Cd merupakan logam yang lunak, *ductile* dan berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya jika berada dalam udara yang basah atau lembab serta akan cepat mengalami kerusakan bila dikenai uap ammonia (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2). Sedangkan berdasar pada sifat – sifat kimianya, logam Cd didalam persenyawaan yang dibentuknya pada umumnya mempunyai bilangan valensi 2^+ , sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1^+ .

Penggunaan kadmium yang paling besar (75 %) adalah dalam industri batu baterai terutama baterai Ni – Cd. Selain itu, logam ini juga dapat digunakan campuran pigmen, electroplating, pembuatan alloys dengan titik lebur yang rendah, pengontrol pembelahan reaksi nuklir, dalam pigmen cat dengan membentuk beberapa garamnya seperti kadmium oksida (yang lebih dikenal sebagai kadmium merah), semikonduktor, stabilisator PVC, obat – obatan seperti sipilis dan malaria, dan penambangan timah hitam dan bijih seng, dan sebagainya.

Kadmium (Cd) merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena unsur ini berisiko tinggi terhadap pembuluh darah. Logam ini memiliki tendensi untuk bioakumulasi. Keracunan yang disebabkan oleh kadmium dapat bersifat akut dan keracunan kronis. Logam Cd merupakan logam asing dalam tubuh dan tidak dibutuhkan dalam proses metabolisme. Logam ini teradsorpsi oleh tubuh manusia yang akan menggumpal di dalam ginjal, hati dan sebagian dibuang keluar melalui saluran pencernaan. Keracunan Cd dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah. Akibatnya tekanan darah menjadi tinggi yang kemudian bisa menyebabkan terjadinya gagal jantung dan kerusakan ginjal^{1,8}.

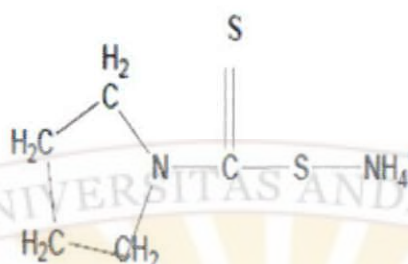
Kadmium memiliki banyak efek toksik diantaranya kerusakan ginjal dan karsinogenik pada hewan yang menyebabkan tumor pada testis. Akumulasi logam kadmium dalam ginjal membentuk kompleks dengan protein. Waktu paruh dari kadmium dalam tubuh 7-30 tahun dan menembus ginjal terutama setelah terjadi kerusakan. Kadmium bisa juga menyebabkan kekacauan pada metabolisme kalsium yang pada akhirnya mengalami kekurangan kalsium pada tubuh dan menyebabkan penyakit *osteomalacia* (rasa sakit pada persendian tulang belakang, tulang kaki) dan *bittlebones* (kerusakan tulang).

Keracunan akut yang disebabkan oleh kadmium sering terjadi pada pekerja di industri – industri yang berkaitan dengan logam ini. Peristiwa keracunan akut ini dapat terjadi karena para pekerja terkena paparan uap logam kadmium atau CdO. Gejala – gejala keracunan akut yang disebabkan oleh logam kadmium adalah timbulnya rasa sakit dan panas pada dada.

logam beracun kadmium dapat dibawa ke dalam tubuh oleh seng yang terikat dalam protein (dalam hal ini adalah struktur protein yang mengandung rantai seng). Seng dan kadmium berada dalam satu grup dalam susunan unsur berkala, mempunyai bilangan oksidasi yang sama (+2), jika terionisasi akan membentuk partikel ion yang berukuran hampir sama. Dari banyak kesamaan tersebut, maka kadmium dapat menggantikan rantai seng dalam banyak sistem biologi (organik). Ikatan kadmium dalam zat organik mempunyai kekuatan 10 kali lebih besar dibandingkan dengan seng jika terikat dalam zat organik. Sebagai tambahan, kadmium juga dapat menggantikan magnesium dan kalsium dalam ikatannya dengan struktur zat organik⁸. Konsentrasi Cd pada air laut yang tidak tercemar adalah kurang dari 1 mg/l atau kurang dari 1 mg/kg sedimen laut. Konsentrasi Cd maksimum dalam air minum yang diperbolehkan oleh Depkes RI dan WHO adalah 0,01,mg/l. Sementara batas maksimum konsentrasi atau kandungan Cd pada daging makanan laut yang layak bagi kesehatan yang direkomendasikan FAO dan WHO adalah lebih kecil dari 0,95 mg/kg. Sebaliknya Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan merekomendasikan tidak lebih dari 2,0 mg/kg.

2.2 Karakteristik APDC

Ligan APDC dengan nama dagang 1-pyrrolidine dithiocarboxylic acid ammonium salt merupakan kristal putih yang dapat larut dalam air. APDC mempunyai berat molekul 164,29 g/mol dengan rumus struktur $C_5H_{12}N_2S_2$.



Gambar 1. Struktur APDC

Ligan APDC dapat digunakan untuk ekstraksi logam – logam dalam pelarut organik seperti kloroform dan metil iso butil keton (MIBK). Dalam pelarut kloroform, ligan APDC digunakan sebagai pengompleks dengan sejumlah logam pada konsentrasi rendah antara lain besi, kobalt, nikel, vanadium, tembaga, arsen, dan kadmium. Selain itu, APDC juga dapat digunakan untuk menentukan bismut dalam baja dengan EDTA dan KCN sebagai zat penopang⁹. Keuntungan yang didapat dari sistem ekstraksi menggunakan reagen APDC adalah lebih fleksibel karena APDC dapat bekerja pada pH rendah dan dapat menganalisis dengan baik lebih dari 30 macam logam dari logam – logam alkali, alkali tanah, halida – halida, tanah liat dan beberapa bahan – bahan organik seperti protein.

Pada ekstraksi APDC – MIBK, logam berat seperti Cd(II) akan diikat oleh APDC dan membentuk senyawa khelat dimana APDC akan melepaskan ion amoniumnya dan mengikat logam Cd(II) sehingga terbentuk kompleks khelat. Penelitian terdahulu pada tahun 1977, Newland dan Clements telah mempelajari tentang efisiensi sistem ekstraksi logam Cd(II) dengan APDC – MIBK dalam cuplikan air.

2.3 Teknologi Membran Cair Fasa Ruah

2.3.1 Membran Cair

Membran cair merupakan suatu fasa cair yang membatasi dua fasa cair lain yang saling melarutkan, sedangkan membran cair itu sendiri tidak dapat larut dalam kedua fasa cair yang dibatasinya. Membran cair dapat dibuat dari fasa cair

hidrofobik yang memisahkan dua fasa cair hidrofilik atau sebaliknya. Karakterisasi dari membran cair dapat bersifat semipermeabel dan berperan sebagai lintasan transpor komponen antar fasa. Keselektifan utama dari membran cair untuk teknik pemisahan umumnya terjadi karena adanya perbedaan koefisien distribusi atau perbedaan kelarutan komponen di antar fasa permukaan membran. Keselektifan akan lebih tinggi dengan penambahan zat pembawa yang tepat ke dalam membran sebagai mediator yang mampu meningkatkan afinitas salah satu zat terlarut untuk memacu proses transpor ion antar fasa¹⁰.

Membran mempunyai kemampuan untuk mentranspor suatu komponen dengan baik karena adanya sifat-sifat fisika dan kimia antara membran dan komponen yang diserap. Proses transpor melalui membran cair dari suatu fasa ke fasa lain terjadi karena adanya gaya pendorong yaitu perbedaan konsentrasi dan kelarutan ion logam Cd(II) dalam pelarut organik dengan air serta faktor pengadukan yang dialami oleh komponen.

Mekanisme transpor melalui membran cair fasa ruah ini sangat mirip dengan model ekstraksi kembali dan ekstraksi pelarut. Hanya saja pada sistem ekstraksi dilakukan secara bertahap, tetapi pada membran cair fasa ruah berlangsung secara kontinu dalam satu tahap dan jumlah pelarut organik yang digunakan sedikit⁴. Keuntungan menggunakan senyawa pembawa dalam membran cair adalah fluks yang tinggi, pemisahan lebih selektif, zat pembawa yang digunakan lebih sedikit karena membran hanya membutuhkan jumlah pelarut yang sedikit.

2.3.2 Teknik Membran Cair Fasa Ruah dalam Proses Pemisahan

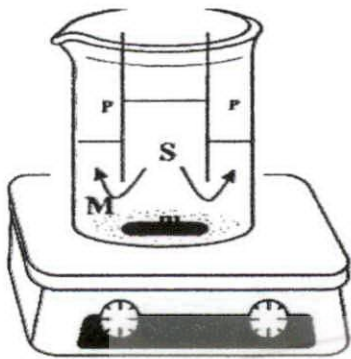
Teknologi membran cair fasa ruah merupakan metoda yang memanfaatkan membran cair untuk teknik pemisahan. Terdapat 3 model alat yang biasa dioperasikan untuk teknik pemisahan pada metoda ini yaitu sel tipe U, sel tipe V, dan sel beker gelas yang dirakit sedemikian rupa dengan sebuah tabung gelas di dalamnya. Pada teknik ini membran cair berfungsi sebagai fasa membran yang terletak membentang di dasar kedua fasa yang dipisahkannya karena densitasnya lebih besar. Seluruh permukaannya dapat bertindak sebagai tempat terjadinya transpor ion. Fasa cair yang mengandung spesi atau senyawa yang akan ditentukan dinamakan dengan fasa sumber sedangkan fasa cair yang menerima

hasil transportasi dinamakan fasa penerima^{4,7}. Proses transpor melalui membran terjadi karena adanya gaya penggerak yang dialami oleh komponen berupa perbedaan tekanan hidrostatis, perbedaan potensial elektrik atau perbedaan konsentrasi^{9,11}. Karakteristik dari transpor melalui membran yang menggunakan zat pembawa sebagai mediator adalah reaksi antara zat pembawa dengan ion yang akan dipisahkan membentuk kompleks yang tidak bermuatan di dalam membran berlangsung reversibel. Pada antar muka membran dengan fasa penerima terjadi reaksi dekompleksasi dimana zat pembawa melepaskan ion yang akan dipisahkan ke fasa penerima sedangkan zat pembawa itu sendiri kembali terdifusi ke dalam membran^{6,8}.

Untuk itu kompleks antara ion yang akan dipisahkan dengan zat pembawa tidak perlu terlalu stabil untuk mempermudah proses dekompleksasi ke permukaan membran¹⁰. Pembawa membantu proses transpor ion logam sehingga senyawa yang terbawa oleh pembawa hanya senyawa tertentu. Hal ini dapat meningkatkan selektifitas dan efisiensi pemisahan. Pemilihan pembawa merupakan faktor kunci dalam fasilitas transpor. Selektifitas tinggi diperoleh jika pembawa sangat spesifik terhadap senyawa yang akan dipisahkan, sehingga pemilihan pembawa sangat penting dan sangat sulit. Jumlah ion yang sampai ke fasa penerima dan tersisa di fasa sumber dapat diperiksa dengan spektrofotometer serapan atom.

2.3.3 Metoda Pemisahan Cd(II) Berdasarkan Teknologi Membran Cair Fasa Ruah

Pada percobaan ini proses transpor dilakukan seperti percobaan Savafi (1998) yang dilaksanakan dalam suatu beker gelas (diameter dalam 4,3 cm) yang diisi dengan pelarut organik sebagai fasa membran. Kemudian sebuah tabung kaca (diameter dalam 2,1 cm) dicelupkan ke dalamnya dan diisi dengan larutan ion yang akan ditranspor. Disekeliling kaca di atas fasa membran diisi dengan fasa penerima yang saling melarutkan dengan fasa sumber di dalam tabung kaca. Fasa membran ditempatkan pada dasar sel kaca dan membentang di bawah permukaan kedua fasa yang terpisah seperti gambar 2 di bawah ini :



S = fasa sumber yang berisi Cd(II) dan APDC

M = fasa membran

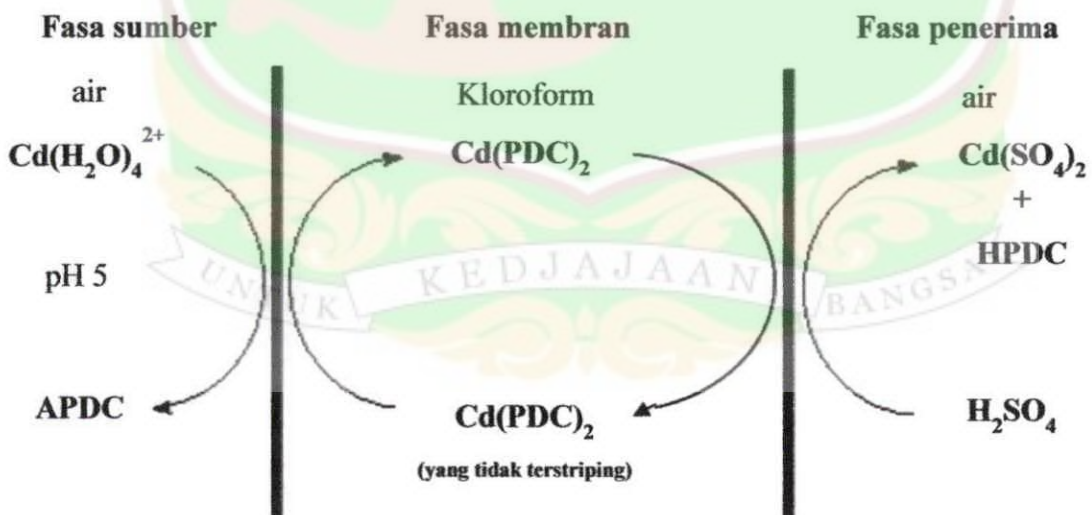
P = fasa penerima

m = magnetik stirrer

Gambar 2. Model percobaan transpor ion Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.

Sirkulasi dari proses transpor ion logam dalam teknik ini diatur sedemikian rupa sehingga hanya berlangsung dari fasa sumber ke fasa penerima. Transpor dipercepat dengan bantuan teknis pengaduk magnetik stirrer dan dikendalikan melalui pengaturan kondisi kestabilan kompleks antar fasa sumber dan fasa penerima¹².

2.4 Mekanisme Transpor Cd(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah



Gambar 3 : Diagram mekanisme transpor Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah yang mempergunakan APDC sebagai zat pembawa

Reaksi dimulai dimana Cd(II) pada pH 5 dan APDC dalam fasa air yang tertransportasi dari fasa sumber ke fasa penerima melalui reaksi pengkompleksan. Proses ini berlangsung dengan bantuan pengadukan magnetik dan penyusunan sistem alir berdasarkan urutan kekuatan kestabilan kompleks antar fasa. Gaya sentrifugal akibat pengadukan yang dilakukan dengan putaran magnetik akan mempercepat ditariknya Cd(II) dari fasa sumber ke antar muka fasa membran membentuk kompleks pada pH 5.

2.5 SSA(Spektrofotometer Serapan Atom)

Spektroskopi Serapan Atom merupakan suatu metoda analisis untuk menentukan konsentrasi suatu unsur logam dalam cuplikan yang berdasarkan pada penyerapan energi oleh suatu atom bebas yang dihasilkan cuplikan pada panjang gelombang spesifik dan karakteristik setiap unsur.

Prinsip kerja dari alat SSA adalah mengubah unsur yang dianalisis menjadi atom-atom netral yang berada pada tingkat dasar, disinari oleh pancaran sinar kemudian sebagian dari intensitas sinar dengan panjang gelombang tertentu diserap oleh atom-atom unsur di dalam nyala dan sebagian lagi diteruskan.

Metoda ini dipilih untuk menentukan kadar logam dalam sampel yang sangat kompleks secara tepat, sensitif, dan sangat spesifik untuk unsur-unsur yang ditentukan. Disamping itu metoda ini sangat menguntungkan karena dapat digunakan untuk penentuan kadar logam yang konsentrasinya sangat kecil tanpa harus dipisahkan terlebih dahulu. Sistem peralatan SSA dibagi atas beberapa komponen yaitu sumber sinar, chopper, nyala monokromator, detektor, amplifier, dan recorder²⁰. Spektroskopi serapan atom menggunakan lampu sesuai panjang gelombang maksimum yang dapat menyerap sampel secara maksimal. Persentase transport Cd(II) ditentukan dari persentase Cd(II) yang tertransportasi ke fasa penerima dan yang tersisa di fasa sumber dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom pada λ_{maks} 228,8 nm. Konsentrasi untuk larutan standar Cd yaitu 0,1 ; 0,5 ; 1 ; 3 ; 5 ; dan 7 mg/L. Fungsi dari larutan standar ini adalah sebagai standar dalam pengukuran alat yang nantinya hasilnya akan diplotkan pada kurva standar untuk menentukan nilai regresi dari kurva. Jika nilai regresi tersebut mendekati 1 maka keakuratan hasil perhitungan yang diperoleh dapat

dipertanggung jawabkan atau jika dilakukan pengulangan akan memiliki hasil yang hampir sama. Logam-logam yang mudah diuapkan seperti Cd umumnya ditentukan pada suhu rendah sedangkan untuk unsur-unsur yang tidak mudah diatomisasikan diperlukan suhu tinggi.

Absorban yang dihasilkan berbanding lurus dengan konsentrasi larutan standar yaitu semakin besar konsentrasi yang digunakan, maka absorbannya juga semakin besar. Setelah didapatkan absorban dari larutan standar, maka dibuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan absorban yang kemudian dihasilkan regresi linear. Nilai regresi linear (R) dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan sampel. Regresi linear yang mendekati 1, maka absorban yang dihasilkan sudah cukup baik (mendekati kebenaran). Dari data larutan standar Cd dan Cu, maka dapat dibuat kurva kalibrasi konsentrasi versus absorbansi.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektrofotokimia Jurusan Kimia FMIPA dan analisa sampel dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang mulai bulan Maret sampai November 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer serapan atom Younglin 1080 , sel membran cair fasa ruah, Neraca Analitik Ainsworth, magnetik stirrer, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

3.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan umumnya spesifikasi p.a, antara lain: $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, kloroform (CHCl_3), APDC, asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), NaEDTA dan akuades.

3.3 Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis

3.3.1 Larutan Fasa Sumber

Sejumlah 2,7443 g $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dilarutkan dengan HNO_3 0,1 M sebanyak 2 mL, kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 1000 mL, larutan yang diperoleh adalah larutan Cd(II) 1000 ppm. Diambil sebanyak 1 mL larutan Cd(II) 1000 ppm tersebut dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL. Sebanyak 0,0584 g APDC dilarutkan dengan 20 mL akuades (dengan sedikit pemanasan). Larutan ini dimasukan ke dalam labu ukur yang berisi larutan Cd(II), ditambahkan NH_4OH 0,01 M untuk menaikkan pH atau HNO_3 0,01 M untuk menurunkan pH, diencerkan dengan akuades sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan fasa sumber dengan perbandingan konsentrasi Cd(II) dengan APDC 1 : 40 M. Untuk membuat larutan kerjanya, dibuat perbandingan konsentrasi Cd (II) dengan APDC 1:10, 1:20, 1:30, 1:35, dan 1:40 M.

3.3.2 Larutan Fasa Membran

Diambil 30 mL kloroform dan dimasukkan kedalam beker sel membran cair fasa ruah untuk difungsikan sebagai fasa membran.

3.3.3 Larutan Fasa Penerima

Fasa penerima terdiri dari asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), asam nitrat (HNO₃) dan NaEDTA, dengan konsentrasi 1 - 5 M.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Penentuan Transpor Ion Cd(II) dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Kedalam beker gelas 50 mL dimasukkan sebagai fasa membran yaitu 30 mL kloroform. Dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris dan dipipetkan ke dalamnya 6 mL larutan fasa sumber berupa larutan Cd dan APDC pada perbandingan 1:10 dan pH tertentu. Di luar tabung gelas dipipetkan 12 mL fasa penerima larutan asam klorida 1 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer pada kecepatan 340 rpm selama 1 jam. Setelah pendiaman 15 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur jumlah konsentrasi ion yang terkandung di dalamnya dengan spektrofotometer serapan atom sehingga diperoleh kondisi optimum untuk transpor ion logam ini.

3.4.2 Penetapan Konsentrasi Ion dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Konsentrasi Cd(II) di dalam fasa sumber dan fasa penerima sesudah proses transpor ditentukan dengan spektrofotometer serapan atom melalui metoda kurva kalibrasi. Pengukuran konsentrasi Cd(II) dilakukan pada λ_{maks} : 228,8 nm. Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran absorban konsentrasi larutan standar 0.1, 0.5, 1, 3, 5, dan 7 ppm. Dari hasil pengukuran, dibuat persamaan regresi linear Cd(II). Kurva kalibrasi dibuat setiap kali pengukuran dan setiap kondisi percobaan. Dengan mensubstitusikan harga absorban ion sampel pada kurva kalibrasi standar, maka konsentrasi sampel dapat diketahui.

3.4.3 Penentuan Kondisi Optimum Transpor Cd(II)

3.4.3.1 Pengaruh pH fasa sumber

Prosedur kerja sama seperti prosedur 3.4.1. Penelitian dilakukan dengan variasi pH fasa sumber 3 – 7.

3.4.3.2 Pengaruh reagen penerima

Prosedur kerja seperti prosedur 3.4.1, tetapi menggunakan kondisi optimum dari variasi pH fasa sumber dengan memvariasi jenis dari reagen penerima yaitu asam sulfat, asam nitrat, asam klorida dan NaEDTA dengan konsentrasi 1 M.

3.4.3.3 Pengaruh konsentrasi APDC

Prosedur kerja sama seperti prosedur 3.4.1, tetapi menggunakan kondisi optimum dari pH fasa sumber dan reagen penerima yang diperoleh dari prosedur 3.4.3.1.dan.3.4.3.2 dengan memvariasikan konsentrasi Cd : APDC 1:10, 1:20, 1:30, 1:35 dan 1:40 M.

3.4.3.4 Pengaruh konsentrasi reagen penerima

Prosedur kerja seperti prosedur 3.4.3.1, tetapi menggunakan kondisi optimum dari prosedur 3.4.3.1.s/d .3.4.3.3 dengan memvariasikan konsentrasi reagen penerima 1 – 5 M.

3.4.3.5 Pengaruh lama pengadukan

Prosedur kerja seperti prosedur 3.4.3.1, tetapi menggunakan kondisi optimum dari prosedur 3.4.3.1.s/d .3.4.3.4 dengan memvariasikan lama pengadukan 1 – 6 jam.

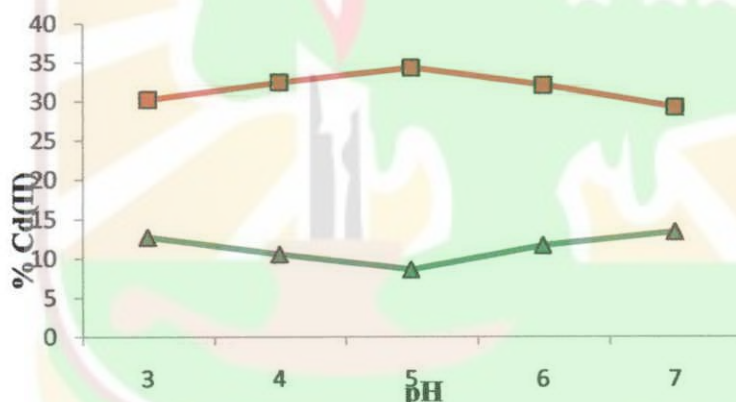
IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Pengaruh pH Fasa Sumber

pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi interaksi Cd(II) dalam membentuk kompleks dengan ammonium pirolidin ditiokarbamat (APDC) seperti reaksi di bawah ini. Pada pH yang tepat Cd(PDC)₂ akan terbentuk dan terjadi ekstraksi Cd(II) dari fasa sumber ke fasa membran karena kompleks ini larut baik dalam pelarut organik dan selanjutnya distripping ke fasa penerima.



Kompleks Cd(II) dengan APDC ini merupakan kompleks tidak bermuatan dimana melalui kesetimbangan reaksi yang dibuatnya melibatkan proses transpor Cd(II) dari fasa sumber ke fasa membran dan berlanjut ke fasa penerima.



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap jumlah Cd(II) ke fasa penerima(-■-) dan sisa Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).

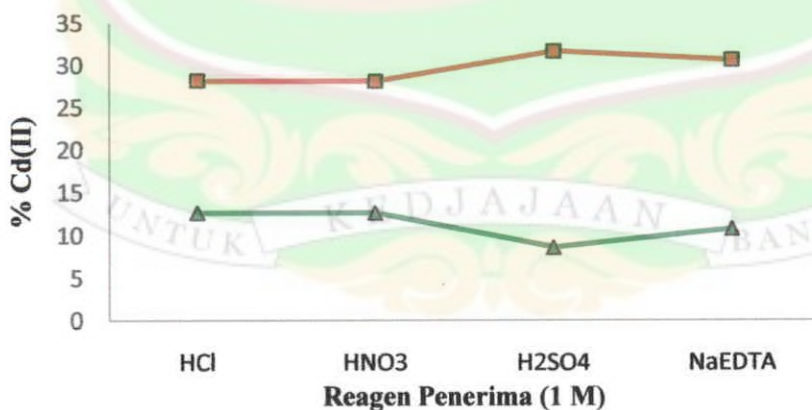
Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M mengandung APDC dengan perbandingan konsentrasi Cd(II) : APDC (1 : 10 M), dengan variasi pH 3-7, fasa membran 30 ml kloroform dan fasa penerima 12 ml HCl 1 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa sesuai dengan yang dinyatakan oleh beberapa literatur, APDC merupakan pengompleks yang sangat baik untuk logam berat umumnya karena range pHnya yang cukup besar. Khusus untuk Cd(II), terekstrak ke fasa penerima pada daerah pH 3 – 7. persentase Cd(II) yang terbesar di fasa penerima terjadi pada pH fasa sumber 5, yaitu 34,33 %. Di sini dapat dilihat bahwa pada keadaan asam, kompleks Cd(PDC)₂ mengalami kesetimbangan

reaksi dengan baik untuk ditranspor karena keberadaan HCl di fasa penerima. Bila ditinjau dari sifat logam, maka kestabilan kompleks akan dipengaruhi oleh sifat keasaman dari logam yaitu kemampuan dari logam untuk menerima pasangan elektron dari ligan. Tingginya kurva persentase Cd(II) yang tersisa di fasa sumber disebabkan masih belum sempurnanya pembentukan kompleks Cd(II) dengan APDC karena jumlah APDC yang tersedia di fasa sumber masih kecil sehingga tidak semua Cd(II) dapat diperangkap untuk membentuk kompleks dengan APDC. Bila pH semakin besar, maka Cd(II) mempunyai kecenderungan untuk mulai mengendap di fasa sumber sehingga persentase yang dihasilkan di fasa penerima menjadi turun.

4.2 Pengaruh Jenis Reagen Fasa Penerima

Percobaan selanjutnya adalah menentukan reagen yang cocok untuk menarik Cd(II) ke fasa penerima. Kontinuitas transpor dalam teknik membran cair fasa ruah selain tergantung pada zat pembawa juga sangat ditentukan oleh reagen stripping di fasa penerima. Hal ini disebabkan karena reagen stripping ikut berperan sebagai penentu untuk berjalannya proses transpor satu arah dari fasa sumber ke fasa membran dan berlanjut ke fasa penerima⁹. Jenis reagen penerima yang digunakan yaitu asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄), asam nitrat (HNO₃) dan NaEDTA, dan dengan konsentrasi 1 M.



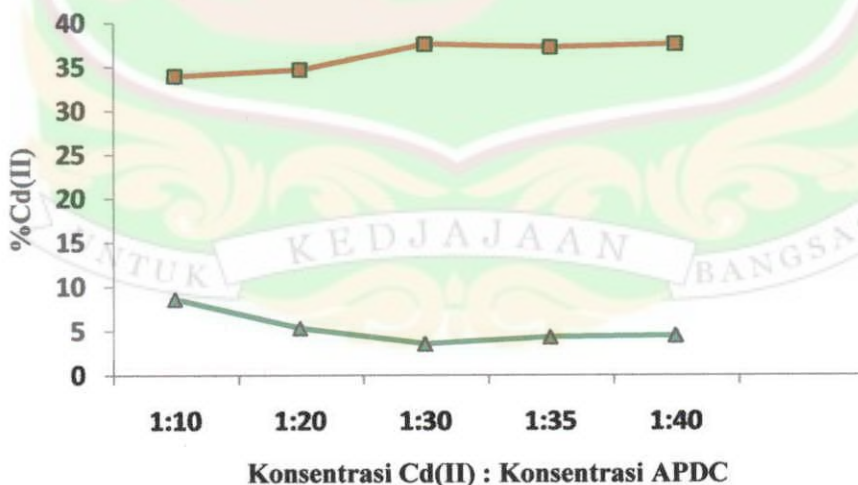
Gambar 5. Pengaruh jenis reagen fasa penerima terhadap jumlah Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M mengandung APDC dengan perbandingan konsentrasi Cd(II) : APDC (1 : 10 M), pH fasa sumber 5, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml H₂SO₄ 1 M, HNO₃ 1 M, HCl 1 M, dan NaEDTA. Waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa persentase yang terbesar di fasa penerima adalah 31,73 % dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai fasa penerima. Dalam hal ini asam sulfat sebagai reagen penerima ternyata dapat menarik Cd(II) ke fasa penerima lebih baik dibandingkan dengan asam-asam yang lain. Cd(II) yang tersisa di fasa sumber masih banyak, hal ini juga disebabkan oleh karena APDC yang digunakan untuk mengomplekskan Cd(II) masih sedikit sehingga persentase Cd(II) yang tersisa di fasa sumber tinggi

4.3 Pengaruh Konsentrasi APDC

APDC dapat digunakan untuk mengekstrak ion-ion logam dalam larutan. APDC merupakan senyawa pengompleks yang sering digunakan untuk penentuan adanya logam berat pada suatu cuplikan air, ataupun cuplikan biologi melalui metode ekstraksi. Kompleks ion logam dengan APDC merupakan kompleks yang umumnya stabil, dengan daerah pH kestabilan yang cukup besar dan membentuk kompleks banyak dengan ion-ion logam. Oleh karena itu senyawa ini sering dipakai dalam sistem ekstraksi. Di sini APDC digunakan sebagai zat pembawa untuk mentranspor Cd(II) dari fasa sumber ke fasa membran melalui proses reaksi pengompleksan. Untuk itu dicoba menggunakan Cd(II) sebagai sampel dan APDC sebagai zat pembawa di fasa sumber pada perbandingan 1:10 sampai 1:40 M.



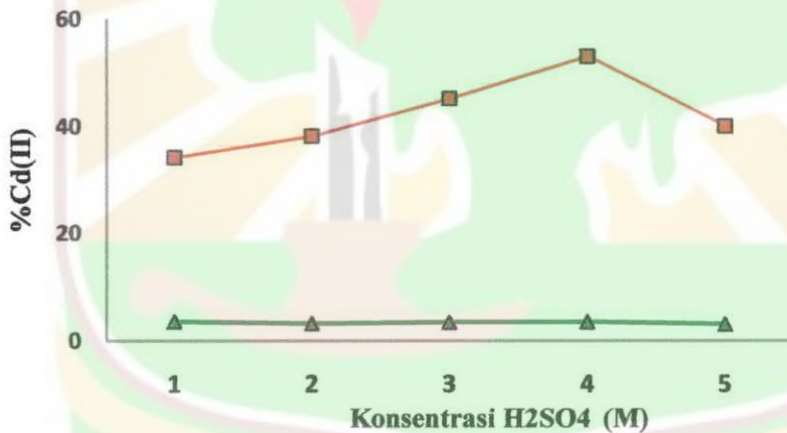
Gambar 6. Pengaruh variasi konsentrasi APDC terhadap jumlah Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M mengandung APDC dengan perbandingan 1:10 sampai 1:40, pH fasa sumber 5, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml H_2SO_4 1 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa APDC sebagai zat pembawa mampu meningkatkan transpor Cd(II) ke fasa penerima dan mencapai optimum pada perbandingan Cd(II) : APDC 1:30 M. Pada kondisi ini persentase Cd(II) yang diperoleh di fasa penerima adalah 37,66 %. Jika perbandingan dinaikkan menjadi 1:35, maka didapatkan persentase Cd(II) di fasa penerima turun menjadi 37,33 % atau dapat dikatakan konstan. Hal ini disebabkan kompleks $Cd(PDC)_2$ yang terbentuk sangat stabil sehingga terperangkap dalam fasa membran sehingga sedikit tertranspor ke fasa penerima.

4.4 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 pada Fasa Penerima

Konsentrasi H_2SO_4 pada fasa penerima merupakan faktor yang mempengaruhi transpor ion logam, yaitu berperan untuk menarik Cd(II) yang ada di fasa membran agar sampai ke fasa penerima.



Gambar 7. Pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 terhadap jumlah Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).

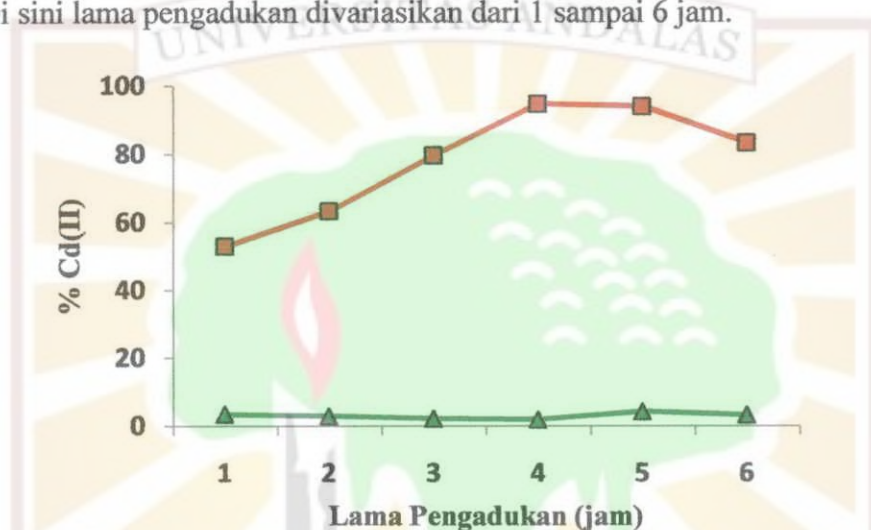
Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M mengandung APDC dengan perbandingan 1:30, pH fasa sumber 5, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml H_2SO_4 1 M sampai 5M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Gambar 7 memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat maka transpor Cd(II) ke fasa penerima juga semakin besar sampai mencapai optimum pada konsentrasi asam sulfat 4 M, dengan Cd(II) yang diperoleh saat itu sebesar 53,07 % dan konstan dengan peningkatan konsentrasi lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena dengan semakin banyaknya ion H^+ , maka kesetimbangan

reaksi yang terjadi pada antarmuka fasa membran dengan fasa penerima lebih cenderung ke arah pelepasan Cd(II) dari kompleks Cd(PDC)₂ sehingga meningkatkan transpor Cd(II) ke fasa penerima.

4.5 Pengaruh Lama Pengadukan

Lama pengadukan sangat mempengaruhi proses transpor yang terjadi dari suatu ion logam karena suatu transpor dari membran cair fasa ruah melibatkan berbagai proses. Di sini lama pengadukan divariasikan dari 1 sampai 6 jam.



Gambar 8. Pengaruh variasi lama pengadukan terhadap jumlah Cd(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Cd(II) dalam fasa sumber (-▲-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M mengandung APDC dengan perbandingan 1:30, pH fasa sumber 5, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml H₂SO₄ 1 M, waktu transpor 1 sampai 6 jam, dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Gambar 8 menunjukkan hubungan antara lama pengadukan terhadap persentase transpor Cd(II) melalui membran cair fasa ruah setelah kondisi optimum dengan konsentrasi Cd(II) di fasa sumber $1,78 \times 10^{-4}$ M. Dengan bertambahnya waktu pengadukan maka akan meningkatkan persentase transpor Cd(II) ke fasa penerima sampai mencapai waktu transpor optimum pada 4 jam, dan konstan dengan peningkatan lama pengadukan. Persentase transpor Cd(II) di fasa penerima sebesar 94,80 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa transpor Cd(II) $1,78 \times 10^{-4}$ M dengan memakai APDC sebagai zat pembawa dapat dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah. Kondisi optimum dari metoda transpor Cd(II) antar fasa adalah pH fasa sumber 5, perbandingan konsentrasi ion Cd(II) dengan APDC dalam fasa sumber 1:30 M, konsentrasi H₂SO₄ 4 M untuk fasa penerima, dan waktu transpor 4 jam. Pada kondisi ini didapatkan persentase transpor Cd(II) ke fasa penerima 94,80 % dan yang tersisa difasa sumber 2,02 %.

5.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, maka untuk menguji selektifan metoda ini perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh ion-ion lain di fasa sumber terhadap kondisi optimum sistem transpor ion logam Cd(II). Selain itu juga dapat dipelajari kinetika transpor ion Cd(II) dari fasa sumber ke fasa membran dan dari fasa membran ke fasa penerima.

DAFTAR PUSTAKA

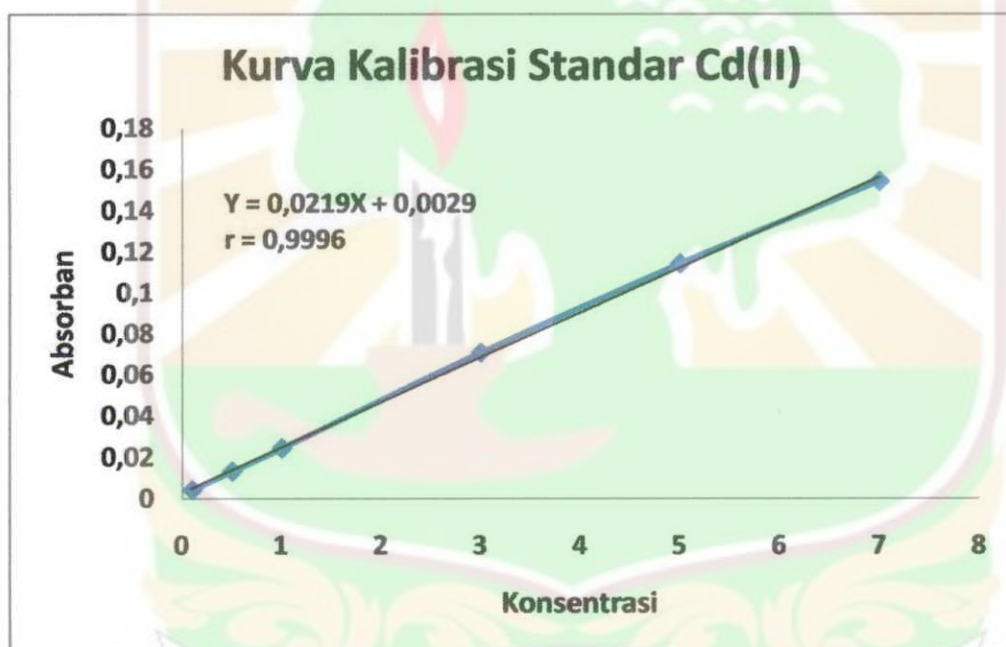
1. Darmono. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press. Jakarta. 2001.
2. Linden, Vander, and Ketelaere. Selective Recupertaion of Coper by Supported Liquid Membrane Extraction. *J. Membrane. Sci.* **139** : 125 - 135. 1998.
3. Parham, H., and Shamsipur, M. Selective Membrane Transport of Pb^{2+} ion by a Cooperative Carrier Composed of 18-Crown-6, tetrabutylammonium Iodide and Palmitic Acid. *J. Membr. Sci.* **95** : 21 – 27. 1994.
4. Mulder, M. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. pp. 244-259. 1991.
5. Szpakowska, M., and Nagy, O.B. Stability of Supported Liquid Membranes Containing Acorga P-50 as Carrier. *J. Memb. Sci.* **144** : 37-43. 1997.
6. Richard, A. B. *Chemical separation with liquid membrane*. ACS Symposium series 642 American Chemical. Washington DC. Pp. 180-202. 1996.
7. Safavi, A., and Shams, E. Selective and Efficient Transport of Hg (II) Through Bulk Membrane Using Methyl Red as Carrier. *J. Membr. Sci.*, **144** : 37 – 43. 1998.
8. Shamsipur, M., and Khalil, F. Separation Study of Cadmium as CdI4²⁻ Through a Bulk Liquid Membrane Containing Ketoconazole and Oleic Acid. *J. Memb, Sci.* 501-505. 2005.
9. Molina, C., Arenas, L., Viotoria, and Ibanez, J. A. Characterization of Membrane System. Complex Character of the Permeability from an Electrical Model. *J. Phys. Chem.* **101**: 10323-10331. 1997.
10. Benefield, L.D and Joseph F.H. *Process Chemistry for Water and Waste Water Treatment*. Prentice Hall Inc Englewood Cliffs. New Jersey. 1982.
11. Olly, Norita. *Transpor Antar Fasa dari Ion Tembaga (II) Melalui Membran Cair Fasa Ruah*. Padang: UNAND. 2001.
12. J.J Lagoswki. *MacMillan Encyclopedia of Chemistry*. Vol II. MacMillan References USA. New York. pp 4-21. 1997.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Kurva kalibrasi standar Cd(II)

Konsentrasi (ppm)	Absorban
0,1	0,0042
0,5	0,0132
1	0,0244
3	0,0709
5	0,1144
7	0,1543



Lampiran 2

Contoh perhitungan persentase Cd(II) sisa di fasa sumber dan yang tertransport ke fasa penerima:

1. % Cd(II) sisa dalam fasa sumber

$$\% [\text{Cd(II)}]_s = \frac{\text{konsentrasi Cd(II)}_{fs}}{\text{konsentrasi Cd(II)}_{\text{awal fs}}} \times \frac{V_s}{V_s} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% [\text{Cd(II)}]_s &= \frac{2,544 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \times \frac{6 \text{ mL}}{6 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 12,72 \% \end{aligned}$$

2. % Cd(II) dalam fasa penerima

$$\% [\text{Cd(II)}]_p = \frac{\text{konsentrasi Cd(II)}_{fp}}{\text{konsentrasi Cd(II)}_{\text{awal fs}}} \times \frac{V_p}{V_s} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% [\text{Cd(II)}]_s &= \frac{3,022 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \times \frac{12 \text{ mL}}{6 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 30,22 \% \end{aligned}$$

Keterangan: [Cd(II)]_s = konsentrasi Cd(II) di fasa sumber
[Cd(II)]_p = konsentrasi Cd(II) di fasa penerima
fs = fasa sumber
fp = fasa penerima
V_s = volume fasa sumber
V_p = volume fasa penerima

Lampiran 3

Data pengaruh pH fasa sumber

Tabel: Pengaruh pH fasa sumber terhadap persentase transpor Cd(II)

No	pH	[Cd(II)] _p (ppm)	[Cd(II)] _s (ppm)	% Cd(II) _p	% Cd(II) _s
1	3	3,022	2,544	30,22	12,72
2	4	3,246	2,112	32,46	10,56
3	5	3,473	1,724	34,73	8,62
4	6	3,207	2,344	32,07	11,72
5	7	2,924	2,688	29,24	13,44

Keterangan :

- % Cd(II)_p = persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima
% Cd(II)_s = persentase transpor Cd(II) sisa dalam fasa sumber

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa sumber : 6 mL Cd(II) 20 ppm mengandung APDC 1:10 M
2. pH fasa sumber : 3 - 7
3. Fasa membran : 30 mL kloroform
4. Fasa penerima : 12 mL HCl 1 M
5. Kecepatan pengadukan : 340 rpm
6. Lama pengadukan : 1 jam

Lampiran 4

Data pengaruh reagen penerima

Tabel: Pengaruh reagen penerima terhadap persentase transpor Cd(II)

No	Reagen penerima	[Cd(II)] _p (ppm)	[Cd(II)] _s (ppm)	% Cd(II) _p	% Cd(II) _s
1	HCl	2,821	2,528	28,21	12,64
2	HNO ₃	2,818	2,526	28,18	12,63
3	H ₂ SO ₄	3,173	1,724	31,73	8,62
4	NaEDTA	3,069	2,156	30,69	10,78

Keterangan :

% Cd(II)_p = persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

% Cd(II)_s = persentase transpor Cd(II) sisa dalam fasa sumber

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa sumber : 6 mL Cd(II) 20 ppm mengandung APDC 1:10 M
2. pH fasa sumber : 5
3. Fasa membran : 30 mL kloroform
4. Fasa penerima : 12 mL H₂SO₄, HNO₃, NaEDTA dan HCl 1 M
5. Kecepatan pengadukan : 340 rpm
6. Lama pengadukan : 1 jam

Lampiran 5

Data pengaruh konsentrasi APDC

Tabel: Pengaruh konsentrasi APDC terhadap persentase transpor Cd(II)

No	Konsentrasi APDC	[Cd(II)] _p (ppm)	[Cd(II)] _s (ppm)	% Cd(II) _p	% Cd(II) _s
1	1:10	3,423	1,724	34,23	8,62
2	1:20	3,172	1,066	31,72	5,33
3	1:30	3,766	0,714	37,66	3,57
4	1:35	3,733	0,866	37,33	4,33
5	1:40	3,769	0,900	37,69	4,50

Keterangan :

- % Cd(II)_p = persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima
% Cd(II)_s = persentase transpor Cd(II) sisa dalam fasa sumber

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa sumber : 6 mL Cd(II) 20 ppm mengandung APDC
1:10-1:40 M
2. pH fasa sumber : 5
3. Fasa membran : 30 mL kloroform
4. Fasa penerima : 12 mL H₂SO₄ 1 M
5. Kecepatan pengadukan : 340 rpm
6. Lama pengadukan : 1 jam

Lampiran 6

Data pengaruh konsentrasi fasa penerima

Tabel: Pengaruh konsentrasi fasa penerima terhadap persentase transpor Cd(II)

No	Konsentrasi H ₂ SO ₄	[Cd(II)] _p (ppm)	[Cd(II)] _s (ppm)	% Cd(II) _p	% Cd(II) _s
1	1	3,422	0,714	34,22	3,57
2	2	3,825	0,640	38,25	3,20
3	3	4,525	0,692	45,25	3,46
4	4	5,307	0,708	53,07	3,54
5	5	4,009	0,620	40,09	3,10

Keterangan :

- % Cd(II)_p = persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima
% Cd(II)_s = persentase transpor Cd(II) sisa dalam fasa sumber

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa sumber : 6 mL Cd(II) 20 ppm mengandung APDC 1:30 M
2. pH fasa sumber : 5
3. Fasa membran : 30 mL kloroform
4. Fasa penerima : 12 mL H₂SO₄ 1 – 5 M
5. Kecepatan pengadukan : 340 rpm
6. Lama pengadukan : 1 jam

Lampiran 7

Data pengaruh lama pengadukan

Tabel: Pengaruh lama pengadukan terhadap persentase transpor Cd(II)

No	Lama pengadukan (jam)	[Cd(II)] _p (ppm)	[Cd(II)] _s (ppm)	% Cd(II) _p	% Cd(II) _s
1	1	5,307	0,708	53,07	3,54
2	2	6,342	0,600	63,42	3,00
3	3	8,981	0,46	89,81	2,30
4	4	9,480	0,404	94,80	2,02
5	5	9,400	0,866	94,00	4,33
6	6	8,340	0,668	83,40	3,34

Keterangan :

% Cd(II)_p = persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

% Cd(II)_s = persentase transpor Cd(II) sisa dalam fasa sumber

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa sumber : 6 mL Cd(II) 20 ppm mengandung APDC 1:30 M
2. pH fasa sumber : 5
3. Fasa membran : 30 mL kloroform
4. Fasa penerima : 12 mL H₂SO₄ 4 M
5. Kecepatan pengadukan : 340 rpm
6. Lama pengadukan : 1 – 6 jam