

**TRANSPOR ION Cd(II) MELALUI MEMBRAN CAIR MINYAK ZAITUN
(*Olea europaea*) DALAM TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

IKKO ARIE RESTANTYO

NIM = 1810412050



Pembimbing I : Refinel, MS

Pembimbing II : Olly Norita Tetra, M.Si

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2023**

**TRANSPOR ION Cd(II) MELALUI MEMBRAN CAIR MINYAK ZAITUN
(*Olea europaea*) DALAM TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

IKKO ARIE RESTANTYO

NIM = 1810412050



Skripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2023**

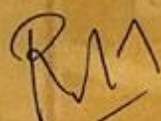
LEMBARAN PENGESAHAN

"Transpor Ion Cd(II) Melalui Membran Cair Minyak Zaitun (*Olea europaea*) Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah" merupakan skripsi oleh Ikko Arie Restantyo (NIM = 1810412050) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata-1/S1) pada Program Sarjana Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Disetujui oleh :

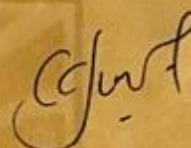
Pembimbing I

Pembimbing II



Refinel, MS

NIP: 196010071989032002

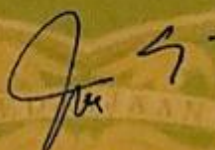


Olly Norita Tetra, M.Si

NIP: 197312052005012001

Mengetahui :

Ketua Departemen Kimia



Prof. Dr. Mai Efdi

NIP: 1972205301999031003

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Padang, Januari 2023



Ikko Arie Restantyo



INTISARI

TRANSPOR ION Cd(II) MELALUI MEMBRAN CAIR MINYAK ZAITUN (*Olea europaea*) DALAM TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Oleh:

Ikko Arie Restantyo (BP : 1810412050)

Refinel, MS.*; Olly Norita Tetra, M.Si.*

***Pembimbing**

Teknik membran cair menggunakan minyak nabati dapat menjadi alternatif dalam proses transpor suatu ion logam yang ramah lingkungan. Transpor ion Cd(II) telah dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah dengan minyak zaitun sebagai fasa membran. Proses transpor terdiri dari 65 mL larutan ion Cd(II) sebagai fasa sumber, 50 mL minyak zaitun sebagai fasa membran, dan 120 mL Na₂EDTA sebagai fasa penerima, percobaan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 rpm dengan waktu kesetimbangan 15 menit. Konsentrasi logam Cd(II) pada kedua fasa air setelah transpor ditentukan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian didapatkan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan menggunakan minyak zaitun sebagai fasa membran; konsentrasi larutan ion Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5 sebagai fasa sumber konsentrasi larutan Na₂EDTA sebesar 0,05 M pada pH 4 sebagai fasa penerima, kecepatan pengadukan 200 rpm, waktu pengadukan 60 menit dan waktu kesetimbangan 15 menit. Pada keadaan ini didapatkan persen yang tertinggal pada fasa sumber sebesar 36,33% dan persen Cd(II) tertranspor ke fasa penerima sebesar 28,54%. Kerosen yang ditambahkan kedalam minyak zaitun sebagai fasa membran dapat menurunkan nilai viskositas, dengan hasil persen Cd(II) yang tertinggal pada fasa sumber sebesar 45,44% dan persen Cd(II) yang tertranspor ke fasa penerima sebesar 30,72%.

Kata Kunci: Kadmium Cd(II), Kerosen, Teknik Membran Cair Fasa Ruah, Minyak Zaitun, Spektroskopi Serapan Atom (AAS).

ABSTRACT

TRANSPOR OF ION Cd(II) THROUGH THE OLIVE OIL (*Olea europaea*) AS LIQUID MEMBRANE IN BULK PHASE LIQUID MEMBRANE TECHNIQUE

By:

Ikko Arie Restantyo (BP : 1810412050)

Refinel, MS.*; Olly Norita Tetra, M.Si.*

*Supervisor

The liquid membrane technique using vegetable oil can be an alternative in the process of transporting an ion metal which is environmentally friendly. Transport of Cd(II) ions has been carried out through a bulk phase liquid membrane technique with olive oil as the membrane phase. The transport process consisted of 65 mL of Cd(II) ion solution as the source phase, 50 mL of olive oil as the membrane phase, and 120 mL of Na₂EDTA as the stripping phase, the experiment was using a magnetic stirrer at a speed of 200 rpm with an equilibrium time of 15 minutes. The concentration of Cd(II) metal in both aqueous phases after transport was determined using an Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The results of the study it was found that the optimum conditions for Cd(II) ion transport were using olive oil as the membrane phase; the concentration of Cd(II) ion was $4,98 \times 10^{-5}$ M at pH 5 as the source phase, the concentration of Na₂EDTA was 0.05 M at pH 4 as the stripping phase, the stirring speed was 200 rpm, the stirring time was 60 minutes and the equilibrium time was 15 minutes. In this situation, percent of Cd(II) remains in the source phase was 36.33% and percent Cd(II) is transported to the stripping phase is 28.54%. Kerosene added to olive oil as a membrane phase can reduce the viscosity value, with the result is percent of Cd(II) remains in source phase is 45.44% and percent Cd(II) which transported to the stripping phase is 30.72%.

Keywords: Cadmium Cd(II), Kerosene, Bulk Phase Liquid Membrane Techniques, Olive Oil, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

UCAPAN TERIMA KASIH

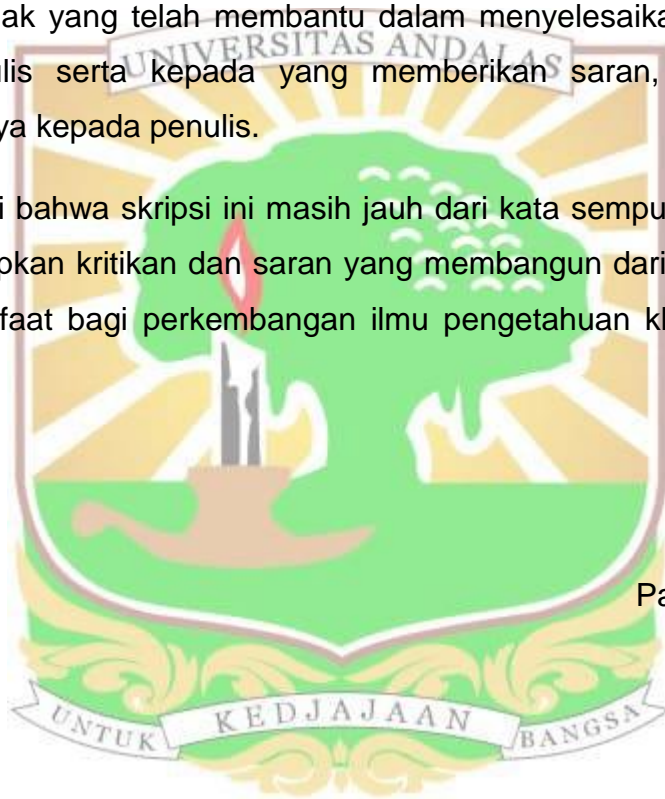
Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan penulisan skripsi dengan judul **“Transpor Ion Cd(II) Melalui Membran Cair Minyak Zaitun (*Olea europaea*) Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah”** sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi Kimia pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa karya skripsi ini berhasil dirampungkan berkat bantuan dan bimbingan oleh beberapa pihak selama proses penelitian hingga penulisan. Oleh karenanya, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Firzan dan Ibu Lilik Sulistyowati dan saudara Joe Hendro Pasumbar beserta keluarga dan Tara Realiza beserta keluarga, yang selalu memberikan dukungan dan doa yang terbaik kepada penulis.
2. Ibu Refinel, MS sebagai dosen pembimbing I dan Ibu Olly Norita Tetra, M.Si sebagai dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, ilmu, arahan, dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Emriadi, Bapak Dr. Tio Putra Wendari, dan Ibu Dr. Eng Yulia Eka Putri yang telah meluangkan waktu sebagai dosen penguji dan juga telah memberikan saran dan masukan dalam menyempurnakan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eng Yulia Eka Putri sebagai pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan akademik.
5. Bapak dan Ibu dosen Departemen Kimia FMIPA Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dalam perkuliahan.
6. Sombing Leonardo Yalti, dan Kak Mega Silvia yang telah mau bekerjasama dan membantu dalam penelitian serta penulisan skripsi.
7. Sahabat Leni's School & Homestay Ranti Parmasari, Fheiza Heysha, Ghaniyyulia Citra Adita, Salma Maliny, Dhiya Haniifa Putri, Nessa Satya Wati, Muhammad Fadli, Rifno Gusfri Ramadhan, Resin Putra Teja Kusuma, Raffael Akbar Rizana yang telah menjadi sahabat penulis dari semester 1, telah memberikan keceriaan dan kenyamanan selama perkuliahan.
8. Sahabat Konter Irigasi Arief, Fadhil, Rendy, Tedy Alfin yang telah menjadi teman serumah yang selalu mendukung langkah penulis dalam penyusunan skripsi ini.

9. Sahabat Kemana Lagi Tasya Aldini, Savira Nurul Hayuni, Kuntum Khairu Ummah, Sellin Fatiah Ulfa, Tania Khairunnisa, Restu Aulia Arham, Siti Amirah, Eno Okta Patricia, Aesyah Fadillah Pratiwi yang telah memberikan keceriaan dan kenyamanan selama perkuliahan.
10. Sahabat KKN Planet Bekasi Zidan, Pajri, Nadya, Beryl, Ciloy, Dita, Rendy, Lidya, Sisipasi, Hasya, Veldi, Firma, Topiq, Ara, Atul, dan Lainnya yang telah menemani penulis ketika melewati masa-masa sulit selama di Padang dan perkuliahan di Kimia UNAND.
11. Teman-teman angkatan (CA18ON) yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan.
12. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan kuliah dan tugas Akhir penulis serta kepada yang memberikan saran, nasihat, doa dan semangatnya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang kimia fisik.



Padang, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Logam Kadmium.....	4
2.2 Karakteristik dan Kandungan Minyak Zaitun.....	4
2.3 Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA).....	5
2.4 Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	5
2.5 Mekanisme Transpor Cd(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	8
2.6 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	8
BAB III. METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.2.1 Alat.....	10
3.2.2 Bahan.....	10
3.3 Prosedur Penelitian.....	10
3.3.1 Pembuatan larutan fasa sumber.....	10
3.3.2 Penentuan Massa Jenis dan Viskositas Minyak Zaitun.....	10
3.3.3 Preparasi Larutan Fasa Membran.....	11
3.3.4 Pembuatan Larutan Fasa Penerima.....	11
3.3.5 Pembuatan larutan buffer asetat pH 3, 4, 5, 6, dan 7.....	12
3.4 Prosedur Kerja.....	12

3.4.1	Penentuan panjang gelombang dan penetapan konsentrasi larutan standar ion Cd(II) dengan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	12
3.4.2.	Penentuan transpor ion Cd(II) dengan teknik membran cair fasa ruah ..	13
3.4.3.	Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa sumber ion Cd(II).....	13
3.4.4.	Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa sumber ion Cd(II)	13
3.4.5.	Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa penerima Na ₂ EDTA	13
3.4.6.	Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa penerima Na ₂ EDTA	14
3.4.7.	Pengaruh variasi viskositas fasa membran	14
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		15
4.1.	Karakterisasi dari Minyak Zaitun (Fasa Membran)	15
4.2.	Penentuan Larutan Fasa Penerima	15
4.3.	Penentuan Kondisi Optimum Transpor Ion Cd(II)	16
4.3.1	Pengaruh konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber	16
4.3.2	Pengaruh pH Cd(II) dalam fasa sumber	17
4.3.3	Pengaruh konsentrasi Na ₂ EDTA dalam fasa penerima	18
4.3.4	Pengaruh pH dalam fasa penerima.....	19
4.3.5	Pengaruh variasi komposisi fasa membran.....	20
BAB V PENUTUP		24
5.1	Kesimpulan.....	24
5.2	Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....		25
LAMPIRAN.....		28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur senyawa asam oleat	5
Gambar 2.2 Struktur senyawa etilen diamin tetra asetat (EDTA)	5
Gambar 2.3 Sel membran cair fasa ruah	6
Gambar 2.4 Perkiraan transpor ion Cd(II) melalui membran	8
Gambar 2.5 Skema komponen pada alat SSA.....	9
Gambar 3.1 Viskometer ostwald.....	11
Gambar 4.1 Grafik pengaruh konsentrasi fasa sumber terhadap transpor Cd(II).....	17
Gambar 4.2 Grafik pengaruh pH fasa sumber terhadap transpor Cd(II).....	18
Gambar 4.3 Grafik pengaruh konsentrasi fasa penerima terhadap transpor Cd(II)...	19
Gambar 4.4 Grafik pengaruh pH fasa penerima terhadap transpor Cd(II).....	20
Gambar 4.5 Grafik pengaruh komposisi fasa membran terhadap transpor Cd(II).....	21



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pembuatan Buffer Asetat pH 3 – 7	12
Tabel 4.1 Karakterisasi minyak zaitun yang digunakan pada penelitian	15
Tabel 4.2 Hasil transpor menggunakan 2 fasa penerima yang berbeda	16
Tabel 4.3 Nilai viskositas dan berat Jenis dari minyak setelah ditambahkan kerosen	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Skema Kerja.....	28
Lampiran 2.	Regresi Kurva Standar Cd(II).....	32
Lampiran 3.	Data Pengaruh Konsentrasi Fasa Sumber.....	33
Lampiran 4.	Data Pengaruh pH Fasa Sumber.....	34
Lampiran 5.	Data Pengaruh Konsentrasi EDTA Fasa Penerima.....	35
Lampiran 6.	Data Pengaruh pH EDTA Fasa Penerima.....	36
Lampiran 7.	Data Pengaruh Komposisi Fasa Penerima Dengan Penambahan Kerosen.....	37
Lampiran 8.	Data Pengaruh Komposisi Fasa Penerima Dengan Minyak yang Dihidrolisis.....	38
Lampiran 9.	Perhitungan Pembuatan dan Pengenceran Larutan.....	39
Lampiran 10.	Contoh Perhitungan % Ion Cd(II) Sisa di Fasa Sumber dan yang Tertransport ke Fasa Penerima.....	41
Lampiran 11.	Perhitungan Penentuan Berat Jenis dan Viskositas.....	42



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
WHO	<i>World Health Organization</i>	1
FS	Fasa Sumber	8
FM	Fasa Membran	8
FP	Fasa Penerima	8
AAS	<i>Atomic Absorption Spectroscopy</i>	9



Lambang

mg	Miligram	4
%	Persen	4
g	Gram	4
IU	<i>International Unit</i>	4
%	Persen	4
pH	<i>Potential Hydrogen</i>	6
ppm	<i>Part permillion</i>	10
mL	Mililiter	10
cm	Sentimeter	10
L	Liter	12
V	Volume	13
rpm	<i>Rotation per minute</i>	13



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat seperti kromium, besi, kobalt, nikel, tembaga, seng, kadmium, merkuri, dan timbal merupakan logam berat yang berbahaya bagi lingkungan yang dinyatakan oleh World Health Government (WHO)¹. Logam-logam berat ini dapat terakumulasi pada makhluk hidup yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan makhluk hidup. Kadmium merupakan salah satu logam berat dari limbah industri yang dihasilkan dari industri elektroplating, pupuk, pigmen, plastik, baterai dan pertambangan². Limbah kadmium yang terbuang melalui drainase dan melewati aliran sungai pada pemukiman penduduk dapat merusak lingkungan dan juga kesehatan manusia, efek yang disebabkan dari limbah kadmium ini seperti gangguan hati, ginjal, dan penyebab kanker³. Pentingnya pengolahan limbah sebelum dibuang, menjadikan orang berusaha mencari metode yang cocok untuk menghilangkan logam kadmium pada limbah cair⁴.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk pemisahan limbah cadmium seperti metode adsorpsi, biodegradasi, teknik ozon dan fotokatalisis. Namun metode tersebut memiliki kekurangan seperti biaya operasional yang tinggi, pembentukan produk samping yang berbahaya, membutuhkan energi yang besar, dan nilai efisiensi yang kecil⁵. Oleh karena itu, terdapat metode alternatif yang sederhana, selektivitas yang tinggi, efisien, dan ekonomis dalam mentranspor suatu senyawa yaitu menggunakan teknik membran cair⁶.

Teknik membran cair merupakan teknik yang menggunakan membran cair dalam proses transpor suatu senyawa. Proses ini juga telah diterapkan pada pemisahan hidrokarbon². Pentingnya membran cair dalam proses pemisahan disebabkan oleh faktor-faktor seperti selektivitas pemisahan yang sangat tinggi, perpindahan massa yang cepat dapat terjadi menggunakan zat pembawa (*carrier*), produk dapat sangat terkonsentrasi karena mekanisme transpor yang difasilitasi, perawatan awal yang relatif murah, dan biaya proses relatif rendah⁷.

Teknik membran cair fasa ruah terdiri dari fasa sumber, fasa membran, dan fasa penerima⁶. Teknologi membran cair telah dipelajari dalam berbagai aplikasi pemisahan seperti pemisahan gas dari aliran komponen gas, pengolahan air limbah, farmasi, ekstraksi protein, dll. Keuntungan diatas menunjukkan besarnya potensi teknologi tersebut.⁸

Muhammad Chairawan, dkk (2021) telah melaporkan penelitian terhadap transpor ion logam Cd(II) dari CdCl₂.H₂O melalui teknik membran cair fasa ruah.

Berdasarkan penelitian tersebut, teknik membran cair fasa ruah dapat diaplikasikan untuk transpor ion logam Cd(II) dengan bantuan metil merah sebagai carrier. Membran cair yang digunakan pada penelitian tersebut adalah kloroform⁹. Namun pelarut kloroform yang merupakan pelarut organik memiliki kekurangan yaitu mudah menguap, mengakibatkan kontaminasi air, bersifat toksik sehingga mengakibatkan terjadinya masalah lingkungan, dan resiko yang ditimbulkan sangat berdampak bagi makhluk hidup. Penggunaan minyak nabati untuk mengganti pelarut organik ini menjadi alternatif yang menarik karena minyak nabati merupakan senyawa yang tidak beracun, volatilitas rendah dan tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan¹⁰.

Jumlah minyak nabati di dunia, khususnya di Indonesia terbilang cukup besar, minyak nabati bersifat alami dan mudah didapat, tidak berbahaya, tidak beracun, murah dan terbarukan yang dapat digunakan sebagai membran cair baru yang lebih hijau¹⁰. Penggunaan minyak nabati sebagai membran cair dalam teknologi membran telah dilaporkan dalam banyak penelitian seperti pemulihan asam asetat, Cu, fenol, logam dan lignosulfonat¹¹⁻¹⁴.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk menganalisis efisiensi transpor ion logam Cd(II) menggunakan metoda membran cair fasa ruah, sekaligus mempelajari mekanisme transpor ion logam Cd(II) dengan melakukan optimasi transpor Cd(II) dengan menggunakan minyak zaitun sebagai fasa membran.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Apakah minyak zaitun (*Olea europaea*) sebagai fasa membran dapat digunakan dalam transpor ion logam Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah?
2. Bagaimana kondisi optimum pada transpor ion Cd(II) dengan menggunakan membran minyak zaitun (*Olea europaea*) melalui teknik membran cair fasa ruah?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kerosen pada minyak zaitun (*Olea europaea*) sebagai fasa membran terhadap transpor ion Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk:

1. Mengetahui kemampuan minyak zaitun (*Olea europaea*) sebagai fasa membran dalam transpor ion logam Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.
2. Menentukan kondisi optimum pada transpor ion Cd(II) dengan menggunakan membran minyak zaitun (*Olea europaea*) melalui teknik membran cair fasa ruah.
3. Mengetahui pengaruh penambahan kerosen pada minyak zaitun (*Olea europaea*) sebagai fasa membran terhadap transpor ion Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi transpor ion logam Cd(II) menggunakan membran minyak zaitun (*Olea europaea*) pada teknik membran cair fasa ruah agar dapat digunakan dalam proses transpor ion logam Cd(II) dari limbah industri.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Kadmium

Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik dan anorganik. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Dalam proses pemurnian logam tersebut yaitu dari pencairan sampai menjadi logam, sebagian darinya terbuang ke dalam lingkungan¹⁵. Untuk itu diperlukan solusi dalam menanggulangi pencemaran ini¹⁶.

Kadmium (Cd) adalah salah satu logam berat dengan penyebaran yang sangat luas di alam, logam ini bernomor atom 48 berat atom 112,40 dengan titik cair 321°C dan titik didih 765°C. Di alam, kadmium bersenyawa dengan belerang (S) (CdS). Kadmium merupakan logam lunak (*cuctile*) berwarna putih perak dan mudah teroksidasi oleh udara bebas dan gas amonia¹⁵.

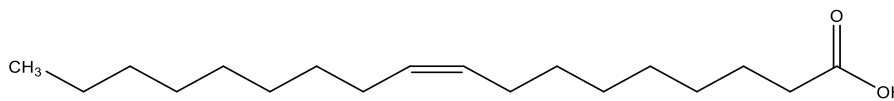
Kadmium dapat digunakan untuk bahan pigmen industri cat, enamel, plastik dan tahan terhadap korosi sehingga bagus untuk pelapis besi dan baja¹⁷. Ada beberapa keracunan kronis yang disebabkan oleh kadmium yaitu kerusakan-kerusakan pada banyak sistem fisiologis tubuh pada sistem urinaria (ginjal), sistem respirasi (pernafasan/paru-paru), sistem sirkulasi (darah) dan jantung¹⁸.

2.2 Karakteristik dan Kandungan Minyak Zaitun

Bio-oils berarti minyak yang berasal dari biomassa. Mereka termasuk berbagai produk organik seperti minyak nabati, minyak mikroalga, minyak jenuh, lemak, dan minyak jelantah¹⁹. Salah satu contoh minyak nabati yang banyak tersebar dan digunakan di Indonesia adalah minyak zaitun.

Minyak zaitun adalah minyak yang diekstrak dari buah pohon zaitun, *Olea europaea L.* Minyak zaitun banyak dikonsumsi oleh manusia karena memiliki banyak manfaat. Dalam 100 mg minyak zaitun, mengandung 163 kalori; 70,8 % air; 1,2 gram protein; 18,6 gram lemak; 1,7 gram serat; 79 mg kalsium; 200 IU vitamin A; 0,01 mg vitamin B1; 0,18 mg vitamin B2; 0,1 mg vitamin B3; 3 mg vitamin C; dan 2,3 IU vitamin E²⁰. Minyak zaitun mengandung asam lemak tak jenuh (yang paling dominan adalah asam oleat) sebesar 65-84,2%, asam lemak tak jenuh (asam linoleat) sebesar 10%, asam lemak tak jenuh majemuk sebesar 8,2-13,2%, dan asam lemak jenuh sebesar 6-15,8%²¹.

Asam oleat adalah asam lemak *omega*-9 tak jenuh tunggal yang ditemukan di berbagai sumber hewani dan nabati. Ester trigliserida dari asam oleat terdiri dari sebagian besar minyak zaitun²².

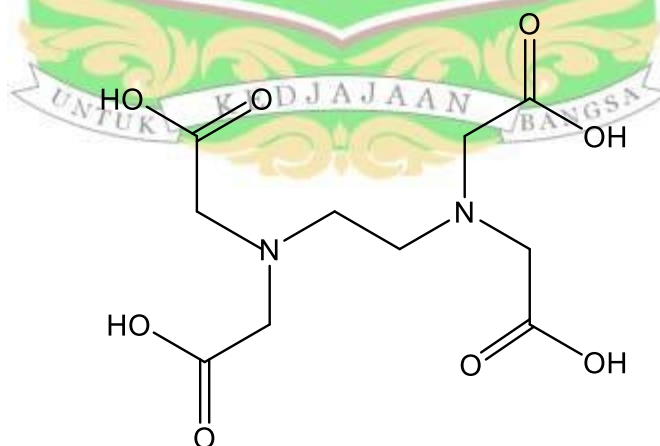


Gambar 2.1. Struktur Senyawa Asam Oleat

2.3 Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)

Asam etilen diamin tetra asetat (EDTA) adalah suatu asam aminopolikarboksilat, tidak berwarna, zat padat yang larut dalam air, dengan rumus molekul $C_{10}H_{16}N_2O_8$ dan merupakan ligan kuat yang dapat mengikat hampir semua logam berat²³. Logam-logam berat yang dapat dihilangkan dengan menggunakan EDTA antara lain : besi dan tembaga²⁴. EDTA merupakan anion yang mempunyai enam atom donor yang dapat digunakan untuk mengikat sebuah atom logam dan untuk membentuk kompleks yang stabil dengan membungkus dirinya disekeliling ion logam²⁵.

EDTA merupakan bahan pendesorpsi yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam. Senyawa EDTA yang berfungsi sebagai penitrasi atau pengompleks logam biasanya berupa garam Na_2EDTA (Na_2H_2Y). Na_2EDTA memiliki empat gugus asam karboksil dan dua gugus amin dengan sepasang elektron bebas. EDTA merupakan bahan tambahan organik. Penambahan bahan organik dapat mempengaruhi pengintian dan penumbuhan kinetik dari partikel-partikel logam²³.



Gambar 2.2. Struktur Senyawa Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)

2.4 Teknik Membran Cair Fasa Ruah

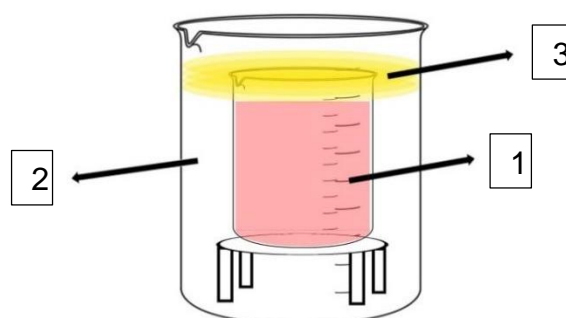
Membran merupakan suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa sumber dan fasa membran yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi

tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan kimianya²⁶.

Teknologi membran cair adalah salah satu metoda pemisahan yang paling efisien. Teknologi ini tidak membutuhkan tekanan atau tegangan karena pemisahannya berdasarkan perbedaan konsentrasi. Teknologi membran cair memperlihatkan selektivitas dan faktor pengkayaan yang tinggi, namun karena masalah stabilitas antarmuka cair-cair, ada tendensi meningkat akan penanaman membran cair di struktur pori atau membran padat untuk menjamin stabilitas dalam aplikasinya⁸.

Sifat membran cair semipermeabel yang memiliki kemampuan untuk mentranspor suatu komponen antar fasa dapat diatur berdasarkan sifat fisika atau sifat kimia antara membran dan komponen yang diserap. Keselektifan membran cair untuk teknik pemisahan dapat diatur dari perbedaan koefisien distribusi atau perbedaan kelarutan komponen diantar muka membran. Keselektifan akan lebih tinggi dengan penambahan zat pembawa yang tepat ke dalam membran sebagai mediator yang mampu meningkatkan afinitas salah satu zat terlarut dalam fasa sumber²⁷. Pemisahan yang lebih selektif dari teknik membran cair fasa ruah ini dilakukan dengan mengatur kondisi-kondisi transpor ion logam yang akan dipisahkan, misalnya pengaturan pH, jenis dan konsentrasi fasa penerima, ketebalan membran, lama waktu pengadukan dan adanya senyawa pembawa²⁸.

Teknologi membran cair fasa ruah merupakan teknologi yang memanfaatkan membran cair untuk proses pemisahan. Teknik ini telah diterapkan secara luas di berbagai bidang seperti kimia analitik, anorganik, organik, bioteknologi, teknik kimia, dan pengolahan air limbah karena biaya operasinya yang murah, sederhana, kesetimbangan transpor, selektifitas yang tinggi dalam pemisahan, kemampuan untuk melakukan ekstraksi secara bersamaan, menggunakan pelarut organik dalam jumlah yang sedikit, dan fluks transpor yang tinggi²⁹.



Gambar 2.3. Sel Membran Cair Fasa Ruah (1, fasa sumber; 2, fasa penerima; 3, fasa membran/minyak zaitun)

Selain itu, membran cair fasa ruah memiliki kelebihan seperti lebih sederhana dan murah untuk dibuat dibandingkan jenis membran cair lainnya. Kesederhanaan alat, area antarmuka dan kondisi hidrodinamik yang konstan, kemudahan dalam manipulasi telah menjadikan membran cair fasa ruah sebagai alat laboratorium yang unggul untuk mempelajari kinetika, sifat transpor, dan mekanisme reaksi dalam berbagai proses pemisahan³⁰.

Hasil transpor yang dilakukan menggunakan teknologi membran cair fasa ruah ini dapat diketahui melalui persamaan (2.1) dan (2.2) :

$$\% \text{ ion logam sisa pada fasa sumber} = \frac{n_s}{n_s^0} \times 100\% = \% \text{ ion logam} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\% \text{ ion logam pada fasa penerima} = \frac{n_p}{n_s^0} \times 100\% = \% \text{ ion logam} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan: n_s = mol ion Cd(II) pada fasa sumber
 n_p = mol ion Cd(II) pada fasa penerima
 n_s^0 = mol awal ion Cd(II) pada fasa sumber

Persamaan diatas merupakan persamaan dalam menentukan jumlah ion logam yang terdapat pada fasa sumber dan fasa penerima setelah proses transpor. Nilai n_p adalah jumlah mol ion logam yang ditranspor menuju fasa penerima, n_s^0 adalah jumlah mol ion logam pada fasa sumber keadaan awal sebelum transpor, dan n_s adalah jumlah mol ion logam yang tertinggal pada fasa sumber setelah proses transpor. Dalam menentukan keefektifan dari teknik membran cair fasa ruah yang dilakukan dapat diketahui melalui *%removal* dan *%recovery* seperti pada persamaan (2.3) dan (2.4) :

$$\% \text{ removal} = \frac{x_0 - x_t}{x_0} \times 100\% = \% \text{ removal Cd(II)} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\% \text{ recovery} = \frac{x}{x_0} \times 100\% = \% \text{ recovery Cd(II)} \dots \dots \dots (2.4)$$

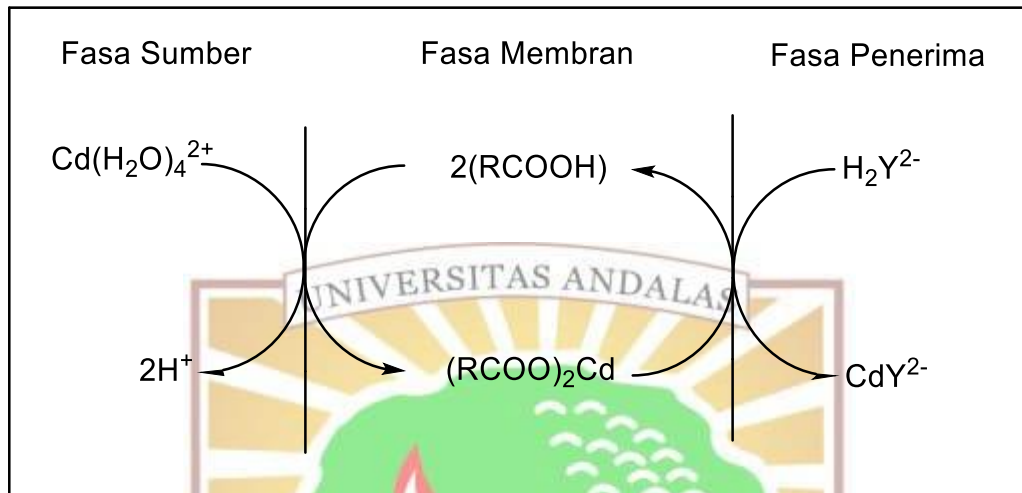
Keterangan: x_0 = konsentrasi ion Cd(II) awal pada fasa sumber
 x_t = konsentrasi ion Cd (II) pada fasa sumber setelah transpor
 x = konsentrasi ion Cd(II) pada fasa penerima setelah transpor

Nilai *removal* dapat dikatakan sebagai jumlah ion logam yang berhasil ditranspor menuju fasa membran sebelum memasuki fasa penerima. Sedangkan nilai *recovery* dapat dikatakan sebagai nilai ion logam yang berhasil memasuki fasa

penerima. Nilai x_0 merupakan nilai konsentrasi awal ion logam pada fasa sumber sebelum proses tranpor, dan nilai x merupakan nilai konsentrasi ion logam pada fasa penerima setelah tranpor.

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

Mekanisme transpor logam Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima dapat diilustrasikan pada Gambar 2.4.

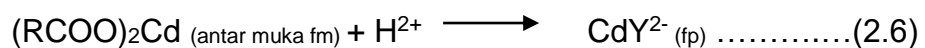


Gambar 2.4. Perkiraan Transpor Ion Cd(II) Melalui Membran

Dapat dilihat dari Gambar 2.4, ion Cd(II) yang terdapat pada fase sumber akan berikatan dengan gugus karboksilat dalam membentuk kompleks pada antar muka fasa membran 1. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



ion Cd(II) terikat dengan asam karboksilat dari minyak zaitun akan berdifusi ke seluruh fase membran, dan mencapai antarmuka Membran/Penerima. Kompleks tersebut terpecah pada antarmuka Membran/Penerima dan selanjutnya akan mengalami dekompleksasi dengan EDTA (fasa penerima) pada antar muka fasa membran. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



molekul Cd(II) lolos ke fase penerima. Kemudian, molekul asam karboksilat bebas berdifusi kembali melintasi fase membran dan mencapai antarmuka Sumber/Membran⁹.

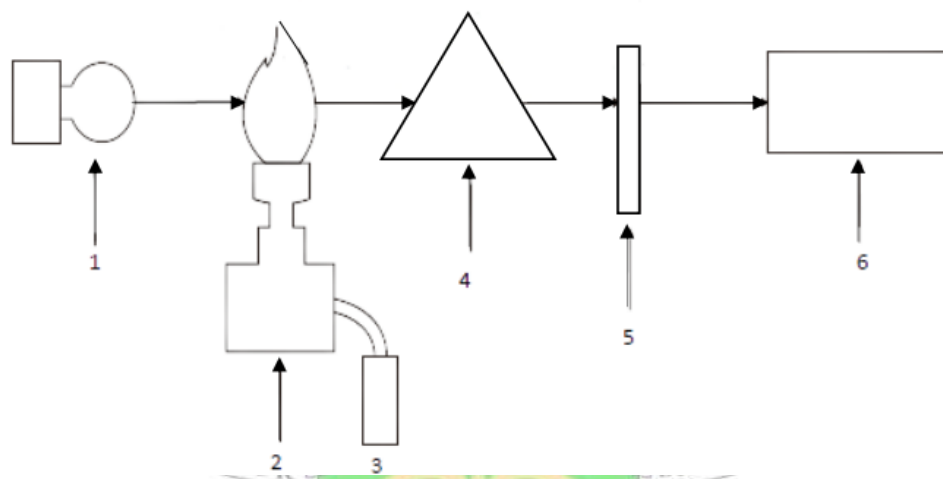
2.6 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Spektroskopi merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radisasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektroskopi ialah Spektrometri Serapan

Atom (AAS), merupakan metode analisis unsur secara kualitatif dan kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas³¹.

Prinsip kerja spektroskopi serapan atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur menurut panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya¹⁸. Jika radiasi elektromagnetik dikenakan suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

Pada alat SSA terdapat dua bagian utama yaitu suatu sel atom yang menghasilkan atom-atom gas bebas dalam keadaan dasarnya dan suatu sistem optik untuk pengukuran sinyal. Suatu skema umum dari alat SSA adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5. Skema komponen pada alat SSA.³²

Keterangan:

1. Sumber sinar (lampu katoda)
2. Nebulizer
3. Sampel
4. Monokromator
5. Detektor
6. Monitor

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 hingga September 2022 di Laboratorium Elektro/Fotokimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Pengujian konsentrasi ion Cd(II) dengan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) di Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Kota Padang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sel membran cair fasa ruah, *magnetic stirrer*, *magnetic bar* (ukuran 1,5 cm), neraca analitik, instrument *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) (Shimadzu AA-6300), kertas indikator, spuit, viskometer ostwald, piknometer, dan peralatan laboratorium lainnya.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Kadmium Klorida Monohidrat ($\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (Fluka), Minyak Zaitun, Dinatrium Etilen Diamin Tetra Asetat (Na_2EDTA) (Titriplex III), Larutan Buffer Asetat, Asam Klorida (HCl) 37% (Merck), Kerosen, dan Akuades.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan larutan fasa sumber

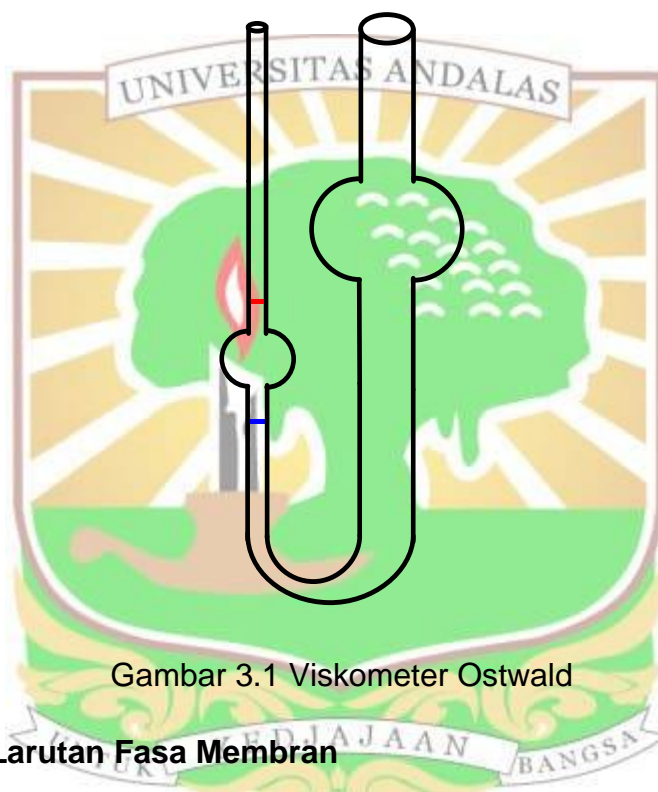
Pembuatan larutan fasa sumber dilakukan dengan cara $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 201,4 \text{ g/mol}$) ditimbang sebanyak 0,0895 gram dan dilarutkan dalam labu ukur berukuran 100 mL dengan akuades hingga tepat tanda batas, didapatkan larutan induk yang mengandung Cd(II) $8,8 \times 10^{-5} \text{ M}$. Diambil sebanyak volume tertentu dan diatur pH dengan menambahkan HCl 0,001 M kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan Cd(II) dengan konsentrasi $2,49 \times 10^{-5} \text{ M}$; $4,98 \times 10^{-5} \text{ M}$; $7,47 \times 10^{-5} \text{ M}$; dan $9,89 \times 10^{-5} \text{ M}$. Perhitungan ini dapat dilihat pada Lampiran 9.

3.3.2 Penentuan Massa Jenis dan Viskositas Minyak Zaitun

Penentuan massa jenis minyak zaitun dapat ditentukan dengan cara menimbang piknometer kosong dan piknometer yang berisi minyak zaitun setelah itu berat minyak zaitun dapat diperoleh dengan mengurangi berat piknometer berisi minyak zaitun

dengan berat piknometer kosong dibagi dengan volume piknometer. Menggunakan standar aquades pada suhu yang sama. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 10.

Penentuan viskositas minyak zaitun dapat ditentukan dengan cara memasukkan minyak zaitun kedalam viskometer ostwald seperti pada gambar 3.1 dan dihisap hingga garis batas atas. Waktu yang diperlukan minyak zaitun untuk melewati jarak antara dua tanda yang terdapat pada viskometer ostwald diukur menggunakan *stopwatch*. Maka akan didapatkan nilai viskositas dari minyak zaitun. Menggunakan standar aquades pada suhu yang sama. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 10.



Gambar 3.1 Viskometer Ostwald

3.3.3 Preparasi Larutan Fasa Membran

Preparasi larutan fasa membran dilakukan dengan cara minyak zaitun ($M_r : 282,5$ g/mol) diambil sebanyak 50 mL lalu dituangkan secara perlahan pada bagian atas kedua fasa air yang terpisah sebagai fasa membran seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.3.

3.3.4 Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Larutan yang akan digunakan sebagai fasa penerima adalah HCl dan Na_2EDTA .

a. Pembuatan Asam Klorida (HCl) 0,1 M

HCl ($M_r : 36,5$ g/mol) dipipet sebanyak 8,3 mL dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan penambahan akuades hingga tanda batas, maka akan diperoleh larutan HCl dengan konsentrasi 1 M. Selanjutnya larutan HCl 1 M tersebut dipipet sebanyak 10 mL dan dilarutkan di dalam labu ukur 100 mL dengan penambahan akuades hingga

tanda batas, maka larutan HCl dengan konsentrasi 0,1 M yang didapat akan digunakan sebagai fasa penerima.

b. Pembuatan Garam EDTA (Na_2EDTA)

Na_2EDTA ($M_r = 372,24 \text{ g/mol}$) ditimbang sebanyak 37,24 gram dan dilarutkan dengan akuades dalam labu ukur 1 L hingga tanda batas, maka larutan Na_2EDTA dengan konsentrasi 0,1 M akan diperoleh. Selanjutnya larutan dipipet dengan volume tertentu dan diencerkan dengan akuades pada labu ukur berukuran 250 mL hingga tanda batas, maka variasi konsentrasi Na_2EDTA sebesar 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; dan 0,07 M akan didapatkan. Dalam mengatur pH Na_2EDTA yang akan digunakan sebagai fasa penerima dapat dilakukan dengan penambahan buffer asetat. Perhitungan pengenceran terlampir pada Lampiran 9.

3.3.5 Pembuatan larutan buffer asetat pH 3, 4, 5, 6, dan 7

Pembuatan larutan buffer asetat pH 3, 4, 5, 6, dan 7 dilakukan dengan cara menambahkan asam asetat (CH_3COOH) 0,1 M dicampurkan dengan larutan natrium asetat (CH_3COONa) 0,1 M. Larutan buffer dicampurkan dengan volume total sebesar 25 mL dan menggunakan perbandingan volume seperti pada Tabel 3.1 dibawah ini⁹.

Tabel 3.1 Pembuatan Buffer Asetat pH 3 – 7

pH	CH_3COOH (mL)	CH_3COONa (mL)
3	24,75	0,25
4	22,75	2,25
5	12,5	12,5
6	2,25	22,75
7	0,25	24,75

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Penentuan panjang gelombang dan penetapan konsentrasi larutan standar ion Cd(II) dengan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)

Penentuan panjang gelombang dan penetapan konsentrasi larutan standar ion Cd(II) dapat dilakukan dengan mengukur absorban dari berbagai variasi konsentrasi larutan ion Cd (II) dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Kemudian larutan Cd(II) di dalam fasa sumber dan fasa penerima sesudah transpor ditentukan konsentrasi masing-masing dengan menggunakan metode kurva standar ion Cd(II) yang sudah dibuat. Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran absorban larutan standar dengan variasi konsentrasi 0 M; $1,77 \times 10^{-5}$ M; $3,55 \times 10^{-5}$ M; dan $5,33 \times 10^{-5}$ M.

3.4.2. Penentuan transpor ion Cd(II) dengan teknik membran cair fasa ruah

Penentuan transpor ion Cd(II) dengan teknik membran cair fasa ruah dilakukan sama dengan percobaan yang dilakukan Noori (2018) menggunakan sel membran cair seperti pada Gambar 2.3³⁰. Dinatrium EDTA (Na₂EDTA) yang akan digunakan sebagai fasa penerima dimasukkan sebanyak 120 mL ke dalam gelas piala 2 (V = 250 mL) dan larutan ion Cd(II) yang akan digunakan sebagai fasa sumber dimasukkan sebanyak 50 mL ke dalam gelas piala 1 (V = 65 mL). Setelah itu dituangkan minyak zaitun sebanyak 50 mL diatas fasa sumber dan fasa penerima. Proses transpor dilakukan diatas *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 1 jam. Setelah 1 jam pengadukan, dilakukan pendiaman selama 15 menit sampai diperoleh kesetimbangan. Kemudian fasa penerima serta fasa sumber diambil menggunakan spet suntik dan diukur konsentrasi ion Cd(II) yang terkandung didalam fasa penerima dan fasa sumber menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

3.4.3. Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa sumber ion Cd(II)

Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa sumber ion Cd(II) dapat dilakukan menggunakan cara yang sama dengan prosedur 3.4.2 dengan variasi konsentrasi Cd(II) yaitu $2,49 \times 10^{-5}$ M; $4,98 \times 10^{-5}$ M; $7,47 \times 10^{-5}$ M; dan $9,89 \times 10^{-5}$ M.

3.4.4. Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa sumber ion Cd(II)

Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa sumber ion Cd(II) dilakukan menggunakan perlakuan yang sama dengan prosedur 3.4.2 dengan variasi pH Cd(II) yaitu pH 3, 4, 5, 6, dan 7 yang telah ditambahkan buffer asetat dari prosedur 3.3.4. Transpor dilakukan dengan kondisi konsentrasi optimum larutan Cd(II) dari fasa sumber seperti pada prosedur 3.4.3.

3.4.5. Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa penerima Na₂EDTA

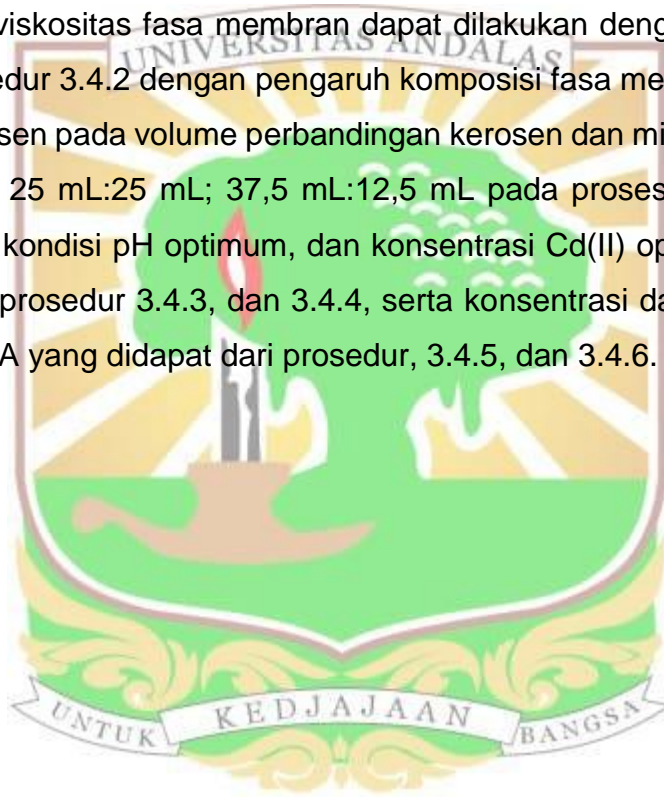
Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi konsentrasi fasa penerima Na₂EDTA dilakukan dengan perlakuan sama seperti pada prosedur 3.4.2 dengan variasi konsentrasi Na₂EDTA 0,01 M; 0,02 M; 0,03 M; 0,04 M; 0,05 M) sebagai fasa penerima. Transpor dilakukan dengan kondisi konsentrasi dan pH larutan Cd (II) optimum dari fasa sumber seperti pada prosedur 3.4.3 dan 3.4.4.

3.4.6. Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa penerima Na₂EDTA

Penentuan kondisi optimum transpor ion Cd(II) dengan pengaruh variasi pH fasa penerima Na₂EDTA dilakukan menggunakan perlakuan yang sama dengan prosedur 3.4.2 dengan variasi pH fasa penerima Na₂EDTA yaitu pH 3, 4, 5, 6 dan 7 yang telah ditambahkan buffer asetat dari prosedur 3.3.4. Transpor dilakukan dengan kondisi pH optimum dan konsentrasi larutan Cd (II) optimum dari fasa sumber seperti pada prosedur 3.4.3 dan 3.4.4, dan konsentrasi optimum fasa penerima Na₂EDTA pada prosedur 3.4.5.

3.4.7. Pengaruh variasi viskositas fasa membran

Pengaruh variasi viskositas fasa membran dapat dilakukan dengan perlakuan sama seperti pada prosedur 3.4.2 dengan pengaruh komposisi fasa membran yaitu dengan penambahan kerosen pada volume perbandingan kerosen dan minyak zaitun sebesar 12,5 mL:37,5 mL; 25 mL:25 mL; 37,5 mL:12,5 mL pada proses transpor. Transpor dilakukan dengan kondisi pH optimum, dan konsentrasi Cd(II) optimum fasa sumber yang didapat dari prosedur 3.4.3, dan 3.4.4, serta konsentrasi dan pH optimum fasa penerima Na₂EDTA yang didapat dari prosedur, 3.4.5, dan 3.4.6.



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakterisasi dari Minyak Zaitun (Fasa Membran)

Karakterisasi dari minyak zaitun mempengaruhi proses transpor, yaitu menentukan sifat fisika dari minyak zaitun yang nantinya akan digunakan dalam percobaan. Sifat fisika yang dapat diketahui dari percobaan ini yaitu nilai viskositas dari berat jenis minyak zaitun. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakterisasi minyak zaitun yang digunakan pada penelitian

Waktu Produksi	Viskositas (poise)	Berat Jenis (g/mL)
Minyak Zaitun Produksi 1	13,86	0,9140
Minyak Zaitun Produksi 2	13,79	0,9094
Minyak Zaitun Produksi 3	13,98	0,9216

Viskositas minyak ini akan mempengaruhi proses transpor ion Cd(II) dimana semakin besar kekentalan suatu larutan maka proses difusi akan cenderung lebih lambat. Nilai massa jenis dari minyak dapat mempengaruhi proses transpor ion Cd(II) karena semakin panjang rantai karbon, maka masa jenis semakin besar dari asam karboksilat yang akan berperan sebagai zat pembawa (*carrier*) dalam proses transpor ion Cd(II)¹⁷.

Minyak zaitun yang digunakan pada percobaan ini mempunyai waktu produksi yang berbeda dalam penggunaannya pada transpor Cd(II) kali ini, dimana minyak zaitun waktu produksi 2 memiliki nilai viskositas dan berat jenis yang lebih kecil dari minyak zaitun dengan waktu produksi lainnya. Hal ini akan mempengaruhi proses transpor ion Cd(II) dengan keadaan fasa sumber dan fasa penerima dari parameter yang berbeda.

4.2. Penentuan Larutan Fasa Penerima

Larutan fasa penerima merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan keberhasilan transpor dengan metoda membran cair³⁵. Larutan HCl 0,1 M dan larutan Na₂EDTA digunakan sebagai fasa penerima pada transpor ion Cd(II)^{35,36}. Hasil pengukuran dari larutan HCl 0,1 M dan larutan Na₂EDTA 0,5 M yang digunakan sebagai fasa penerima dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil transpor menggunakan 2 fasa penerima yang berbeda

Jenis Fasa Penerima	Cd(II) Pada Fasa Sumber	Cd(II) Pada Fasa Penerima
HCl	69,09 %	4,96 %
Na ₂ EDTA	37,05 %	14,94 % %

Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL larutan Cd(II) dengan konsentrasi Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M dan pH 5, Fasa Membran 50 mL minyak zaitun, Fasa Penerima 120 mL HCl 0,01 M dan 120 mL EDTA dengan konsentrasi 0,05 M dalam pH 4, waktu transpor 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit.

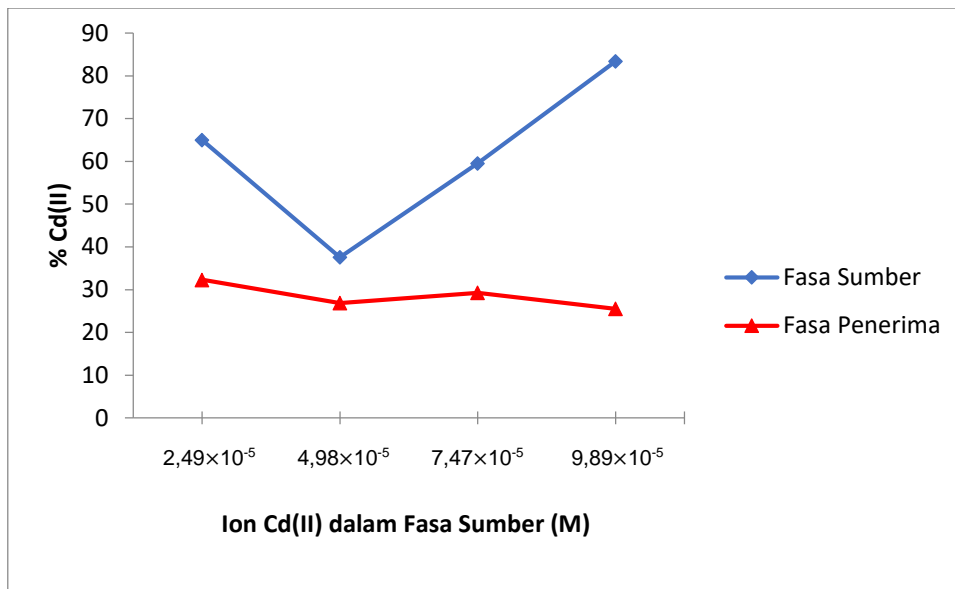
Larutan asam kuat seperti HCl yang digunakan sebagai fasa penerima memiliki kemampuan untuk memprotonasi ion Cd(II) yang telah berikatan dengan asam oleat dari minyak zaitun (fasa membran). Namun dari hasil pengukuran penggunaan HCl konsentrasi 0,1 M sebagai fasa penerima memiliki nilai yang cenderung rendah dalam mengikat dan mentranspor ion Cd(II) dari antarmuka fasa membran menuju fasa penerima dibandingkan menggunakan ligan seperti larutan EDTA³¹. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Basualto, dkk (2006) dan Arhadi, dkk (2005) yang menyatakan penggunaan EDTA lebih mudah dalam mengikat logam berat dalam membentuk senyawa kompleks, karena EDTA merupakan ligan yang sangat kuat dibandingkan dengan reaksi protonasi oleh HCl^{35,36}.

Maka dari itu pada proses transpor selanjutnya digunakan larutan Na₂EDTA sebagai fasa penerima seperti yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.3. Penentuan Kondisi Optimum Transpor Ion Cd(II)

4.3.1 Pengaruh konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber

Penentuan pengaruh konsentrasi fasa sumber merupakan percobaan awal yang bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang optimal dari proses transpor ion Cd(II) menuju fasa membran dan terus ke fasa penerima. Variasi konsentrasi di fasa sumber bertujuan untuk membantu interaksi ion Cd(II) dengan minyak zaitun di antarmuka fasa sumber dengan fasa membran yang selanjutnya akan diikat oleh fasa penerima. Dalam penelitian ini dilakukan penentuan optimasi konsentrasi fasa sumber, dengan 4 variasi konsentrasi kadmium sebagai fasa sumber yaitu konsentrasi $2,49 \times 10^{-5}$ M; $4,98 \times 10^{-5}$ M, $7,47 \times 10^{-5}$ M, dan $9,89 \times 10^{-5}$ M⁹.



Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi fasa sumber terhadap transpor Cd(II) ke fasa penerima

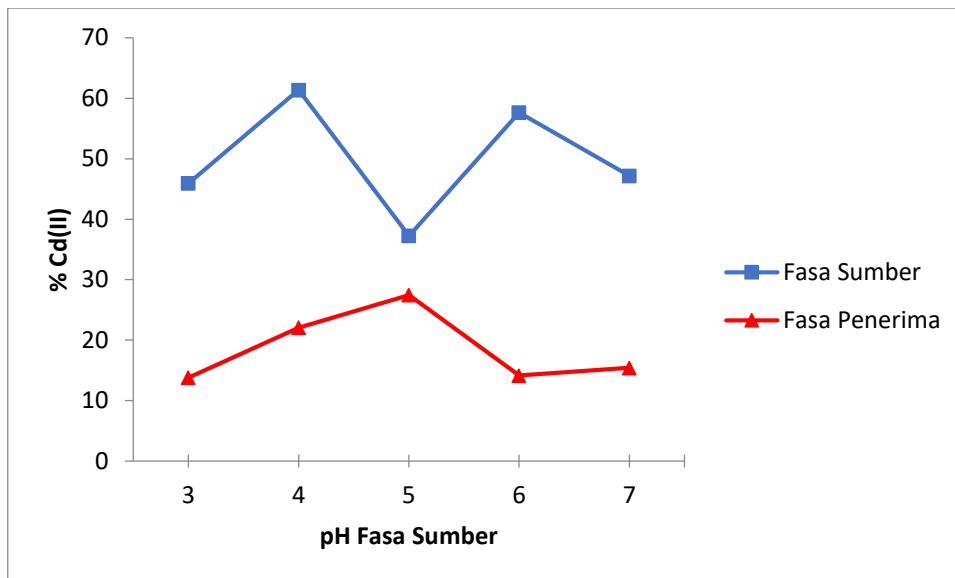
Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL larutan Cd(II) dengan variasi konsentrasi Cd(II) pada pH 5, Fasa Membran 50 mL minyak zaitun, Fasa Penerima 120 mL EDTA 0,05 M, waktu transpor 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit.

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa dengan konsentrasi Cd(II) $2,49 \times 10^{-5}$ M terjadi sedikit transpor dari fasa sumber menuju fasa membran, hal ini terjadi karena koefisien distribusi meningkat dengan peningkatan konsentrasi fase sumber⁷. Namun penurunan nilai transpor dimulai dari konsentrasi $7,47 \times 10^{-5}$ M hingga $9,89 \times 10^{-5}$ M yang disebabkan oleh pengaruh keterikatan ion Cd(II) dengan fasa membran yang relatif rendah apabila konsentrasi ion Cd(II) yang tinggi dan asam lemak bebas yang berperan sebagai pembawa jumlahnya terbatas dalam fasa membran².

Pada percobaan ini kondisi optimum dari konsentrasi Cd(II) yang didapatkan adalah konsentrasi $4,98 \times 10^{-5}$ M dimana Cd(II) yang tersisa dalam fasa sumber sebanyak 37,57% dan persentase Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima sebanyak 26,86%. Konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M selanjutnya akan digunakan pada optimasi variasi parameter selanjutnya. Data hasil percobaan terlampir pada Lampiran 3.

4.3.2 Pengaruh pH Cd(II) dalam fasa sumber

Kondisi pH Cd(II) dalam fasa sumber sangat mempengaruhi proses transpor Cd(II) dari fasa sumber dengan harapan jumlah Cd(II) yang tertranspor ke fasa penerima menjadi lebih besar. Fasa sumber dengan pH tertentu berperan dalam membantu interaksi Cd(II) di antarmuka fasa sumber dan fasa membran².



Gambar 4.2 Pengaruh pH fasa sumber terhadap transpor Cd(II) ke fasa penerima

Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL larutan Cd(II) dengan konsentrasi Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M dan variasi pH, Fasa Membran 50 mL minyak zaitun, Fasa Penerima 120 mL EDTA 0,05 M, waktu transpor 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit

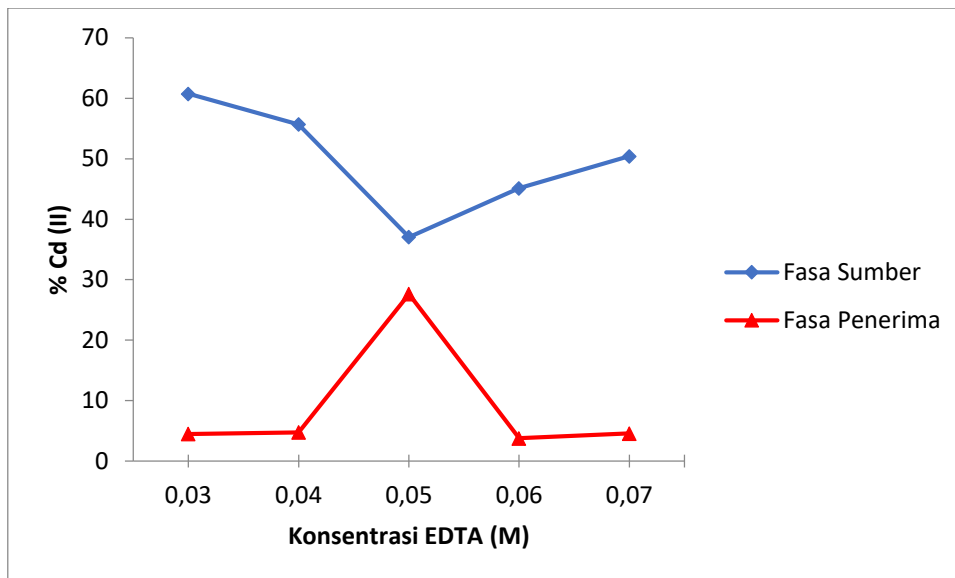
Berdasarkan nilai Cd(II) yang tersisa pada fasa sumber dalam percobaan ini didapatkan kondisi optimum dari pH Cd(II) dalam fasa sumber yaitu pada pH 5 dimana Cd(II) yang tersisa dalam fasa sumber sebesar 37,26% dan persentase Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima sebesar 27,48%.

Nilai pH yang kecil pada fasa sumber menyebabkan ion Cd(II) akan tertahan pada fasa sumber. Namun jika nilai pH terlalu besar dari pada nilai pKa maka asam oleat fasa akan masuk ke fasa sumber dan membentuk ikatan dengan ion Cd(II) yang menyebabkan nilai transpor pada pH 6 dan 7 mengalami penurunan dalam transpornya menuju fasa membran³⁷.

Konsentrasi dan pH yang bernilai 5 pada fasa sumber ini selanjutnya akan digunakan pada optimasi variasi parameter selanjutnya. Data hasil percobaan terlampir pada Lampiran 4.

4.3.3 Pengaruh konsentrasi Na₂EDTA dalam fasa penerima

Penentuan pengaruh konsentrasi larutan fasa penerima berperan penting dalam proses dekompleksasi satu arah. Pengompleks fasa penerima yang lebih stabil dari pada pengompleks fasa membran dapat mengoptimalkan proses transpor dari fasa membran menuju fasa penerima³⁸. Penentuan pengaruh konsentrasi fasa penerima bertujuan untuk menentukan konsentrasi Na₂EDTA yang optimum dalam proses transpor ion Cd(II) dari fasa membran menuju fasa penerima.



Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi fasa penerima terhadap transport Cd(II)

Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL Cd (II) dengan konsentrasi larutan Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M dan pH 5, Fasa Membran 50 mL minyak zaitun, Fasa Penerima 120 mL EDTA dengan konsentrasi yang bervariasi dan pH 5, waktu transport 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit.

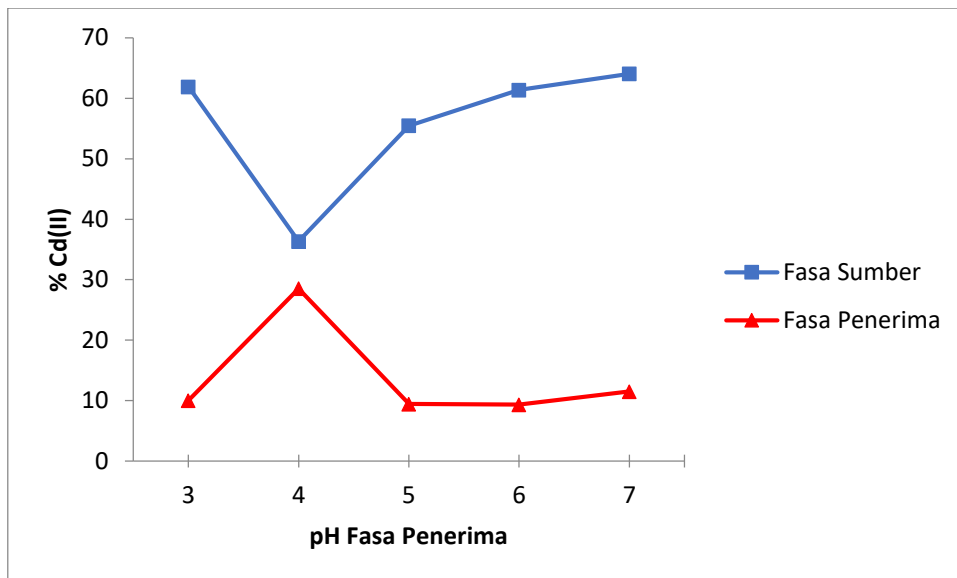
Pada variasi konsentrasi fasa penerima, didapatkan bahwa kondisi optimum untuk transport Cd(II) adalah pada konsentrasi 0,05 M. Persentase Cd(II) yang tersisa pada fasa sumber adalah sebesar 37,05% dan persentase ion Cd(II) pada fasa penerima adalah sebesar 27,62%.

Nilai dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 0,05 M, transport Cd(II) mengalami penurunan yang disebabkan nilai kelarutan Na_2EDTA yang kecil, semakin menurun nilai kelarutan Na_2EDTA dapat menyebabkan tingginya kejenuhan pada fasa penerima, sehingga kekuatan Na_2EDTA untuk menarik logam ke fasa penerima berkurang ($\log K_{\text{Cd-EDTA}} = 16,6$)³⁹.

Larutan Na_2EDTA dengan konsentrasi 0,05 M akan digunakan pada percobaan selanjutnya. Data hasil percobaan terlampir pada Lampiran 5.

4.3.4 Pengaruh pH dalam fasa penerima

Pembentukan kompleks antara ligan dan ion logam dipengaruhi oleh nilai pH dari zat pelarutnya. Penentuan pengaruh pH fasa penerima bertujuan untuk melihat optimasi pembentukan kompleks ion logam dengan ligan Na_2EDTA . Kondisi pH dari ligan dalam fasa penerima terhadap transport ion logam dapat memperlihatkan pengaruh yang signifikan pada efisiensi dan selektivitas transport Cd(II).



Gambar 4.4 Pengaruh pH fasa penerima terhadap transport Cd(II)

Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL larutan Cd(II) dengan konsentrasi Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M dan pH 5, Fasa Membran 50 mL minyak zaitun, Fasa Penerima 120 mL EDTA dengan konsentrasi 0,05 M dan pH yang bervariasi, waktu transport 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit.

Kondisi pH di fasa penerima yang lebih rendah dapat meningkatkan proses transpor karena mudah terjadi reaksi substitusi ion H^+ pada antarmuka fasa membran ke fasa penerima³⁸. Apabila kondisi pH di fasa penerima bernilai besar maka jumlah ion H^+ yang bertindak sebagai dekompleksasi semakin berkurang, dengan ini keadaan pH yang tinggi menyebabkan menurunnya reaksi dekompleksasi dalam antarmuka fasa membran dan fasa penerima karena dalam proses transpor Cd(II) menuju fasa penerima memiliki range pH yang tentunya perlu disesuaikan². Namun dari hasil percobaan ini dinyatakan bahwa pH 4 merupakan nilai pH yang paling optimal akibat pengaruhnya dalam proses transpor dari fasa sumber menuju fasa membran. Persentase ion Cd(II) yang tersisa pada fasa sumber adalah sebesar 36,33% dan persentase Cd(II) yang tertransportasi ke fasa penerima adalah sebesar 28,54%.

Larutan Na_2EDTA dengan konsentrasi 0,05 M dalam pH 5 akan digunakan pada percobaan selanjutnya. Data hasil percobaan terlampir pada Lampiran 6.

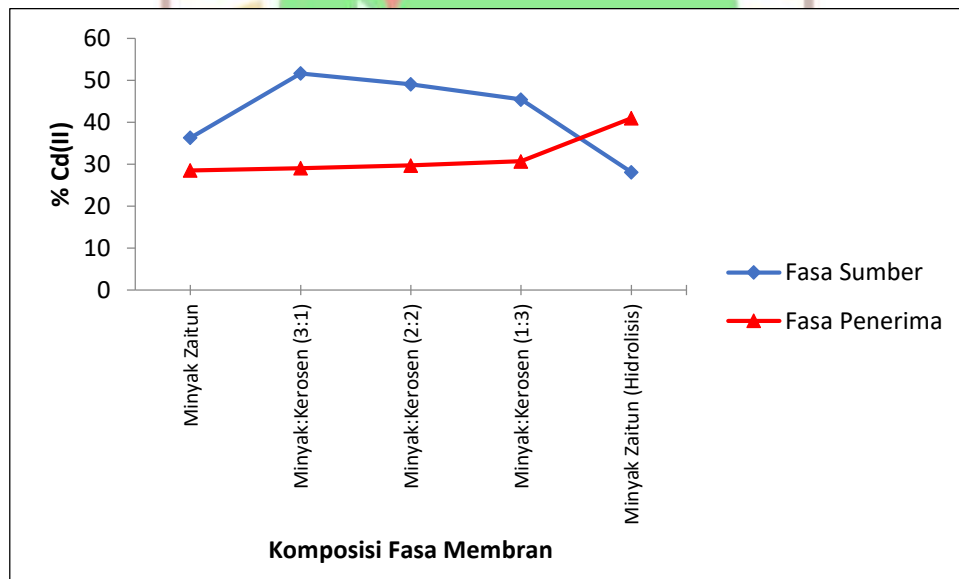
4.3.5 Pengaruh variasi komposisi fasa membran

Penentuan dengan pengaruh perbedaan komposisi pada fasa membran bertujuan untuk melihat pengaruh viskositas dari fasa membran dalam transpor Cd(II) dari fasa sumber menuju antarmuka fasa penerima. Karakteristik minyak zaitun yang ditambahkan dengan kerosen dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai viskositas dan berat Jenis dari minyak setelah ditambahkan kerosen

Komposisi Minyak Zaitun	Viskositas (poise)	Berat Jenis (g/mL)	%Cd(II) FS	%Cd(II) FP	%Cd(II) FM
Minyak Zaitun	13,86	0,9140	36,33	28,54	35,13
Minyak + Kerosen (3:1)	3,98	0,8845	51,65	29,06	19,29
Minyak + Kerosen (2:2)	1,94	0,8572	49,06	29,71	21,23
Minyak + Kerosen (1:3)	1,55	0,8322	45,44	30,72	23,84
Minyak Zaitun (Hidrolisis)	-	-	28,10	40,99	30,91

Viskositas dan berat jenis yang berbeda dari minyak zaitun yang dicampurkan dengan kerosen memberikan pengaruh yang berbeda seperti yang terdapat pada Gambar 4.5.



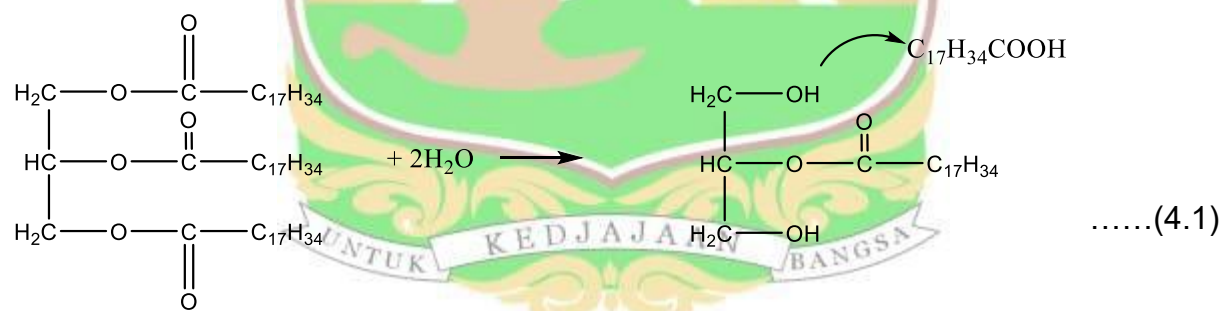
Gambar 4.5 Pengaruh komposisi fasa 21ranspor terhadap 21ransport Cd(II)

Kondisi Percobaan: Fasa Sumber 65 mL larutan Cd (II) dengan konsentrasi Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M dan pH 5, Fasa Membran 50 MI minyak zaitun yang divariasikan dengan kerosin, Fasa Penerima 120 MI EDTA dengan konsentrasi 0,05 M dan pH 4, waktu 21ransport 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit.

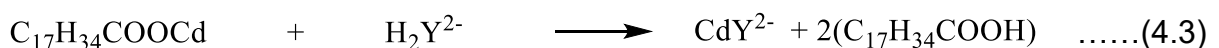
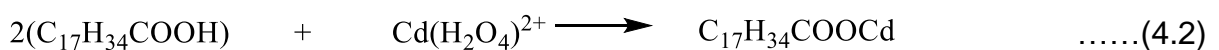
Setelah fasa membran ditambahkan kerosen, nilai transpor meningkat dari pada menggunakan minyak zaitun murni seperti pada Gambar 4.5. Hal ini disebabkan

oleh menurunnya nilai viskositas minyak yang dapat membuat ion Cd(II) tertransportasi lebih mudah daripada menggunakan minyak dengan viskositas lebih tinggi. Hal ini terjadi karena kedua senyawa merupakan senyawa organik namun fraksi kerosen mempunyai viskositas lebih rendah dibandingkan minyak zaitun (Viskositas kerosen: 0,0092 poise). Penambahan kerosen hanya mempengaruhi nilai viskositas saja tanpa mempengaruhi asam lemak bebas yang terkandung pada minyak zaitun, dan ini akan menaikkan nilai transport dari ion Cd(II) dalam proses transport menuju fasa penerima. Langkah selanjutnya peneliti berusaha untuk mencari cara paling optimum untuk mendapatkan persen transport yang lebih besar, maka dari itu peneliti menggunakan minyak yang telah dihidrolisis.

Minyak yang telah dihidrolisis memiliki nilai persentase transport yang lebih besar dalam penggunaannya dalam fasa membran. Hal ini disebabkan trigliserida terhidrolisis menjadi gliserol dan asam karboksilat (asam oleat dan asam linoleat) yang bersifat surfaktan, sehingga asam karboksilat dapat larut dalam fasa sumber dan fasa penerima (hidrofilik), dan asam tersebut juga ada dalam fasa membran bersifat hidrofob sehingga ion Cd(II) terperangkap dalam fasa membran, atau dapat disebut bahwa ion Cd(II) terdistribusi ke dalam 3 fasa) (hasil dapat dilihat pada Tabel 4.3). Reaksi hidrolisis minyak zaitun (Reaksi 4.1).



Asam karboksilat yang telah terpisah akan berperan sebagai fasa membran sekaligus sebagai zat pembawa dalam transport ion Cd(II)



Minyak terhidrolisis yang digunakan sebagai fasa membran merupakan minyak yang telah mengalami penguraian pada rantai karbon (C) pada asam karboksilatnya. Pemutusan rantai C ini memudahkan asam oleat untuk menjadi *carrier* bagi transport ion Cd(II) dari fasa sumber menuju fasa penerima. Hasil pengukuran menyatakan

bahwa minyak terhidrolisis lebih optimal dalam mentranspor ion Cd(II) daripada minyak zaitun murni dan minyak zaitun yang ditambahkan kerosen.

Berdasarkan nilai ion Cd(II) yang tersisa pada fasa sumber maka percobaan ini dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai viskositas dari minyak pada fasa membran maka semakin efektif dalam transpor ion Cd (II) dalam melewati antarmuka fasa sumber dengan fasa membran. Selain itu penghidrolisian minyak dapat meningkatkan efektivitas minyak zaitun lebih besar daripada upaya penurunan nilai viskositas dalam mengikat ion Cd(II) pada antar muka fasa sumber dan fasa membran. Data hasil percobaan terlampir pada Lampiran 7 dan 8.



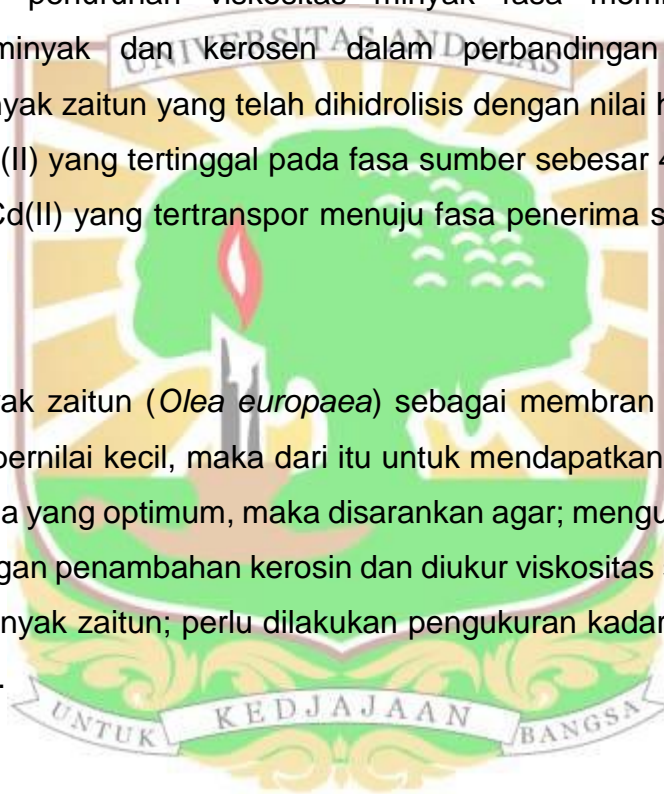
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan minyak zaitun (*Olea europaea*) dapat digunakan dalam transpor ion Cd(II) dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah dengan persen yang tertinggal pada fasa sumber sebesar 36,33% dan persen ion Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima sebesar 28,54% dengan kondisi optimum yang didapatkan adalah konsentrasi fasa sumber Cd(II) sebesar $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5 dan fasa penerima dengan konsentrasi Na₂EDTA sebesar 0,05 M pada pH 4. Variasi komposisi fasa membran yang dilakukan dalam meningkatkan efektivitas minyak zaitun pada proses transpor ion Cd(II) ini diantaranya yaitu penurunan viskositas minyak fasa membran dengan cara mencampurkan minyak dan kerosen dalam perbandingan volume 1:3 dan menggunakan minyak zaitun yang telah dihidrolisis dengan nilai hasil masing-masing persentase ion Cd(II) yang tertinggal pada fasa sumber sebesar 45,44% dan 28,10% serta persen ion Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima sebesar 30,72% dan 40,99%

5.2 Saran

Penggunaan minyak zaitun (*Olea europaea*) sebagai membran hijau pada transpor Cd(II) cenderung bernilai kecil, maka dari itu untuk mendapatkan nilai transpor Cd(II) pada fasa penerima yang optimum, maka disarankan agar; mengurangi viskositas dari minyak zaitun dengan penambahan kerosin dan diukur viskositas serta berat jenis dari masing-masing minyak zaitun; perlu dilakukan pengukuran kadar asam lemak bebas dari minyak zaitun.



DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. *Environmental Health Criteria 61.*; 1988.
2. Mohammed AA, Hussein MA, Albdiri ADZ. Application of Bulk Liquid Membrane Technique for Cadmium Extraction from Aqueous Solution. *Arab J Sci Eng.* 2018;43(11):5851-5858.
3. Nostrand-Reinhold. *Sax; Dangerous Properties of Industrial Materials.*; 1979.
4. Zarah J, No V, Salim E, Astuti IT. Transpor Fenol Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah Menggunakan Larutan FeCl_3 Sebagai Fasa Penerima. 2019;7(1):
5. Pratiwi Y. Penentuan Tingkat Pencemaran Limbah Industri Tekstil Berdasarkan Nutrition Value Bioindikator. *J Teknol.* 2010;3(2):129-137.
6. Selvam K, Swaminathan K, Chae KS. Decolourization of azo dyes and a dye industry effluent by a white rot fungus *Thelephora* sp. *Bioresour Technol.* 2003;88(2):115-119.
7. Singh R, Mehta R, Kumar V. Simultaneous removal of copper, nickel and zinc metal ions using bulk liquid membrane system. *Desalination.* 2011;272(1-3):170-173.
8. San Román MF, Bringas E, Ibañez R, Ortiz I. Liquid membrane technology: Fundamentals and review of its applications. *J Chem Technol Biotechnol.* 2010;85(1):2-10.
9. Chairawan M, Refinel, Tetra ON. Optimasi Transpor Cd(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah Dengan Menggunakan Metil Merah Sebagai Zat Pembawa. 2020;(li).
10. Daraei P, Zereshki S, Shokri A. Application of nontoxic green emulsion liquid membrane prepared by sunflower oil for water decolorization: Process optimization by response surface methodology. *J Ind Eng Chem.* 2019;77:215-222. doi:10.1016/j.jiec.2019.04.039
11. Björkegren S, Karimi RF, Martinelli A, Jayakumar NS, Hashim MA. A new emulsion liquid membrane based on a palm oil for the extraction of heavy metals. *Membranes (Basel).* University of Malaya. Kuala Lumpur. 2015;5(2):168-179.
12. Zereshki S, Shokri A, Karimi A. Application of a green emulsion liquid membrane for removing copper from contaminated aqueous solution: Extraction, stability, and breakage study using response surface methodology. *J Mol Liq.* 2021;325:115251.
13. Narayanan J, Palanivelu K. Recovery of acetic acid by supported liquid membrane using vegetable oils as liquid membrane. *Indian J Chem Technol.*

- India. 2008;15(3):266-270.
14. Kumar V, Singh RK, Chowdhury P. Efficient extraction and recovery of Lignosulfonate using sunflower oil as green solvent in liquid membrane transport: Equilibrium and kinetic study. *J Ind Eng Chem*. India. 2018;67:109-122.
 15. Palar H. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta; 2008.
 16. Refinel, Mustafa D, Fitriani R. Transpor Iodin Melalui Membran Kloroform Dengan Natrium Tiosulfat sebagai Fasa Penerima Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah. Universitas Andalas. 2015;8(2):149-153.
 17. Werner ER. *Applications of Environmental Aquatic Chemistry*. 2nd ed. CRC Press; 2002.
 18. Darmono. *Logam Dalam Sistem Biologi*. UI-Press. Universitas Indonesia. 1995.
 19. Gnansounou E, Pandey A. *Classification of Biorefineries Taking into Account Sustainability Potentials and Flexibility*. Elsevier B.V. India; 2017.
 20. Cal Orey. *Khasiat Minyak Zaitun Resep Umur Panjang Ala Mediterania*. 850 Third. Kensington Publishing Corp; 2007.
 21. Abderrazzaq MH, Hijazi F. Impact of multi-filtration process on the properties of olive oil as a liquid dielectric. *IEEE Trans Dielectr Electr Insul*. Jordania. 2012;19(5):1673-1680.
 22. Rizzo WB, Watkins PA, Phillips MW, Cranin D, Campbell B, Avigan J. Adrenoleukodystrophy: Oleic acid lowers fibroblast saturated C22–26 fatty acids. *Neurology*. Virginia. 1986;36(3):357-361.
 23. Zhou J, Deng C, Si S, Shi Y, Zhao X. Study on the effect of EDTA on the photocatalytic reduction of mercury onto nanocrystalline titania using quartz crystal microbalance and differential pulse voltammetry. *Electrochim Acta*. China. 2011;56(5):2062-2067.
 24. Aziz T, Rizky A, Devah V. Removal Logam Berat Dari Tanah Terkontaminasi Dengan Menggunakan Chelating Agent (EDTA). *J Tek Kim*. Universitas Sriwijaya. 2015;21(2):41-49.
 25. Haris A, Widodo DS, Yuanita L. Pengambilan Tembaga dari Batuan Bornit (Cu₅FeS₄) Variasi Rapat Arus dan Pengompleks EDTA Secara Elektrokimia. *J Kim Sains dan Apl*. Universitas Diponegoro. 2007;10(2):31-36.
 26. Nezhadali A, Rabani N. Competitive bulk liquid membrane transport of Co (II), Ni (II), Zn (II), Cd (II), Ag (I), Cu (II) and Mn (II), cations using. *Chinese Chem Lett*. Payam-Noor University. 2011;22(1):88-92.

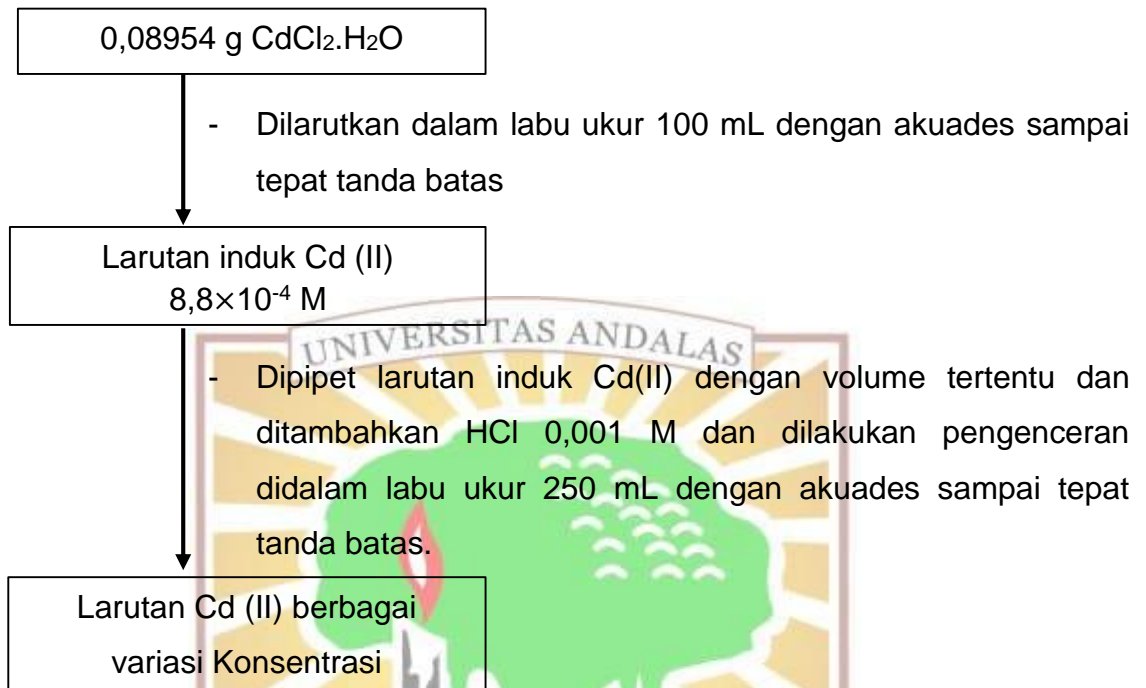
27. Coelho IM, Crespo JPSG, Carrondo MJT. Kinetics of liquid membrane extraction in systems with variable distribution coefficient. *J Memb Sci*. Lisbon 1997;127(2):141-152.
28. Tetra ON, Alif A, Emriadi, Hermansyah A. Transpor Ion Tembaga (II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah. *J Ris Kim*. Universitas Andalas. 2007;1(1):25-30.
29. Noori WO, Waisi BI, Alhassani MH. Extraction of glycyrrhizin from licorice (*Glycyrrhiza Glabra* L.) by bulk liquid membrane. *Environ Technol Innov*. University of Baghdad. 2018;12:180-188.
30. Chang SH. Types of bulk liquid membrane and its membrane resistance in heavy metal removal and recovery from wastewater. *Desalin Water Treat*. Universiti Teknologi MARA. 2016;57(42):19785-19793.
31. Skoog. D.A. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. (Hardcover, ed.). Brooks Cole Publisher; 2000.
32. Anshori J AI, Si S, Kimia J, Unpad F. Materi Ajar : Spektrometri Serapan Atom Pelatihan Instrumentasi Analisa Kimia. Published online. Universitas Padjadjaran. 2005:1-10.
33. Sumar H. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi Kesa. IKIP Semarang Press; 1994.
34. Nindita Loita Datu. *Spektroskopi Serapan Atom (SSA)*. Universitas Negeri Surabaya; 2011.
35. Arhadi KF, Hamsipur MS. Separation Study of Cadmium as Cd²⁺ – through a Bulk Liquid Membrane Containing Ketoconazole and Oleic Acid. *Urmia University*. 2005;21(May):501-505.
36. Basualto C, Poblete M, Marchese J, Ochoa A, Acosta A, Sapag J. Extraction of Cadmium from Aqueous Solutions by Emulsion Liquid Membranes using a Stirred Transfer Cell Contactor. *Universidad de Chile*. 2006;17(7):1347-1354.
37. Tobey SW. The acid dissociation constant of methyl red: A spectrophotometric measurement. *J Chem Educ*. University of Wisconsin. 1958;35(10):514-515.
38. Madaeni SS, Jamali Z, Islami N. Highly efficient and selective transport of methylene blue through a bulk liquid membrane containing Cyanex 301 as carrier. *Sep Purif Technol*. Razi University. 2011;81(2):116-123.
39. Dean J. *Handbook of Chemistry*. 13th ed.; 1985.

LAMPIRAN

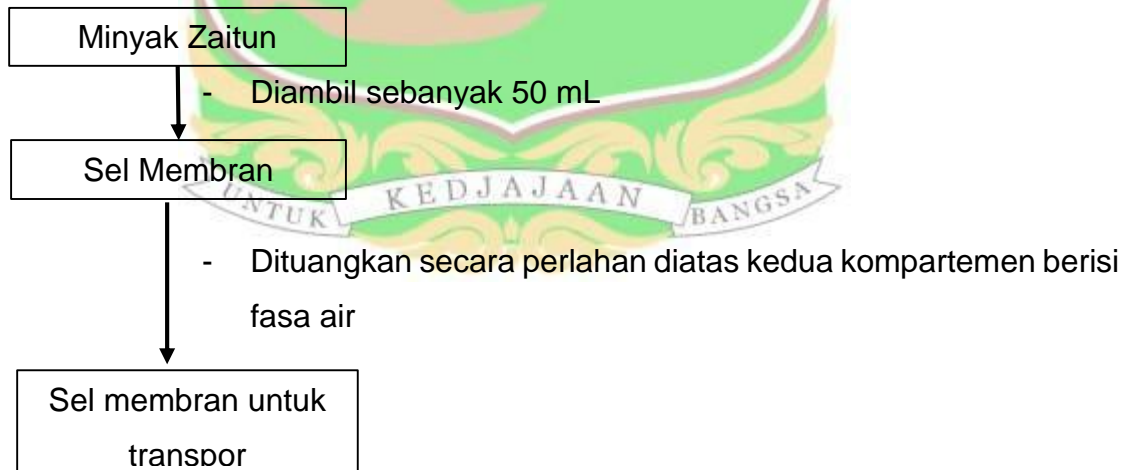
Lampiran 1. Skema Kerja

1. Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis

1.1. Pembuatan Larutan Fasa Sumber



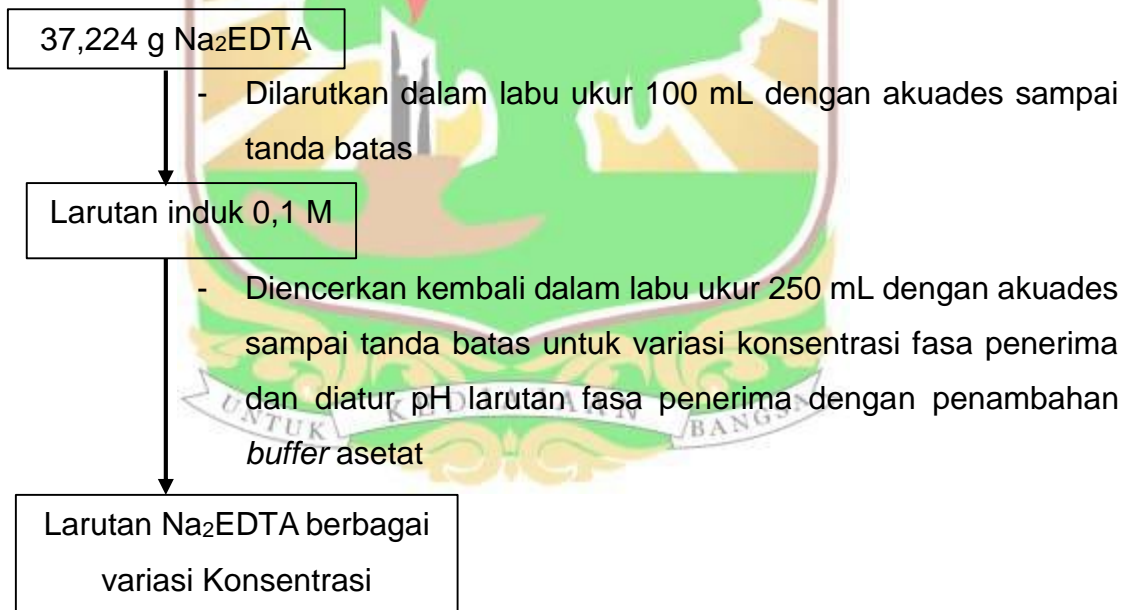
1.2. Pembuatan Larutan Fasa Membran



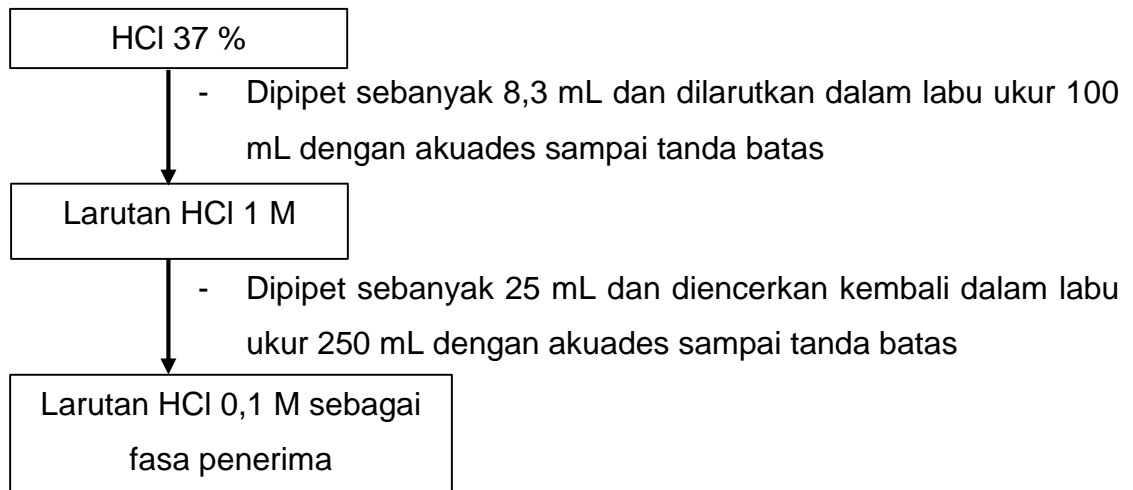


1.3. Pembuatan Larutan Fasa Penerima

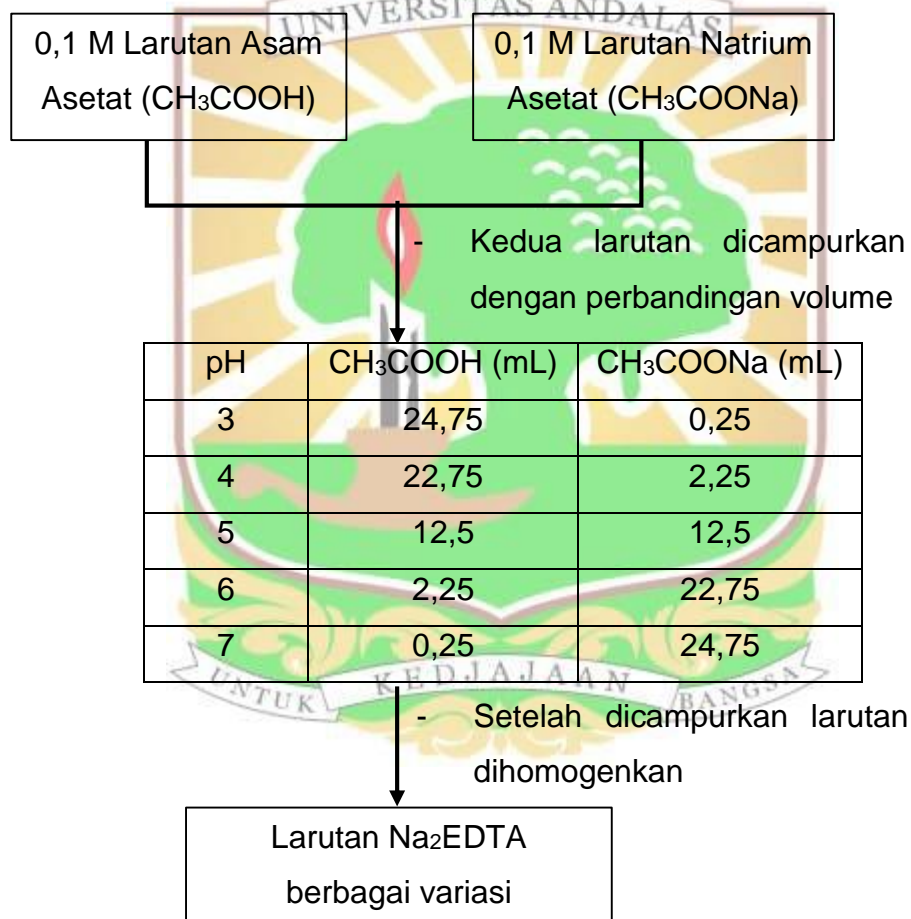
1.3.1 Pembuatan larutan Na₂EDTA



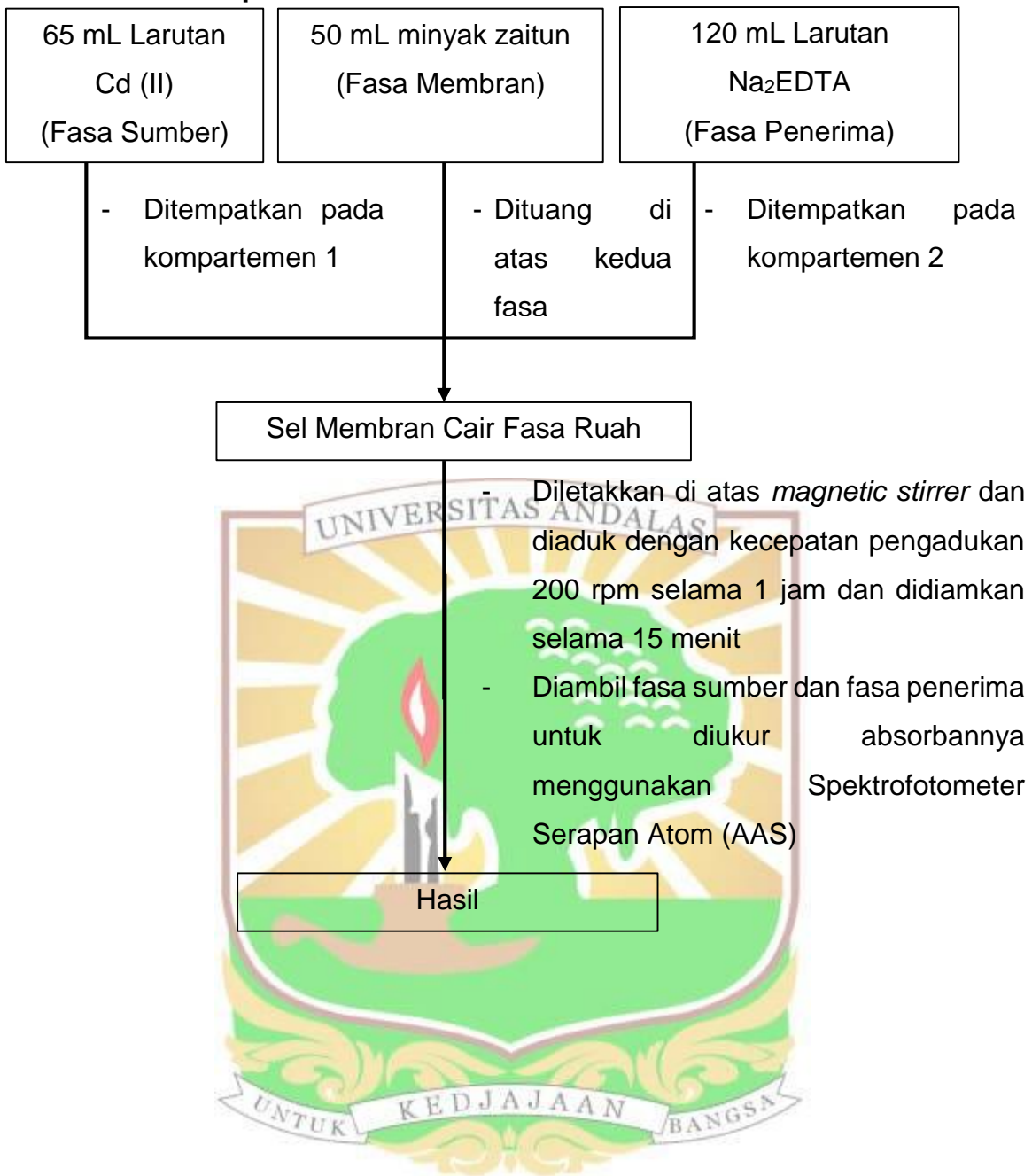
1.3.2 Pembuatan larutan asam klorida



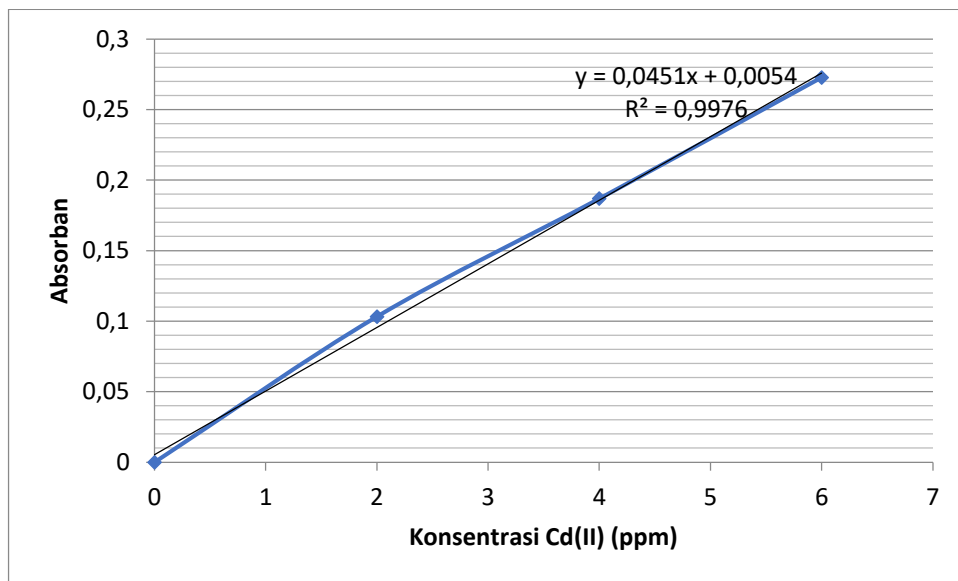
1.4 Pembuatan Larutan Buffer Asetat pH 3, 4, 5, 6, dan 7



2. Proses Transpor

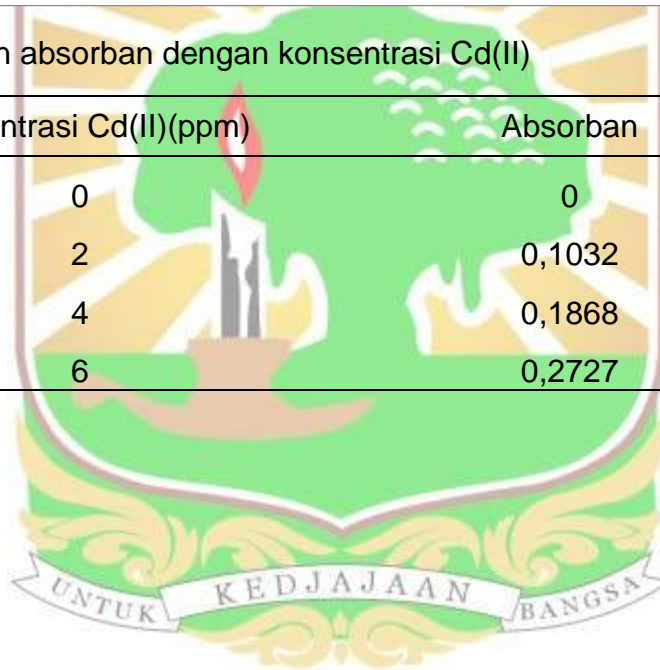


Lampiran 2. Regresi Kurva Standar Cd(II)



Tabel 1. Hubungan absorban dengan konsentrasi Cd(II)

Konsentrasi Cd(II)(ppm)	Absorban
0	0
2	0,1032
4	0,1868
6	0,2727



Lampiran 3. Data Pengaruh Konsentrasi Fasa Sumber

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi fasa sumber terhadap persentase transpor Cd(II)

[Cd (II)] (M)	% Cd(II) FS	% Cd(II) FP
$2,49 \times 10^{-5}$	65	32,29
$4,98 \times 10^{-5}$	37,57	26,86
$7,47 \times 10^{-5}$	59,55	29,26
$9,89 \times 10^{-5}$	83,40	25,52

Keterangan :

%Cd(II) fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II) fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) dengan variasi konsentrasi
2. Fasa Membran : 50 mL minyak zaitun
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 4. Data Pengaruh pH Fasa Sumber

Tabel.3 Pengaruh pH fasa sumber terhadap persentase transpor Cd(II)

pH	% Cd (II) fs	% Cd(II) fp
3	45,95	13,81
4	61,38	22,06
5	37,26	27,48
6	57,65	14,14
7	47,20	15,41

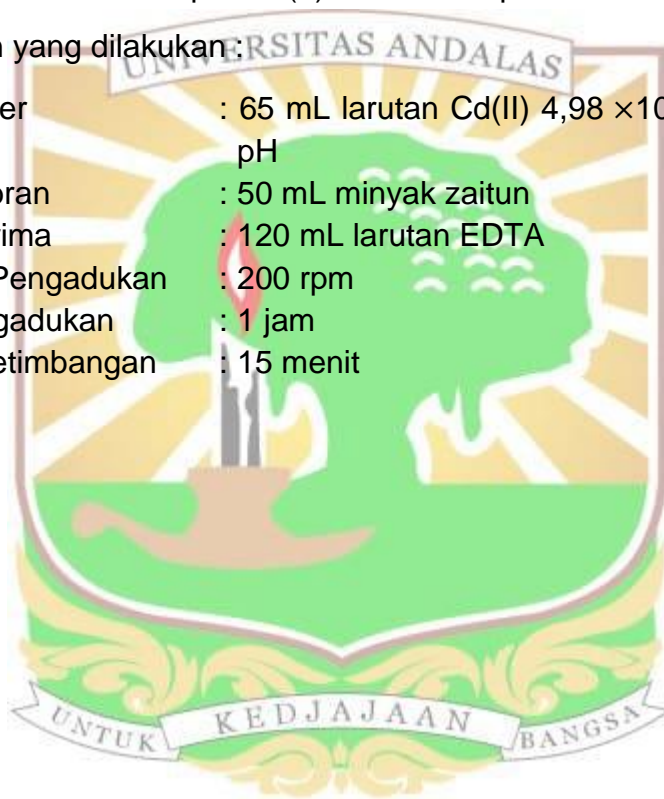
Keterangan :

%Cd(II) fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II) fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) $4,98 \times 10^{-5}$ M dengan variasi pH
2. Fasa Membran : 50 mL minyak zaitun
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 5. Data Pengaruh Konsentrasi EDTA Fasa Penerima

Tabel.4 Pengaruh konsentrasi EDTA dalam fasa penerima terhadap persentase transpor Cd(II)

[EDTA]	% Cd (II) fs	% Cd(II) fp
0,03	60,76	4,49
0,04	55,68	4,76
0,05	37,05	27,62
0,06	45,12	3,78
0,07	50,41	4,57

Keterangan :

%Cd(II)fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II)fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5
2. Fasa Membran : 50 mL minyak zaitun
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA dengan variasi konsentrasi
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 6. Data Pengaruh pH EDTA Fasa Penerima

Tabel. 5 Pengaruh pH EDTA dalam fasa penerima terhadap persentase transpor Cd(II)

pH EDTA	% Cd (II) fs	% Cd(II) fp
3	61,90	10,02
4	36,33	28,54
5	55,48	9,45
6	61,38	9,33
7	64,07	11,51

Keterangan :

%Cd(II)fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II)fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5
2. Fasa Membran : 50 mL minyak zaitun
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA 0,05 M dengan variasi pH
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 7. Data Pengaruh Komposisi Fasa Penerima Dengan Penambahan Kerosin

Tabel.6 Pengaruh komposisi fasa penerima dengan penambahan kerosin

Kerosin (mL) : Minyak Zaitun (mL)	% Cd (II) fs	% Cd(II) fp
12,5 : 37,5	51,65	29,06
25 : 25	49,06	29,71
37,5 : 12,5	45,44	30,72

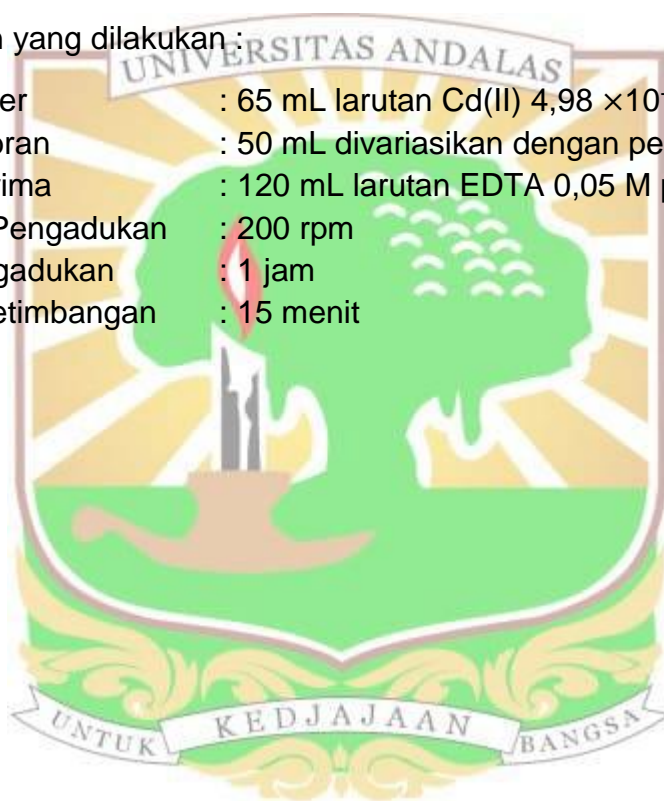
Keterangan :

%Cd(II)fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II)fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5
2. Fasa Membran : 50 mL divariasikan dengan penambahan kerosin
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA 0,05 M pH 4
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 8. Data Pengaruh Komposisi Fasa Penerima Dengan Minyak Yang Dihidrolisis

Tabel.7 Pengaruh komposisi fasa penerima dengan minyak yang dihidrolisis

Fasa Membran	% Cd (II) fs	% Cd(II) fp
Minyak Zaitun	36,33	28,54
Minyak Zaitun Terhidrolisis	28,10	40,99

Keterangan :

%Cd(II)fs : Persentase transpor Cd(II) tersisa dalam fasa sumber

%Cd(II)fp : Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 65 mL larutan Cd(II) $4,98 \times 10^{-5}$ M pada pH 5
2. Fasa Membran : 50 mL minyak terhidrolisis
3. Fasa Penerima : 120 mL larutan EDTA 0,05 M pH 4
4. Kecepatan Pengadukan : 200 rpm
5. Waktu Pengadukan : 1 jam
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit



Lampiran 9. Perhitungan Pembuatan dan Pengenceran Larutan

1. Pembuatan Larutan Induk Cd(II) 100 ppm dalam labu ukur 500 mL

$$\text{massa} = \frac{\text{Mr CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}}{\text{Ar Cd}} \times \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \text{Volume (L)} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}}$$

$$\text{massa} = \frac{201,411 \text{ g/mol}}{112,411 \text{ g/mol}} \times 100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,5 \text{ L} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0,0895 \text{ gram}$$

2. Pengenceran Cd(II) 5,6 ppm dalam labu 100 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \cdot 5,6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 5,6 \text{ mL}$$

3. Konversi dari ppm ke Molaritas (M)

$$M = \frac{5,6 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ mol}}{112,411 \text{ g}}$$

$$M = \frac{5,6 \text{ mol}}{112411 \text{ L}}$$

$$M = 4,98 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

4. Pengenceran Larutan Cd(II)

Tabel.7 Data perhitungan pembuatan larutan Cd(II) dalam berbagai variasi dari larutan induk Cd(II) dalam labu ukur 100 mL

No.	Variasi Konsentrasi Larutan Cd(II) (mg/L)	Volume larutan induk yang akan digunakan (mL)
1	$2,49 \times 10^{-5} \text{ M}$	2,8
2	$4,98 \times 10^{-5} \text{ M}$	5,6
3	$7,47 \times 10^{-5} \text{ M}$	8,4
4	$9,89 \times 10^{-5} \text{ M}$	11,12

5. Pembuatan Larutan Induk Na₂EDTA 0,1 M dalam labu ukur 1000 mL

$$\text{massa} = \frac{0,1 \text{ mol}}{\text{L}} \times \frac{372,4 \text{ gram}}{\text{mol}} \times 1 \text{ L}$$

$$\text{massa} = 37,24 \text{ gram Na}_2\text{EDTA}$$

6. Pengenceran Na₂EDTA 0,05 M dalam labu 250 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 0,1 \text{ M} = 250 \text{ mL} \cdot 0,05 \text{ M}$$

$$V_1 = 125 \text{ mL}$$

7. Pembuatan Larutan Induk HCl 1 M

$$M_{\text{HCl}} = \frac{10 \times \rho \times \%}{M_r}$$

$$M_{\text{HCl}} = \frac{10 \times 1,19 \times 37\%}{36,5}$$

$$M_{\text{HCl}} = 12,06 \text{ M}$$

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 12,06 \text{ M} = 100 \text{ mL} \cdot 1 \text{ M}$$

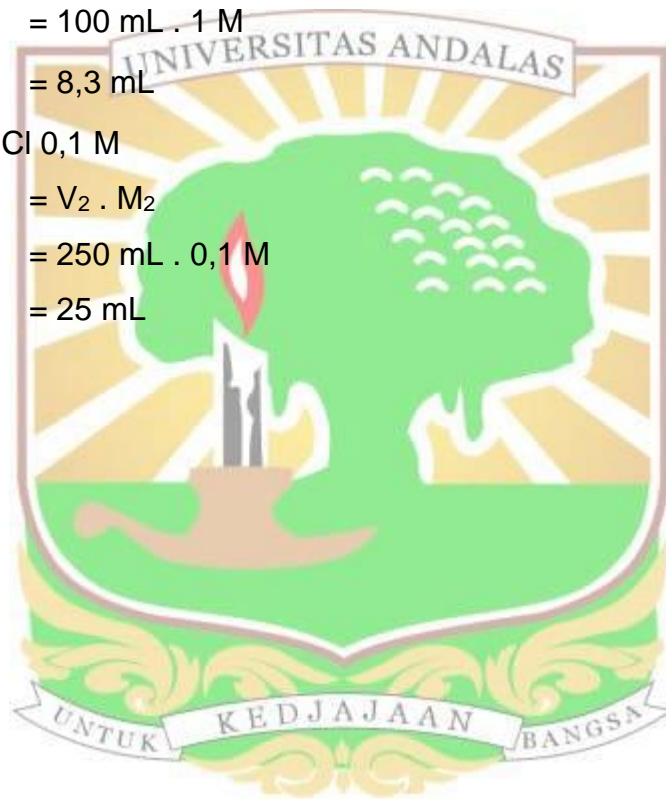
$$V_1 = 8,3 \text{ mL}$$

8. Pengenceran HCl 0,1 M

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1 \text{ M} = 250 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$



Lampiran 10. Contoh Perhitungan % Ion Cd(II) sisa di fasa sumber dan yang tertransport ke fasa penerima

1. % Ion Cd(II) sisa dalam fasa sumber

$$\begin{aligned} \text{\% ion Cd(II)} &= \frac{\text{Berat mol Cd(II) sisa di fasa sumber}}{\text{Berat mol Cd(II) awal di fasa sumber}} \times 100\% \\ \text{Diketahui } [\text{Cd(II)}]_s^0 &= 4,89 \times 10^{-5} \text{ M} = 4,89 \times 10^{-5} \text{ mol} \\ [\text{Cd(II)}]_s^t &= 1,80 \times 10^{-5} \text{ M} = 1,80 \times 10^{-5} \text{ mol} \\ \text{\% ion Cd(II)fs} &= \frac{1,80 \times 10^{-5} \text{ mol}}{4,89 \times 10^{-5} \text{ mol}} \times 100\% \\ &= 36,33\% \end{aligned}$$

2. % Ion Cd(II) sisa dalam fasa penerima

$$\begin{aligned} \text{\% ion Cd(II)} &= \frac{\text{Berat mol Cd(II) sisa di fasa penerima}}{\text{Berat mol Cd(II) awal di fasa sumber}} \times 100\% \\ \text{Diketahui } [\text{Cd(II)}]_s^0 &= 4,98 \times 10^{-5} \text{ M} = 4,98 \times 10^{-5} \text{ mol} \\ [\text{Cd(II)}]_p^t &= 7,66 \times 10^{-6} \text{ M} = 7,66 \times 10^{-6} \text{ mol} \\ \text{\% ion Cd(II)fp} &= \frac{7,66 \times 10^{-6} \text{ mol}}{4,98 \times 10^{-5} \text{ mol}} \times 100\% \\ &= 28,54\% \end{aligned}$$

Keterangan :

fs = fasa sumber

fp = fasa penerima

$[\text{Cd(II)}]_s^0$ = konsentrasi ion Cd(II) awal di fasa sumber

$[\text{Cd(II)}]_s^t$ = konsentrasi ion Cd(II) sisa di fasa sumber

$[\text{Cd(II)}]_p^0$ = konsentrasi ion Cd(II) di fasa penerima



Lampiran 11. Contoh Perhitungan Penentuan Berat Jenis dan Viskositas

Berat piknometer	: 16,2172 gram
Berat piknometer + sampel	: 1. 24,6995 gram 2. 24, 6868 gram 3. 24, 6966 gram
Berat sampel	: 1. 8,4823 gram 2. 8,4696 gram 3. 8,4794 gram
Berat piknometer + aquades	: 25,4744 gram
Berat aquades	: 9,2572 gram
Berat piknometer + sampel (m+k)	: (37,5 mL M + 12,5 mL K) : 24,4257 gram (25 mL M + 25 mL K) : 24,1723 gram (12,5 mL M + 37,5 mL K) : 23,9402 gram
Berat sampel (m+k)	: (37,5 mL M + 12,5 mL K) : 8,2085 gram (25 mL M + 25 mL K) : 7,9551 gram (12,5 mL M + 37,5 mL K) : 7,7230 gram
Waktu alir sampel	: 1. 3,74 s 2. 4,09 s 3. 4,03 s
Waktu alir aquades	: 0,22 s
Waktu alir sampel (m+k)	: (37,5 mL M + 12,5 mL K) : 1,11 s (25 mL M + 25 mL K) : 0,56 s (12,5 mL M + 37,5 mL K) : 0,46 s
ρ Aquades 25 C	: 0,9971 g/mL
η Aquades	: 0,89 poise
1. Volume pikno	$= \frac{m}{\rho}$ $= \frac{9,2572 \text{ g}}{0,9971 \text{ g/mL}} = 9,28 \text{ mL}$
2. Berat jenis sampel (ρ)	$= \text{Sampel 1} = \frac{8,4823 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,9140 \text{ g/mL}$

$$\text{Sampel 2} = \frac{8,4696 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,9094 \text{ g/mL}$$

$$\text{Sampel 3} = \frac{8,4794 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,9216 \text{ g/mL}$$

$$3. \text{ Berat jenis sampel (m+k)} = 3M : 1K = \frac{8,2085 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,8845 \text{ g/mL}$$

$$2M : 2K = \frac{7,9551 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,8572 \text{ g/mL}$$

$$1M : 3K = \frac{7,7230 \text{ g}}{9,28 \text{ mL}} = 0,8322 \text{ g/mL}$$

4. Viskositas sampel

$$= \eta_0 \times \frac{\rho \times t}{\rho_0 \times t_0}$$

a. sampel 1

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,9140 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 3,74 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 13,86 \text{ poise}$$

b. sampel 2

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,9094 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 3,74 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 13,79 \text{ poise}$$

c. sampel 3

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,9216 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 3,74 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 13,98 \text{ poise}$$

5. Viskositas sampel (m+k)

3M : 1K

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,8845 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 1,11 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 3,98 \text{ poise}$$

2M : 2K

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,8572 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,56 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 1,94 \text{ poise}$$

1M : 3K

$$= 0,89 \text{ poise} \times \frac{0,8322 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,46 \text{ s}}{0,9971 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,22 \text{ s}} = 1,55 \text{ poise}$$