

Transpor Cd(II) Menggunakan Membran Cair Minyak Jagung Dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Refinel Refinel^{a*}, Olly Norita Tetra^a, Mega Silvia^a

^aLaboratorium Elektro/Fotokimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang 25156, Indonesia

*Corresponding author: nafirefinel21@gmail.com

Abstract

The transport of Cd(II) has been carried out by means of a bulk phase liquid membrane technique with vegetable oil as an environmentally friendly membrane phase. The transport process consisted of 65 mL of Cd(II) solution as the source phase, 50 mL of corn oil as the membrane phase and 120 mL of EDTA solution as the receiving phase. The experimental technique used a magnetic stirrer at a speed of 200 rpm with an equilibrium time of 15 minutes. The concentration of Cd(II) transported to the source and receiving phase was determined by Atomic Absorption Spectroscopy(AAS) at a wavelength of 228.63 nm. It was found that the optimum conditions for Cd(II) transport were at a concentration of 2.8 ppm with pH 6 as the source phase, EDTA concentration of 0.05 M with pH 4 as the receiving phase, stirring speed of 200 rpm, transport time of 120 minutes and equilibrium time of 15 minutes, the amount of Cd(II) transported to the receiving phase reached 19.37% while the remaining in the source phase was 38.54%.

Keywords

Cd(II)
EDTA
Corn Oil
Bulk Liquid Membrane

Received: XX.YY.ZZ

Revised: XX.YY.ZZ

Accepted: XX.YY.ZZ

Available online: XX.YY.ZZ

1. Pendahuluan

Perkembangan industri yang begitu pesat saat ini, telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Seperti menyebabkan kerusakan ekosistem yang menghasilkan limbah berbahaya¹, salah satunya adalah logam yang berbentuk kompleks dengan biomolekul. Kadmium memiliki efek samping yang tidak baik bagi manusia, di antaranya yaitu menaikkan risiko terjadinya kanker payudara, penyakit kardiovaskular atau paru-paru, penyakit jantung, kegagalan fungsi ginjal, serta kerusakan tulang. Kadmium dapat terakumulasi dalam tubuh manusia serta baru dapat dikeluarkan dengan waktu tunggu berkisar antara 20-30 tahun lamanya². Industri penghasil limbah kadmium terbesar saat ini ialah elektroplating, pupuk, pigmen, plastik, baterai dan pertambangan³. Hal ini menjadi pusat perhatian terutama para ahli untuk melakukan pemisahan kadmium yang terdapat pada lingkungan berair dengan menggunakan berbagai metode baik fisika maupun kimia.

Berbagai macam metode dilakukan untuk melakukan pemisahan diantaranya yaitu presipitasi kimia, adsorpsi,

biosorpsi, ion exchange, flotasi, serta proses elektrokimia, tapi metode tersebut tidak menyebabkan pengurangan limbah yang ada dilingkungan. Sehingga dibuatlah suatu terobosan baru sehingga logam yang dibuang ke lingkungan memenuhi standar bakunya dan tidak merusak ekosistem. Alternatif ini berupa pengolahan limbah dengan menggunakan teknik membran cair⁴. Teknik pengolahan yang berdasarkan membran merupakan salah satu teknik pengolahan limbah yang relatif baru namun aplikasinya telah digunakan ke berbagai industri. Teknologi membran cair yang paling sederhana dan murah adalah teknologi membran cair fasa ruah. Teknologi membran cair fasa ruah digunakan sebagai studi dasar dalam proses transpor membran cair karena menunjukkan stabilitas membran yang baik⁵.

Membran cair fasa ruah merupakan salah satu metoda yang sering digunakan dalam proses pemisahan suatu senyawa⁶. Sejauh ini metode membran cair fasa ruah telah dilakukan untuk mentranspor ion logam Cd(II) dengan berbagai membran cair antara lain kloroform⁷ dan toluene⁸. Pada umumnya pelarut organik ini telah banyak digunakan. Pelarut organik lainnya adalah

heptana, heksana dan minyak tanah. Kekurangan dari pelarut organik jenis ini yaitu mudah menguap, mengakibatkan kontaminasi air, bersifat toksik sehingga mengakibatkan terjadinya masalah lingkungan, dan resiko yang ditimbulkan terkait proses saat digunakan dalam volume tinggi. Penggunaan minyak nabati untuk , mengganti pelarut organik ini lebih banyak diminati karena minyak nabati merupakan senyawa yang tidak beracun, volatilitas rendah dan tidak menimbulkan bahaya bagi lingkungan. Penggunaan minyak nabati sebagai membran cair dalam teknologi membran telah dilaporkan dalam banyak penelitian seperti pemulihan ion logam Cd(II), asam asetat, Cu, fenol, logam dan liganosulfonat.

2. Bahan dan Metoda

2.1. Bahan Kimia

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Minyak Jagung (Mazola) (MOI FOODS MALAYSIA SDN.BHD) , kerosen (PT. Pertamina), kadmium klorida monohidrat ($\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (Loba Chemie PVT.LTD), Dinatrium EDTA (Na_2EDTA) (Titriplex III), larutan buffer asetat, dan akuades.

2.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah, sel membran cair fasa ruah, gelas piala, magnetik stirrer, magnetik bar (ukuran 1,5 cm), neraca analitis (Ainsworth), kertas pH, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) varian Shimadzu AA-6300 dan alat-alat laboratorium lainnya.

2.3. Prosedur Kerja

2.3.1 Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis

Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Ditimbang sejumlah 0,0895 g $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (BM = 201,33 g/mol) dan dilarutkan dalam labu ukur 500 mL dengan akuades sampai volumenya tepat tanda batas. Larutan yang diperoleh adalah larutan yang mengandung Cd(II) dengan konsentrasi 100 ppm. Kemudian larutan Cd(II) 100 ppm dipipet sebanyak 7 mL, kemudian ditambahkan 25 mL larutan buffer asetat pH 6, ditambahkan akuades sampai tanda batas kedalam labu ukur 250 mL dan dilakukan pengecekan pH larutan sehingga diperoleh larutan Cd(II) 2,8 ppm dengan pH larutan 6.

Pembuatan Larutan Fasa Membran

Larutan yang digunakan sebagai fasa membran adalah 50 mL minyak jagung.

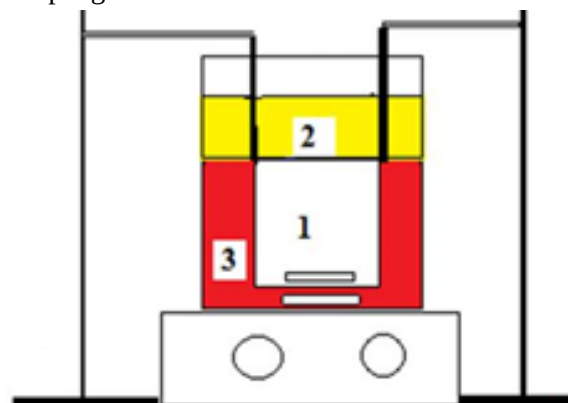
Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Ditimbang sejumlah 3,7224 g Na_2EDTA (BM = 372,24 g/mol) dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai volumenya tepat tanda batas. Larutan fasa penerima diperoleh dengan konsentrasi 0,1 M.

2.3.2 Prosedur penelitian

Transpor Cd(II) dengan Teknik BLM

Percobaan dilakukan seperti Murat dkk⁹ dapat dilihat pada Gambar 1 Na_2EDTA 120 mL sebagai fasa penerima ditempatkan pada dasar gelas 1 ($V = 250$ mL) dan Cd(II) 65 mL sebagai fasa sumber ditempatkan pada gelas piala 2 ($V = 50$ mL). Minyak jagung 50 mL sebagai fasa membran dituangkan di atas kedua fasa tersebut. Pengerjaan dilakukan melalui pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 200 rpm selama 1 jam. Kemudian setelah pendiaman selama 15 menit, mol Cd(II) sisa di fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima diukur menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS), percobaan yang sama dilakukan untuk mendapatkan kondisi yang optimal pada parameter yang diuji antara lain; pengaruh konsentrasi dan pH di fasa sumber, pengaruh konsentrasi dan pH di fasa penerima serta pengaruh waktu pengadukan.



Gambar 1. Percobaan transpor ion logam melalui teknik Membran Cair Fasa Ruah

Keterangan :

1. Fasa sumber terdiri dari 65 mL Cd(II)
2. Fasa membran terdiri dari 50 mL minyak jagung
3. Fasa penerima terdiri dari 120 mL larutan EDTA

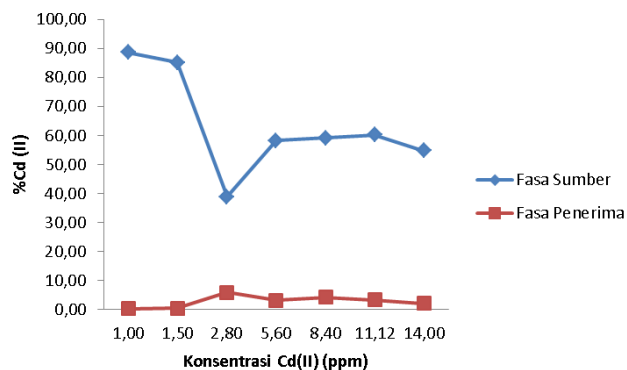
Transpor Cd(II) dengan Campuran Minyak Jagung dan Kerosen

Penggunaan membran cair dari campuran minyak nabati dan kerosen telah dilakukan oleh Norimie dkk¹⁰ dan membuktikan bahwa penambahan kerosen dapat meningkatkan hasil transpor. Pada penelitian ini dibuat campuran minyak jagung dengan kerosen dengan perbandingan volume 3:1 sebanyak 100 mL.

Selanjutnya proses transpor dilakukan seperti prosedur 2.3.4 dengan menggunakan membran campuran minyak jagung dan kerosen.

3. Hasil dan Diskusi

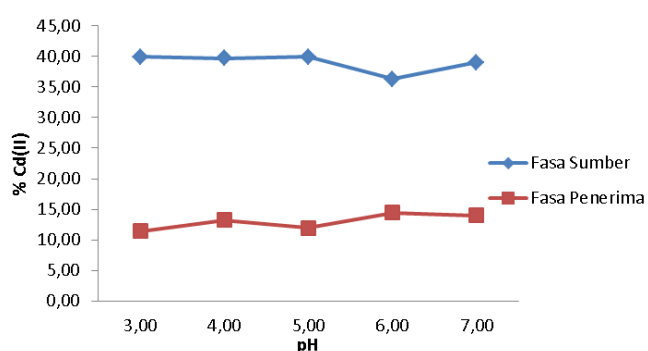
3.1 Pengaruh Konsentrasi Fasa Sumber



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi fasa sumber terhadap %Cd(II)

Gambar 2 memperlihatkan kondisi optimum bahwa semakin tinggi konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber dari konsentrasi 1 – 2,8 ppm persentase Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima semakin besar. Namun pada konsentrasi 5,6 sampai 14 ppm mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak yang tinggi pada minyak jagung sehingga menyebabkan viskositas membrannya menjadi besar¹¹. Asam oleat yang terdapat dalam minyak jagung berperan sebagai zat pembawa dimana dapat membantu dalam proses transpor¹². Kondisi optimum dari konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber didapatkan pada konsentrasi 2,8 ppm dimana Cd(II) yang tersisa dalam fasa sumber sebanyak 38,86%, persentase Cd(II) yang tertranspor menuju fasa penerima sebanyak 5,93% dan sisanya Cd(II) masih terperangkap dalam fasa membran.

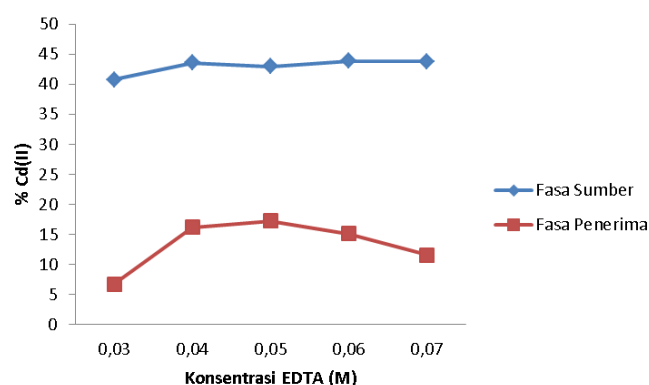
3.2 Pengaruh pH Fasa Sumber



Gambar 3. Pengaruh pH fasa sumber terhadap % Cd(II)

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kondisi pH optimum pada fasa sumber adalah pada pH 6. Hal ini ditandai dengan persentase transpor Cd(II) yang tertranspor sebesar 14,42% dan yang tertinggal di fasa sumber sebesar 36,33% sementara sisanya masih terperangkap di fasa membran. Pada pH fasa sumber yang lebih rendah menyebabkan Cd(II) tertahan di fasa sumber, dan akan membentuk kompleksasi pada antarmuka fasa organik dengan asam oleat. Nilai pKa dari asam oleat yaitu 9,85, yang mana dapat mempengaruhi pH suatu sistem transpor dimana apabila suatu senyawa memiliki pH diatas nilai pKa maka senyawa tersebut akan berbentuk ion yang tidak dapat menembus membran cair. Namun pada pH yang lebih rendah dari nilai pKa, senyawa akan berbentuk molekul yang tidak terionisasi dan bukan dalam bentuk ioniknya sehingga senyawa tersebut lebih mudah menembus membran cair¹².

3.3 Pengaruh Konsentrasi EDTA dalam Fasa Penerima

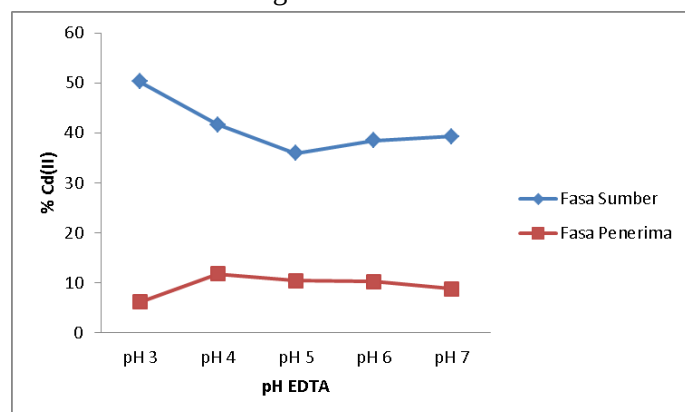


Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi EDTA dalam fasa penerima terhadap %Cd(II)

Gambar 4 memperlihatkan bahwa konsentrasi fasa penerima optimum yaitu pada konsentrasi 0,05 M. Persentase Cd(II) yang tersisa pada fasa sumber adalah sebesar 42,91% dan persentase Cd(II) yang tertranspor ke fasa penerima sebesar 17,20%. Jika konsentrasi Na₂EDTA lebih besar dari pada 0,05 M akan menyebabkan Cd(II) akan sulit terikat dan membentuk dengan kompleks Cd-EDTA. Hal lainnya juga disebabkan kelarutan EDTA yang susah larut pada konsentrasi yang lebih besar, sehingga kekuatan Na₂EDTA untuk membentuk kompleks dan menarik logam ke fasa penerima akan semakin berkurang ($\log K_{Cd-EDTA} = 16,6$)¹³.

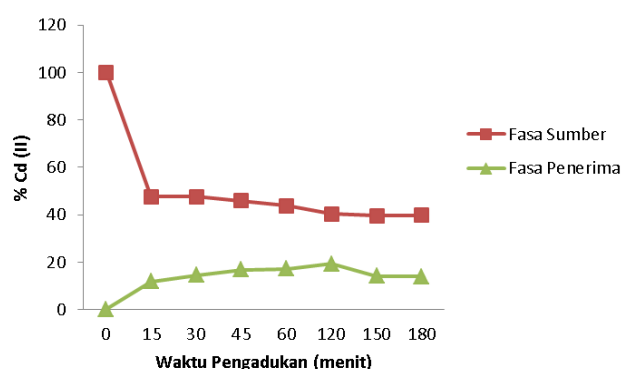
3.4 Pengaruh pH pada Fasa Penerima

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan kondisi optimum transpor Cd(II) terhadap pH EDTA. Didapatkan jumlah Cd(II) dalam fasa penerima sebesar 17,24% dan Cd(II) yang tersisa dalam fasa sumber sebesar 38,44%, kondisi ini dicapai pada pH 4. Hal ini membuktikan bahwa pada umumnya ion logam yang bereaksi dengan EDTA dengan perbandingan 1:1 memiliki nilai pH tertentu untuk membentuk kompleks. Kompleks CdEDTA lebih stabil dalam keadaan asam pada fasa penerima. 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 penerima. Apabila kondisi pH di fasa penerima lebih besar dari 4 maka jumlah ion H^+ yang bertindak sebagai dekompleksasi semakin berkurang.



Gambar 5. Pengaruh pH EDTA dalam Fasa Penerima

3.5 Pengaruh Waktu terhadap Transpor Cd(II)



Gambar 6. Pengaruh variasi waktu terhadap %Cd(II)

Dari hasil percobaan, dapat dilihat persentase Cd(II) yang tertanspor ke fasa penerima paling optimum adalah 19,37% dengan waktu transpor selama 120 menit. Pada fasa sumber, dari waktu transpor 30 menit sampai 120 menit persentase Cd(II) mengalami

pengurangan dan konstan dengan bertambahnya waktu. Proses transpor ion logam Cd(II) ke fasa penerima dipengaruhi oleh waktu transpor. Interaksi tumbukan antar molekul oleh faktor pengadukan dapat mempermudah terjadinya proses difusi. Waktu transpor yang lebih lama menghasilkan persentase Cd(II) yang tersisa di fasa sumber semakin kecil sedangkan persentase Cd(II) yang tertanspor ke fasa penerima meningkat. Waktu pengadukan yang lebih lama mendorong interaksi antarmuka fasa sumber ke fasa membran dan antarmuka fasa membran ke fasa penerima sehingga ion Cd(II) mampu berdifusi ke fasa penerima dengan meningkatkan laju transpor¹⁴.

3.6 Pengaruh Viskositas Membran Terhadap Persentase Transpor Cd(II)

Tabel 1. Pengaruh Massa Jenis dan Viskositas minyak terhadap persentase Transpor Cd(II)

Jenis Membran Cair	Berat Jenis (g/mL)	Viskositas (Poise)	% Transpor ke fp
Minyak jagung	0,9118	27,94	19,37
Minyak jagung + kerosen	0,8967	10,93	59,68

Dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa minyak jagung yang dicampur dengan kerosen mendapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan percobaan menggunakan minyak jagung saja. Hal ini dikarenakan penurunan viskositas sebesar 17,01% dalam fasa membran membuat kemampuan cairan untuk mengalir menjadi meningkat sebesar 40,31% ke fasa penerima. Jadi viskositas merupakan faktor yang berpengaruh dalam transpor suatu senyawa. Menurut Mei et.al viskositas tinggi tidak mampu mentranspor senyawa secara maksimal^{13,15} dikarenakan viskositas yang tinggi pada membran cair menyebabkan Cd(II) sulit untuk masuk dan berdifusi ke fasa membran.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan minyak jagung sebagai membran cair dalam transpor Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah kurang efektif dan efisien. Persentase transpor yang terdapat pada fasa penerima adalah 19,37% dan yang tersisa pada fasa sumber adalah 38,54%. Adapun kondisi optimum yang

didapatkan pada penelitian ini adalah konsentrasi larutan pada fasa sumber 2,8 ppm dengan pH 6, konsentrasi larutan EDTA pada fasa penerima sebesar 0,05 M dengan pH 4 serta waktu pengadukan selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Transpor dengan menggunakan membran cair dari campuran minyak jagung dan kerosen dengan perbandingan volume 3:1 mendapatkan persen transpor menjadi 59,68% pada fasa penerima.

Ucapan Terima Kasih

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti ingin berterimakasih kepada Laboratorium Fotoelektrokimia, Departemen Kimia, Fakultas MIPA Universitas Andalas.

Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: R.R.

Kurasi data: O.N.T.

Analisis Formal: R.R, M.S

Investigasi: M.S.

Metodologi: R.R., O.N.T.

Visualisasi: M.S.

Penulisan – draf asli: R.R.

Menulis – mengulas & menyunting: O.N.T.,M.S.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam pengerjaan dan penulisan manuskrip ini.

Daftar Pustaka

1. Kaur, A.; Vohra, D.K.: Study of bulk liquid membrane as a separation technique to recover acetic and propionic acids from dilute solutions. *Indian Journal Chemical Technology*.. 2010,17, 133-138.
2. Bolton, K.A.; Evans, L.J.: Cadmium adsorption capacity of selected Ontario soils. *Canadian Journal Soil Science*, 1996, 76(2), 183-189.
3. Mohammed, Ahmed A.; Maad A. Hussein; Amer D.Z. Albdiri.. Aqueous Bulk Liquid Membrane Technique for Cadmium Extraction from Aqueous Solution. *Arabian Journal for Science Engineering*.. 2018.
4. Kislik, V.S: *Liquid Membranes : Principles and Applications in Chemical Separations and Wastewater Treatment*; Elsevier, 2010.
5. Wenten, Khoiruddin.: Pengantar teknologi membran. 2010..
6. Refinel, Djufri Mustafa RF. Transpor Iodin melalui Membran Kloroform dengan Natrium Tiosulfat sebagai Fasa Penerima dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah. *Jurnal Kimia Unand*. 2015;8(2):149-153.
7. Refinel; Admin Alif. Optimasi Transpor ion Cd(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah secara Simultan dengan Oksin sebagai Pembawa. *Jurnal Kimia Unand*.. 2010.
8. Rathore, N.S.; Leopold, A.; Pabby, A.K.; Fortuny, A; Coll, M.T; Sastre, A.M.: Hydrometallurgy Extraction and permeation studies of Cd (II) in acidic and neutral chloride media using Cyanex 923 on supported liquid membrane. *Hydrometallurgy*. 2009;96(1-2):81-87.
9. Yazar M, Bahadır Z, Duran C. Salt-Assisted Bulk Liquid Membrane and Flame Atomic Absorption Spectrometry for the Separation and Determination of Chromium (VI) Salt-Assisted Bulk Liquid Membrane and Flame Atomic. *Analytical Letter*. 2020;1-17..2020.
10. Norimie Raja Sulaiman,R; Othman N. Chemical Engineering & Processing: Process Intensification. *Chemical Engineering and Process Intensification*. 2018;134:9-19.
11. Dwiputra D. Minyak Jagung Alternatif Pengganti Minyak yang Sehat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2015;04(02).
12. Khalil, F.; Hamsipur: Separation Study of Cadmium as CdI_4^{2-} Through a Bulk Liquid Membrane Containing Ketoconazole and Oleic Acid. *Analytical Science Journal*, 2005;21(5):501-505.
13. Kumar, Bhatluri.: Separation of toxic heavy metals from its aqueous solution using environmentally benign vegetable oil as liquid membrane. *Chemical Engineering*, 2012.
14. Yulistia, Velly.; Mustafa DR.: Optimasi transpor asam salisilat melalui teknik membran cair fasa ruah. *Jurnal Kimia Unand*. 2013;2(2303-3401):68.
15. Mei, X. et Al.: Separation and recovery of phenols from an aqueous solution by a green membrane system. *Journal of Cleaner Production*. 2018.251

