

Optimalisasi Proses Transportasi Anilin Menggunakan Membran Minyak Nabati dalam Teknik Membran Cair

Refinel^{a*}, Emil Salim^a, Ikhsan Gusti Rilma^a

^aDepartemen Kimia, Universitas Andalas, Padang 25156, Indonesia

*Corresponding author: refinel@sci.unand.ac.id

Abstract

Aniline transport using a supported liquid membrane technique has been carried out in the separation of aniline from aqueous solutions. The aniline transport process used vegetable oil as a liquid membrane and ceramics as a support material. The concentration aniline was determined using an UltraViolet-Visible (UV-Vis) Spectrophotometer at a wavelength of 230 nm. Optimal conditions found that a good type of liquid membrane was olive oil, a pH value of 3 in the source phase, the concentration of aniline 12×10^{-5} M, the concentration of HCl 1.0 M, and a stirring time of 90 minutes. Under optimum conditions, the percentage of aniline in the receiving phase was 36.19% and source phase was 1.48%. HCl is not able to attract all the molecules that are in the membrane phase. The receiving compound which has a strong affinity will provide a large amount of transport for the aniline transport process.

Keywords

aniline
vegetable oil
supported liquid membrane
spectrophotometry UV-Vis

Received: September 2023

Revised: November 2023

Accepted: November 2023

Available online: November 2023

1. Pendahuluan

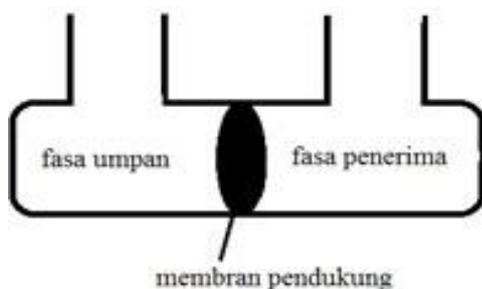
Kebutuhan manusia akan barang hasil industri dari hari ke hari semakin meningkat, oleh karena itu perkembangan dunia industri juga semakin pesat dari waktu ke waktu. Pada sisi lain perkembangan dunia industri juga menimbulkan masalah yaitu masalah lingkungan. Salah satu efek yang ditimbulkan terhadap lingkungan adalah permasalahan limbah yang berbahaya bagi manusia maupun organisme pada perairan salah satu senyawa berbahaya yang ditemukan pada lingkungan perairan ataupun lingkungan industri adalah anilin[1].

Anilin adalah senyawa aromatis yang mana berbahaya. Anilin jika terpapar atau terhirup akan menyebabkan orang yang mengalami kontak dengan anilin akan berakibat buruk terhadap kesehatannya. Apabila anilin terhirup, mengalami kontak dengan kulit, dan tertelan oleh manusia akan berakibat kerusakan pada indra penciuman, alergi pada kulit dan pada tingkat yang berbahaya akan menyebabkan kanker[2]. Bahaya tersebut harus segera diatasi agar tidak menimbulkan efek yang berlarut-larut. Berbagai macam perlakuan telah diteliti untuk mengatasi masalah tersebut. Penanganan limbah tersebut dilakukan secara kimia, biologi, maupun fisika.

Perlakuan secara kimia yaitu presipitasi kimia, koagulasi koloid dan lainnya. Sedangkan secara biologi adalah dengan cara biofilter, sistem lumpu aktif dan lainnya. Sedangkan penanganan secara fisika adalah sedimentasi, filterisasi, dan cara lainnya[3]. Namun, dari berbagai metoda tersebut memiliki kekurangannya yaitu membutuhkan biaya yang mahal dan alat yang canggih. Namun metoda lain yang tidak membutuhkan biaya yang mahal dan peralatan yang cukup sederhana adalah pemisahan senyawa dengan menggunakan membran cair.

Teknik membran cair merupakan salah satu metoda yang sering digunakan dalam pemisahan dua atau lebih zat atau fasa. Teknologi membran cair memiliki potensi yang besar dalam penanganan limbah yang dihasilkan industry[4]. Metoda membran cair terbagi atas tiga yaitu metoda membran cair fasa ruah (BLM). Membran cair berpendukung (SLM), dan membran cair emulsi (ELM)[5]. Dari ketiga metoda tersebut dipilih metoda membran cair berpendukung dimana hanya membutuhkan larutan yang sedikit, material pendukung yang mudah ditemukan dan peralatannya yang sederhana. Adapun rangkaian alat SLM adalah sebagai berikut[6]. Pemakaian alat dalam transpor anilin ini sangat sederhana dimana terdiri dari dua buah kompartemen, membran pen-

dukung yang terletak diantara kedua kompartemen, dan pengaduk elektrik.



Gambar 1. Rangkaian Alat SLM

Pada penelitian sebelumnya banyak menggunakan membran cair organik seperti kloroform dan bahan lainnya[7]. Dalam lain hal penggunaan senyawa tersebut juga menimbulkan bahaya apabila terhirup. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan membran minyak nabati dikarenakan ramah lingkungan dan tidak berbahaya[8]. Penelitian transpor anilin dengan metoda membran cair fasa ruah dengan membrane minyak nabati juga menunjukkan persentase transpor sebesar 23,41%[9]. Pada penelitian ini dilakukan proses transpor anilin dengan menggunakan membran minyak nabati.

2. Bahan dan Metoda

2.1. Bahan Kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu anilin p.a ($C_6H_5NH_2$) (merck), HCl p.a (merck), minyak kelapa (PT. Lembah Karya, Padang), minyak sawit (PT. Incasi Raya, Padang), minyak zaitun (filippo berio), dan akuades

2.2. Peralatan

Alat yang digunakan adalah membran keramik yang sudah dihaluskan dengan diameter 5 cm dan ketebalan 2 mm, dua buah alat kompartemen yang dibuat dari kaca dengan luas permukaan alat $15 \times 15 \text{ cm}^2$, Spektrofotometer UV-Vis Genesys 10S, pengaduk elektrik, kertas pH (merck), viskometer ostwald, piknometer, dan alat-alat laboratorium kimia lainnya.

2.3. Prosedur Percobaan

2.3.1 Pembuatan Larutan

a. Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Sebanyak 0,91 anilin dipipet dan dilarutkan dalam aquades dalam labu ukur 100 mL. diperoleh konsentrasi anilin 0,1 M, kemudian diencerkan kembali untuk mendapatkan konsentasi 0,001 M dalam labu ukur 100 mL. lalu konsentrasi tersebut diencerkan

untuk mendapatkan anilin berbagai konsentrasi dari $6 \times 10^{-5} \text{ M}$ sampai $18 \times 10^{-5} \text{ M}$.

b. Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Larutan HCl induk dibuat dengan mengencerkan 8,3 mL HCl dalam labu ukur 100 mL, didapatkan konsentrasi HCl 0,1 M dilarutkan dalam labu ukur 100 mL untuk mendapatkan variasi konsentrasi HCl 0,5 M sampai 1,2 M.

c. Pembuatan Membran Pendukung

Membran pendukung dibuat dari keramik yang digerinda pada bagian atas dan bawah keramik kemudian dihaluskan dengan amplas dengan diameter 5 cm dan ketebalan 2 mm, kemudian direndam di dalam membran cair selama 24 jam

2.3.2 Prosedur Kerja

Penentuan panjang gelombang maksimum Panjang gelombang maksimum anilin ditentukan dengan menggunakan larutan anilin $5 \times 10^{-5} \text{ M}$ diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang tersebut digunakan untuk mengukur konsentrasi anilin pada fasa penerimadan fasa sumber setelah transpor

a. Penentuan Transpor Anilin dengan Metoda SLM

Proses transpor dilakukan dengan menggunakan dua buah kompartemen yang telah dirangkai. Masing-masing 200 mL larutan fasa sumber dan fasa penerima dimasukkan kedalam dua kompartemen. Lalu dilakukan proses pengadukan selama waktu tertentu dengan kecepatan 800 rpm. Setelah selesai didiamkan larutan selama lima menit dan diukur larutan tersebut dengan alat Spektrofotometer UV-Vis

2.3.2 Penentuan Kondisi Optimum

a. Variasi Jenis Membran Cair

Proses transpor dilakukan sama dengan percobaan 2.3.2.a dengan variasi membran cair yaitu minyak sawit, minyak kelapa, dan minyak zaitun

b. Variasi pH Fasa Sumber

Proses transpor sama dengan percobaan 2.3.2.1 dengan kondisi optimum parameter sebelumnya. Kondisi pH divariasikan pH 2, 3, 4, dan 5

c. Variasi Konsentrasi Fasa Sumber

Percobaan dilakukan dengan menggunakan kondisi optimum pada percobaan sebelumnya dimana konsentrasi anilin divariasikan dari konsentrasi $6 \times 10^{-5} \text{ M}$ sampai konsentrasi $18 \times 10^{-5} \text{ M}$

d. Variasi Konsentrasi Fasa Penerima

Percobaan dilakukan dengan menggunakan kondisi optimum pada percobaan sebelumnya dimana konsentrasi fasa penerima HCl dilakukan pada konsentrasi 0,5 M sampai konsentrasi 1,2 M

e. Variasi Waktu Pengadukan

Proses transpor dilakukan sama dengan percobaan 2.3.2.a pada kondisi optimum percobaan sebelumnya dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit

f. Penentuan Berat Jenis dan Viskositas

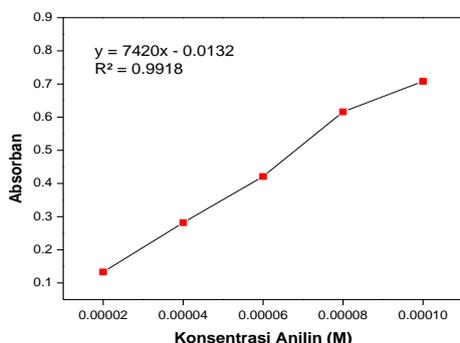
Berat jenis dan viskositas ditentukan dengan menggunakan alat piknometer dan viskometer ostwald. Viskositas ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\frac{n}{no} : \frac{\rho \times t}{\rho o \times to} \quad (1)$$

3. Hasil dan Diskusi

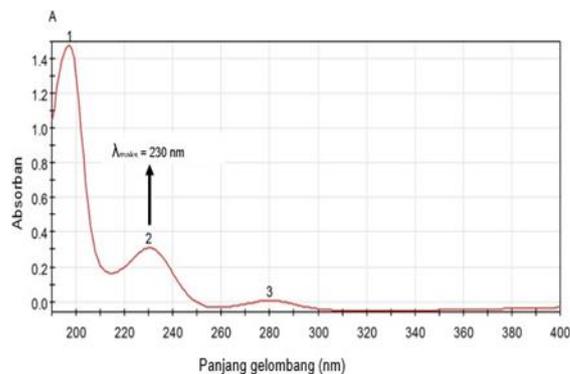
3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum senyawa Anilin

Penentuan konsentrasi anilin dilakukan dengan persamaan regresi. Dari penentuan tersebut didapat sebagai berikut.



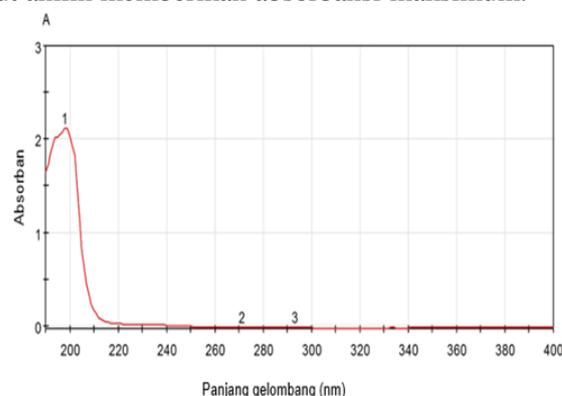
Gambar 2. Kurva Regresi Standar Anilin

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa diperoleh hasil persamaan regresi yang digunakan yaitu $Y = 7420x - 0.0132$. Oleh karena itu penentuan panjang gelombang anilin perlu dilakukan. Panjang gelombang maksimum dilakukan pada fasa penerima dan fasa sumber.



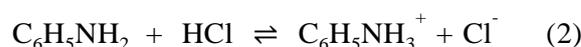
Gambar 3. Spektrum serapan panjang gelombang maksimum anilin dalam pelarut akuades

Spektrum serapan maksimum dapat dilihat bahwa panjang gelombang maksimum anilin pada fasa sumber didapatkan pada panjang gelombang 230 nm ditunjukkan pada gambar 3 dimana pada panjang gelombang tersebut anilin memberikan absorbansi maksimum. Dari spektrum dapat dilihat panjang gelombang maksimum anilin pada fasa sumber didapatkan pada panjang gelombang 230 nm dimana pada panjang gelombang tersebut anilin memberikan absorbansi maksimum.



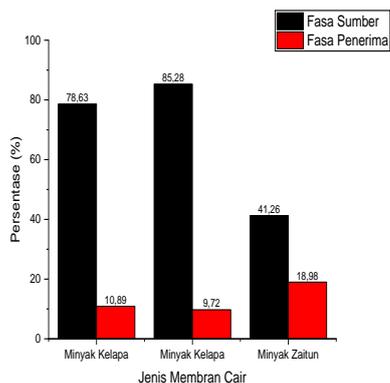
Gambar 4. Spektrum serapan panjang gelombang maksimum anilin dalam pelarut HCl

Panjang gelombang maksimum anilin pada fasa penerima HCl dalam larutan aquades ditentukan, dimana didapatkan pada panjang gelombang 197 nm. Panjang gelombang tersebut menunjukkan perubahan dari fasa sumber. Hal ini disebabkan anilin mengalami protonasi diakibatkan terbentuknya garam anilium anatar HCl dan anilin. Reaksi anilin dalam pelarut HCl dapat digambarkan sebagai berikut:



3.2 Kondisi Optimum Membran Cair

Membran cair merupakan faktor penting agar anilin dapat ditranspor ke fasa membran.



Gambar 5. Persentase anilin dengan pengaruh jenis membran cair.

Grafik gambar 5 menunjukkan bahwa persentase transpor anilin kurang optimum dikarenakan masih banyak anilin yang terdapat pada fasa sumber setelah transpor. Namun dari ketiga jenis membran cair tersebut minyak zaitun mempunyai persentase yang besar dibanding minyak sawit maupun minyak kelapa. Hal tersebut diakibatkan minyak zaitun memiliki viskositas yang kecil dibandingkan dengan kedua jenis membran cair lainnya.

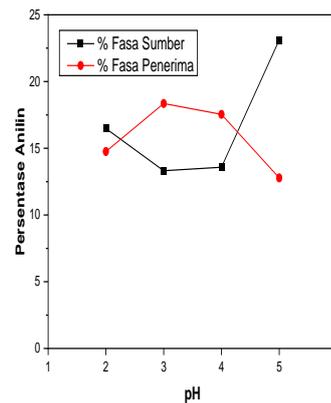
Tabel 1. Berat jenis dan Viskositas minyak nabati.

Jenis Membran Cair	Berat Jenis (gr/mL)	Viskositas (poise)
Minyak Kelapa	0,903	11,95
Minyak Sawit	0,896	12,30
Minyak Zaitun	0,889	11,54

Viskositas adalah hal yang berpengaruh dalam transpor anilin. Hal ini dibuktikan pada penelitian Mei, X (2018)¹⁰, dimana viskositas tinggi tidak mampu mentranspor anilin secara baik¹⁷. Viskositas yang tinggi pada suatu membran cair menyebabkan anilin sulit menembus fasa membran yang akan mempengaruhi persentase transpor anilin menuju fasa membran.

3.3 Kondisi Optimum Anilin pH Fasa Sumber

Kondisi pH suatu larutan pada transpor senyawa mempunyai peranan penting terhadap persentase transpor suatu senyawa. Oleh karena penting untuk menjaga kondisi pH. pH pada penelitian ini divariasikan untuk mendapatkan transpor anilin yang maksimum. pH yang divariasikan adalah pH 2, 3, 4, dan 5.

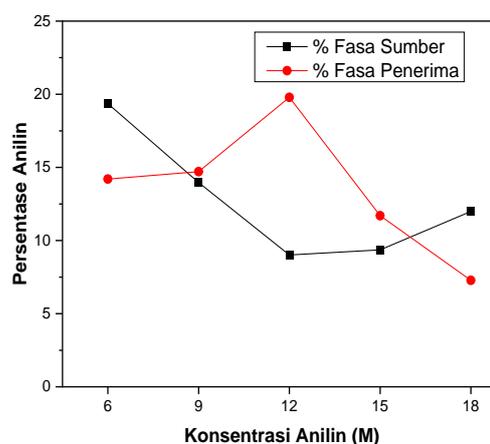


Gambar 6. Persentase transpor anilin dengan pengaruh pH fasa sumber.

Gambar 6 menunjukkan bahwa anilin pada pH 3 memberikan nilai transpor yang besar dibandingkan dengan kondisi pH lainnya. Secara teori anilin dengan pH 3 mempunyai nilai pKa yang dekat. Suatu senyawa yang mempunyai nilai pH berada diatas nilai pKa maka senyawa tersebut memiliki molekul yang lebih banyak, sedangkan jika nilai pH dibawah nilai pKa maka akan sedikit berada dalam bentuk molekulnya. Hal tersebut mengakibatkan anilin pada fasa sumber dengan kondisi nilai pH 3 merupakan kondisi optimal pada penelitian ini.

3.4 Kondisi Optimum Konsentrasi Anilin Fasa Sumber

Konsentrasi suatu senyawa sangat berperan penting pada banyaknya anilin yang akan tertranspor.



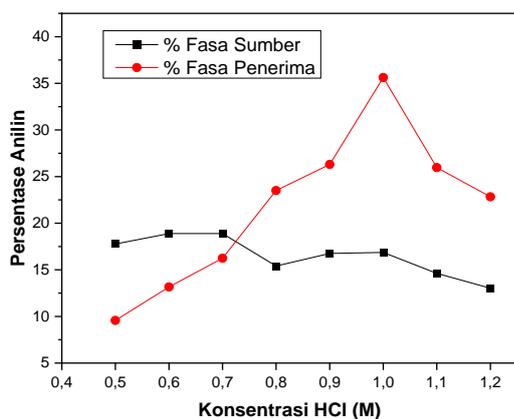
Gambar 7. Persentase transpor anilin dengan pengaruh Konsentrasi Anilin Fasa Sumber

Konsentrasi anilin pada penelitian ini dipelajari dari variasi 6×10^{-5} M sampai konsentrasi 18×10^{-5} M seperti

yang ditunjukkan pada gambar 7. Dari hasil penelitian dengan pengaruh konsentrasi anilin pada fasa sumber didapatkan bahwa anilin dengan konsentrasi tinggi sulit untuk tertranspor pada konsentrasi 15×10^{-5} M dan 18×10^{-5} M. hal tersebut dikarenakan banyaknya anilin yang berkompetisi menuju fasa membran mengakibatkan anilin sulit untuk menembus pori membran pendukung. Sedangkan pada konsentrasi rendah anilin memiliki persentase transpor yang banyak yang diakibatkan anilin banyak yang menembus membran sehingga persentase transpor anilin besar.

3.5 Kondisi Optimum Konsentrasi HCl Fasa Penerima

Kekuatan senyawa pada fasa penerima merupakan salah satu penyebab anilin dapat tertranspor menuju fasa penerima. pada penelitian ini konsentrasi senyawa pada fasa penerima dipelajari untuk mengetahui konsentrasi optimum fasa penerima HCl yang dapat menarik anilin secara maksimal.



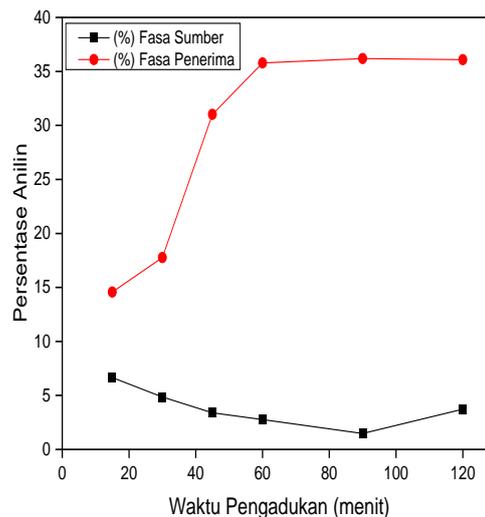
Gambar 8. Persentase transpor anilin dengan pengaruh Konsentrasi HCl fasa penerima

Konsentrasi HCl 1,0 M merupakan kondisi yang optimal yang dapat menarik anilin secara maksimal menuju fasa penerima. dari pengaruh konsentrasi HCl pada fasa penerima dapat diketahui semakin besar konsentrasi HCl maka akan meningkatkan persentase anilin yang menuju fasa penerima. semakin tinggi konsentrasi maka makin banyak senyawa penerima yang akan menarik dengan banya anilin menuju fasa penerima. sedangkan pada konsentrasi yang rendah hanya sedikit senyawa penerima yang dapat menarik anilin menuju fasa penerima dari fasa membran. Konsentrasi HCl 1,0 M pada fasa penerima

merupakan kondisi optimum yang digunakan pada percobaan transpor anilin berikutnya.

3.6 Kondisi Optimum Waktu Pengadukan

Waktu pengadukan dalam transpor anilin mempengaruhi jumlah anilin yang dapat tertanspor dari fasa sumber ke fasa membran dan menuju fasa penerima. waktu yang divariasikan pada penelitian ini diketahui dari mempelajari dengan lama waktu 15 menit sampai 120 menit.



Gambar 9. Persentase transpor anilin dengan pengaruh lamanya waktu pengadukan

Waktu pengadukan optimum didapatkan pada waktu 90 menit dimana menunjukkan persentase anilin yang besar dibandingkan dengan waktu lainnya pada transpor anilin. Proses transpor suatu senyawa berlangsung secara difusi, semakin lama waktu transpor maka anilin akan banyak mengalami difusi sehingga banyak anilin yang dapat tertranspor. Oleh karena itu waktu pengadukan pada transpor suatu senyawa memiliki pengaruh penting. Pada waktu transpor 120 menit menunjukkan anilin sudah stabil untuk tertranspor, sehingga proses transpor anilin dinilai sudah mencapai keadaan setimbang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diperoleh kesimpulan bahwasanya proses transpor anilin menggunakan HCl sebagai fasa penerima dan minyak nabati sebagai membran cair kurang efektif dilakukan dikarenakan HCl tidak dapat menarik semua molekul anilin. Hal tersebut dapat dilihat dari persentase anilin pada fasa penerima adalah 36,19 %, fasa membran 62,33% dan fasa sumber 1,48%. Kondisi

optimum yang didapatkan adalah jenis membran cair minyak zaitun, konsentrasi anilin dalam fasa sumber 12×10^{-5} M, pH anilin fasa sumber adalah pH 3, konsentrasi HCl dalam fasa penerima 1,0 M, dan waktu pengadukan transpor anilin selama 90 menit.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik materil maupun materil dari awal penelitian hingga artikel ini ditulis.

Kontribusi Penulis

Conceptualization: R. E.S, I.G.R

Data curation: IGR

Formal Analysis: R. E.S, I.G.R

Funding acquisition: R. E.S, I.G.R

Investigation: R. E.S, I.G.R

Methodology: R. E.S, I.G.R

Project administration: I.G.R

Resources: R. E.S, I.G.R

Software: I.G.R

Supervision: R. R.S

Validation: R. E.S

Visualization: I.G.R

Writing – original draft: I.G.R

Writing – review & editing: I.G.R

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan pada penerbitan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] M. Nasir, E.P. Saputro, Manajemen pengolahan limbah industri, AMIK Cipta Darma, Surakarta, 2015.
- [2] E. Suhendra, Purwanto., E. Kardena, Keberadaan anilin di sungai citarum hulu akibat penggunaan azo dyes pada industri tekstil, *Metana*. 9 (2013).
- [3] M. Henze, P. Harremoes, E. Arvin, Wastewater Treatment Biological and Chemical Processes Springer, (1997) 113.
- [4] T. Sadyrbaeva, Liquid Membrane System for Extraction and Electrodeposition of Copper(II), *Key Eng. Mater.* (2020) 850.
- [5] A. Kusumastuti, N. Qudus, A. Anis, A.L.

Ahmad, Emulsion Liquid Membrane for Cadmium Removal: Determination of Liquid Membrane Components, *J. Phys. Sci.* 29 (2018) 227–242.

- [6] D. Indarti, Novitasari, Sulisty, Pemisahan Pb(II) Menggunakan Supported Liquid Membrane (SLM) dengan Variasi Jumlah Senyawa Pembawa dan Konsentrasi Larutan Umpan, *J. Ilmu Dasar.* (2017) 139–144.
- [7] S. Datta, P.K. Bhattacharya, N. Verma, Removal of aniline from aqueous solution in a mixed flow reactor using emulsion liquid membrane, *J. Memb. Sci.* 226 (2003) 185–201.
- [8] M. Ehtash, M.-C.F. Salaun, K. Dimitrov, P. Salaun, Phenol removal from aqueous media by petraction using vegetable oil as a liquid membrane, (2014).
- [9] A. Sari, Optimalisasi transport anilin melalui membrane kloroform dalam Teknik mem-brane cair fasa ruah, Universitas Andalas, 2018.