

UJI SELEKTIFITAS TRANSPOR Cu(II) TERHADAP Mg(II), Ca(II) DAN Sr(II) DENGAN ZAT PEMBAWA OKSIN DAN SDS SEBAGAI ADITIF MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Olly Norita Tetra, Zaharasmu K, Admin Alif, dan Frengky

Laboratorium Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas Padang

Email : olly512@yahoo.com

ABSTRACT

Selectivity of Cu(II) transport from the source phase containing Mg(II), Ca(II) and Sr(II) into the receiver phase had been researched by using oxine as carrier and Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) as additive through bulk liquid membrane. The efficiency of the method depends on parameter (the pH of the donor and acceptor phase, effect of carrier concentrations, and time of transport). The selectivity of the method was assessed by performing the single, as well as the competitive transport experiment of Mg(II), Ca(II,) and Sr(II) ion and then Cu(II) percentage which was transported to receiver phase 99.98% and residue in source phase do not detect. The measurement was done to both of source phase and receiver phase by using Atomic Absorption Spectrophotometer (213.9 nm).

Keywords : Transport Cu(II), bulk liquid membrane, oxine, SDS, selectivity

PENDAHULUAN

Teknik membran cair fasa ruah adalah salah satu tipe dari membran cair yang telah banyak digunakan dalam pemisahan ion-ion logam. Dalam teknologi ini zat pembawa yang cocok merupakan hal yang sangat penting untuk pemisahan selektif suatu ion logam. Keberhasilan proses transpor ion logam melintasi membran ditentukan dari jumlah maksimum ion logam yang sampai ke fasa penerima, yaitu dengan mengatur teknis operasi difusi dan kestabilan kompleks antar fasa. Transpor ion logam yang akan dipisahkan melalui membran ke fasa penerima dapat dioptimalkan tanpa harus terjadi ekstraksi balik^[1,2].

Transpor Cu(II) melalui membran cair fasa ruah yang mengandung tetradentat Schiff base: N,N-bis(salicilidena)-naphtilen-1,8-diamina (NBSND) sebagai zat pembawa sintetik yang sempurna telah diteliti^[3]. Dalam sistem transpor ini, fasa penerima yang digunakan berupa larutan asam dengan penambahan sub milimolar surfaktan anionik seperti *sodium dodecyl sulfate* (SDS) yang

dapat meningkatkan persentase tembaga yang tertranspor mencapai lebih 97%^[3].

Optimalisasi proses transpor Cu(II) dengan memakai oksin sebagai zat pembawa telah pernah diteliti dan didapatkan jumlah Cu(II) yang tertranspor ke fasa penerima adalah 97,5% dengan waktu transpor 6 jam^[4]. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan penambahan SDS sebagai zat aditif dan ternyata mampu mempercepat waktu transpor menjadi 2 jam dengan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima sebesar 99,11%^[5,6]. Sistem transpor yang diperoleh pada penelitian tersebut belum teruji keselektifannya terhadap kemungkinan keberadaan Cu(II) dalam bentuk campuran dengan ion-ion logam lain. Untuk itu perlu dilakukan uji keselektifan sistem transpor Cu(II) terhadap adanya Mg(II), Ca(II), dan Sr(II). Keselektifan sistem transpor dikontrol melalui pengaturan komposisi gabungan ion-ion tersebut di fasa sumber dan keberadaan masing-masing ion-ion logam setelah proses transpor di fasa sumber dan fasa penerima dimonitor dengan memakai Spektrofotometer Serapan Atom.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi dasar tentang selektifitas sistem transpor Cu(II) antar fasa terhadap ion-ion lain dalam bentuk campuran dengan memakai oksin sebagai zat pembawa dan SDS sebagai aditif sehingga penelitian ini dapat diaplikasikan untuk teknik pemisahan dan pemurnian Cu(II) baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

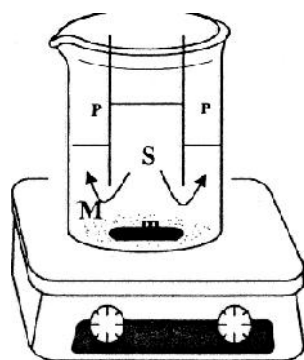
Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : Spektrofotometer Serapan Atom model ALFA-4 London Inggris, pH-meter Stick Fisons, Sanwa digital tachnometer Model ISE-100, sel membran cair fasa ruah, stop watch, magnetik stirer, neraca analitik Ainsworth, dan alat-alat gelas lainnya.

Bahan yang digunakan antara lain: kloroform (Merck), oksin (C_9H_7ON : Merck), $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $CaCl_2$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$, logam Mg murni, asam sulfat (H_2SO_4 : Merck), asam nitrat (HNO_3 : Merck), asam klorida (HCl: Merck), Sodium Dodecyl Sulfate ($NaC_{12}H_{25}SO_4$), larutan buffer (asam asetat dan natrium asetat), dan akuades.

Prosedur Kerja

Pembuatan larutan fasa sumber

Ditimbang sejumlah 1,3422 g $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, dilarutkan dalam HCl 0,01 M sampai volumenya 1000 mL. Larutan yang



Gambar 1. Model reaktor transpor Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.

mengandung ion Cu(II) dengan konsentrasi $7,87 \times 10^{-3}$ M (500 ppm), diambil sebanyak 2 mL, dicampur berpasangan dengan ion Mg, Ca dan Sr pada berbagai variasi konsentrasi dan diatur pHnya dengan memakai buffer asetat kemudian diencerkan dengan akuades ke dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan $3,15 \times 10^{-4}$ M (20 ppm).

Pembuatan larutan fasa membran

Ditimbang sejumlah 0,1270 g oksin ($M_r = 145,16$ g/mol) dan dilarutkan dengan kloroform sampai volumenya 500 mL. Larutan membran yang diperoleh adalah pelarut organik yang mengandung oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M dalam kloroform.

Pembuatan larutan fasa penerima

Diambil sebanyak 8,34 mL asam sulfat dan dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 1000 mL. Larutan fasa penerima yang diperoleh adalah asam sulfat dengan konsentrasi 0,15 M. Kemudian SDS dipipet 25 μ L ditempatkan dalam fasa penerima, sehingga diperoleh konsentrasi SDS $1,458 \times 10^{-4}$ M.

Penentuan selektifitas membran kloroform yang mengandung zat pembawa oksin dan SDS sebagai aditif terhadap Cu(II) dalam adanya ion-ion logam lain melalui teknik membran cair fasa ruah

Percobaan dilakukan dengan menggunakan reaktor seperti Gambar 1^[3].

- S = fasa sumber, fasa air yang berisi ion logam Cu(II) $3,15 \times 10^{-4}$ M
- M = fasa membran, kloroform dengan zat pembawa oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M
- P = fasa penerima, fasa air yang berisi asam sulfat 0,15 M dan SDS $1,458 \times 10^{-4}$ M
- m = magnet pengaduk

Larutan kloroform yang mengandung oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M sebanyak 20 mL ditempatkan pada dasar beker gelas yang mempertemukan 2 fasa larutan yaitu fasa sumber (di dalam tabung kaca silindris, diameter dalam 2,4 cm) dan fasa penerima (di bagian luar tabung kaca silindris, diameter dalam 4 cm). Fasa sumber berisi 6 mL Cu(II) $3,15 \times 10^{-4}$ M (20 ppm) dengan pH 3, sedangkan fasa penerima berisi 12 mL asam sulfat 0,15 M yang mengandung SDS $1,458 \times 10^{-4}$ M. Pada bagian bawah lapisan organik ditempatkan magnetik stirrer dengan kecepatan 340 rpm. Larutan diaduk selama 2 jam, kemudian didiamkan untuk mencapai waktu kesetimbangan selama 15 menit. Banyaknya Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima dan yang bersisa di fasa sumber ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom.

Pada penelitian ini, ion Cu(II) pertama kali diuji dengan memasukkan Cu(II) secara berpasangan pada perbandingan mol tertentu dengan masing-masing ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II). Kemudian dilanjutkan dengan mencampurkan keempat ion tersebut. Hal ini bertujuan untuk melihat sejauh mana selektifitas Cu(II) setelah ditranspor dari fasa sumber ke fasa penerima dengan oksin sebagai zat pembawa dan SDS sebagai

surfaktan terhadap adanya ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II).

HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh konsentrasi ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) terhadap persentase Cu(II) dalam fasa sumber

Kestabilan kompleks yang terbentuk antara Cu(II) dengan oksin lebih stabil dibandingkan dengan ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II), mengakibatkan Cu(II) lebih mudah tertarik ke fasa membran untuk membentuk kompleks dengan oksin dari pada ion-ion yang lain ($\log K_{Cu-Oksin} = 12,2$; $\log K_{Mg-Oksin} = 6,38$; $\log K_{Ca-Oksin} = 7,3$; $\log K_{Sr-Oksin} = 2,89$)^[7].

Faktor pH larutan fasa sumber juga sebagai penentu tersisnya ion-ion tersebut dalam fasa sumber. Pada penelitian ini digunakan pH 3 di fasa sumber, dan diketahui bahwa pH kompleks Cu-oksin 2,9 - 11 sedangkan kestabilan kompleks ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) terjadi pada pH 9 - 13, sehingga ion-ion tersebut tidak mampu menghalangi ion Cu(II) untuk berinteraksi dengan oksin ke dalam fasa membran^[7].

Tabel 1. Efisiensi transpor Cu(II) dengan adanya variasi konsentrasi ion lain pada fasa sumber

Perbandingan Konsentrasi [Cu] : [M ⁺]	% Cu(II) sisa di fasa sumber		
	Mg(II)	Ca(II)	Sr(II)
1 : 0	*	*	*
1 : 1	*	*	*
1 : 2	*	*	*
1 : 4	*	*	*
1 : 6	*	*	*
1 : 8	*	*	*
1 : 10	*	*	*

Keterangan : M⁺ = ion-ion logam lain ((Mg(II), Ca(II), Sr(II))
* = tidak terdeteksi

Kondisi Percobaan : Fasa sumber: 6 mL Cu⁺² $3,15 \times 10^{-4}$ M dan ion logam lain dengan variasi konsentrasi pada pH 3, Fasa membran: 20 mL kloroform yang mengandung oksin $17,5 \times 10^{-4}$ M, Fasa penerima: 12 mL asam sulfat 0,15 M dan $1,458 \times 10^{-4}$ M SDS, Waktu transpor: 2 jam, Waktu kesetimbangan: 15 menit.

Pengaruh konsentrasi ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) terhadap persentase Cu(II) dalam fasa penerima

Keberadaan Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) pada perbandingan konsentrasi 1 : 1 dengan ion Cu(II) tidak mempengaruhi transpor ion Cu(II) sampai ke fasa penerima, ion Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima mencapai lebih dari 99%. Kompetisi yang ketat di antarmuka fasa sumber dan fasa membran antara ion Cu(II) dengan pasangan ionnya terhadap oksin, merupakan gaya pendorong untuk terekstraksinya Cu(II) ke fasa membran. Kestabilan kompleks yang terbentuk antara Cu(II) dengan oksin lebih stabil dibandingkan dengan ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II), sehingga transpor ion Cu(II) masih efektif.

Gambar 2 memperlihatkan terjadinya sedikit penurunan transpor ion Cu(II) dengan adanya ion Mg(II) sebesar 4,81%, adanya ion Ca(II) 3,88% dan ion Sr(II) 0,12%, namun tidak mempengaruhi daya transpor Cu(II) ke fasa penerima. Hal ini dapat dijelaskan karena ukuran jari-jari ion Mg(II) yang lebih kecil daripada ion Cu(II), ($\text{Cu(II)} = 0,72 \text{ \AA}$; $\text{Mg(II)} = 0,65 \text{ \AA}$; $\text{Ca(II)} = 0,99 \text{ \AA}$; $\text{Sr(II)} = 1,13 \text{ \AA}$) mengakibatkan ion Mg(II) berkompetisi ketat dengan Cu(II) untuk mengikat oksin sehingga proses transpor ion Cu(II) sedikit terhalang pada antarmuka fasa membran dan fasa penerima.

Persentase ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) dalam larutan ion Cu(II) pada fasa sumber

Faktor pH fasa sumber yang selektif untuk Cu(II) merupakan penyebab utama terjadinya selektifitas Cu(II) pada antarmuka fasa sumber dan fasa membran^[9]. Persentase ion Sr(II) yang tersisa dalam fasa sumber relatif banyak dibandingkan dengan Mg(II) atau Ca(II). Hal ini terjadi karena ukuran jari-jari Sr(II) lebih besar daripada ion Mg(II) dan Ca(II) dan kestabilan kompleks yang terbentuk antara Mg(II) dengan oksin lebih stabil daripada ion Sr(II) dengan oksin sehingga ion Mg(II) lebih banyak masuk ke membran^[10].

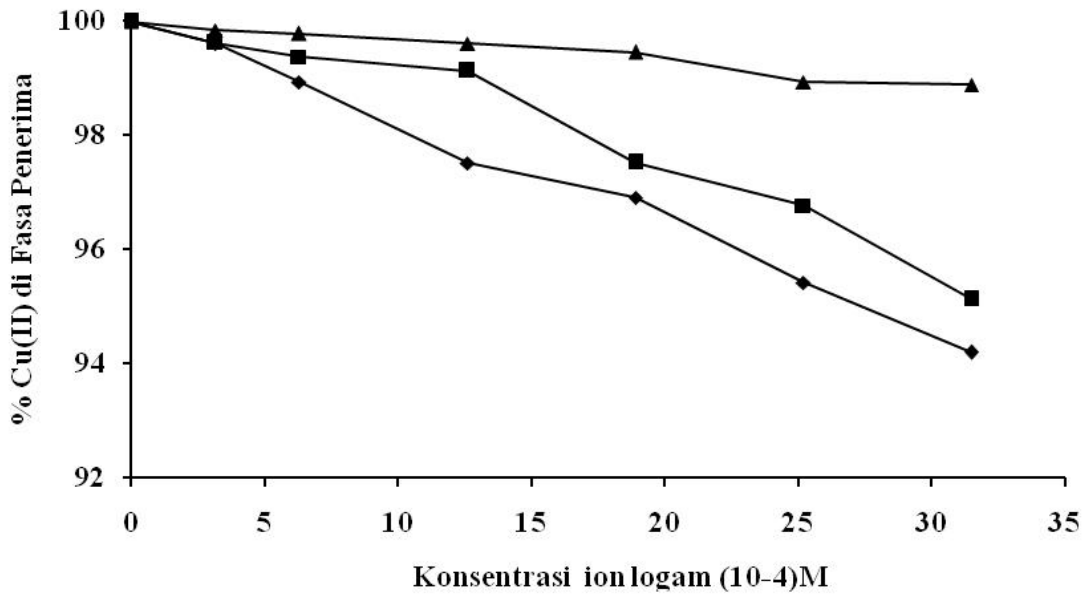
Semakin besar perbandingan konsentrasi ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) dengan ion Cu(II) di dalam fasa sumber semakin besar pula persentase ion tersebut bersisa di dalam fasa sumber diiringi dengan turunnya persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima namun Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) tidak ikut ditranspor ke fasa penerima, karena kestabilan kompleks Cu(II) terhadap oksin jauh lebih besar dibandingkan dengan ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II). Adanya interaksi SDS di antar muka fasa membran dan fasa penerima menurunkan tegangan permukaan antar muka, dan menghambat lolosnya oksin ke fasa penerima^[11].

Persentase Ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) dalam larutan ion Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima

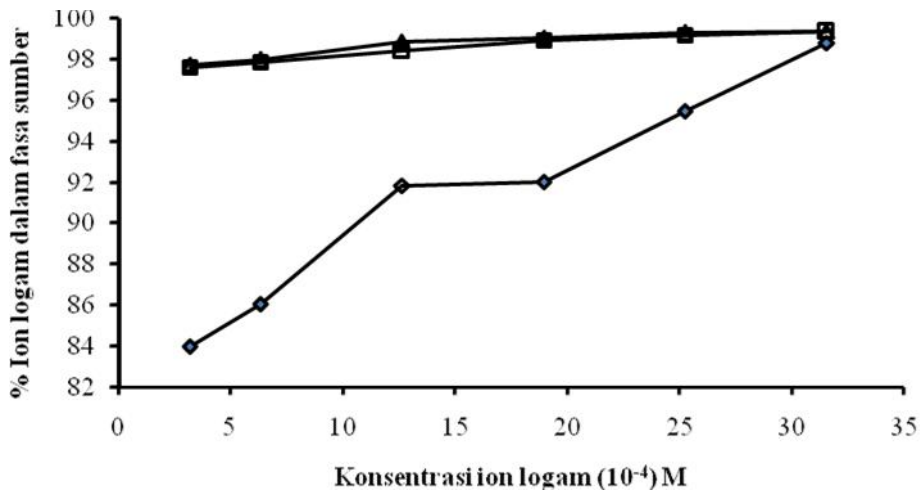
Banyaknya Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) yang terperangkap di fasa sumber (Gambar 3) berhubungan langsung dengan tidak ditranspornya ion-ion tersebut ke fasa penerima (Tabel 2). Adanya asam sulfat sebagai akseptor pada fasa penerima menyebabkan transpor Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) tidak terekstraksi dengan baik karena protonasi H_2SO_4 lebih membantu dekompleksasi kompleks Cu-oxin di antar muka fasa membran - fasa penerima daripada ion lain^[12].

Pengaruh campuran Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) dalam larutan Cu(II) yang terdeteksi pada fasa sumber maupun fasa penerima

Hasil penelitian menunjukkan transpor Cu(II) yang sampai ke fasa penerima mencapai 99,92%, sedangkan ketiga ion lainnya banyak bersisa di fasa sumber dan sedikit sekali yang terperangkap di fasa membran (Tabel 3). Hal ini karena peranan protonasi H_2SO_4 sebagai akseptor di fasa penerima yang membantu dekompleksasi kompleks Cu-oxin di antar muka fasa penerima daripada ion lain. Selain itu dengan adanya SDS menurunkan tegangan permukaan antar muka fasa penerima dan menghambat lolosnya oksin ke fasa penerima.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ion Mg(II) (- ◆ -), Ca(II) (- ■ -) dan Sr(II) (- ▲ -) terhadap persentase transpor ion Cu(II) dalam fasa penerima.
 Kondisi Percobaan : Fasa sumber 6 mL Cu⁺² 3,15 x 10⁻⁴ M dan ion logam lain dengan variasi konsentrasi dengan pH 3 ; Fasa membran, 20 mL kloroform yang mengandung oksin 17,5 x 10⁻⁴ M ; Fasa penerima, 12 mL asam sulfat 0,15 M dan 1,458 x 10⁻⁴ M SDS ; Waktu transpor, 2 jam; Waktu kesetimbangan 15 menit.



Gambar 3. Persentase ion Mg(II) (- ◆ -), Ca(II) (- ■ -) dan Sr(II) (- ▲ -) sisa pada fasa sumber.
 Kondisi Percobaan : Fasa sumber 6 mL Cu⁺² 3,15 x 10⁻⁴ M dan ion logam lain dengan variasi konsentrasi pada pH 3 ; Fasa membran, 20 mL kloroform yang mengandung oksin 17,5 x 10⁻⁴ M ; Fasa penerima, 12 mL asam sulfat 0,15 M dan 1,458 x 10⁻⁴ M SDS; Waktu transpor, 2 jam ; Waktu kesetimbangan 15 menit.

Selektifitas teknik membran cair fasa ruah terhadap transpor Cu(II) dalam adanya ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II)

Uji selektifitas sistem transpor Cu(II) dihitung dengan menggunakan uji S. Hasil

perhitungan menunjukkan bahwa teknik membran cair fasa ruah sangat selektif terhadap transpor Cu(II) pada fasa penerima yang mencapai 100% (Tabel 4). Hal ini membuktikan bahwa terjadi pemisahan yang sempurna terhadap transpor Cu(II).

Tabel 2. Persentase Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) dalam larutan Cu(II) yang tertanspor ke fasa penerima

Perbandingan Konsentrasi [Cu]:[M ⁺]	Fasa Penerima		
	% Mg(II)	% Ca(II)	% Sr(II)
1 : 1	*	*	*
1 : 2	*	*	*
1 : 4	*	*	*
1 : 6	*	*	*
1 : 8	*	*	*
1 : 10	*	*	*

Keterangan : M⁺ = ion-ion logam lain ((Mg(II), Ca(II), Sr(II))

* = tidak terdeteksi

Kondisi Percobaan : Fasa sumber: 6 mL Cu⁺² 3,15 x 10⁻⁴ M dan ion logam lain dengan variasi konsentrasi dengan pH 3, Fasa membran: 20 mL kloroform yang mengandung oksin 17,5 x 10⁻⁴ M, Fasa penerima: 12 mL asam sulfat 0,15 M dan 1,458 x 10⁻⁴ M SDS, Waktu transpor: 2 jam, Waktu kesetimbangan 15 menit.

Tabel 3. Persentase jumlah kation dalam campuran Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) dengan Cu(II)

Kation	% ion logam sisa di fasa sumber	% ion logam di fasa penerima
Cu ⁺²	*	99,92
Mg ⁺²	95,20	*
Ca ⁺²	97,65	*
Sr ⁺²	98,86	*

Keterangan : * = tidak terdeteksi

Kondisi Percobaan : Fasa sumber: 6 mL Cu⁺² 3,15 x 10⁻⁴ M dan ion logam lain dengan variasi konsentrasi dengan pH 3, Fasa membran: 20 mL kloroform yang mengandung oksin 17,5 x 10⁻⁴ M, Fasa penerima: 12 mL asam sulfat 0,15 M dan 1,458 x 10⁻⁴ M SDS, Waktu transpor: 2 jam, Waktu kesetimbangan 15 menit.

Tabel 4. Uji selektifitas transpor Cu(II) terhadap keberadaan Mg(II), Ca(II), dan Sr(II)

Perbandingan Konsentrasi [Cu]:[M ⁺]	% Selektifitas Ion Cu(II) ke Fasa Penerima		
	Mg(II)	Ca(II)	Sr(II)
1 : 1	100	100	100
1 : 2	100	100	100
1 : 4	100	100	100
1 : 6	100	100	100
1 : 8	100	100	100
1 : 10	100	100	100

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa transpor Cu(II) dengan adanya ion Mg(II), Ca(II), dan Sr(II) melalui teknik membran cair fasa ruah dengan zat pembawa

oksin dan SDS sebagai zat aditif sangat selektif, baik secara berpasangan maupun dalam bentuk campuran ketiga ion. Persentase Cu(II) yang tertranspor ke fasa penerima mencapai 99,98% dan yang bersisa di fasa sumber tidak terdeteksi. Dari uji

selektifitas, didapat tingkat koselektifan transpor Cu(II) ke fasa penerima mencapai 100%, dimana ion Mg(II), Ca(II) dan Sr(II) terperangkap di fasa sumber dan fasa membran.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Mulder, Basic Principle of Membrane Technology, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 244 - 259, 1991.
2. Z. Kahar, A. Alif, H. Aziz, dan Emriadi, Pengaruh ion Fe(III), Ni(II), Cu(II) dan Cd(II) terhadap transport Co(II) antar fasa (air-kloroform-air) melalui teknik membran cair fasa ruah. *J. Kimia Andalas.*, 8(1), 29–33, (2002).
3. R. Ahmad, *et al.*, Effect Of anionic surfactant of transport of copper(ii) through liquid membrane containing a new synthesis schiff base. *J Separation And Purification Technology.*, 28-33, (2007).
4. O. N. Tetra, A. Alif, H. Aziz, dan Emriadi, Transpor ion tembaga (II) melalui membran cair fasa ruah, *Jurnal Riset Kimia.*, 1(1), (2007).
5. O. N. Tetra, Z. Kahar, dan Refinel, Penambahan asam oleat terhadap sistem transpor Cu(II) dengan zat pembawa oksin melalui teknik membran cair fasa ruah, *Jurnal Riset Kimia.*, 2(1), (2008).
6. Refinel dan O. N. Tetra, Kinetika transport Cu(II) oleh zat pembawa oksin dengan dan tanpa asam oleat melalui teknik membran cair fasa ruah, *Jurnal Riset Kimia.*, 2(2), (2009).
7. Ringbom, Complexation in analytical chemistry, Interscience Publisher. New York, 1963, 315 – 400.
8. Nezhadali, M. Hakimi, and M. Heydari, Competitive bulk liquid membrane and extraction of Cu(II), Ni(II), Zn(II), and Mn(II) cations using 5-methyle-4[thiophen-2-yl-methylen-amino]-3-thio-oxo-1,2,4-triazol-5-one and phtalic dicarboxaldehyde. *E-Journal of Chemistry.*, 5, 52-57, (2008).
9. Refinel, Z. Kahar, dan Y. Sahirra, Pengaruh konsentrasi ion Ca(II), Mg(II) dan Sr(II) terhadap optimasi transpor Cd(II) dengan zat pembawa oksin melalui membran cair fasa ruah, *Jurnal Kimia Andalas.*, 11(2), 16-22, (2005).
10. Z. Kahar, Mempelajari peranan oksin sebagai zat pembawa Co(II) antar fasa (air-kloroform-air) melalui teknik membran cair fasa ruah, *J. Kimia Andalas.*, 8(2), 29–33, (2002).
11. R. J. Milton, Surfactan and interfacial phenomena, A. Willey Interscience Publication. John Willey and Sons, New York, 1978, 55–58.
12. A. Alif, O. N. Tetra, H. Aziz, dan Emriadi, Pengaruh ion Cd(II) dan Fe(II) terhadap transport Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah, *Jurnal Kimia Andalas.*, 11(2), (2005).