

PENGARUH ION Cd(II) DAN Fe(III) TERHADAP TRANSPOR Cu(II)  
MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Admin Alif, Oly Norita Tetra, Hermansyah Aziz dan Emriadi  
Laboratorium Elektrokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

ABSTRACT

Effect of addition of Cd(II) and Fe(III) ions to the transportation through a bulk liquid membrane technique were investigated. It was found that Cd(II) ion had no effect to the Cu(II) transport. The percentage of the copper (II) transport decreased from 97.3 % to 58.2 % in receiving phase but the concentration of Fe(III) ion (4–20 ppm) increased in the source phase. Both Cd(II) and Fe(III) ions could not be detected in the receiving phase. It showed that, the kind of technique was selective for Cu(II) transport in the presence of Cd(II) and Fe(III) ions. Base on E value analysis, the influence of Cd(II) is larger than Fe(III) to the Cu(II) transport.

PENDAHULUAN

Penisahan ion/senyawa kimia dari campurannya merupakan proses yang penting dalam industri dan analisa kimia. Transpor membran cair fasa ruah merupakan teknik ekstraksi dan *stripping* yang dikombinasikan dalam satu proses tunggal. Dimana pembuatan dan pelaksanaannya relatif lebih sederhana, pemakaian bahan kimia relatif sedikit dan dapat digunakan secara kontinu serta mempunyai fluks yang lebih tinggi<sup>1,2</sup>.

Konsep dari teknik membran cair fasa ruah ini adalah reaksi reversibel yaitu penukaran ion berupa proses kompleksasi dan dekompleksasi pada kedua antarmuka fasa membran. Zat pembawa berfungsi sebagai reagen penukar ion. Reaksi penukaran ion ini secara normal terjadi pada antarmuka fasa cair-cair yaitu fasa sumber dengan fasa membran dan fasa membran dengan fasa penerima, karena ion-ion logam tidak dapat larut dalam fasa membran organik<sup>3</sup>.

Metoda transpor Cu(II) melalui teknik membran cair fasa ruah telah dilakukan dengan menentukan kondisi optimum proses transpor Cu(II) tersebut dengan menggunakan oksin sebagai zat pembawa. Hal ini dikarenakan bahwa oksin mampu mengekstraksi hampir 32 ion logam dalam kloroform pada rentang pH yang hampir bersamaan<sup>4,5</sup>.

Metoda yang berbeda untuk transpor Cu(II) melalui membran cair ini telah dilaporkan oleh Hiratani *et al.* dimana logam tembaga lebih mudah berinteraksi dengan turunan 8-hidroksi kuinolin. Kemampuan dari oligoamida yang mengandung gugus 8-hidroksi kuinolin dalam mentranspor Cu(II), Ni(II) dan Co(II) juga telah diuji oleh Hiratani *et al.* yang

menemukan selektivitas yang tinggi terhadap transpor Cu(II)<sup>6</sup>. Namun pengaruh adanya ion-ion lain seperti ion Cd(II) dan ion Fe(III) dalam transpor Cu(II) melalui metoda teknik membran cair fasa ruah ini belum ada dilaporkan.

Adanya ion-ion logam lain dalam proses transpor Cu(II) akan menimbulkan kompetisi antar ion untuk membentuk kompleks dengan oksin yang berfungsi sebagai zat pembawa<sup>7</sup>. Sejah mana pengaruh kompetisi antar ion-ion tersebut mempengaruhi proses transpor Cu(II) dapat diteliti dengan mencari nilai perbandingan konsentrasi (ion-ion logam) Cd(II) dan Fe(III) dalam fasa sumber dengan rumus sebagai berikut<sup>8</sup>.

$$\text{Perbandingan Konsentrasi} = \frac{N_s^t}{N_s^0}$$

Dimana  $n_s^t$  adalah jumlah mol ion logam dalam fasa sumber setelah waktu  $t$  dan  $n_s^0$  adalah jumlah mol ion logam mula-mula dalam fasa sumber. Transpor ion logam dalam sistem pemisahan dapat dilihat dari harga perbandingan konsentrasi ion-ion logam tersebut, sehingga dapat dipelajari kemungkinan pemisahan dua atau lebih ion logam dengan teknik membran cair fasa ruah<sup>8</sup>.

METODOLOGI

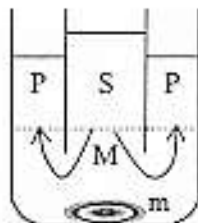
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (Model Alfa-4 London-Inggris), pH meter (Stick Fisons), *sanwa digital tachnometer* (Model/SE-100), dan sel membran cair fasa ruah.

Bahan-bahan yang digunakan umumnya spesifikasi p.a antara lain kloroform, oksin,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  dan larutan buffer.

### Prosedur Kerja

Transpor ion  $\text{Cu(II)}$  melalui membran cair menggunakan sel membran cair fasa ruah, dengan memakai metoda Safavi seperti pada Gambar 1<sup>7</sup>.



Gambar 1. Sel membran cair fasa ruah (P, fasa penerima; S, fasa sumber; M, fasa membran; m, magnetik stirer).

Larutan yang terdiri dari 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 silinder) dan fasa penerima (di bagian luar tabung kaca silinder). Pada fasa sumber dipipet campuran 6 mL  $\text{Cu(II)}$  20 ppm dengan pH 3. Di luar tabung silinder diisikan fasa penerima berupa 12 mL asam sulfat 0,15 M. Pada bagian bawah lapisan organik ditempatkan magnetik stirer dengan kecepatan 340 rpm. Larutan diaduk selama 6 jam dan didiamkan selama 15 menit. Banyaknya  $\text{Cu(II)}$  yang ditranspor ke fasa penerima dan yang bersisa di fasa sumber ditentukan dengan AAS.

### Pengaruh ion $\text{Cd(II)}$ dan $\text{Fe(III)}$ terhadap transpor $\text{Cu(II)}$ .

Dengan memakai kondisi optimum transpor ion  $\text{Cu(II)}$ , pada fasa sumber dipipet campuran 6 mL  $\text{Cu(II)}$  20 ppm dengan masing-masing ion logam dalam air pada pH 3, pencampuran dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi ion-ion logam  $\text{Cd(II)}$  dan  $\text{Fe(III)}$  dari 4 s/d 20 ppm, sedangkan konsentrasi  $\text{Cu(II)}$  tetap 20 ppm. Setelah percobaan selesai semua ion baik di fasa sumber maupun fasa penerima diperiksa dengan AAS.

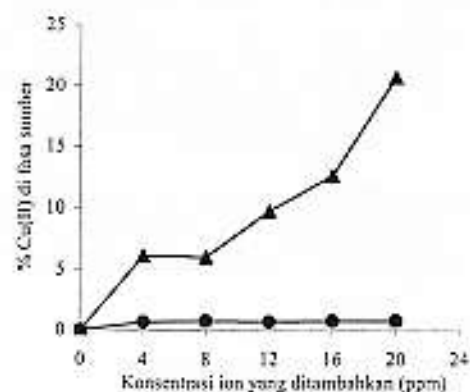
## HASIL DAN DISKUSI

### Pengaruh Konsentrasi Ion $\text{Cd(II)}$ dan $\text{Fe(III)}$ terhadap Persentase $\text{Cu(II)}$ dalam Fasa Sumber

Transpor  $\text{Cu(II)}$  dari fasa sumber ke fasa penerima melalui membran oksin dalam kloroform diawali dengan terjadinya proses kompleksasi antara ion-ion

logam yang ada di fasa sumber dengan oksin sebagai pengompleks di fasa membran. Dari hasil optimasi transpor  $\text{Cu(II)}$  didapatkan bahwa konsentrasi oksin untuk mentranspor  $\text{Cu(II)}$  20 ppm adalah  $17,5 \times 10^{-4}$  M. Adanya ion  $\text{Cd(II)}$  dan ion  $\text{Fe(III)}$  dalam fasa sumber ternyata memberikan kompetisi pembentukan kompleks antara ion  $\text{Cu(II)}$ , ion  $\text{Cd(II)}$  dan ion  $\text{Fe(III)}$  dengan oksin pada antarmuka fasa sumber dengan fasa membran. Hal ini disebabkan semua ion-ion logam membentuk kompleks dengan oksin tetapi karena perbedaan pH ekstraksi untuk pembentukan kompleks dengan oksin berbeda terhadap masing-masing ion-ion logam maka memberikan interaksi antar ion-ion tersebut juga berbeda. Pengaruh dari keadaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Semakin besar konsentrasi ion  $\text{Cd(II)}$  dan  $\text{Fe(III)}$  dalam fasa sumber yaitu dari 4 sampai 20 ppm meningkatkan jumlah %  $\text{Cu(II)}$  sisa yang ada di dalam fasa sumber. Penambahan ion  $\text{Fe(III)}$  sampai 20 ppm mengakibatkan  $\text{Cu(II)}$  tertahan sampai 20,7 % di fasa sumber. pH ekstraksi untuk  $\text{Fe(III)}$  dengan oksin adalah 1,9-12,5<sup>8</sup>. Jadi dapat dikatakan dengan kondisi pH ekstraksi  $\text{Cu(II)}$  dan  $\text{Fe(III)}$  dengan oksin yang sama di fasa sumber dan konsentrasi oksin yang kecil di fasa membran mengakibatkan kuatnya kompetisi pembentukan kompleks ion  $\text{Cu(II)}$  dengan ion  $\text{Fe(III)}$  namun karena jari-jari ion  $\text{Cu(II)}$  yang jauh lebih kecil dari ion  $\text{Fe(III)}$  memberikan  $\text{Cu(II)}$  lebih kuat terekstraksi ke fasa membran tetapi laju ekstraksi ion  $\text{Cu(II)}$  dengan oksin tersebut menjadi berkurang.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ion  $\text{Cd(II)}$  (▲) dan  $\text{Fe(III)}$  (●) terhadap persentase transpor  $\text{Cu(II)}$  sisa dalam fasa sumber.

Persentase ion  $\text{Cd(II)}$  dan ion  $\text{Fe(III)}$  yang tersisa dalam fasa sumber dapat dilihat pada Tabel 1, dimana seiring dengan penambahan ion-ion logam sampai 20 ppm ternyata juga meningkatkan jumlah persentase ion  $\text{Cd(II)}$  dan ion  $\text{Fe(III)}$  sisa di dalam fasa sumber dan sedikit yang masuk ke dalam fasa membran. Hal ini disebabkan karena adanya

kompleksasi antara ion Fe(III) dengan oksin yang berada dalam fasa sumber, menurut Stry kompleks ion Fe<sup>3+</sup> dengan 2 buah molekul oksin memberikan kompleks yang bermuatan yang sifatnya larut dalam fasa air<sup>5,10,11</sup>. Keadaan ini juga menyebabkan semakin berkurangnya jumlah oksin dalam fasa membran untuk mentranspor Cu(II) dari fasa sumber ke fasa penerima.

Semakin banyaknya ion Fe(III) sisa dalam fasa sumber dan besarnya ukuran ion Fe(III) menyebabkan ion Fe(III) lebih mendominasi ruang antarmuka fasa sumber dengan fasa membran sehingga semakin mempersempit ruang gerak ion Cu(II) untuk dapat ditranspor ke fasa penerima.

Tertahannya ion Cd(II) dalam fasa sumber karena pH 3 bukanlah pH ekstraksi Cd(II) dengan oksin (pH ekstraksi Cd adalah 6,0-10,2) dan ion Cu(II) lebih cenderung membentuk kompleks yang stabil dengan oksin dari pada ion Cd(II) sehingga ion Cd(II) tidak begitu menghalangi proses transpor Cu(II) ke fasa penerima.

#### Pengaruh Konsentrasi Ion Cd(II) dan Fe(III) terhadap Persentase Cu(II) dalam Fasa Penerima

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa penambahan ion Cd(II) dalam fasa sumber sampai 20 ppm mengakibatkan terjadinya sedikit penurunan transpor Cu(II) yaitu dari 97,3 % sampai 95 %. Sedangkan pada penambahan ion Fe(III) sampai 20 ppm menurunkan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima dari 97,3% sampai 58,2 %. Keadaan ini disebabkan karena dari awal proses transpor, keberadaan ion Fe(III) pada fasa sumber telah menghalangi transpor Cu(II) ke fasa penerima akibatnya jumlah ion Cu(II) yang sampai ke fasa penerima juga semakin sedikit.

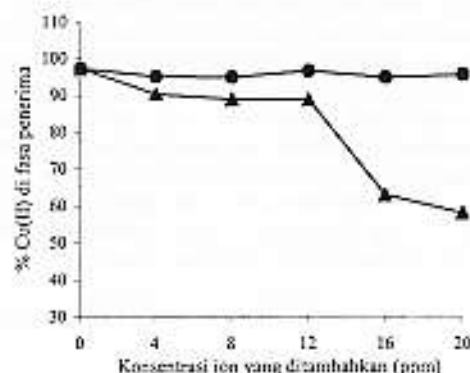
Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa ion Cd(II) dan ion Fe(III) sebagian ikut terperangkap di dalam membran tetapi tak sampai ke fasa penerima karena

sebagian oksin telah terkompleks dengan ion Fe(III) dalam fasa sumber dan dalam fasa membran.

Akibat dari keadaan ini jumlah oksin yang digunakan sebagai zat pembawa semakin sedikit sehingga untuk transpor ion Cu(II), dan oksin tidak optimal lagi untuk membawa ion Cu(II) dari fasa sumber ke fasa penerima mengakibatkan semakin sedikitnya ion Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima.

#### Selektifitas Membran Cair Fasa Ruang terhadap Transpor Cu(II) dalam Adanya Ion Cd(II) dan Fe(III).

Hasil perbandingan konsentrasi ion Cd/Cu dan Fe/Cu terhadap persentase ion Cu(II) dalam fasa sumber (Tabel 2), terlihat bahwa nilai perbandingan konsentrasi ion Cd/Cu lebih besar dari pada nilai perbandingan konsentrasi Fe/Cu artinya metoda ini sangat selektif untuk pemisahan ion Cu(II) dari ion Cd(II) dan ion Fe(III). Dapat disarankan bahwa urutan selektifitas terhadap transpor Cu(II) dalam adanya ion-ion tersebut adalah Cu(II) lebih besar dari Fe(III).



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ion Cd(II) (●) dan ion Fe(III) (▲) terhadap persentase transpor ion Cu(II) dalam fasa penerima.

Tabel 1. Persentase ion Cd(II) dan ion Fe(III) sisa dalam fasa sumber dan fasa penerima

No	[Cu]:[ion yang ditambahkan] (ppm)	% ion sisa di fasa sumber		% ion di fasa penerima	
		[Cd]	[Fe]	[Cd]	[Fe]
1	20 : 00	0,00	0,00	0	0
2	20 : 04	99,25	93,00	0	0
3	20 : 08	99,00	97,37	0	0
4	20 : 12	99,00	99,16	0	0
5	20 : 16	99,56	98,75	0	0
6	20 : 20	99,50	98,00	0	0

Tabel 2. Perbandingan konsentrasi (jumlah ion-ion logam) Cd(II) dan Fe(III) terhadap ion Cu(II) dalam fasa sumber

No	[Cu] : [ion logam]	Perbandingan Konsentrasi	
		Cd/Cu	Fe/Cu
1	20 : 00	152,07	15,25
2	20 : 04	131,69	16,17
3	20 : 08	146,67	10,10
4	20 : 12	135,62	7,86
5	20 : 16	130,26	4,69

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Keberadaan ion Cd(II) tidak begitu mempengaruhi proses transpor ion Cu (II) dari fasa sumber ke fasa penerima tapi adanya ion Fe(III) justru menghalangi proses transpor ion Cu (II) dari fasa sumber sampai ke fasa penerima. Dari hasil nilai perbandingan konsentrasi (jumlah ion-ion logam) ion Cd(II) dan ion Fe(III) terhadap ion Cu(II) dalam fasa sumber maka dapat dikatakan bahwa teknik membran cair fasa ruah ini selektif untuk teknik pemisahan ion Cu(II) dengan ion Cd(II) dan ion Fe(III). Semakin meningkatnya konsentrasi ion Cd(II) dan ion Fe(III) yang ditambahkan ke dalam fasa sumber semakin banyak ion Cu(II) yang tersisa di fasa sumber yaitu mencapai 20,7 % dan semakin sedikitnya ion Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima yaitu dari 97,5% menjadi 58,2%. Terjadinya kompleks ion Fe(III) di fasa sumber dan fasa membran menyebabkan kinerja eksin tidak optimal lagi sebagai carier dalam mentranspor Cu(II) dari fasa sumber ke fasa penerima.

### Saran

Pada teknik analisis ini perlu dilakukan pemaskingan terhadap ion Fe(III) di fasa sumber dengan memakai zat aditif tertentu sehingga didapatkan hasil yang lebih baik dan selektif untuk pemisahan ion Cu(II) terhadap adanya ion Fe(III) dan disarankan untuk mempelajari pengaruh ion-ion logam lainnya.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. M. Mulder, *Basic Principles of Membrane Technology*. Dordrech, Klower Academic Publisher. 244-259 (1991).
2. I. Mellan, *Organic Reagents in Inorganic Analysis*, Wiley Ertam Limited. 31-108 (1982).
3. Safavi, and Shams, E. Selective and Efficient Transport of Hg(II) Through Bulk Liquid Membrane Using Methyl Red as Carrier. *J. Membr. Sci.* 144: 37-43 (1998).
4. Ringbom, *Complexation in Analytical Chemistry*. Interscience Publisher. New York. 315 - 400 (1963).
5. J. Stary. *The Solvent Extraction of Metal Chelates*. 2<sup>nd</sup> ed. Pergamon Press. Oxford. Mir, Moscow. 65-155 (1966).
6. A. Charles. and Y. Liwen. Formation of Lanthanida / aminopolycarboxylate / 8 hydroxy quinoline-5-sulfonate Ternary Complexes and Their Application in The Selective Determination of Hexadentate Chelating Agents. *Anal Chem.* 67: 79-82 (1995).
7. V. Linden. and D. Ketelaere. Selective Recuperation of Copper by Supported Liquid Membrane (SLM) Extraction. *J. Membr. Sci.* 139: 125 - 135 (1998).
8. A. B. Richard, *Chemical Separation With Liquid Membranes*. ACS Symposium Series 642. Eds. American Chemical Society. Washington DC. 1-202 (1996).
9. C. Nicholas and L. Gorn, The Simultaneous Speciation of Aluminium and Iron in a Flow Injection System. *Analytica Chimica Acta.* 306: 5-20 (1996).
10. S. Kawakubo. T. Yoshiko. and I. Masaaki. Extraction With 8-quinolyl and Mixed Anionic Additives Using Ultrasonic Irradiation For The Catalytic Determination of Vanadium in Fresh Water. *Analytica Chimica Acta.* 310: 501-567 (1995).
11. K. Hiratani, T. Takahashi. and A.B. Richard, Selective Liquid Membrane Transport of Lead (II) by an Acyclic Polyether Dicarboxylic Acid Ionophere. *Anal Chem.* 69: 3002-3007 (1997).