OPTIMASI TRANSPOR ION Cd (II) MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH SECARA SIMULTAN DENGAN OKSIN SEBAGAI PEMBAWA

Refinel, Admin Alif, Endang Maya Sari

Laboratorium Elektrokimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas

ABSTRAK

Optimasi dan analisa terhadap kinetika transport ion Cd (II) melalui membran cair fasa ruah secara simultan telah dipelajari. Dari hasil penelitian didapatkan kondisi optimum yaitu fasa sumber Cd (II) 1,779 x 10^{-4} M pada pH 6, fasa penerima EDTA dengan konsentrasi 0,05 M pada pH 5, dan waktu transport selama 3 jam dengan kecepatan pengadukan 340 rpm melalui membran cair Kloroform yang mengandung Oksin 0,01 M. Kecepatan transport ion Cd (II) ditentukan dari perbandingan perubahan konsentrasi sisa di fasa sumber Rs dan yang tertranspor ke fasa penerima Rp, kemudian dimonitor dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Kinetika proses transport ion Cd (II) melalui teknik membran cair fasa ruah secara simultan memenuhi hukum kinetika reaksi konsekutif irreversible orde satu dengan harga konstanta kecepatan transport Cd (II) masuk ke membran (k_1) 0,0127 menit^{-1} dan konstanta kecepatan transpor Cd (II) ke luar membran (k_2) 0.0112 menit^{-1} . Metoda membran cair fasa ruah secara simultan dapat dijadikan alternatif dalam penentuan kondisi optimum transport dan kinetika transport dari ion logam .

Kata kunci : ion Cd(II), kinetika, optimum, transport

PENDAHULUAN

Teknik membran cair fasa ruah adalah satu tipe dari membran cair yang telah banyak digunakan dalam pemisahan ion-ion logam. Membran ini mampu untuk memberikan seluruh fasilitias antarmukanya untuk tempat terjadinya proses transpor pada sistem pemisahan (Parham, 1994). Bermacam zat pembawa (carrier) yang ditambahkan ke dalam membran cair sebagai mediator untuk memacu proses transpor ion logam tersebut dalam pemisahan telah banyak diuji keakuratannya.Disini transport terjadi berdasarkan perbedaan difusi, karena adanya perbedaan kelarutan komplek (ion- carrier) pada antarmuka. (Mulder, 1991).

Percobaan penentuan optimasi transport ion logam dari fasa sumber ke fasa penerima secara simultan (serantak) dengan metoda membran cair fasa ruah

dilakukan dengan menggunakan sel membran yang terdiri dari sel fasa sumber dan beberapa sel fasa penerima dengan variasi pH tertentu atau sebaliknya. Keuntungan percobaan secara simultan ini adalah percobaan penentuan optimasi transport ion logam dari fasa sumber ke fasa penerima dilakukan dalam satu langkah percobaan pada kondisi yang sama sehingga faktor kesalahan menjadi lebih kecil.

Kecepatan Proses Transpor Ion Cd(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah.

Secara teoritis perubahan perbandingan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm), dan fasa penerima (Rp) memenuhi persamaan :

$$Rs + Rm + Rp = 1 \qquad (1)$$

$$Rs = \frac{Cs}{Cs_o} \qquad Rm = \frac{Cm}{Cs_o} \qquad Rp = \frac{Cp}{Cs_o} \qquad (2)$$

Dimana : Cs = konsentrasi ion Cd(II) sisa dalam fasa sumber, Cs_o = konsentrasi ion Cd(II) awal dalam fasa sumber saat t = 0, Cm = konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa membran dan Cp = konsentrasi ion Cd(II) yang tertranspor ke dalam fasa penerima

Pada dasarnya, perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (Rs) menurun secara eksponensial terhadap waktu transpor. Selanjutnya untuk perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa penerima (Rp) meningkat secara sigmoid sedangkan Rm berada dalam suatu keadaan maksimum pada titik tertentu. Hasil ini cenderung menunjukkan bahwa transpor ion Cd(II) mengikuti hukum kinetik reaksi konsekutif irreversibel orde satu berdasarkan skema kinetik.

$$\underset{s}{Cd^{2+}} \xrightarrow{k_1} \underset{m}{Cd(ox)_2} \xrightarrow{k_2} \underset{p}{Cd(EDTA)} + 2\,Ox^-$$

$$\underset{}{} \quad \underset{2\,(H\text{-}ox)}{} \quad \underset{}{} \quad \underset{EDTA}{} \quad \underset{}{}$$

Dimana s. m, dan p adalah ion Cd(II) dalam fasa sumber, fasa membran, dan fasa penerima. Skema kinetik dapat dijelaskan dengan persamaan :

$\frac{dR_s}{dt} = -k_1 Rs = Js$ (3), $\frac{dR_p}{dt} = k_2 Rm = Jp$ (4) dan $\frac{dR_m}{dt} = k_1 Rs - k_2 Rm$ (5)

Dimana J adalah kecepatan pengaliran (fluks) dan k_1 dan k_2 adalah konstanta kecepatan orde satu yang masuk ke dalam membran dan keluar dari membran. bila $k_1 \neq k_2$, hasil integrasi persamaan diatas adalah :

$$Rs = \exp(-k_1.t) \quad (6)$$

$$Rp = 1 - \frac{1}{k_2 - k_1} [k_2 \exp(-k_1.t) - k_1 \exp(-k_2.t)] \quad (7)$$

$$Rm = \frac{k_1}{k_2 - k_1} [\exp(-k_1.t) - \exp(-k_2.t)] \quad (8)$$

Dapat dilihat bahwa Rs Vs t menghasilkan kurva penurunan eksponensial dimana variasi waktu antara Rm dan Rp adalah bi-eksponensial dan bukan merupakan kurva linear (Coelhoso, 1997).

BAHAN DAN METODE

Bahan kimia digunakan

Bahan yang digunakan mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi yaitu : $CdCl_2.H_2O$, Na_2EDTA, kloroform, oksin. Dan bahan kimia yang lainnya adalah ammonium hidroksida, natrium hidroksida, asam asetat, asam klorida,asam nitrat, buffer asetat, buffer ammonium klorida dan akuades.

Alat-alat yang digunakan

pH meter (Hanna Instrumenta), Spektrofotometer Serapan Atom (Model ALFA-4 London Inggris), Sanwa digital tachometer (Model/SE-100) untuk mengukur kecepatan pengadukan , sel membran cair fasa ruah, stop wach. Magnetic stirrer, neraca analitik Aisworth dan peralat gelas lainnya.

Metode

Ke dalam beker gelas 500 mL (diameter dalam 8,85 Cm) dimasukan 150 mL kloroform yang mengandung oksin 0,01 M dan dicelupkan 7 tabung kaca selindris dengan diameter dalam yang sama (2,05 Cm) dan simetri yang memisahkan dua fasa larutan yaitu fasa sumber dan fasa penerima seperti gambar1.

—

Gambar 1. Model reaktor transpor ion logam melalui membran cair fasa ruah secara simultan

Proses transport dapat dilakukan dengan dua metoda berbeda. Metoda pertama digunakan untuk variasi pH fasa sumber dan waktu traspor yaitu dimasukan 5 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4}M sebagi fasa sumber pada ke 6 tabung silinder dengan pH yang bervariasi dan fasa penerima berisi 35 mL. EDTA dengan konsentrasi 0,05M di sekeliling tabung silinder di atas fasa membran.

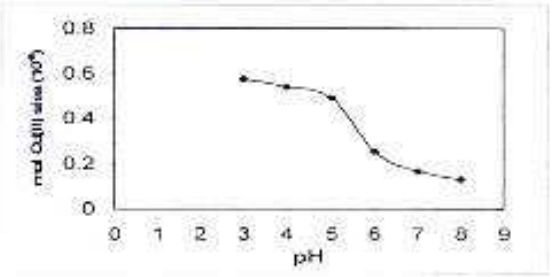
Metoda ke dua yang dapat digunakan untuk penentuan variasi pH fasa penerima dan waktu transport yaitu dimasukan 35 mL fasa sumber ion Cd(II) pada pH optimum disekeliling tabung silinder di atas fasa membran dan fasa penerima berisi 5 mL EDTA dalam ke 6 tabung silnder dengan pH bervariasi.

Teknik operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetic stirrer pada kecepatan 340 rpm selama beberapa waktu tertentu. Setelah didiamkan selama 15 menit, fasa sumber dan fasa penerima diukur konsentrasi ion Cd(II) yang terkandung didalamnya dengan spektrofotometer serapan atom (SSA).

HASIL DAN DISKUSI

Penentuan pH Optimum Fasa Sumber

Penentuan pH optimum fasa sumber dalam proses transport ion Cd(II) diperlajari dengan tujuan untuk melihat pengaruh variasi pH fasa sumber terhadap transport ion Cd(II) ke fasa membran dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 2. Pengaruh pH fasa sumber terhadap jumlah ion Cd(II) yang tersisa di fasa sumber.

Kondisi Percobaan : fasa sumber di dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M dengan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7, dan 8, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M, fasa penerima 35 ml, Na_2EDTA 0,05 M, waktu kesetimbangan 15 menit.

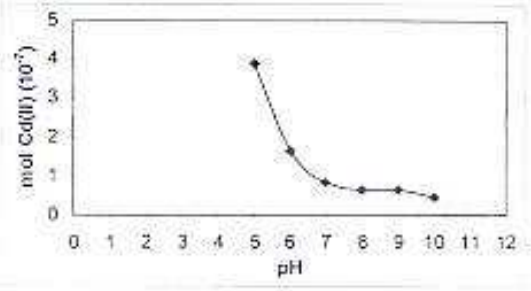
Pada gambar 2, Ion Cd(II) yang tersisa di fasa sumber terlihat paling kecil pada pH 8, namun pH optimum yang digunakan untuk transport ion Cd(II) adalah pada pH 6, sebab pada pH ≥8 mulai mengendap sebagai $Cd(OH)_2$ sehingga akan tertahan dalam fasa sumber. Dari penelitian sebelumnya dengan teknik membran cair fasa ruah metoda Safavi juga mendapatkan kondisi optimum untuk transport ion Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima adalah pH 6 (Sepnalta Liana, 2005).

Penentuan pH Optimum Dalam Fasa Penerima

Pada penelitian ini digunakan EDTA sebagai fasa penerima, EDTA membentuk komplek khelat dengan Cd(II) pada kondisi pH tertentu. Kompleks Cd(II) EDTA lebih stabil dari pada kompleks Cd-oksin (log $K_{Cd\text{-}EDTA}$=16,6 ; log $K_{Cd\text{-}oksin}$ = 7,7) (Mellan, 1982). Komplek ini sangat stabil sehingga mampu

memacu terjadinya dekompleksasi Cd-oksin di permukaan fasa membran-penerima dan selanjutnya menarik Cd(II) dalam bentuk Cd-EDTA ke dalam fasa penerima . Hal ini dapat menunjang terjadinya proses transport irreversible atau secara satu arah yang tidak dapat balik

Dalam gambar 3 terlihat jumlah mol ion Cd(II) tinggi sampai ke fasa penerima terjadi pada pH 5, bila pH kecil dari 5 EDTA kelarutannya rendah (terbentuk endapan) sehingga menghalangi



Gambar 3. Pengaruh pH EDTA terhadap mol Cd(II) dalam fasa penerima.

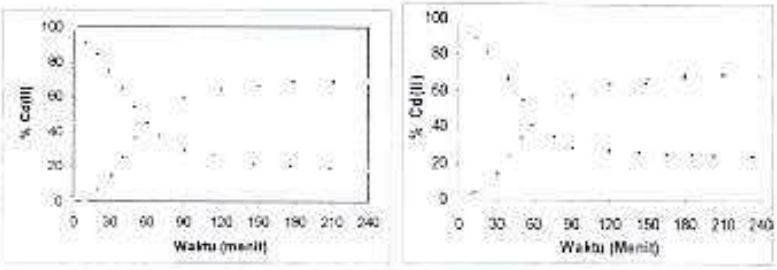
Kondisi Percobaan : fasa sumber 35 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M pH 6 fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M fasa penerima dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL EDTAdengan variasi pH 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 , waktu kesetimbangan 15 menit.

reaksinya dengan Cd(II), oleh sebab itu untuk pH < 5 percobaannya tidak dilakukan, sedangkan pada pH besar dari 5 terjadi kompetisi antara pembentukan kompleks Cd-EDTA dengan pembentukan endapan $Cd(OH)_2$.

Penentuan Waktu Transpor Optim

Dalam Gambar 4a dapat dilihat waktu transport ion Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima dengan kecepatan pengadukan 340 rpm adalah 3 jam, persentase transport Cd(II) ke fasa penerima sekitar 68,32 % dan sisa dalam fasa sumber 20,16 %. Pada pengadukan waktu lebih dari 3 jam transport ion Cd(II) ke fasa penerima dapat dikatakan konstan (mencapai kesetimbangan). Untuk metoda simultan 2 (Gambar 4b) waktu transport optimum ion Cd(II) juga dicapai pada

waktu 3 jam dengan persentase transport ion Cd(II) di fasa penerima 67,56 % dan tersisa di fasa sumber 21,62 % dengan kondisi percobaan yang sama.



Gambar 4a dan 4b. Pengaruh waktu terhadap % transpor ion Cd(II) ke fasa penerima ( ) dan % ion Cd(II) sisa di fasa sumber ( ) (metoda simultan 1) dan (metoda simultan 2).

Kondisi Percobaan : Metoda simultan 1. Fasa sumber dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M pH 6, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M, fasa penerima 35 mL Na_2EDTA 0,05 M..

Metoda simultan 2. Fasa sumber 35 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M pH 6, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M, fasa penerima dalam ke 6 silinder masing-masing 5 mL Na_2EDTA 0,05 M .

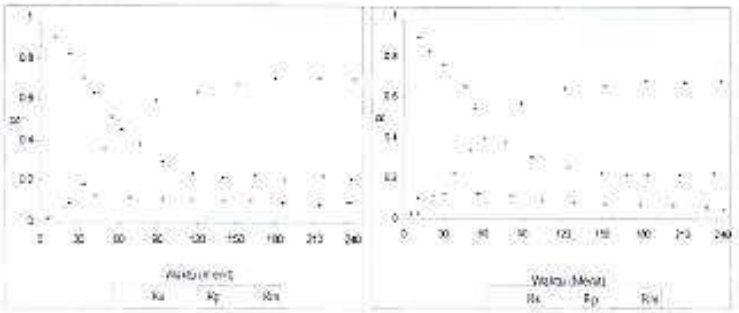
Dari ke dua percobaan indikasi yang terjadi pada antarfasa dapat disimpulkan bahwa reaksi pengompleksan Cd(II) dengan oksin lebih cepat terjadi dibandingkan dengan Cd(II)dengan EDTA. Hal ini disebabkan interaksi pembentukan kompleks Cd-EDTA berlangsung setelah reaksi dekomleksasi (protonasi oksin pada komplek Cd-0ksin di antarfasa membran- fasa penerima).

Kecepatan Proses Transpor Ion Cd(II) dari Fasa Sumber ke Fasa Penerima.

Percobaan pengaruh variasi waktu transpor terhadap perubahan perbandingan konsetrasi ion Cd(II) sisa di fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima dapat memonitor setiap saat proses transpor ion Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah secara simultan.

Berdasarkan gambar 5a dan 5b, dapat dilihat bahwa perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (Rs) menurun secara eksponensial terhadap variasi

waktu transpor dan kemudian mencapai kesetimbangan dengan perubahan konsentrasi yang bertambah lambat dengan bertambahnya waktu.



Gambar 5a dan 5b. Perubahan perbandingan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm), dan fasa penerima (Rp) terhadap waktu (metoda simultan 1) dan (metoda simultan 2)

Kondisi Percobaan metoda simultan 1 : fasa sumber dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M pH 6, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M, fasa penerima 35 mL Na_2EDTA 0,05 M, waktu kesetimbangan 5 menit.

metoda simultan 2: fasa sumber 35 mL ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4} M pH 6, fasa membran 150 mL kloroform dengan konsentrasi oksin 0,01 M, fasa penerima dalam ke-6 silinder masing-masing 5 mL Na_2EDTA 0,05 M, waktu kesetimbangan 5 menit.

Untuk perubahan konsentrasi ion Cd(II) dalam fasa penerima (Rp) meningkat secara sigmoid terhadap waktu transpor. Dalam hal ini diasumsikan bahwa sistem transpor ion Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima merupakan reaksi konsekutif irreversibel orde satu. Secara perhitungan untuk kedua metoda Rm mempunyai puncak maksimum pada menit ke-.90 walaupun tidak tampak terlalu jelas. Dimana k_1 adalah konstanta kecepatan tranpor ion Cd(II) masuk ke fasa membran dan k_2 adalah konstanta kecepatan tranpor ion Cd(II) keluar dari fasa membran. Nilai k_1 0,0127/ menit dan k_2 0,0112/menit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6), (7), dan (8)memenuhi reaksi orde satu. Dari data kedua metoda percobaan yang dilakukan , terlihat bahwa perhitungan nilai

konstanta kecepatan transpor masuk ke membran(k_1) adalah relatif lebih besar daripada nilai konstanta kecepatan transpor keluar dari membran (k_2).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa analisis transport ion Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima melalui membran cair fasa ruah secara simultan dapat dilakukan. Kondisi optimum untuk transport ion Cd(II) 1,779 x 10^{-4}M dalam fasa sumber adalah pada pH 6, fasa penerima EDTA 0,05 M dengan pH 5, konsentrasi oksin di fasa membran yang digunakan 0.01 M dengan kecepatan pengadukan 340 rpm dan waktu transport 3 jam .

Konstanta kecepatan transport masuk ke membran (k_1) 0,0127 menit^{-1} dan konstanta ke luar membran (k_2) 0,0112 menit^{-1}, memenuhi hukum kinetika konsekutif irreversible orde satu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Coelhoso, I.M, Crespo, J.P.S.G, Carrondo, M.J.T, Kinetics of Liquid Membrane Extraction in System With Variable Distribution Coefficient. *J.Memb.Sci.* 127 : 141-152 (1997).

2. Mellan, I. *Organic Reagents in Anorganic Analysis.* Wiley Eriem Limited. Pp. 31-108.(1982).

3. Mulder, M. *Basic Principle of Membrane Technology.* Kluwer Academic Publisher, Dordrencht. Pp.244-259.(1991) .

4. Parham, H., and Shamsipur, M. Selective Membrane Transport of Pb^{2+} Ion By A Cooperative Carrier composed of 18-Crown-6, Tetrabutylammonium Iodide and Palmitic Acid.*J.Membr.Sci.*95:21-27 (1994).

5. Sepnalta Liana, L.. Optimalisasi Transpor Ion Cd(II) dengan zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah. *Skripsi Sarjana Kimia.* Universitas Andalas. Padang.(2005).