TRANSPOR ION TEMBAGA (II) MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Olly Norita Tetra, Admin Alif, Hermansyah A dan Emriadi
Laboratorium Elektrokimia/Fotokimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas

ABSTRACT

Bulk liquid membrane methode have been used to study transport of Cu(II) ion containing oxine as carrier. It was found that total Cu(II) ion 20 ppm was transported from source phase to receiving phase after 360 min reached 97.3 % in optimum conditions source phase pH is 3, oxine concentration as carier in membrane phase is 17.5×10^{-4} M, membrane volume is 20 mL, sulfur acid concentration in receiving phase 0.15 M and time of balance is 15 minute. Thus a pH gradient is utilized to drive the Cu(II) transport.

PENDAHULUAN

Teknik membran cair fasa ruah adalah salah satu tipe dari membran cair yang telah banyak digunakan dalam pemisahan ion-ion logam dari fasa air, dengan keuntungan antara lain pembuatan dan pelaksanaannya relatif lebih sederhana, pemakaian relatif sedikit dan dapat digunakan secara kontinu serta mempunyai fluks yang lebih tinggi[1].

Pemisahan yang lebih selektif dari teknik membran cair fasa ruah ini dilakukan dengan mengatur kondisi-kondisi transpor ion logam yang akan dipisahkan, misalnya pengaturan pH, jenis dan konsentrasi fasa penerima, ketebalan membran, lama waktu pengadukan dan adanya senyawa pembawa. Oksin merupakan salah satu senyawa pembawa dalam membran cair yang telah dikembangkan dalam menganalisa ion-ion logam[2,3].

Stary (1963) melaporkan bahwa oksin mampu mengekstrasikan 32 logam dalam kloroform pada rentang pH yang hampir bersamaan. Ditemukan juga bahwa logam tembaga lebih mudah berinteraksi dengan turunan 8-hidroksi khinolin dan ini dikembangkan lebih lanjut oleh beberapa peneliti dalam berbagai sistem membran cair diantaranya Linden *et.al* (1998) yang menggunakan oksin dan ketooksim untuk mengekstraksi Cu(II) melalui membran cair berpendukung.

Reaksi kimia antara oksin dengan logam membentuk senyawa kompleks sepit, yang mana ion logam membentuk ikatan koordinasi dengan nitrogen dan atom oksigen dari gugus karbonil, sehingga membentuk cincin lingkar lima yang stabil.

Menurut Mellan (1982) tembaga terekstraksi dengan oksin pada rentang pH 2,8 – 12 dengan menghasilkan kompleks $Cu(ox)_2$ seperti pada persamaan (1).

Walaupun oksin hampir bereaksi dengan semua ion logam akan tetapi reaksinya dapat dijadikan spesifik untuk logam-logam tertentu dengan cara penambahan konsentrasi oksin yang tepat, pengaturan pH dan penambahan zat pemasking yang akan mengendalikan reaksi logam-logam lainnya[4,5].

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2H^{+}(ox)_{(org)} \rightleftharpoons Cu(ox)_{2\,(org)} + 2H^{+}_{(aq)} \qquad (1)$$

METODOLOGI

Alat dan bahan

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

Bahan-bahan yang digunakan umumnya spesifikasi p.a antara lain kloroform,oksin, $CuCl_2.2H_2O$, H_2SO_4, NH_4OH, HCl, EDTA, HNO_3 dan larutan buffer.

Pembuatan Reagen Untuk Transpor Cu(II)

Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Larutan yang mengandung ion Cu(II) dengan konsentrasi 100 ppm diambil sebanyak 5 mL dan diatur pH nya dengan memakai bufer asam asetat dan natrium asetat atau amonium hidroksida dan amonium klorida kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 25 mL sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan Cu(II) 20 ppm.

Pembuatan Larutan Fasa Membran

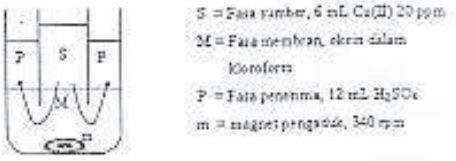
Ditimbang sejumlah 0,145 g oksin (BM = 145,16 g/mol) dan dilarutkan dengan kloroform sampai volumenya 100 mL, larutan membran yang diperoleh mengandung oksin 0,01 M dan kemudian diencerkan menjadi 0,001 M.

Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Diambil sebanyak 1,39 mL asam sulfat pro analysis dan dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 100 mL, larutan fasa penerima yang diperoleh adalah asam sulfat 0,25 M.

Prosedur Kerja

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Metoda Safavi seperti pada Gambar 1[16]. Larutan yang terdiri dari kloroform yang mengandung oksin 0,001 M sebanyak 30 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 silindris).



Gambar 1. Model reaktor transpor melalui teknik membran cair fasa ruah

Fasa sumber berisi 6 mL Cu(II) 20 ppm dengan pH tertentu sedangkan fasa penerima berisi 12 mL asam sulfat 0,05 M. Pada bagian bawah lapisan organik ditempatkan pengaduk magnetik dengan kecepatan 340 rpm. Larutan diaduk selama 1 jam dan didiamkan selama 15 menit. Banyaknya Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima dan yang bersisa di fasa sumber ditentukan dengan AAS, sehingga diperoleh kondisi optimum untuk transpor Cu(II).

Penentuan Kondisi Optimum Transpor Antar Fasa Ion Tembaga (II).

Pengaturan kondisi percobaan dengan variasi sebagai berikut :

1. Variasi pH fasa sumber (2 – 8)
2. Variasi konsentrasi oksin dalam kloroform ($0 - 25 \times 10^{-4}$M)
3. Variasi komposisi fasa penerima (HCl, HNO_3, H_2SO_4, dan EDTA)
4. Variasi konsentrasi asam sulfat dalam fasa penerima (0 – 0,25 M)
5. Variasi volume membran (10 – 30 mL)
6. Variasi waktu kesetimbangan transpor (0 – 35 menit)
7. Variasi lama pengadukan (1 – 7 jam)

HASIL DAN DISKUSI

Penentuan Kondisi Optimum Transpor Cu(II)

Pengaruh pH fasa sumber

Penentuan pengaruh pH fasa sumber bertujuan untuk mendapatkan pH yang cocok dalam proses ekstraksi Cu(II) yang tinggi ke fasa penerima. Pengaruh pH fasa sumber terhadap persentase transpor Cu(II) dapat dipelajari

ISSN : 1978-628X

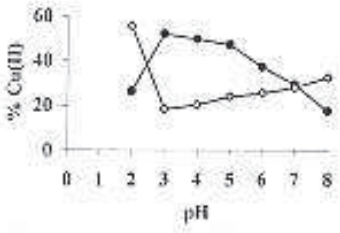
pada Gambar 2. pH 3 adalah pH yang optimum untuk transpor Cu(II) dengan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima mencapai 52 %.

Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Mellan (1982) dan Mizuke (1983) bahwa tembaga akan terekstraksi dengan oksin dalam kloroform pada range pH 2,8 – 12 yang menghasilkan kompleks Cu-oksinat yang berwarna kuning. Pada pH fasa sumber kecil dari 3 didapatkan jumlah Cu(II) yang ditranspor ke fasa penerima juga kecil, keadaan ini disebabkan karena semakin rendahnya pH jumlah ion hidrogen semakin banyak dalam fasa sumber akibatnya reaksi ke pembentukan kompleks Cu-oksinat lebih kecil sehingga Cu(II) akan terperangkap di dalam fasa sumber.

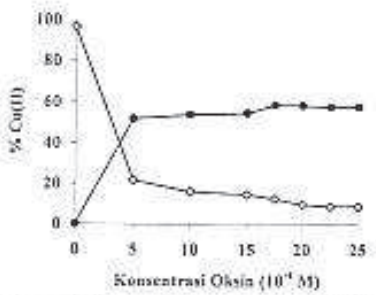
Pengaruh Konsentrasi Oksin Dalam Fasa Membran

Peranan oksin sebagai senyawa pembawa dalam proses membran ini adalah pada proses kompleksasi dan dekompleksasi pada kedua bidang antarmuka membran. Untuk itu perlu dilakukan pengaturan konsentrasi oksin dalam membran sehingga proses transpor Cu(II) ke fasa penerima mencapai optimum.

Berdasarkan pada Gambar 3, tanpa adanya oksin, persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima adalah nol, sedangkan dengan adanya molekul oksin akan meningkatkan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima dan mencapai optimum pada konsentrasi oksin 17,5 x 10^{-4} M.



Gambar 2. Pengaruh pH fasa sumber terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % transpor Cu(II) sisa di fasa sumber (0)



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi oksin dalam fasa membran terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % Cu(II) sisa difasa sumber (0)

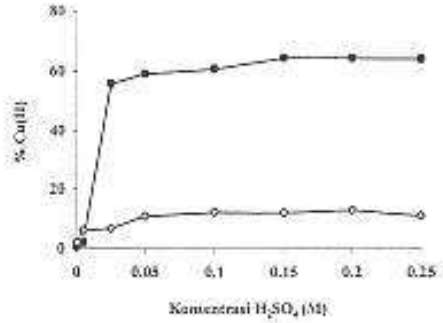
Pengaruh Komposisi Fasa Penerima

Berdasarkan pada Tabel 1, terlihat asam sulfat di fasa penerima memberikan persentase transpor sampai 55,6 %. Menurut Safavi (1996) asam sulfat di fasa penerima merupakan sumber proton yang lebih kuat untuk memprotonasi pengompleks dan membebaskan Cu(II) dalam fasa penerima dan besarnya gradien konsentrasi hidrogen yang terjadi antara fasa sumber dengan fasa penerima merupakan gaya pendorong untuk meningkatkan transpor Cu(II) ke fasa penerima.

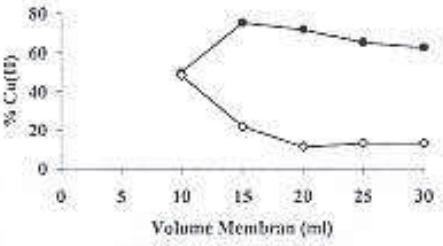
Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dalam Fasa Penerima.

Pengaruh konsentrasi asam sulfat dalam fasa penerima dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat maka transpor Cu(II) ke fasa penerima semakin besar sampai mencapai optimum pada konsentrasi asam sulfat 0,15 M.

Menurut Richard (1996), asam sulfat pada fasa penerima merupakan media penerima dan sumber ion hidrogen[7]. Keadaan ini terjadi pada antarmuka fasa membran dengan fasa penerima berupa pelepasan ion Cu(II) dari fasa membran ke fasa penerima yang diganti oleh 2 buah ion hidrogen dari fasa penerima. Ion Cu(II) tersebut akan cepat berdifusi ke dalam fasa penerima bila konsentrasi ion hidrogen cukup tinggi pada fasa tersebut.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % Cu(II) sisa di fasa sumber (0)



Gambar 5. Pengaruh volume membran terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % Cu(II) sisa di fasa sumber (0)

Pengaruh Volume Membran

Hubungan antara volume membran dengan persentase Cu(II) dapat dipelajari pada Gambar 5. Diperoleh bahwa semakin besar volume membran maka persentase Cu(II) ke fasa penerima semakin kecil karena jauhnya lintasan yang harus ditempuh untuk difusi logam dari fasa sumber melalui membran ke fasa penerima, untuk itu digunakan volume membran 20 mL untuk studi lebih lanjut.

Pengaruh Waktu Kesetimbangan

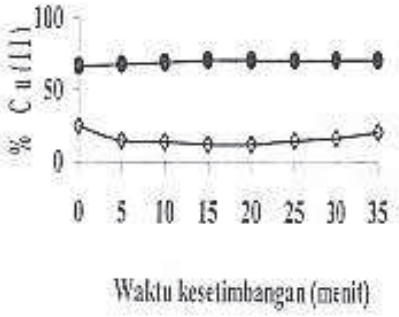
Pengaruh lama waktu kesetimbangan bertujuan untuk melihat lama waktu proses kesetimbangan reaksi-reaksi yang terjadi pada masing-masing antarmuka membran setelah pengadukan. Pada Gambar 6 terlihat bahwa kesetimbangan tercapai dengan pendiaman 15 menit dari proses pengadukan.

Pengaruh Lama Pengadukan

Menurut Richard (1996), waktu pengadukan sangat mempengaruhi proses transpor yang terjadi dari suatu ion logam, dimana lamanya waktu pengadukan semakin meningkatkan transpor ion logam ke fasa penerima seperti yang terlihat pada Gambar 7.

Bertambahnya waktu pengadukan akan meningkatkan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima, sebaliknya jumlah Cu(II) sisa yang tinggal di fasa sumber juga semakin kecil. Waktu pengadukan Cu(II) yang optimum dicapai setelah 6 jam dengan persentase transpor Cu(II) mencapai 97,3 %.

Gambar 6. Pengaruh waktu kesetimbangan terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % Cu(II) sisa di fasa sumber (0)



Gambar 7. Pengaruh lama pengadukan terhadap % transpor Cu(II) di fasa penerima (•) dan % Cu (II) sisa di fasa sumber

ISSN : 1978-628X

Mekanisme Transpor Cu(II) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Berdasarkan hasil dan data-data percobaan maka mekanisme transpor Cu(II) melalui membran cair fasa ruah dapat disarankan seperti pada Gambar 8. Pada antarmuka fasa sumber-fasa membran terjadi interaksi Cu(II) dengan pengompleks oksin seperti pada persamaan 2.

Hox adalah senyawa pembawa dan $Cu(ox)_2$ merupakan kompleks tembaga oksinat yang larut baik dalam pelarut organik. Kompleks $Cu(ox)_2$ akan berdifusi ke dalam membran dan dengan adanya pengadukan, kompleks tersebut akan dipercepat mencapai permukaan fasa membran-fasa penerima, dengan kondisi fasa penerima yang bersifat lebih asam mengakibatkan kompleks tersebut pecah dan terjadi pelepasan ion Cu^{+2} ke fasa penerima, dengan reaksi seperti persamaan 3.

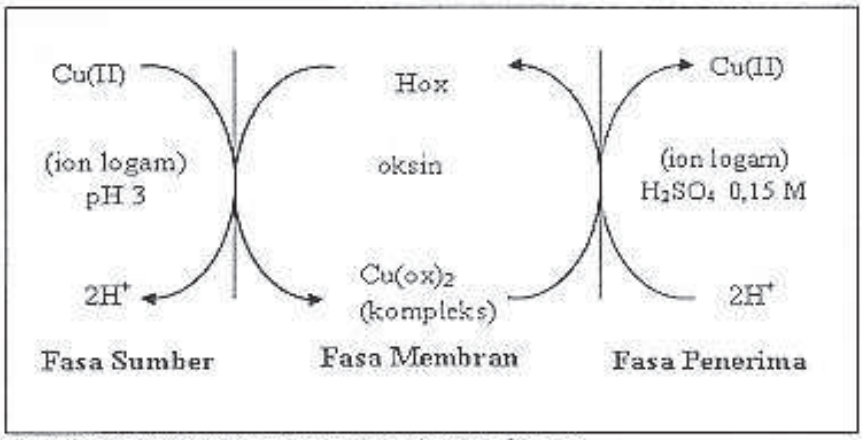
Oksin yang telah melepaskan ion Cu(II) ke fasa penerima selanjutnya kembali ke fasa membran dan bereaksi dengan ion Cu(II) yang lain pada antarmuka fasa sumber-fasa membran. Proses ini berlangsung terus menerus sampai tercapai kesetimbangan[5].

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2H^{+}(ox)_{(org)} \rightleftharpoons Cu(ox)_{2\,(org)} + 2H^{+}_{(aq)} \quad (2)$$

$$Cu(ox)_{2\,(org)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightleftharpoons Cu^{+2}_{(aq)} + 2H^{+}(ox)_{(org)} \quad (3)$$

Tabel 1. Persentase Transpor Cu(II) ke dalam Berbagai Jenis Komposisi Fasa Penerima.

No	Fasa Penerima	%Cu(II) di Fasa Sumber	%Cu(II) di Fasa Penerima
1	HCl 0,05 M	6,95	50,30
2	HNO_3 0,05 M	16,35	48,40
3	H_2SO_4 0,025 M	6,80	55,60
4	EDTA 0,05 M	8,90	19,20



Gambar 8. Mekanisme transpor Cu(II) melalui membran cair fasa ruah

KESIMPULAN

Transpor Cu(II) terjadi dari larutan fasa sumber yang bersifat asam melalui kloroform ke fasa penerima yang relatif lebih asam. Kondisi optimum dicapai pada pH fasa sumber adalah 3, konsentrasi oksin 17,5 x 10^{-4} M dalam kloroform, volume membran 20 mL, waktu kesetimbangan 15 menit, konsentrasi asam sulfat di fasa penerima 0,05 M dan waktu pengadukan 6 jam.

Pada kondisi optimum, kemampuan oksin sebagai senyawa pembawa untuk transpor ion Cu(II) 20 ppm dari fasa sumber melalui membran cair fasa ruah ke fasa penerima mencapai 97,3 % dengan kecepatan pengadukan 340 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

1. Richard, A.B., 1996, Chemical Separations With Liquid Membranes, ACS Symposium Series 642. Eds, American Chemical Society., Washington DC, 155-193.
2. Hiratani K., Takahashi, T., and Richard, A.B., 1997, Selective Liquid Membrane Transport of Lead (II) by an Acylic Polyether Dicarboxylic Acid Ionophere, *Anal Chem.*, 69: 3002-3007.
3. Linden V., and Ketelaere, D., 1998, Selective Recuperation of Copper by Supported Liquid Membrane (SLM) Extraction, *J. Membrane Sc.*, 139: 125-135.
4. Morrison, H.G., and Hendry, F., 1957, Solvent Extraction in Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, New York, 10-15.
5. Mulder, M., 1991, Basic Principles of Membrane Technology, Klower Academic Publisher, Dardrech, 244 –259.
6. Safavi, A., and Shams, E., 1998, Selective and Efficient Transport of Hg(II) Throught Bulk Liquid Membrane Using Methylred as Carrier, *J. Membrane Sci.*, 144: 37-43.
7. Richard, A.B., 1996, Chemical Separations With Liquid Membranes, ACS Symposium Series 642. Eds. American Chemical Society., Washington DC, 155-193.

ISSN : 1978-628X