

TRANSPOR IODIN MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN TENIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Refinel, Zaharasmu Kahar, dan Sukmawita

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas

E-mail: refinel@yahoo.com

ABSTRACT

The transport of iodine through a bulk liquid membrane containing chloroform as the solvent and alkaline sodium sulfite solution as the receiving phase was studied. Iodine transport was performed by bulk liquid membrane technique consist of 10 mL I₂/KI solution as feed phase, Na₂SO₃ (20 mL) and NaOH solution as receiving phase, and chloroform (30 mL) as membrane phase which was stirred 100 rpm. The presence of iodine both in feed and receiving phase then where determined by Spectrophotometer UV-Vis with λ max at 567 nm. The optimum conditions for iodine transport investigated from this work are 4×10^{-3} N, pH 4 in feed phase, pH 9 in receiving phase, I₂ : KI ratio in feed phase (2 : 5), and a stirring duration is 180 minutes. As conclusion the bulk liquid membrane technique with Na₂SO₃ and NaOH as receiving and acception substances is potential for iodine transport resulting 78.6 % of iodine transport.

Keywords: Iodine, transport, chloroform, bulk liquid membrane, Na₂SO₃, NaOH

PENDAHULUAN

Iodin dan senyawanya memiliki aplikasi yang luas di bidang industri, kesehatan, sanitasi, nutrisi dan lain. Pemakaian iodin dalam dunia kesehatan dapat memberikan dampak positif dan negatif terhadap lingkungan pemakaiannya. Dampak negatif dari limbah iodin salah satunya ditemukan di rumah sakit. Iodin biasanya dipakai secara berlebihan terutama pada proses operasi sebagai obat dan antiseptik, sehingga dilingkungan rumah sakit sering ditemukan limbah cair yang mengandung senyawa iodin^[1]. Untuk itu diperlukan solusi dalam menanggulangi pencemaran ini.

Penelitian untuk memonitor dan memisahkan iodin yang terlarut dalam air sudah dilakukan oleh Betsabe dkk, yaitu melalui ekstraksi pelarut dan dengan metoda membran cair fasa ruah. Iodin yang terlarut dalam air sebagai fasa sumber dengan cara mentranspor iodin (I₂/KI) melalui membran berupa minyak tanah (kerosin) ke fasa berair lain yang mengandung NaOH dan Na₂SO₃ sebagai fasa penerima. Dari hasil penelitiannya di dapatkan waktu transpor

iodin ke fasa penerima dengan waktu yang cukup lama yaitu 28 jam dan transpor sebanyak 85%^[2].

Pada penelitian ini dicoba untuk menata ulang dan memodifikasi sistem transpor diatas dengan memanfaatkan kelarutan iodin dalam kloroform sebagai fasa membran. Hal ini disebabkan iodin larut baik dalam pelarut kloroform ($K_d = 340$)^[3]. Sejauh mana kemampuan iodin untuk tertranspor melalui proses difusi antar fasa dari larutan berair I₂/KI sebagai fasa sumber ke dalam kloroform sebagai membran dan menuju fasa penerima Na₂SO₃ dalam suasana basa NaOH dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk diteliti dengan harapan transpor iodin dapat berjalan lebih cepat.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Vis (spektronik 20 D), pH-meter (Hanna Instrument), sel membran cair fasa ruah, stopwatch, magnetik

stirrer, neraca analitik (ainsworth), dan peralatan-peralatan gelas lainnya.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kloroform (CHCl_3), iodium (I_2), kalium iodida (KI), natrium sulfit (Na_2SO_3), kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), kalium persulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), amilum, dan aquades.

Penentuan Transpor Iodin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Percobaan transpor dilakukan dengan memakai metode Safavi^[4,8,9,10,1]. Ke dalam beaker gelas 100 mL (diameter 4,8 cm) dimasukkan fasa membran yaitu 30 mL larutan kloroform, kemudian pada larutan fasa membran dicelupkan sebuah tabung kaca silindris (diameter dalam 3 cm) yang ke dalamnya dipipetkan 10 mL larutan fasa sumber I_2/KI 4×10^{-3} N yang pH larutan telah diatur terlebih dahulu. Di luar tabung kaca silindris dipipetkan 20 mL larutan fasa penerima Na_2SO_3 8×10^{-3} N dan juga telah diatur pH larutannya. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan menggunakan magnetik stirer pada kecepatan ± 100 rpm selama 1 jam. Proses transpor iodin dari fasa sumber - fasa membran - fasa penerima berlangsung melalui proses difusi. Setelah pendiaman selama 10 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur nilai absorbannya dengan alat spektrofotometer UV-Vis, sehingga didapatkan konsentrasi iodin sisa di fasa sumber dan yang berhasil sampai ke fasa penerima dengan bantuan kurva kalibrasi iodin. Prosedur yang sama dilakukan untuk mendapatkan optimasi terhadap parameter yang diuji antara lain, pengaruh pH fasa sumber, pengaruh pH fasa penerima, pengaruh konsentrasi (perbandingan I_2 : KI) dalam fasa sumber dan pengaruh lama waktu pengadukan.

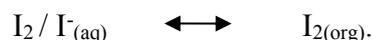
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin

Pengaturan pH dalam fasa sumber ditujukan untuk mengatur kesetimbangan iodin dalam air untuk dapat ditranspor dalam bentuk molekul ke fasa membran kloroform. Menurut Betsabe, dalam larutan air iodin akan terhidrolisis seperti reaksi berikut:



Pada pH 5 hampir 99% iodin terdapat dalam bentuk campuran I_2 dan bentuk ionik, sehingga iodin tidak larut banyak dalam pelarut organik^[1,2]. Pengaturan pH ditujukan untuk mendifusi I_2 dalam bentuk molekul ke dalam fasa membran kloroform. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terhadap variasi pH larutan di fasa sumber dari pH 3 - 6. Pada rentang pH tersebut (kondisi asam di fasa sumber) merupakan kondisi yang tepat untuk mendifusikan iodin dalam bentuk molekul ke fasa membran. Difusi ini terjadi di antarmuka fasa sumber dan fasa membran dalam bentuk reaksi transisi berikut dan terjadi pada pH tertentu:

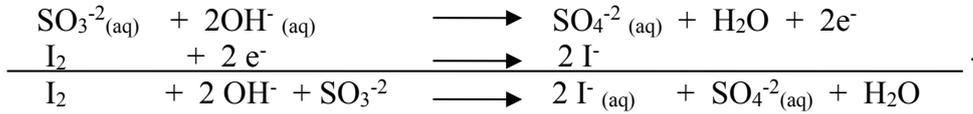


I_2 memiliki kelarutan yang baik dalam pelarut organik seperti kloroform, benzen, dan lain-lain. Kelarutan I_2 didalam kloroform ($K_d = 340$)^[3]. Penelitian dilakukan dengan waktu transpor selama 1 jam untuk pH fasa sumber 3 - 6, pH optimum iodin untuk proses transpor melalui difusi reaksi diatas masuk ke membran diperoleh pada pH fasa sumber 4 dimana iodin tertranspor sebesar 14,41% dan tersisa di fasa sumber 8,35%. Pada pH ini difusi iodin ke dalam membran sangat baik dapat dilihat dari warna membran (pink), dimana iodin banyak terekstrak dan terperangkap dalam membran (77,24%). Pada pH kecil dari 4 iodin (I_3^{-}) yang dihasilkan dari reaksi antara I_2 dan I^{-} masih stabil dalam fasa sumber sehingga iodin yang tertranspor ke fasa penerima rendah, sedangkan pada pH lebih besar dari 4 transpor iodin ke fasa penerima kembali mengalami penurunan, karena pH lebih besar dari 4, iodin terdapat dalam bentuk campuran I_2 dan bentuk ionik, dalam kondisi seperti ini iodin tidak larut banyak dalam pelarut organik dan mengakibatkan hanya sedikit

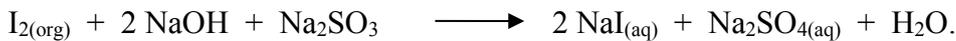
iodin yang berhasil tertransportasi ke fasa penerima^[1,2,7].

Pengaruh pH Larutan di fasa Penerima terhadap Transpor Iodin

Reagen stripping dalam fasa penerima yang digunakan adalah Na₂SO₃ dan NaOH. Dalam



Reaksi dalam bentuk sempurna:



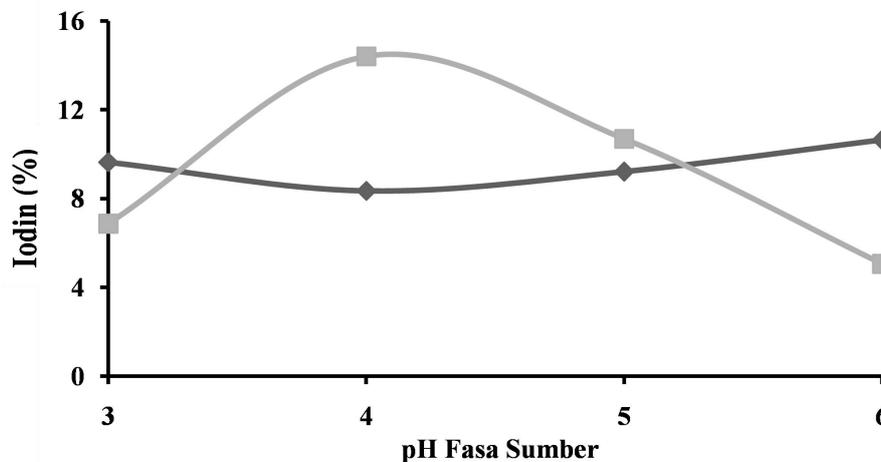
Pada kondisi basa di fasa penerima merupakan keadaan yang tepat untuk terjadinya reaksi oksidasi reduksi antara I_{2(org)} di antarmuka fasa penerima dengan Na₂SO₃ dan NaOH. Hasil penelitian yang telah dilakukan pH optimum untuk terjadinya proses di atas di fasa penerima adalah pH 9 dengan jumlah iodin yang tertransportasi

hal ini di antar muka fasa membran dengan fasa penerima, terjadi proses transisi:



Kemudian diikuti dengan reaksi redoks (I₂) dengan Na₂SO₃ dalam kondisi basa^[2,6].

sebanyak 21,52% dan yang tersisa di fasa sumber 8,13% untuk lama pengadukan 1 jam (Gambar 1). Pada pH 9 merupakan kondisi optimum reaksi redoks antara I₂ dan natrium sulfit, sehingga pada pH kecil dan besar dari 9 jumlah iodin yang tertransportasi ke fasa penerima masih rendah.



Gambar 1: Variasi pH larutan fasa sumber terhadap jumlah iodin (%) yang diperoleh di fasa sumber (◆) dan fasa penerima (■).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 10 mL (I₂/I⁻) 4x10⁻³ N, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 20 ml Na₂SO₃ 8x10⁻³ N dan NaOH pH 10, waktu transportasi 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Pengaruh Perbandingan Konsentrasi I₂ : KI di Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin

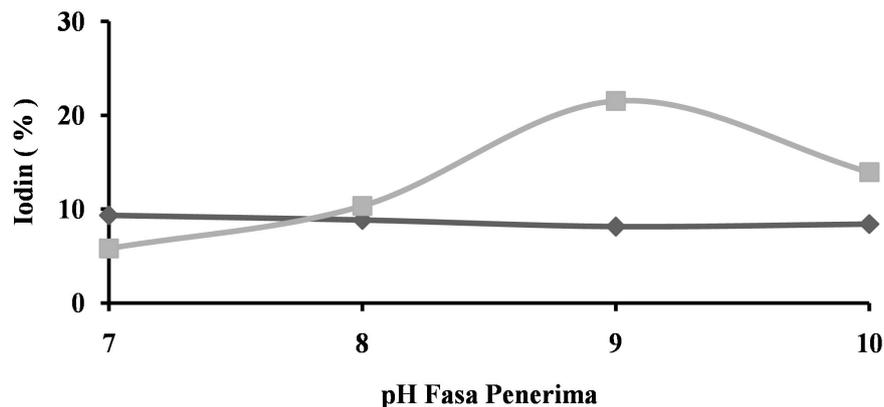
I₂ mempunyai kelarutan yang sulit larut di dalam air. Untuk melarutkan I₂ di fasa

sumber digunakan KI yang akan melarutkan I₂ menjadi bentuk I₃⁻ di fasa air. Ion I₃⁻, iodium, dan ion iodida di dalam air membentuk reaksi yang setimbang sebagai berikut:



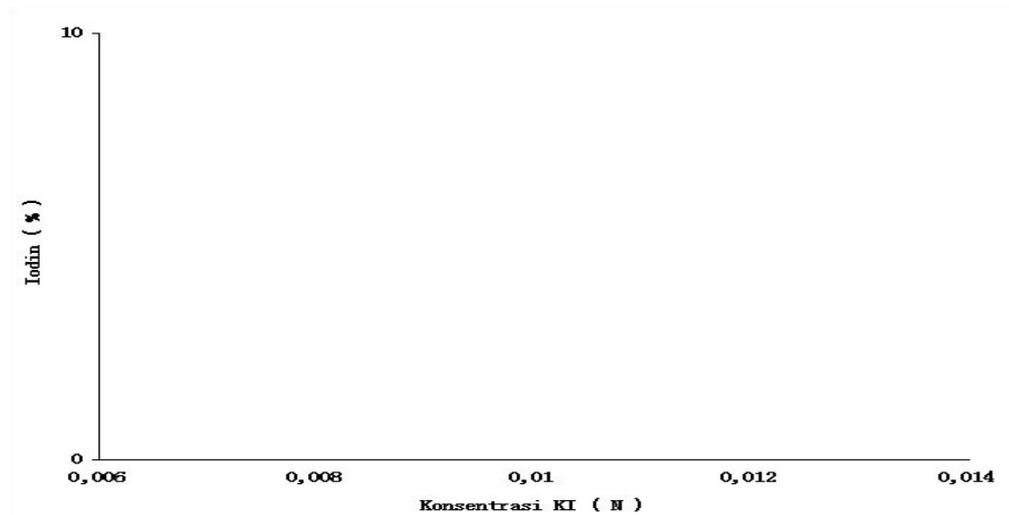
Kesetimbangan reaksi kelarutan iodin ini dalam bentuk I_3^- merupakan dasar utama untuk mengekstrak iodin kedalam pelarut organik kloroform (fasa membran)^[3]. Dalam hal ini perlu dicari kondisi yang tepat untuk mempermudah terjadinya proses transisi iodin terekstrak dari fasa sumber ke fasa membran kloroform dan kemudian ke fasa penerima, yakni dengan melakukan pengaturan perbandingan konsentrasi I_2 dengan KI dan pengaturan pH optimum di fasa sumber. Konsentrasi larutan I_2 di fasa sumber dibuat tetap yaitu 4×10^{-3} N, sedangkan konsentrasi larutan KI divariasikan dari 2 : 3 sampai dengan 2 : 7^[3]. Nilai konsentrasi KI berturut-turut dihitung untuk perbandingan I_2 : KI (2 : 3) adalah 0,006 N; I_2 : KI (2 : 4) adalah 0,008 N; I_2 : KI (2 : 5) adalah 0,01 N; I_2 : KI (2 : 6) adalah 0,012 N; dan I_2 : KI (2 : 7) adalah 0,014 N.

Gambar 3 dapat dilihat bahwa perbandingan I_2 : KI yang optimum untuk kelarutan iodin dalam air adalah dengan perbandingan (2 : 5) atau konsentrasi KI 0,01 N, dimana hasil transpor ke fasa penerima naik sebesar 21,80%, sedangkan sisa di fasa sumber turun mencapai 8,02%. Pada perbandingan I_2 : KI di bawah (2 : 5) % transpor rendah, hal ini karena belum tercapainya jumlah KI optimum yang diperlukan untuk melarutkan I_2 (kelarutan terhadap I_2 masih rendah) dalam air. Transpor iodin di fasa penerima kembali mengalami penurunan pada perbandingan I_2 : KI besar dari (2 : 5), karena jumlah KI yang dibutuhkan untuk melarutkan I_2 sudah melebihi keadaan optimumnya yang mengakibatkan ion I_3^- yang dihasilkan dari reaksi antara I_2 dan KI sangat stabil dalam pelarut air (fasa sumber), sehingga jumlah iodin yang berhasil diekstrak ke dalam membran untuk ditranspor ke fasa penerima sedikit.



Gambar 2. Variasi pH larutan fasa penerima terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber (◆) dan fasa penerima (■).

Kondisi percobaan: Fasa sumber 10 mL (I_2/I^-) 4×10^{-3} N pH 4, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 20 ml Na_2SO_3 8×10^{-3} N dan NaOH, waktu transpor 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.



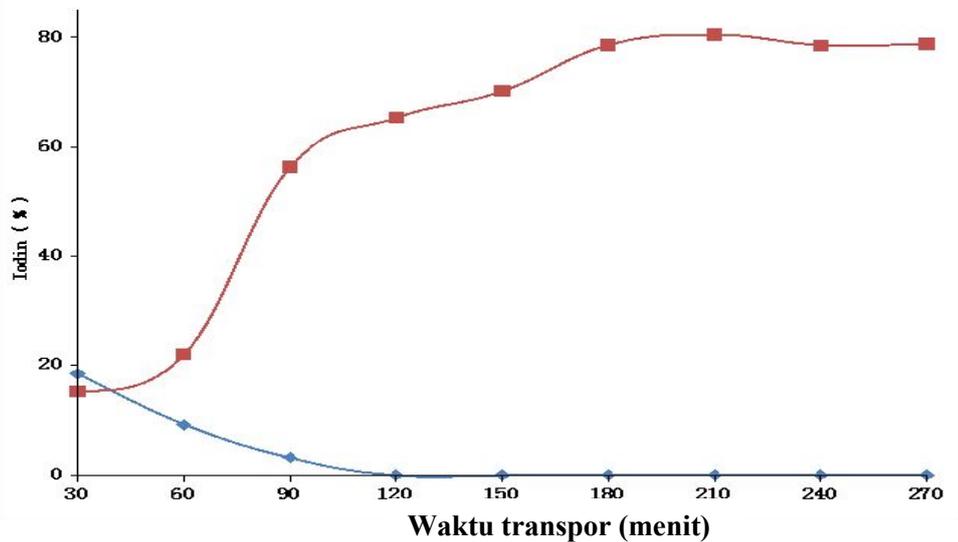
Gambar 3. Variasi perbandingan konsentrasi I₂ : KI di fasa sumber terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber (◆) dan fasa penerima (■).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 10 mL (I₂ / I⁻) pH 4, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 20 mL Na₂SO₃ 8x10⁻³ N dan NaOH pH 9, waktu transpor 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Pengaruh waktu terhadap transpor iodin

Faktor pengadukan sangat mempengaruhi interaksi tumbukan antar molekul dalam memperlancar terjadinya proses difusi^[4,5,7]. Waktu transpor juga memberikan efek yang sangat nyata terhadap jumlah iodin yang

tertranspor dari fasa sumber ke dalam fasa membran kemudian diteruskan ke fasa penerima. Dari penelitian yang telah dilakukan iodin dapat ditranspor ke fasa penerima sebesar 78,58% dengan waktu transpor optimum 180 menit.



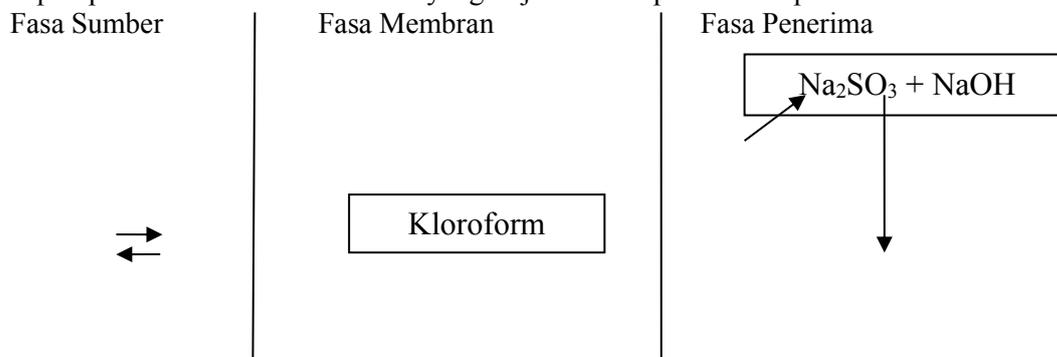
Gambar 4 : Variasi waktu transpor terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber (◆) dan fasa penerima (■).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 10 mL (I₂ / I⁻) (2 : 5) pH 4, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 20 mL Na₂SO₃ 8x10⁻³ N dan NaOH pH 9, berbagai variasi waktu transpor, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Gambar 4 dapat dilihat bahwa dari waktu 30 menit sampai dengan 180 menit transpor iodine ke fasa penerima semakin meningkat sedangkan sisa iodine di fasa sumbernya semakin menurun dan pada waktu transpor 120 menit iodine tidak terdeteksi lagi dalam fasa sumber. Iodine yang berada di fasa sumber berangsur-angsur berpindah/berdifusi ke fasa membran maksimal pada waktu 90 menit (membran berwarna pink pekat) dengan bertambahnya waktu transpor warna pink semakin memudar dan mencapai optimum pada waktu 180 menit. Pada waktu lebih besar dari 180 menit jumlah iodine tertranspor tidak memberikan kenaikan yang

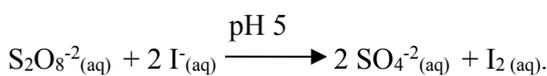
begitu nyata sampai dilakukannya variasi waktu selama 270 menit. Pengaruh waktu transpor memberikan perubahan yang nyata terhadap sistim membran. Warna kuning iodine yang berada di fasa sumber dengan bertambahnya waktu transpor semakin memucat, sedangkan kloroform yang bertindak sebagai membran lama kelamaan akan berwarna pink/merah jambu pekat dan juga akan memudar kembali. Namun, pada fasa penerima tidak mengalami perubahan warna seperti larutan di fasa sumber dan di fasa membran. Persentase iodine yang berhasil tertranspor ke fasa penerima dalam waktu optimum 180 menit adalah sebesar 78,58%.

Adapun perkiraan mekanisme reaksi yang terjadi dalam proses transpor iodine ini adalah :



Gambar 5. Reaksi yang terjadi pada sistem transpor iodine.

Kemudian iodine yang terdapat di fasa penerima dalam bentuk I⁻ ini dioksidasi oleh kalium persulfat, sehingga terbentuklah I₂ dan dengan penambahan amilum larutan akan berwarna biru sehingga dapat diukur absorbansi dari larutan tersebut dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Rangkaian reaksi yang terjadi :



Dari reaksi terlihat bahwa kondisinya netral, tetapi pada saat pengujian dengan metode spektrofotometri diperoleh I₂ maksimal pada pH 5, sehingga untuk penentuan jumlah iodine yang tertranspor ke fasa penerima pendeteksiannya dilakukan pada pH tersebut di atas.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa transpor iodine melalui membran cair kloroform dan Na₂SO₃ dalam NaOH sebagai reagen stripping dalam fasa penerima dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dapat mentranspor iodine secara optimal sampai ke fasa penerima dengan waktu transpor 180 menit (3 jam) jauh lebih cepat dibandingkan penelitian oleh Betsabe, dkk yaitu 28 jam. Kondisi optimum untuk sistem transpor iodine ini diperoleh pada pH larutan di fasa sumber 4, pH larutan fasa penerima (reagen stripping) Na₂SO₃ dan NaOH, dan perbandingan konsentrasi KI yang digunakan untuk melarutkan I₂ (I₂ : KI) di fasa sumber adalah 2 : 5. Pada kondisi ini hasil transpor maksimal iodine diperoleh sebesar 78,58%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Falah, dan Miftahul. "Iodin (I) atau Yodium". (<http://www.google.com.miftahul.wordpress.com>), 12/12/2010.
2. B. Nabieyan, A. Kargari, T. Kaghazchi, A. Mahmoudian, M. Soleimani, Bench-scale pertraction of iodine using a bulk liquid membrane system, *Desalination.*, (214): 167-176, (2007).
3. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, *Farmakope Indonesia*, edisi IV : Depkes RI. 316-317 (1995).
4. Savafi and E. Shams, Selective and efficient transport of Hg(II) through bulk liquid membrane using methyl red as carrier, *J. Membrane Sci.*, 144: 37-43, (1998).
5. M. Mulder, Basic Principle of Membran technology, Kluwer Academic Publisher, Dordrencht, 244-259, (1991).
6. R. A. Day, and A. L. Underwood, Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi VI. Jakarta: Erlangga, (2002).
7. A. B. Richard, Chemical separation with liquid membrane, ACS, Symposium series 642, *American Chemical Society.*, Washington DC, 1: 202, 1996.
8. Refinel, Optimalisasi transpor Cu(II) dengan zat pembawa metil merah melalui teknik membran cair fasa ruah, *Proseding Semirata*, FMIPA-Unja Jambi, 17-19 Juli 2005.
9. Refinel, Zaharasm, dan Olly, Kinetika transpor Cu(II) oleh zat pembawa oksin dengan dan tanpa asam oleat melalui membran cair fasa ruah, *Jurnal Riset Kimia.*, 2(2): 127-131, (2009).
10. Refinel, Zaharasm, dan Olly, Kinetika dan selektifitas transpor Cu(II) antara fasa melalui membran cair fasa ruah dengan oksin sebagai zat pembawa, *Jurnal Riset Kimia.*, 4(1): 63-72, (2010).