



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

# **OPTIMASI TRANSPOR IODIN MELALUI MEMBRAN KLOROFORM DENGAN VITAMIN C SEBAGAI FASA PENERIMA DALAM TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

**SKRIPSI**



**NOVAS VANIA AGUSSALIM  
07132074**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2011**

## ABSTRAK

### OPTIMASI TRANSPOR IODIN MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN VITAMIN C SEBAGAI FASA PENERIMA DALAM TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH



Novas Vania Agussalim

07132074

Dibimbing oleh : Refinel, M.Si dan Imelda, M.Si

Penelitian tentang transpor iodin telah dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah yang terdiri atas 10 mL larutan  $I_2/KI$  sebagai fasa sumber, 20 mL larutan Vitamin C ( $C_6H_8O_6$ ) sebagai reagen stripping dalam fasa penerima, dan 30 mL kloroform sebagai fasa membran. Teknis operasi percobaannya dibantu dengan pengadukan magnetik stirer pada kecepatan 100 rpm. Kandungan iodin dalam fasa sumber dan fasa penerima ditentukan dengan Spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda_{maks}$  567 nm. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum transpor iodin  $4 \times 10^{-3}$  N dengan pH di fasa sumber 3, konsentrasi larutan fasa penerima adalah  $4 \times 10^{-3}$  N, perbandingan  $I_2:KI$  di fasa sumber (2:4), dan waktu transpor optimum 90 menit. Pemanfaatan teknik membran cair fasa ruah dengan Vitamin C ( $C_6H_8O_6$ ) sebagai reagen stripping dalam fasa penerima cukup potensial untuk mentranspor iodin dari fasa sumber ke fasa penerima melalui membran kloroform dengan jumlah iodin yang tertranspor sebanyak 90,84% dan nilai fluks yang diperoleh adalah sebesar  $125,76 \times 10^{-9}$  L.  $cm^{-2}$ .  $menit^{-1}$ .

*Kata kunci* : Teknik Membran Cair Fasa Ruah, Iodin, reagen stripping, kloroform.

## ABSTRACT

### THE OPTIMIZATION OF IODINE TRANSPORT VIA CHLOROFORM MEMBRANE WITH VITAMIN C AS ACCEPTOR PHASE IN BULK LIQUID MEMBRANE TECHNIQUE

UNIVERSITAS ANDALAS

By

Novas Vania Agussalim

Bachelor of Science in Chemistry Faculty of Mathematic and Natural Sciences

Andalas University

Advised by refinel M.Si and Imelda M.Si

The research about Iodine transport has been done via bulk liquid membrane technique which consist of 10 mL of  $I_2/KI$  solution as a source phase, 20 mL of Vitamin C solution as acceptor phase and 30 mL of chloroform as membrane phase. The procedure operation technique was supported by stirrer magnetic stirring at 100 rpm. The content of iodine in source phase and acceptor phase was determined by UV-Vis Spectrophotometer at 567 nm of  $\lambda_{maks}$ . From the result, it can be concluded that the optimum condition of iodine transport was  $4 \times 10^{-3}$  N with the pH at source phase was 3, the concentration of acceptor phase was  $4 \times 10^{-3}$  N, the comparison  $I_2:KI$  in source phase was 2:4, and the optimum transport time was 90 minutes. The utilization of bulk liquid membrane technique with Vitamin C ( $C_6H_8O_6$ ) as the stripping agent in acceptor phase is potensial enough to transport iodine from source phase to the acceptor phase via chloroform membrane with the number of transport iodine was 90,84% and the value of flux resulted was  $125,76 \times 10^{-9}$  L.  $cm^{-3}$ .  $minute^{-1}$ .

*Keyword* : Bulk Liquid Membrane Technique, Iodine, Stripping agent, Chloroform

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	i
<b>ABSTRAK.....</b>	iii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	v
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	x
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Karakteristik.....	4
2.1.1 Iodin.....	4
2.1.2 Asam Asakorbat (vitamin C) sebagai Fasa Penerima.....	6
2.2 Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	7
2.3 Pemisahan Iodin dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	9
2.4 Penentuan Iodin secara Spektrofotometri.....	11
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.2.1 Alat yang digunakan .....	13
3.2.2 Bahan yang digunakan .....	13

3.3	Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis.....	13
3.3.1	Pembuatan Larutan Fasa Sumber.....	13
3.3.2	Pembuatan Larutan Fasa Membran .....	14
3.3.3	Pembuatan Larutan Fasa Penerima .....	14
3.3.4	Pembuatan Larutan Kalium Bikromat.....	14
3.3.5	Pembuatan Larutan Natrium Tiosulfat.....	14
3.3.6	Pembuatan Larutan Kalium Persulfat.....	14
3.3.7	Pembuatan Asam Oksalat.....	15
3.3.8	Pembuatan Amilum 1%.....	15
3.3.9	Pembuatan Larutan KI Induk.....	15
3.3.10	Pembuatan HCl 0,1 N.....	15
3.3.11	Pembuatan NaOH 0,1 N.....	15
3.4	Prosedur Kerja.....	16
3.4.1	Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat dengan Larutan Kalium Bikromat .....	16
3.4.2	Standarisasi Larutan Iodin dengan Larutan Natrium Tiosulfat.....	16
3.4.3	Standarisasi Larutan NaOH dengan Larutan Asam Oksalat.....	16
3.4.4	Standarisasi Larutan Asam Askorbat Dengan Larutan NaOH.....	17
3.4.5	Penentuan Transpor Iodin melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	17
3.4.6	Penetapan Konsentrasi Zat dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	17
3.4.7	Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Iodin.....	18
3.4.8	Penentuan Parameter Transpor Iodin.....	19
3.4.8.1	Pengaruh pH Fasa Sumber.....	19
3.4.8.2	Pengaruh Konsentrasi Fasa Penerima.....	19

3.4.8.3 Pengaruh Konsentrasi $I_2:KI$ dalam Fasa Sumber.....	19
3.4.8.4 Pengaruh Waktu Transpor.....	19

**BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

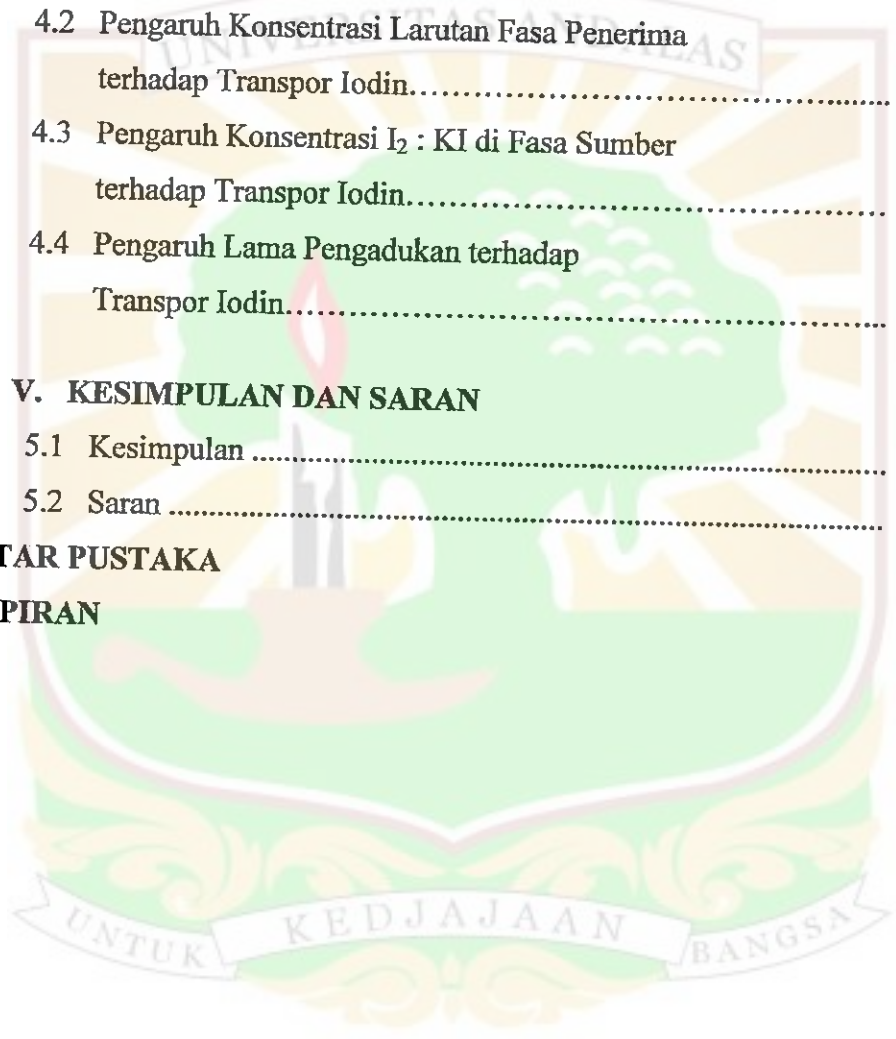
4.1 Pengaruh pH Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin.....	20
4.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan Fasa Penerima terhadap Transpor Iodin.....	22
4.3 Pengaruh Konsentrasi $I_2 : KI$ di Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin.....	24
4.4 Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Iodin.....	25

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kondisi optimum penelitian Betsabe, dkk pada transpor iodin melalui membran cair kerosin.....	9
Tabel 2.	Hubungan absorban dengan konsentrasi iodin.....	31
Tabel 3.	Hasil transpor iodin dengan variasi pH larutan di fasa sumber.....	32
Tabel 4.	Hasil transpor iodin dengan variasi konsentrasi larutan di fasa penerima.....	33
Tabel 5.	Hasil transpor iodin dengan variasi $I_2 : KI$ di fasa sumber.....	34
Tabel 6.	Hasil transpor iodin dengan variasi waktu transpor.....	35



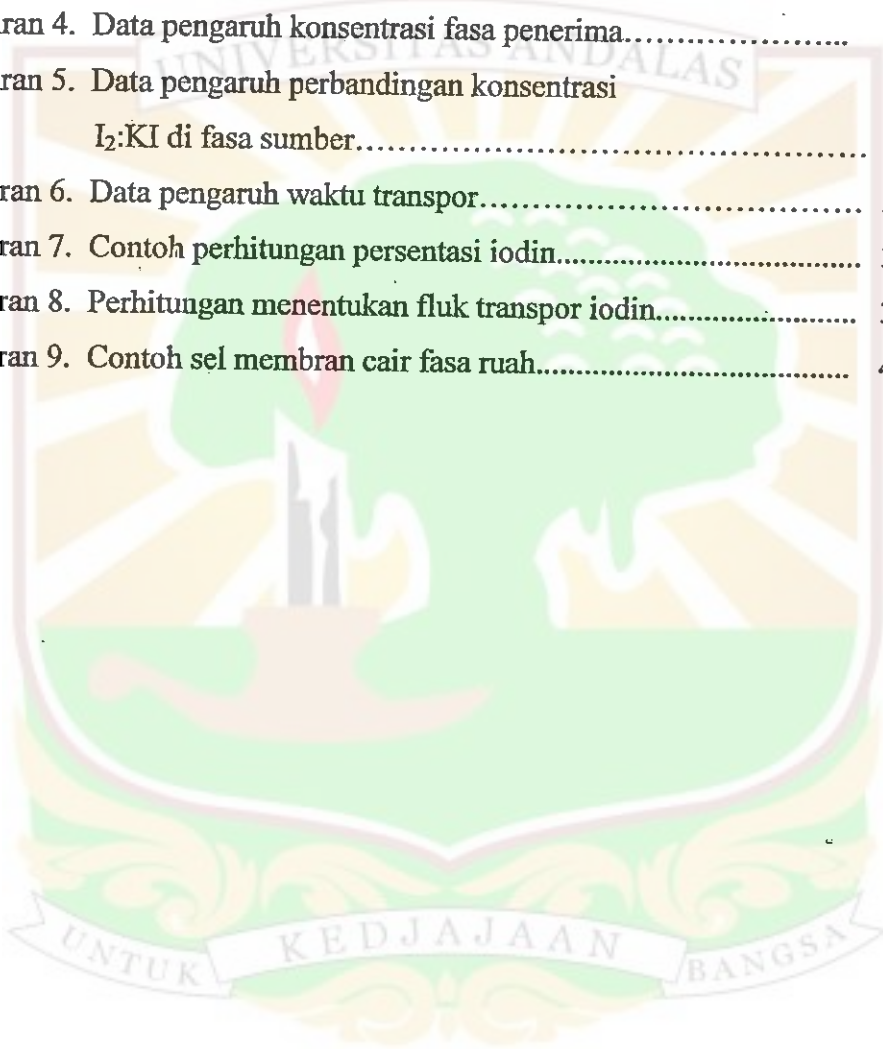
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Vitamin Asam Askosbat.....	7
Gambar 2. Model percobaan transpor iodin melalui teknik membran cair fasa ruah.....	10
Gambar 3. Variasi pH larutan fasa sumber terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber dan fasa penerima.....	21
Gambar 4. Variasi konsentrasi larutan fasa penerima terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber dan fasa penerima.....	23
Gambar 5. Variasi perbandingan konsentrasi $I_2$ ;KI di fasa sumber terhadap % iodin.....	24
Gambar 6. Variasi waktu transpor terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber dan fasa penerima.....	26
Gambar 7. Reaksi yang terjadi pada sistem transpor iodin.....	27
Gambar 8. Spektrum panjang gelombang maksimum penentuan konsentrasi iodin.....	30
Gambar 9. Kurva kalibrasi standar iodin pada panjang gelombang maksimum 567 nm.....	31



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penentuan panjang gelombang maksimum untuk pengukuran konsentrasi iodin secara spektrofotometri.....	30
Lampiran 2. Data pembuatan persamaan regresi.....	31
Lampiran 3. Data pengaruh pH fasa sumber.....	32
Lampiran 4. Data pengaruh konsentrasi fasa penerima.....	33
Lampiran 5. Data pengaruh perbandingan konsentrasi $I_2:KI$ di fasa sumber.....	34
Lampiran 6. Data pengaruh waktu transpor.....	35
Lampiran 7. Contoh perhitungan persentasi iodin.....	36
Lampiran 8. Perhitungan menentukan fluk transpor iodin.....	38
Lampiran 9. Contoh sel membran cair fasa ruah.....	40



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi membran cair telah dikembangkan secara luas dengan berbagai penerapan misalnya dibidang industri dan analisa kimia. Teknik ini memanfaatkan fasa cair sebagai membran, dimana dapat digunakan untuk proses pemisahan, pemekatan, dan pemurnian spesi kimiawi yang ada dalam campuran. Membran cair merupakan pilihan tepat yang dapat digunakan untuk pemisahan spesi kimia tertentu karena bersifat selektif permeabel dengan cara memanfaatkan pelarut organik ataupun anorganik tertentu yang berfungsi sebagai lintasan transportnya. Keselektifan membran cair terhadap komponen yang akan ditransport dapat juga diperoleh dengan menambahkan zat aditif tertentu sebagai mediator dan pengaruh kondisi operasi yang tepat saat pemakaian membran sehingga tidak terjadi reaksi bolak balik <sup>[1]</sup>.

Penelitian untuk memonitor dan memisahkan iodine sudah dilakukan oleh Betsabe dkk melalui ekstraksi pelarut dan dengan metoda membran cair fasa ruah. Penelitian tersebut adalah memisahkan iodine yang terlarut dalam air sebagai fasa sumber dengan cara memindahkan (mentranspor) iodine ( $I_2/KI$ ) melalui membran berupa minyak tanah (kerosin) ke fasa berair lain yang mengandung NaOH dan  $Na_2SO_3$  sebagai fasa penerima. Dari hasil penelitiannya di dapatkan waktu transpor iodine ke fasa penerima mencapai waktu yang cukup lama 28 jam dengan persen transpor 85 % <sup>[2]</sup>.

Dalam dunia kedokteran, iodine dibutuhkan sebagai salah satu antiseptik yang sering digunakan untuk membantu proses berlangsungnya operasi. Penggunaan iodine yang berlebihan menyebabkan limbah iodine menjadi tidak terkontrol (ambang batas  $I_2$  dalam limbah adalah  $1 \text{ mg/m}^3$ ) sehingga untuk mengatasi limbah tersebut dapat dilakukan pemisahan dengan menggunakan metoda membran cair fasa ruah.

Pada penelitian ini dicoba untuk menata ulang dan memodifikasi sistem transpor yang telah dilakukan oleh Betsabe dkk dengan memanfaatkan kelarutan

iodin dalam kloroform sebagai fasa membran. Hal ini disebabkan iodin larut baik dalam pelarut kloroform. Sejauh mana kemampuan iodin untuk tertransportasi melalui proses difusi antar fasa dari larutan berair  $I_2/KI$  sebagai fasa sumber ke dalam kloroform sebagai membran dan menuju fasa penerima  $C_6H_8O_6$  (vitamin C) dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk diteliti dengan harapan transport iodin dapat berjalan lebih cepat tidak selama peneliti sebelumnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pemisahan iodin yang telah dilakukan oleh Betsabe, dkk melalui membran cair kerosin membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 28,5 jam. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap teknik pemisahan tersebut dengan cara mengganti membran cair kerosin dengan membran kloroform dan fasa penerima  $C_6H_8O_6$  (vitamin C). Pengkajian dilakukan terhadap proses transport yang terjadi antar fasa melalui penelitian ulang kondisi optimum sistem transport dan kemampuan membran kloroform dalam mempersingkat waktu transport iodin dari fasa sumber menembus membran ke fasa penerima. Untuk menunjang penelitian ini dilakukan uji terhadap beberapa parameter yaitu :

1. Variasi pH fasa sumber
2. Variasi konsentrasi fasa penerima
3. Variasi konsentrasi KI pada fasa sumber
4. Variasi waktu transport

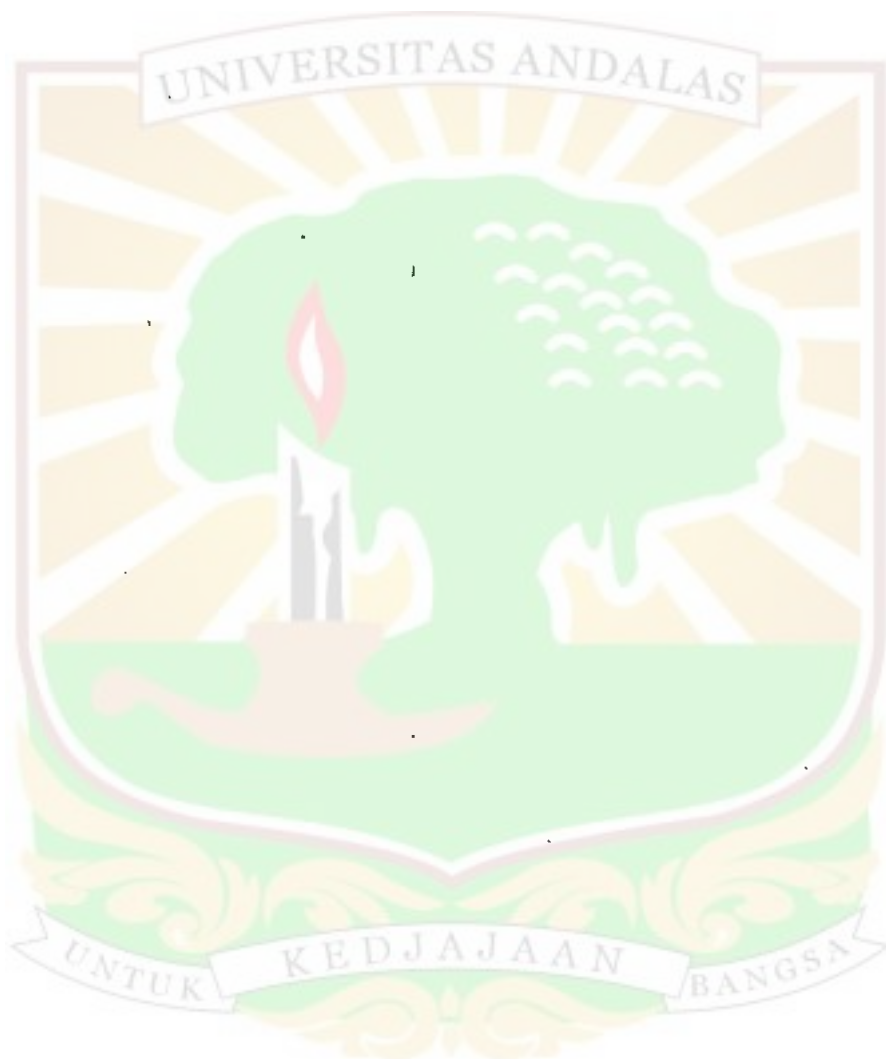
## 1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimum transport iodin melalui membran kloroform dengan  $C_6H_8O_6$  (vitamin C) sebagai fasa penerima dengan teknik membran cair fasa ruah.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Setelah diperoleh gambaran transport iodin antar fasa, diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang difusi transport iodin melalui teknik

membran cair fasa ruah dan optimasi sistem transpor senyawa ini dengan menggunakan kloroform sebagai membran,  $C_6H_8O_6$  (vitamin C) sebagai fasa penerima serta dapat membuka peluang penelitian lebih lanjut terhadap ekstraksi senyawa iodin dalam air.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Karakteristik

##### 2.1.1 Iodin

Iodin berasal dari kata iode yang dalam bahasa Yunani artinya berwarna ungu. Iodin ditemukan oleh Courtois pada tahun 1811. Iodin tergolong unsur halogen. Iodin yang sangat murni dapat diperoleh dengan mereaksikan kalium iodida dengan tembaga sulfat. Iodium adalah padatan berkilau yang berwarna hitam kebiru-biruan, menguap pada suhu kamar menjadi gas ungu biru dengan bau menyengat. Iodium yang dapat dijumpai adalah berbentuk kristal dengan bobot atom 127 g/mol dan bobot molekul 254 g/mol, dapat menyublim dan bersifat racun serta korosif. Selain itu, iodium juga dapat larut dalam alkohol, karbon disulfida, kloroform, eter, karbon tetraklorida, gliserol, dan tidak larut dalam air<sup>[5]</sup>. Akan tetapi I<sub>2</sub> larut dalam larutan KI



Iodium termasuk kelompok gizi mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sangat sedikit yaitu sekitar 10-20 mg per 70 kg rata-rata berat badan manusia. Iodin merupakan zat gizi yang diperlukan tubuh dalam proses pertumbuhan, perkembangan, dan kecerdasan otak manusia maupun hewan<sup>[5]</sup>. Selain itu iodium dapat digunakan sebagai obat antiseptik dan untuk mengidentifikasi amilum. Senyawaan iodin juga dapat dimanfaatkan seperti Kalium Iodat (KIO<sub>3</sub>) merupakan zat yang ditambahkan pada garam dapur, Perak Iodida (AgI) yang digunakan dalam film fotografi<sup>[9]</sup>.

Iodin dan senyawanya merupakan kimia non-metalik yang sangat penting dan mempunyai aplikasi yang luas dalam berbagai industri, obat-obatan, sanitasi, nutrisi, dan lain-lain. Meskipun konsentrasi iodin rendah dalam air laut, beberapa ganggang

khususnya varietas coklat dapat mengekstrak dan mengumpulkan iodin. Ganggang tersebut merupakan family *Laminaria* yang mengandung iodin terbanyak hingga 0,45% pada keadaan kering, diikuti dengan *Fucus* jenis ganggang coklat lainnya<sup>[2]</sup>.

Iodin adalah padatan berkilau yang berwarna hitam kebiru-biruan, mudah menyublim pada suhu kamar menjadi gas ungu biru dengan bau menyengat. Iodin ditemukan secara alami di udara, air dan tanah. Sumber komersil yang paling penting dari iodin terdapat dibawah permukaan laut. Iodin dibawah permukaan laut tersebut konsentrasinya jarang melebihi 100 mg/L, dan sering kurang dari 10 mg/L. Konsentrasi iodin tertinggi terdapat dalam air laut alami atau dalam air dibawah permukaan laut Oklahoma, dimana itu melebihi 1,4 g/L<sup>[2]</sup>. Penggunaan dari senyawa iodin banyak ditemukan dalam kehidupan manusia seperti senyawa kalium iodat ( $KIO_3$ ) yang ditambahkan 0,002 - 0,004 mg iodin/kilogram bobot tubuh ke dalam garam dapur untuk mencegah munculnya penyakit gondok (gioter)<sup>[3]</sup>. Bentuk lain adalah berupa perak iodida ( $AgI$ ) digunakan dalam kertas film fotografi, senyawa  $KI$  digunakan sebagai obat anti jamur, digunakan dalam pengolahan air minum, dan iodoform ( $CHI_3$ ) untuk obat antiseptik<sup>[4]</sup>.

Iodin diperlukan tubuh untuk membentuk tiroksin, suatu hormon dalam kelenjar tiroid. Tiroksin merupakan hormon utama yang dikeluarkan oleh kelenjar tiroid. Setiap molekul tiroksin mengandung empat atom iodin<sup>[6]</sup>. Apabila jumlah iodin yang tersedia tidak mencukupi, produksi tiroksin dan triiodotironin menurun dan sekresi tiroid stimulating hormon (TSH) meningkat. TSH adalah hormon tirotropik yang dihasilkan oleh hipofisa anterior. Akibatnya, sintesis tiroglobulin oleh sel tiroid meningkat yang menyebabkan kelenjar membesar dan terjadi hiperplasia yang disebut gondok. Selain itu, kekurangan iodin dapat juga mengakibatkan kretinisme (kerdil), penurunan kecerdasan, cepat mengantuk, degup jantung lemah, malas, dan untuk tingkat yang lebih berat dapat mengakibatkan gangguan pada otak dan pendengaran serta kematian pada bayi.

Adapun dampak yang ditimbulkan akibat kelebihan iodin adalah mengalami tremor (tangan bergetar, untuk mengetahui tremor sangat mudah dengan meletakkan selembur kertas diatas kedua tangan yang diluruskan, apabila kedua

tangan bergetar tanpa adanya angin dipastikan itu tremor), mudah keringatan meskipun di daerah yang dingin, mudah marah, degup jantungnya lebih cepat, susah tidur, dan makan terus menerus.

Meskipun sebagian besar iodin di dalam tubuh terdapat dalam kelenjar tiroid, iodin juga dapat ditemukan dalam kelenjar ludah, lambung, usus halus, kulit, rambut, kelenjar susu, plasenta, dan ovarium<sup>[7]</sup>. Iodin secara perlahan-lahan diserap dari dinding saluran pencernaan ke dalam darah. Penyerapan tersebut terutama terjadi dalam usus halus, meskipun dapat berlangsung pula dalam lambung. Dalam usus, iodin bebas atau iodat mengalami reduksi menjadi iodida sebelum diserap tubuh. Dalam peredaran darah, iodida menyebar ke dalam cairan ekstraseluler seperti halnya klorida. Iodida yang masuk ke dalam kelenjar tiroid dengan cepat dioksidasi dan diubah menjadi iodin organik melalui penggabungan dengan tiroksin. Proses tersebut terjadi pula secara terbatas dalam ovum<sup>[8]</sup>.

### 2.1.2. Asam Askorbat (Vitamin C) sebagai Fasa Penerima

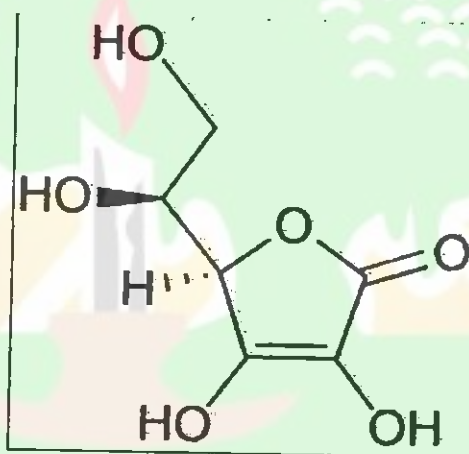
Vitamin C (asam askorbat) merupakan antioksidan yang sangat penting bagi gizi manusia. Vitamin C terdapat dalam buah-buahan asam, tomat, kentang, kubis dan cabe hijau. Vitamin C diperlukan untuk pembentukan jaringan ikat. Vitamin C membantu penyerapan zat besi dan membantu penyembuhan luka bakar atau luka lainnya. Berikut adalah karakteristik dari Vitamin C :

1. Formula Molekul =  $C_6H_8O_6$
2. Massa relatif = 176.12 g/mol
3. Kelarutan dalam air = 33 g/100 ml
4. Bentuk = Padatan putih kekuningan

Asam askorbat secara bertahap menjadi gelap lewat paparan terhadap cahaya, namun sedikit perubahan warna tidak berpengaruh pada efek terapinya. Asam askorbat teroksidasi dengan cepat pada udara atau suasana basa. Pada konsentrasi besar dari 100 mg/ml, asam askorbat mengalami dekomposisi melalui

produksi karbon dioksida. Bentuk injeksi harus disimpan di kulkas (2-8°C), terlindung dari cahaya dan udara<sup>[10]</sup>.

Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan penderita akan tampak depresi, lelah dan lemah. Tekanan darah dan denyut jantung menjadi naik turun (berfluktuasi). Pada bayi yang berusia 6-12 bulan, kekurangan Vitamin C dalam susu formula atau makanan padatnya dapat menyebabkan *scurvy*. Gejala awalnya berupa rewel, nyeri jika badannya bergerak, kehilangan nafsu makan dan tidak mengalami penambahan berat badan. Tulang-tulanganya tipis/kecil dan sendi-sendinya menonjol. Sementara itu kelebihan vitamin C yaitu dengan dosis yang melebihi 1000 miligram/hari dapat menyebabkan *diare*, batu ginjal pada orang-orang yang peka, dan perubahan siklus menstruasi<sup>[11]</sup>.



Gambar 1. Struktur Asam Askorbat

## 2.2 Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Membran cair merupakan suatu fasa cair yang membatasi dua fasa cair lain yang saling melarutkan, sedangkan membran cair itu sendiri tidak dapat larut dalam kedua fasa cair yang dibatasinya. Membran cair dapat dibuat dari fasa cair hidrofobik yang memisahkan dua fasa cair hidrofilik atau sebaliknya. Karakterisasi dari membran cair dapat bersifat semipermeabel dan berperan sebagai lintasan transpor komponen antar fasa. Keselektifan utama dari membran cair untuk teknik pemisahan umumnya terjadi karena adanya perbedaan koefisien



distribusi atau perbedaan kelarutan komponen di antar fasa permukaan membran. Keselektifan akan lebih tinggi dengan penambahan zat pembawa yang tepat ke dalam membran sebagai mediator.

Teknik membran cair fasa ruah adalah tipe dari membran cair yang telah banyak digunakan dalam pemisahan ion-ion logam. Ruah artinya cairan yang digunakan sebagai membran dalam jumlah yang banyak dan ketebalan bisa mencapai satuan cm. Dalam membran cair fasa ruah, ketebalan membran sangat ditentukan oleh model sel membrannya. Membran ini mampu memberikan seluruh fasilitas antarmuka untuk tempat terjadinya proses transpor pada sistem pemisahan.

Membran mempunyai kemampuan untuk mentranspor suatu komponen dengan baik karena adanya sifat-sifat fisika dan kimia antara membran dan komponen yang diserap. Proses transpor melalui membran cair dari suatu fasa ke fasa lain terjadi karena adanya gaya pendorong yaitu perbedaan konsentrasi dan kelarutan dalam pelarut organik dengan air serta faktor pengadukan yang dialami oleh komponen. Mekanisme transpor melalui membran cair fasa ruah ini sangat mirip dengan model ekstraksi kembali dan ekstraksi pelarut. Hanya saja pada sistem ekstraksi dilakukan secara bertahap-tahap tapi pada membran cair fasa ruah berlangsung secara kontinu dalam satu tahap dan jumlah pelarut organik yang digunakan sedikit<sup>[12]</sup>.

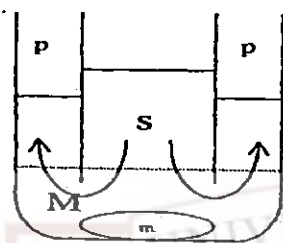
### 2.3 Pemisahan Iodin dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Betsabe, dkk dari Iran telah melakukan pemisahan iodine dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah.

Tabel 1. Kondisi Optimum Penelitian Betsabe, dkk pada Transpor Iodin Melalui Membran Cair Kerosin

Kondisi	Keterangan
Volume Fasa Sumber	6 L
Konsentrasi Fasa Sumber	2 g/L ( $1,574 \times 10^{-2}$ N)
Jenis Fasa Membran	Kerosin
Volume Fasa Membran	10 L
Jenis Fasa Penerima	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH}$
Volume Fasa Penerima	0,50 L
Konsentrasi Fasa Penerima	2 % (w/w)
Kecepatan Pengadukan	
- Fasa Sumber	100 rpm
- Fasa Penerima	80 rpm
- Fasa Membran	-
Lama Pengadukan	28 jam
Fluks (laju transpor)	$62,453 \times 10^{-9} \text{ L/cm}^2 \cdot \text{menit}^{-1}$
% Transpor Optimum Iodin	85 %

Pada penelitian transpor iodine dengan menggunakan membran cair kloroform, proses transpor dilakukan dalam suatu beaker gelas 100 mL (diameter 4,8 cm) yang diisi dengan pelarut organik sebagai fasa membran. Kemudian sebuah tabung kaca silindris (diameter dalam 3 cm) dicelupkan kedalamnya dan diisi dengan larutan yang akan ditransporkan (S). Di sekeliling kaca diatas fasa membran diisi dengan fasa penerima (P) yang saling melarutkan dengan fasa sumber di dalam tabung kaca. Fasa membran (M) ditempatkan pada dasar sel kaca dan membentang di bawah permukaan kedua fasa yang terpisah (S dan P) seperti pada Gambar 2.



S = fasa sumber yang berisi  $I_2/KI$

M = fasa membran

P = fasa penerima berisi  $C_6H_8O_6$

m = magnetik stirrer

**Gambar 2. Model percobaan transpor iodin melalui teknik membran cair , fasa ruah**

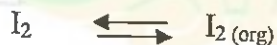
Pada fasa sumber, kelarutan  $I_2$  dalam air dibantu dengan adanya  $KI$  sebagai pelarut, yang mana reaksi yang terjadi adalah :



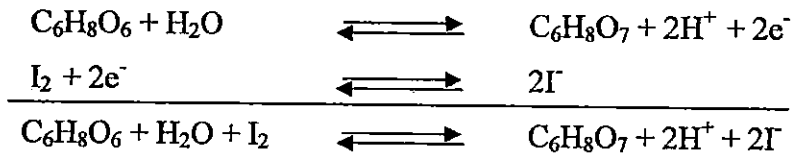
Sementara itu iodin di dalam air akan mengalami hidrolisis sesuai dengan reaksi berikut :



Iodin akan berdifusi kedalam fasa membran dalam bentuk molekul  $I_2$ . Proses difusi ini terjadi pada antarmuka fasa sumber dengan fasa membran, yang mana reaksi yang terjadi adalah :



Pada fasa penerima iodin yang berdifusi langsung bereaksi dengan vitamin C ( $C_6H_8O_6$ ) sehingga molekul  $I_2$  tersebut akan tereduksi menjadi  $I^-$  sesuai dengan reaksi sebagai berikut :



Sirkulasi dari proses transpor iodin dalam teknik ini diatur sedemikian rupa sehingga transpor dapat berlangsung dari fasa sumber ke fasa membran dan selanjutnya ke fasa penerima. Transpor dipercepat dengan bantuan teknis pengaduk magnet dan dikendalikan melalui pengaturan kondisi supaya iodin berada dalam struktur molekuler pada antar fasa sumber dan fasa membran kemudian berdifusi dalam bentuk ion iodida ke fasa penerima. Sebagai fasa membran digunakan kloroform dimana iodin larut baik dalam kloroform. Untuk menentukan fluk (laju transpor) melewati membran kloroform, menurut Fick's Law adalah sebagai berikut<sup>[1]</sup>:

$$J = - \frac{V}{A} \times \frac{d[I_2]_w}{dt}$$

Dimana : J = Fluk

V = Volume total fasa sumber

A = Luas area membran

[I<sub>2</sub>]<sub>w</sub> = Konsentrasi iodin di fasa sumber

t = Waktu

#### 2.4 Penentuan Iodin secara Spektrofotometri

Analisa kuantitatif senyawa iodin didasarkan pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan hubungan antara harga absorban, tebal larutan dan konsentrasi larutan.

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana : A = absorban

$\epsilon$  = koefisien ekstingsi molar ( $L \cdot cm^{-1} \cdot mol^{-1}$ )

b = tebal larutan cuplikan (cm)

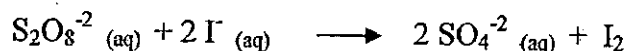
c = konsentrasi larutan cuplikan ( $mol \cdot L^{-1}$ )

Nilai absorban dapat diperoleh melalui pengukuran dengan menggunakan alat spektrofotometer. Sesuai dengan namanya spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang<sup>[13]</sup>.

Spektrofotometer terdiri dari :

1. Sumber cahaya
2. Pengatur intensitas
3. Monokromator
4. Kuvet
5. Detektor
6. Amplifier
7. Indikator

Pengukuran absorban suatu senyawa dengan menggunakan spektrofotometer ini harus pada larutan transparan dan bewarna. Untuk itu, pada fasa penerima ditambahkan amilum sebagai pewarna agar iodin pada fasa penerima dapat ditentukan dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 567 nm. Sebelum penambahan amilum dilakukan, iodida pada fasa penerima dioksidasi terlebih dahulu dengan kalium persulfat agar dapat menghasilkan warna biru jika ditambahkan dengan amilum sesuai dengan reaksi berikut :



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektrokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang. Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai Oktober 2011.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Vis, pH meter Hanna Instrument, sel membran cair fasa ruah, stop watch, magnetik stirrer, neraca analitik Ainsworth, dan peralatan-peralatan gelas lainnya.

#### 3.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini : kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), iodium ( $\text{I}_2$ ), kalium iodida (KI), asam askorbat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ), 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 akuades.

### 3.3 Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis

#### 3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber $\text{I}_2/\text{KI}$ $4 \times 10^{-3}$ N

Sejumlah 0,4150 g KI ( $M_r = 166$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam beaker gelas sambil larutan diaduk sampai semua KI larut. Ke dalam larutan KI yang homogen dilarutkan  $\text{I}_2$  sebanyak 0,1270 g ( $M_r = 254$  g/mol) sedikit demi sedikit sambil terus diaduk dengan bantuan magnetik stirrer. Volume campuran kedua zat dicukupkan sampai 250 mL dengan penambahan akuades dan ditutup rapat untuk mencegah agar larutan  $\text{I}_2/\text{KI}$  tidak menguap. Larutan fasa sumber untuk ditranspor diambil 10 mL dan diatur pHnya dengan menggunakan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N.

MILIK  
UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS ANDALAS

### 3.3.2 Fasa Membran

Fasa membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah kloroform sebanyak 30 mL. Transpor terjadi melalui proses difusi.

### 3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima $C_6H_8O_6$ $4 \times 10^{-3}$ N

Sejumlah 2,202 g  $C_6H_8O_6$  ( $M_r = 176,13$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 250 mL. Larutan ini memiliki konsentrasi 0,1 N yang kemudian distandarisasi dengan NaOH yang telah distandarisasi pula dan diencerkan kembali dengan akuades hingga volume 250 mL menjadi konsentrasi  $4 \times 10^{-3}$  N. Larutan fasa penerima ini diambil 20 mL dan pH larutannya diatur dengan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N.

### 3.3.4 Pembuatan Larutan Kalium Bikromat $15 \times 10^{-3}$ N

Sejumlah 0,1837 g  $K_2Cr_2O_7$  ( $M_r = 294$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam labu ukur sampai volumenya tepat mencapai 250 mL, sehingga diperoleh larutan kalium bikromat  $15 \times 10^{-3}$  N. Larutan kalium bikromat digunakan untuk menstandarisasi larutan natrium tiosulfat.

### 3.3.5 Pembuatan Larutan Natrium Tiosulfat $15 \times 10^{-3}$ N

Sejumlah 0,4653 g  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  ( $M_r = 248,21$  g/mol) dilarutkan dengan akuades bebas bakteri ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 250 mL. Larutan natrium tiosulfat digunakan untuk menstandarisasi larutan iodin yang bertindak sebagai fasa sumber dengan memakai amilum sebagai indikator.

### 3.3.6 Pembuatan Larutan Kalium Persulfat $2 \times 10^{-2}$ N

Sejumlah 0,6758 g  $K_2S_2O_8$  ( $M_r = 270,32$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 250 mL. Larutan kalium persulfat digunakan untuk mengoksidasi I<sup>-</sup> di fasa penerima menjadi I<sub>2</sub>, sehingga dengan indikator amilum iodin di fasa penerima dapat dianalisa dengan spektrofotometer UV/Vis pada  $\lambda$  567 nm (sesuai data yang diperoleh pada lampiran 1).

### 3.3.7 Pembuatan Asam Oksalat 0,1 N

Sejumlah  $\pm 0,4500$  g  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  ditimbang dan dilarutkan dalam labu ukur dengan akuades hingga tepat volume 50 mL. Larutan ini digunakan untuk menstandarisasi larutan NaOH 0,1 N.

### 3.3.8 Pembuatan Amilum 1%

Sejumlah 1 g tepung kanji dilarutkan dengan sedikit akuades sambil terus diaduk hingga semua campuran menjadi homogen. 100 mL akuades dipanaskan di atas hot plate hingga mendidih, ke dalam akuades yang dipanaskan dicampurkan larutan kanji yang telah homogen sedikit demi sedikit sambil campuran terus diaduk agar tidak menggumpal. Pemanasan dan pengadukan dilanjutkan sampai campuran menjadi bening. Campuran didinginkan dan disimpan dalam wadah tertutup agar amilum dapat bertahan lama.

### 3.3.9 Pembuatan Larutan KI induk $1 \times 10^{-2}$ N

Sebanyak 0,0830 g KI ( $M_r = 166$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 50 mL. Larutan KI induk ini digunakan untuk titrasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  secara iodometri.

### 3.3.10 Pembuatan HCl $1 \times 10^{-1}$ N

HCl  $1 \times 10^{-1}$  N dibuat dari pengenceran HCl pekat 37% (12,06 N). Sejumlah 2,100 mL HCl pekat dan diencerkan dengan akuades ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 250 mL.

### 3.3.11 Pembuatan NaOH $1 \times 10^{-1}$ N

Sejumlah 1 g NaOH ( $M_r = 40$  g/mol) dilarutkan dengan akuades ke dalam beaker gelas hingga volume larutan mencapai 250 mL.



### **3.4 Prosedur Kerja**

#### **3.4.1 Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat dengan Larutan Kalium Bikromat $15 \times 10^{-3} \text{ N}$**

Sebanyak 2 mL larutan kalium bikromat dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu diasamkan dengan 10 tetes HCl pekat dan ditambahkan 10 mL larutan KI induk. Campuran ditutup dan diaduk. Di dalam buret telah dipersiapkan larutan natrium tiosulfat. Larutan dalam erlenmeyer langsung dititrasi dengan natrium tiosulfat hingga warna larutan berwarna kuning muda, kemudian ditambahkan 2 tetes amilum dan terus diaduk. Titrasi dilanjutkan dan dihentikan sampai terjadi perubahan warna larutan dari biru tepat menjadi bening, sehingga diperoleh volume larutan natrium tiosulfat yang terpakai. Konsentrasi larutan natrium tiosulfat yang sebenarnya dapat diketahui dengan menggunakan rumus  $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$ .

#### **3.4.2 Standarisasi Larutan Iodin dengan Larutan Natrium Tiosulfat**

Sebanyak 3 mL larutan iodine dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 10 mL akuades dan campuran ditutup rapat untuk mencegah agar iodine tidak menguap. Campuran dalam erlenmeyer ditambahkan 2 tetes amilum, diaduk, dan langsung dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat yang konsentrasi sebenarnya telah diketahui dari standarisasi sebelumnya. Titrasi dihentikan hingga terjadi perubahan warna larutan dari biru menjadi bening, sehingga dapat diketahui volume larutan natrium tiosulfat yang terpakai untuk menstandarisasi iodine. Konsentrasi larutan iodine yang sebenarnya dapat diperoleh dengan mensubstitusikan data yang didapatkan ke dalam rumus  $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$ .

#### **3.4.3 Standarisasi Larutan NaOH dengan Larutan Asam Oksalat**

Sebanyak 10 mL larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  dimasukkan dalam erlenmeyer. Ke dalam erlenmeyer ditambahkan 2 tetes indikator phenolftalein dan diaduk. Titrasi dihentikan hingga terjadi perubahan warna larutan dari bening menjadi merah muda, sehingga diperoleh volume NaOH yang terpakai. Konsentrasi larutan NaOH yang sebenarnya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus yang sama seperti cara di atas.

#### **3.4.4 Standarisasi Larutan Asam Askorbat dengan NaOH**

Sebanyak 10 mL larutan  $C_6H_8O_6$  dimasukkan dalam erlenmeyer. Kedalam erlenmeyer ditambahkan 2 tetes indikator phenolftalein dan diaduk. Titrasi dihentikan hingga terjadi perubahan warna larutan dari bening menjadi merah muda, sehingga diperoleh volume NaOH yang terpakai. Konsentrasi larutan  $C_6H_8O_6$  yang sebenarnya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus yang sama seperti cara di atas.

#### **3.4.5 Penentuan Transpor Iodin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah**

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  $I_2/KI$   $4 \times 10^{-3}$  N yang pH larutan telah diatur terlebih dahulu. Di luar tabung kaca silindris dipipetkan 20 mL larutan fasa penerima  $C_6H_8O_6$   $4 \times 10^{-3}$  N dan juga telah diatur pH larutannya. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan menggunakan magnetik stirer pada kecepatan  $\pm 100$  rpm selama 1 jam. Proses transpor iodine 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 di dapatkan konsentrasi iodine sisa di fasa sumber dan yang berhasil sampai ke fasa penerima dengan bantuan kurva kalibrasi iodine.

#### **3.4.6 Penetapan Konsentrasi Zat dengan Spektrofotometer UV/Vis**

Konsentrasi iodine di fasa sumber dan fasa penerima sesudah dilakukan transpor dapat ditentukan dengan alat spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan kurva kalibrasi pada  $\lambda$  567 nm. Pada analisa konsentrasi iodine sisa di fasa sumber, larutan yang digunakan sebagai blanko adalah 5 mL akuades ditambah setetes amilum, sedangkan untuk analisa larutan sampel adalah fasa sumber yang telah ditranspor diambil dan dipipet sebanyak 5 mL kemudian diberi setetes amilum. Amilum disini berfungsi sebagai pewarna/pengomplek untuk iodine, sehingga larutan dapat diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan konsentrasi iodin yang terdapat di fasa penerima dapat dilakukan dengan mengoksidasi  $I^-$  yang tertransportasi ke fasa penerima menjadi  $I_2$  melalui penambahan  $K_2S_2O_8$   $2 \times 10^{-1}$  N. Fasa penerima setelah dilakukan transport diambil dan dipipet sebanyak 3 mL, kemudian ke dalamnya ditambahkan 1 mL  $K_2S_2O_8$   $2 \times 10^{-1}$  N, dan diberi setetes amilum. Larutan fasa penerima yang bening akan menjadi biru, karena kalium persulfat dapat mengoksidasi  $I^-$  yang berada di fasa penerima menjadi  $I_2$  dan berwarna biru dengan bantuan indikator amilum. Larutan berwarna ini dapat diukur absorbannya dengan alat spektrofotometer UV-Vis dan diperoleh konsentrasi iodin yang tertransportasi ke fasa penerima dengan bantuan kurva kalibrasi larutan standar iodin. Pada analisa konsentrasi iodin yang terdapat di fasa penerima, larutan yang digunakan sebagai blanko adalah 3 mL  $C_6H_8O_6$  ditambahkan 1 mL larutan  $K_2S_2O_8$   $2 \times 10^{-1}$  N dan diberi setetes amilum.

#### **3.4.7 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Iodin**

Untuk pembuatan kurva kalibrasi digunakan larutan standar iodin yang telah distandarisasi sebelumnya dengan larutan natrium tiosulfat. Variasi konsentrasinya dibuat  $1 \times 10^{-4}$  :  $2,5 \times 10^{-4}$  :  $4 \times 10^{-4}$  :  $6,5 \times 10^{-4}$  : dan  $8 \times 10^{-4}$  N masing-masing larutan dipipet 5 mL dan ditambahkan 1 tetes amilum kemudian diukur absorbannya. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan nilai absorbansi yang diperoleh dengan alat spektrofotometer UV-Vis terhadap konsentrasi dari larutan standar iodin yang dibuat tadi. Persamaan kurva kalibrasi ditentukan secara statistik menggunakan metoda garis regresi. Konsentrasi iodin yang didapat dalam fasa penerima dan sisa di fasa sumber ditetapkan dengan mensubstitusikan absorbansi pada fasa penerima dan fasa sumber ke dalam persamaan kurva kalibrasi.

### **3.4.8 Penentuan Parameter Transpor Iodin**

#### **3.4.8.1 Pengaruh pH Fasa Sumber**

Percobaan transpor dilakukan dengan variasi pH fasa sumber adalah 3 s/d 6. Iodin sebagai fasa sumber diambil 10 mL dan diatur pH larutannya. Pengaturan pH tersebut dilakukan dengan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N, kemudian larutan fasa sumber ini dilakukan proses transpor seperti pengerjaan pada prosedur (3.4.5) dan konsentrasi iodin sisa di fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima ditentukan menurut prosedur (3.4.6).

#### **3.4.8.2 Pengaruh Konsentrasi Fasa Penerima**

Pada fasa penerima diatur konsentrasi larutannya yaitu  $3 \times 10^{-3}$  N,  $4 \times 10^{-3}$  N,  $6 \times 10^{-3}$  N, dan  $8 \times 10^{-3}$  N. Proses transpor dilakukan terhadap fasa sumber dengan menggunakan kondisi optimum yang telah diperoleh pada pengerjaan sebelumnya (3.4.8.1).

#### **3.4.8.3 Pengaruh Konsentrasi $I_2$ : KI dalam Fasa Sumber**

Percobaan dilakukan dengan konsentrasi tetap dari larutan  $I_2$ . Namun konsentrasi larutan KI di fasa sumber divariasikan dari 2 : 3 sampai dengan 2 : 7. Transpor dilakukan pada kondisi optimum pH di fasa sumber dan pH di fasa penerima yang didapatkan dari pengerjaan sebelumnya (3.4.8.1) dan (3.4.8.2). Kemudian proses transpor dilakukan menurut prosedur (3.4.5). Perbandingan larutan  $I_2$ : KI di fasa sumber yang paling banyak mentranspor  $I_2$  ke fasa penerima merupakan perbandingan  $I_2$ : KI fasa sumber optimum atau konsentrasi fasa sumber yang optimum untuk digunakan pada percobaan selanjutnya.

#### **3.4.8.4 Pengaruh Waktu Transpor**

Percobaan dilakukan dengan variasi waktu transpor di fasa membran yaitu selama 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Transpor dilakukan pada kondisi pH optimum fasa sumber, pH optimum fasa penerima, dan perbandingan konsentrasi  $I_2$ :KI optimum yang telah diperoleh dari percobaan sebelumnya.

## BAB IV

### HASIL DAN DISKUSI

#### 4.1 Pengaruh pH Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin

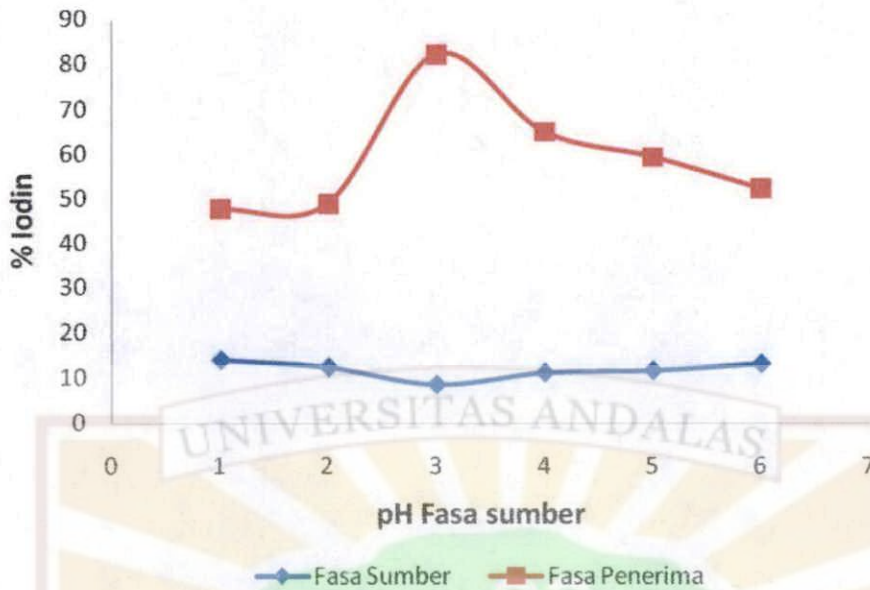
pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses transpor iodin dalam teknik membran cair fasa ruah. Pengaturan pH pada fasa sumber perlu dilakukan untuk memperoleh iodin dalam bentuk molekul yang larut dalam air. Kelarutan iodin dalam fasa sumber dibantu dengan larutan KI untuk membentuk ion  $I_3^-$ , yang mana ion ini larut baik dalam air sedangkan iodin itu sendiri sulit larut dalam air. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Sementara itu dalam air iodin akan terhidrolisis menjadi  $I^-$  sesuai dengan reaksi berikut :



Penelitian dilakukan terhadap pH fasa sumber, yang mana pH divariasikan mulai dari 1 s/d 6 (lampiran 3). Pada rentang pH asam ini didapatkan kondisi yang tepat untuk mendifusi iodin dalam bentuk molekul dari fasa sumber menuju fasa penerima melalui fasa membran. Pada pH tertentu akan terjadi difusi di antarmuka fasa sumber dan fasa membran. Proses difusi dibantu dengan adanya pengadukan pada fasa membran. Iodin yang terdifusi yaitu dalam bentuk  $I_{2(org)}$  larut baik dalam fasa membran karena membran yang digunakan merupakan pelarut organik yaitu kloroform.



**Gambar 3.** Variasi pH larutan fasa sumber terhadap % iodine yang diperoleh di fasa sumber (♦) dan fasa penerima (■)

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 10 ml ( $I_2 / I^-$ )  $4 \times 10^{-3}$  N, fasa membran 30 ml kloroform, fasa penerima 20 ml  $C_6H_8O_6$   $4 \times 10^{-3}$  N, waktu transpor 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

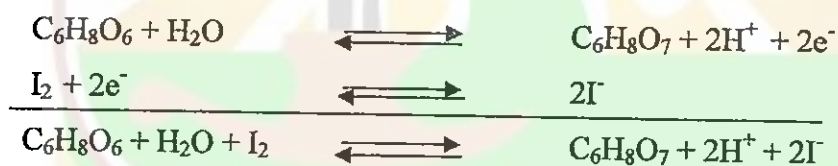
Variasi pH larutan fasa sumber yang dilakukan mulai dari 1 s/d 6 dengan waktu transport masing-masing selama 1 jam dan waktu kesetimbangan 10 menit. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kondisi optimum transport iodine yang berdifusi dari fasa sumber ke fasa penerima melalui fasa membran yaitu pada pH larutan fasa sumber 3. Hal ini dapat dilihat dari persentase iodine yang tertransport yakni sebesar 82,21% pada fasa penerima, sedangkan persentase iodine yang masih tinggal di fasa sumber adalah 8,67%. Pada kondisi ini masih ada iodine yang terperangkap dalam fasa membran yaitu sebesar 9,12%. Pada pH larutan besar dari 3, persentase iodine yang terdapat pada fasa penerima menurun. Hal ini disebabkan karena pada pH tersebut iodine yang terdapat pada fasa sumber sudah dalam bentuk ionik dan tidak banyak larut dalam pelarut organik.

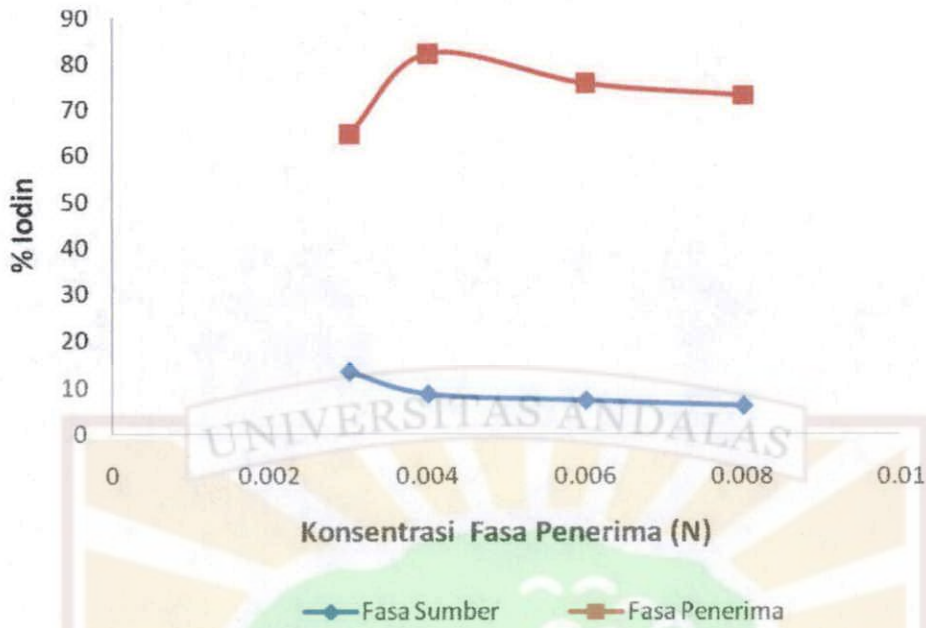
#### 4.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan Fasa Penerima terhadap Transpor Iodin

Selain pH larutan fasa sumber, pemisahan suatu senyawa melalui membran cair fasa ruah juga dipengaruhi oleh konsentrasi fasa penerima. Pada proses transport iodine terjadi difusi dari fasa organik (fasa membran) ke fasa air (fasa penerima), yang mana proses transisi terjadi di antarmuka fasa membran dengan fasa penerima yaitu :



Pada penelitian ini, reagen stripping yang digunakan di fasa penerima adalah asam askorbat ( $C_6H_8O_6$ ) yang mana nama dagangnya dikenal dengan vitamin C. Untuk melihat pengaruh konsentrasi fasa penerima ( $C_6H_8O_6$ ) terhadap persentase iodine yang tertransport, dapat dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi vitamin C yang digunakan dalam fasa penerima tersebut. Dalam fasa penerima terjadi reaksi sebagai berikut :





**Gambar 4 :** Variasi konsentrasi larutan fasa penerima terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber (♦) dan fasa penerima (■)

**Kondisi Percobaan :** Fasa sumber 10 ml ( $I_2 / I^-$ )  $4 \times 10^{-3}$  N pH 3, fasa membran 30 ml kloroform, fasa penerima 20 ml  $C_6H_8O_6$  berbagai konsentrasi, waktu transpor 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kondisi optimum untuk mentranspor iodin sampai ke fasa penerima adalah pada konsentrasi vitamin C  $4 \times 10^{-3}$  N dengan jumlah iodin yang tertranspor sebanyak 82,21% pada fasa penerima dan 8,67% iodin yang masih tersisa di fasa sumber. Pada konsentrasi vitamin C besar dari  $4 \times 10^{-3}$  N, jumlah iodin yang sampai ke fasa penerima turun, hal ini disebabkan karena meningkatnya jumlah ion  $H^+$  dari vitamin C sehingga menyebabkan kesetimbangan reaksi mengarah ke molekul  $I_2$  yang dengan mudah berdifusi lagi kedalam kloroform.

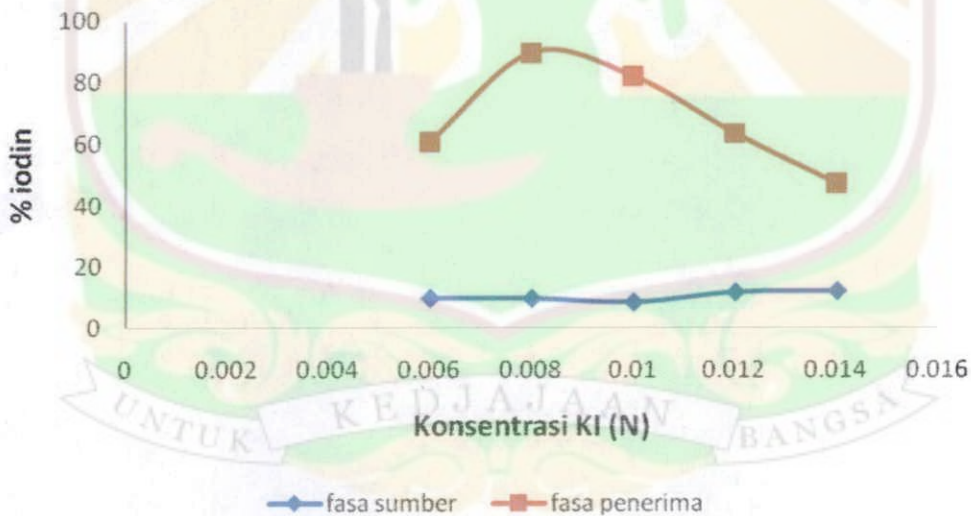


### 4.3 Pengaruh Perbandingan Konsentrasi I<sub>2</sub> : KI di Fasa Sumber terhadap Transpor Iodin

Pada proses transport iodine, terjadi difusi dari fasa sumber (fasa air) ke fasa membran (fasa organik) menuju fasa penerima (fasa air). I<sub>2</sub> yang berada pada fasa sumber mempunyai kelarutan yang kecil sehingga sulit larut dalam air. Kelarutan I<sub>2</sub> di fasa sumber ini dibantu dengan adanya KI untuk mengubah bentuk I<sub>2</sub> menjadi I<sub>3</sub><sup>-</sup> sesuai dengan reaksi berikut :



Untuk mempermudah proses transpor iodine dari fasa sumber ke fasa membran, perlu dilakukan pengaturan konsentrasi KI yang digunakan untuk melarutkan I<sub>2</sub> dalam fasa sumber. Pada penelitian ini dilakukan variasi perbandingan konsentrasi fasa sumber (I<sub>2</sub>:KI) mulai dari perbandingan 2:3 s/d 2:7. Nilai konsentrasi KI berturut-turut dihitung untuk perbandingan I<sub>2</sub>:KI (2:3) adalah 0,006 N , I<sub>2</sub>:KI (2:4) adalah 0,008 N , I<sub>2</sub>:KI (2:5) adalah 0,01 N , I<sub>2</sub>:KI (2:6) adalah 0,012 N , dan I<sub>2</sub>:KI (2:7) adalah 0,014 N.



**Gambar 5 :** Variasi Perbandingan Konsentrasi I<sub>2</sub> : KI di Fasa Sumber terhadap % iodine yang diperoleh di fasa sumber (♦) dan fasa penerima (■)

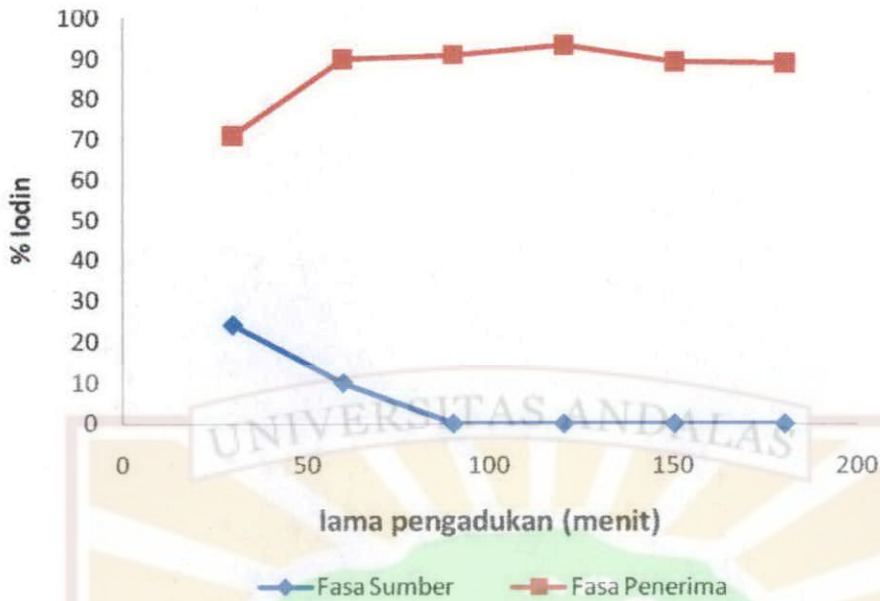
**Kondisi Percobaan :** Fasa sumber 10 ml ( I<sub>2</sub> / I<sup>-</sup> ) pH 3, fasa membran 30 ml kloroform, fasa penerima 20 ml C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> 4 x 10<sup>-3</sup>, waktu transpor 1 jam, dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Gambar 5 memperlihatkan grafik hubungan antara perbandingan konsentrasi KI yang digunakan dalam fasa sumber dengan persentase iodine yang tertransport ke fasa penerima dan yang masih tersisa di fasa sumber. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kondisi optimum untuk mentranspor iodine yaitu pada  $I_2 : KI$  dengan perbandingan 2:4 atau dengan konsentrasi KI yang digunakan adalah 0,008 N. Pada kondisi ini iodine yang berhasil ditranspor ke fasa penerima adalah sebesar 89,83% dan iodine yang masih tersisa di fasa sumber yaitu sebesar 9,90%. Pada perbandingan  $I_2:KI$  besar dari 2:4 terjadi penurunan jumlah iodine yang tertransport ke fasa penerima 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 iodine berdifusi ke dalam membran untuk ditranspor ke fasa penerima sedikit.

#### 4.4 Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transport Iodin

Lamanya waktu transport yang dilakukan dalam mentranspor iodine dari fasa sumber menuju fasa penerima melalui fasa membran sangat mempengaruhi persentase iodine yang diperoleh pada fasa penerima.

Pada penelitian ini dilakukan variasi lama pengadukan yaitu selama 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kondisi optimum transport iodine yaitu pada waktu transport 90 menit dengan persentase iodine pada fasa penerima sebesar 90,84% sedangkan pada fasa sumber iodine tidak terdeteksi lagi karena seluruh iodine yang berada pada fasa sumber ini telah ditranspor ke fasa membran untuk dilanjutkan ke fasa penerima. Data dapat dilihat pada (lampiran 6).



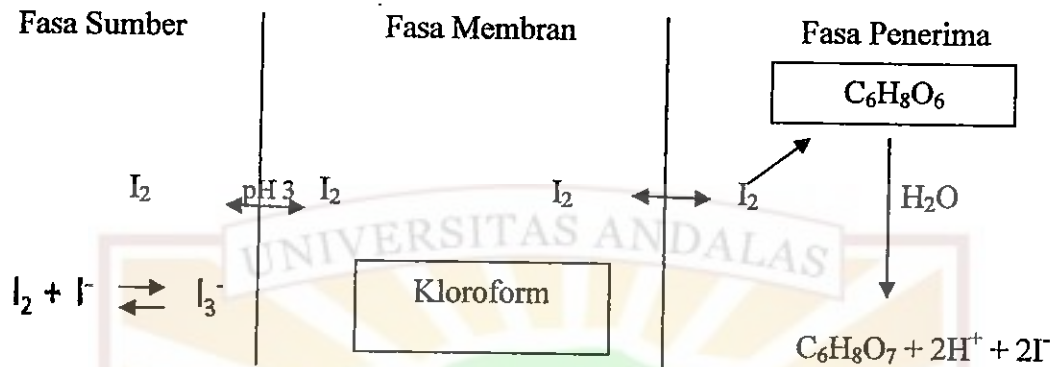
**Gambar 6 :** Variasi Perbandingan Konsentrasi  $I_2 : KI$  di Fasa Sumber terhadap % iodin yang diperoleh di fasa sumber (♦) dan fasa penerima (■)

**Kondisi Percobaan :** Fasa sumber 10 ml ( $I_2 / I^-$ ) pH 3, fasa membran 30 ml kloroform, fasa penerima 20 ml  $C_6H_8O_6$   $4 \times 10^{-3}$  N, berbagai variasi waktu transpor dan waktu kesetimbangan 10 menit.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada waktu transpor 90 menit, iodin pada fasa sumber sudah tidak terdeteksi dan iodin dalam fasa penerima sudah mencapai optimum karena pada waktu transpor 120, 150, dan 180 menit persentase iodin yang tertranspor ke fasa penerima terlihat konstan.

Proses tranpor iodin dengan teknik membran cair fasa ruah ini dapat dilihat langsung secara visual, yaitu dengan mengamati perubahan warna larutan yang terjadi pada fasa sumber dan fasa membran pada saat proses transpor berlangsung. Pada awal transpor, iodin yang berada pada fasa sumber bewarna kuning pekat. Seiring berjalannya waktu, iodin akan berdifusi ke fasa membran yang ditandai dengan perubahan warna membran menjadi merah muda/pink dan warna kuning pada fasa sumber semakin memucat. Dengan bertambahnya waktu pengadukan warna kedua fasa akhirnya menghilang. Hal ini menunjukkan semua iodin telah sampai ke fasa penerima. Akan tetapi pada fasa penerima tidak mengalami perubahan warna larutan.

Pada proses transpor iodin ini ter jadi mekanisme sebagai berikut :



Gambar 7. Reaksi yang terjadi pada sistem transpor iodin

Pada fasa penerima, iodin yang terdapat dalam bentuk  $I^-$  yang kemudian akan dioksidasi oleh kalium persulfat membentuk  $I_2$  dan menghasilkan warna larutan biru karena adanya penambahan amilum. Oleh sebab itu larutan ini dapat diukur absorbannya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditentukan nilai fluk (laju transpor) iodin dari fasa sumber ke fasa penerima melalui fasa membran cair kloroform yaitu sebesar  $125,765 \times 10^{-9} \text{ L. cm}^{-2} \cdot \text{menit}^{-1}$  (lampiran 8). Nilai jauh lebih besar jika dibandingkan dengan nilai fluk yang diperoleh oleh Betsabe, dkk yang berhasil mentranspor iodin melalui membran kerosin dengan nilai fluk yang diperoleh sebesar  $62,453 \times 10^{-9} \text{ L. cm}^{-2} \cdot \text{menit}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa transpor iodin dengan menggunakan membran kloroform jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan membran kerosin.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa transport iodin melalui teknik membran cair fasa ruah telah berhasil dilakukan dengan fasa membran kloroform, fasa stripping vitamin C, dan transpor dilakukan melalui pengadukan dengan kecepatan 100 rpm. Kondisi optimum yang diperoleh untuk mentranspor iodin adalah pH 3 pada larutan fasa sumber, vitamin C dengan konsentrasi  $4 \times 10^{-3}$  N sebagai reagen stripping pada fasa penerima, jumlah KI yang digunakan untuk melarutkan  $I_2$  ( $I_2:KI$ ) di fasa sumber adalah dalam perbandingan 2:4 dengan waktu transport 90 menit (1,5 jam) dan waktu kesetimbangan selama 10 menit. Pada kondisi ini iodin yang berhasil ditranspor adalah sebanyak 90,84% dan dengan nilai fluks yang diperoleh sebesar  $125,76 \times 10^{-9}$  L.  $cm^{-2}$ .  $menit^{-1}$ .

#### 5.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, maka untuk menguji selektivitas metode ini perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh senyawa lain yang biasanya juga terdapat dalam limbah rumah sakit pada kondisi optimum transport iodin yang telah diperoleh melalui teknik membran cair fasa ruah.

## DAFTAR PUSTAKA

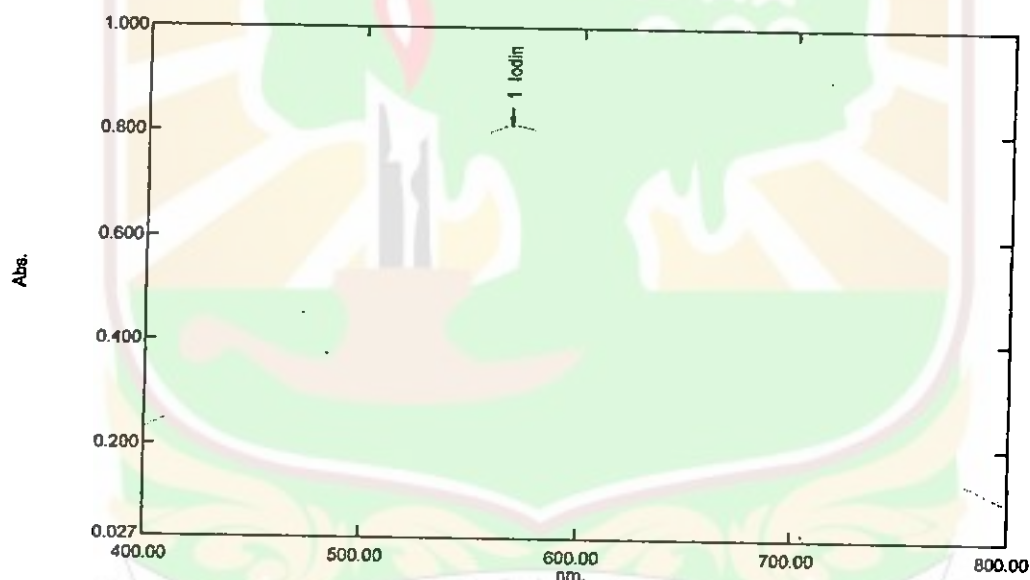
1. Mulder, M., *Basic Principle of Membran Technology*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. 1991. pp. 244-259.
2. Nabieyan et. al. "Bench-Scale Pertraction of Iodine Using a Bulk Liquid Membrane System", *Desalination* (214). pp. 167-176. 2007.
3. Falah, Miftahul. "Iodin (I) atau Yodium". (<http://www.google.com.miftahul.wordpress.com>). Diakses tanggal 12 Desember 2010.
4. Departemen kesehatan Republik Indonesia. "*Farmakope Indonesia*, edisi IV": Depkes RI. Hal 316-317 (1995).
5. "Peranan tiosianat dalam dinamika iodin dalam tubuh tikus kekurangan iodin". Diakses tanggal 5 April 2011. Bogor Agricultural University. 2006.
6. Darmono. "*Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*". Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). hlm. 55-56, 65-69. 1995.
7. Puls, R. "*Mineral Levels and Animal Health: Diagnostic Data*". Second edition. Sherpa International Clearbrook, BC. 1994.
8. Graham, T.W. Trace element deficiencies in cattle. *Vet. Clin. N. Am.: Food Anim. Pract.* 7: 153-215. 1991.
9. "Halogen". (<http://www.MasterKimiaIndonesia.com>). Diakses tanggal 12 Desember 2010.
10. "Asam Ascorbat (Vitamin C)". (<http://www.diskes.jabarprov.go.id>). Diakses tanggal 29 Oktober 2011.
11. "Kekurangan & Kelebihan Vitamin C (Asam Askorbat)". (<http://www.medicastore.com>). Diakses tanggal 27 Maret 2011.
12. Richard, A. B. *Chemical Separation with Liquid Membrane*. ACS. Symposium series 642. *American Chemical Society*. Washington DC. pp. 1-202. 1996.
13. Khopkar, S. M. "*Konsep Dasar Kimia Analitik*". UI Press. pp. 225-227. 2008.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum untuk Pengukuran Konsentrasi Iodin secara Spektrofotometri

Gambar 8 merupakan penentuan panjang gelombang maksimum iodin. Pengukuran dilakukan dengan alat spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang dari 400 nm – 800 nm. Dan setelah dilakukan analisa dengan iodine sebagai sampel, maka didapatkan panjang gelombang optimum pada 567 nm. Untuk perlakuan analisa terhadap iodin yang sampai di fasa penerima dan di sisa fasa sumber akan dilakukan pengukuran absorban pada panjang gelombang optimumnya.



**Gambar 8** : Spektrum panjang gelombang maksimum untuk penentuan konsentrasi iodin adalah 567 nm

## Lampiran 2

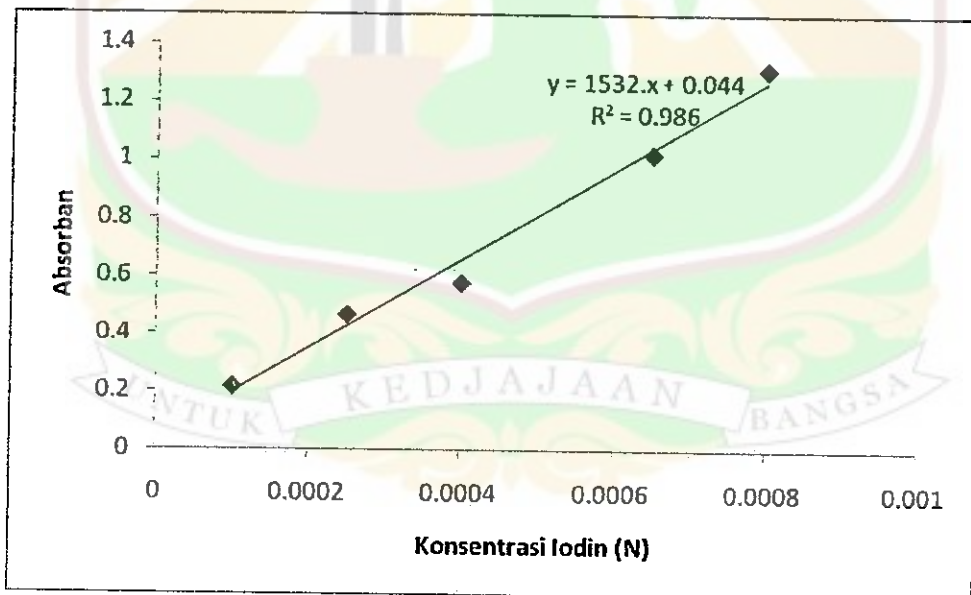
### Data Pembuatan Persamaan Regresi

Tabel 2. Hubungan absorban dengan konsentrasi iodine

Konsentrasi Iodin (N)	Absorban (A)
0	0
$1 \times 10^{-4}$	0,217
$2,5 \times 10^{-4}$	0,466
$4 \times 10^{-4}$	0,527
$6,5 \times 10^{-4}$	1,020
$8 \times 10^{-4}$	1,312

Persamaan regresi yang diperoleh  $y = 1532x + 0,044$

Kurva persamaan regresi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 9 : Kurva kalibrasi standar iodine pada panjang gelombang maksimum 567 nm



### Lampiran 3

Data pengaruh pH fasa sumber

Tabel 3. Hasil Transpor Iodin Dengan Variasi pH larutan di Fasa Sumber

No.	pH fasa sumber	% iodin	
		fasa sumber	fasa penerima
1	1	13,98	47,52
2	2	12,41	48,74
3	3	8,67	82,21
4	4	11,20	64,82
5	5	11,67	59,20
6	6	13,13	52,08

Kondisi percobaan yang dilakukan:

1. Fasa Sumber : 10 mL I<sub>2</sub>/KI (2:5) 4 x 10<sup>-3</sup> N
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform
3. Fasa Penerima : 20 mL C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> 4 x 10<sup>-3</sup> N
4. Waktu Transpor : 1 jam
5. Kecepatan Pengadukan : 100 rpm
6. Waktu Kesetimbangan : 10 menit

#### Lampiran 4

Data pengaruh konsentrasi fasa penerima

Tabel 4. Hasil Transpor Iodin dengan Variasi Konsentrasi Vitamin C di Fasa Penerima

No.	[fasa penerima]	% iodin	
		fasa sumber	fasa penerima
1	$3 \times 10^{-3}$ N	13,40	64,72
2	$4 \times 10^{-3}$ N	8,67	82,21
3	$6 \times 10^{-3}$ N	7,29	75,74
4	$8 \times 10^{-3}$ N	6,20	73,18

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 10 mL  $I_2/KI$  (2:5)  $4 \times 10^{-3}$  N dengan pH 3
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform
3. Fasa Penerima : 20 mL  $C_6H_8O_6$   $4 \times 10^{-3}$  N
4. Waktu Transpor : 1 jam
5. Kecepatan Pengadukan : 100 rpm
6. Waktu Keseimbangan : 10 menit

## Lampiran 5

Data pengaruh perbandingan konsentrasi I<sub>2</sub>:KI di fasa sumber

Tabel 5. Hasil Transpor Iodin Dengan Variasi I<sub>2</sub> : KI di Fasa Sumber

No.	I <sub>2</sub> :KI	% iodin	
		fasa sumber	fasa penerima
1	2:3	9,91	60,81
2	2:4	9,90	89,83
3	2:5	8,67	82,21
4	2:6	11,88	63,66
5	2:7	12,26	47,40

### Kondisi Percobaan:

1. Fasa Sumber : 10 mL I<sub>2</sub>/KI dengan pH 3
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform
3. Fasa Penerima : 20 mL C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> 4 x 10<sup>-3</sup> N
4. Waktu Transpor : 1 jam
5. Kecepatan Pengadukan : 100 rpm
6. Waktu Kesetimbangan : 10 menit

## Lampiran 6

Data pengaruh waktu transpor

Tabel 6. Hasil Transpor Iodin Dengan Variasi Waktu Transpor

No.	Waktu Transpor (menit)	% iodin	
		fasa sumber	fasa penerima
1	30	23,93	70,90
2	60	9,90	89,83
3	90	*	90,84
4	120	*	93,13
5	150	*	89,12
6	180	*	88,70

Keterangan: \* = tidak terdeteksi

### Kondisi Percobaan:

1. Fasa Sumber : 10 mL  $I_2/KI$  (2:5)  $4 \times 10^{-3}$  N dengan pH 3
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform
3. Fasa Penerima : 20 mL  $C_6H_8O_6$   $4 \times 10^{-3}$  N
4. Waktu Transpor : berbagai variasi waktu
5. Kecepatan Pengadukan : 100 rpm
6. Waktu Keseimbangan : 10 menit

## Lampiran 7

### Contoh Perhitungan Persentase Iodin

$$\text{Absorban fasa sumber} = 0,778$$

$$\text{Absorban fasa penerima} = 1,290$$

- Konsentrasi iodin di dalam fasa sumber setelah dilakukan standarisasi dengan Natrium tiosulfat =  $3,4235 \times 10^{-3} \text{ N}$

#### 1. Persentasi iodin dalam fasa sumber

$$y = 1532x + 0,044$$

$$0,778 = 1532x + 0,044$$

$$0,734 = 1532x$$

$$x = 4,7911 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{mol ekiv sisa iodin} &= N \times V \\ &= 4,7911 \times 10^{-4} \text{ N} \times 10^{-2} \text{ L} \\ &= 4,7911 \times 10^{-6} \text{ mol ekivalen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol ekiv iodin awal} &= N \times V \\ &= 3,4235 \times 10^{-3} \text{ N} \times 10^{-2} \text{ L} \\ &= 3,4235 \times 10^{-5} \text{ mol ekivalen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ iodin sisa di fasa sumber} &= \frac{\text{mol ekiv sisa iodin}}{\text{mol ekiv iodin awal}} \times 100\% \\ &= \frac{4,7911 \times 10^{-6} \text{ mol ekiv}}{3,4235 \times 10^{-5} \text{ mol ekiv}} \times 100\% \\ &= 13,98 \% \end{aligned}$$

2. Persentasi iodin dalam fasa penerima

$$\begin{aligned}y &= 1532 x + 0,044 \\1,290 &= 1532 x + 0,044 \\1,246 &= 1532 x \\x &= 8,1332 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{mol ekiv transpor iodin} &= N \times V \\&= 8,1332 \times 10^{-4} N \times 20 \times 10^{-3} L \\&= 162,664 \times 10^{-7} \text{ mol ekivalen}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{mol ekiv iodin awal} &= N \times V \\&= 3,4235 \times 10^{-3} N \times 10^{-2} L \\&= 3,4235 \times 10^{-5} \text{ mol ekivalen}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ iodin di fasa penerima} &= \frac{\text{mol ekiv transpor iodin}}{\text{mol ekiv iodin awal}} \times 100\% \\&= \frac{162,664 \times 10^{-7} \text{ mol ekiv}}{3,4235 \times 10^{-5} \text{ mol ekiv}} \times 100\% \\&= 47,52 \%\end{aligned}$$

3. Persentasi iodin dalam fasa membran

$$\begin{aligned}\% \text{ iodin di fasa membran} &= 100 - (\% fs + \% fp) \\&= 100 - (13,98 + 47,52) \% \\&= 38,5 \%\end{aligned}$$

## Lampiran 8

Perhitungan Menentukan Fluk (laju transpor) Iodin

(Fluk Transpor Iodin Melalui Membran Cair Kloroform)

$$J = - \frac{V}{A} \times \frac{d [I_2/KI]_w}{dt}$$

$$A = \frac{1}{2} \pi r^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,14 \times (1,5 \text{ cm})^2$$

$$= 3,5325 \text{ cm}^2$$

$$J = - \frac{V}{A} \times \frac{d [I_2/KI]_w}{dt}$$

$$= - \frac{0,01 \text{ L}}{3,5325 \text{ cm}^2} \times \frac{N_{t_f}}{N_0} \int_{t_0}^{t_f} d [I_2/KI]_w$$

$$= - \frac{0,01 \text{ L}}{3,5325 \text{ cm}^2} \times \frac{([I_2/KI]_{90 \text{ menit}} - [I_2/KI]_{0 \text{ menit}})_w}{90 \text{ menit} - 0 \text{ menit}}$$

$$= - 2,8308 \times 10^{-3} \text{ L/cm}^2 \times \frac{[0 \text{ N}] - [4 \times 10^{-3} \text{ N}]}{90 \text{ menit}}$$

$$= - 2,8308 \times 10^{-3} \text{ L/cm}^2 \times (-4,444 \times 10^{-5} \text{ menit}^{-1})$$

$$= 125,7652 \times 10^{-9} \text{ L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{menit}^{-1}$$

(Fluk Transpor Iodin Melalui Membran Cair Kerosin)

$$J = - \frac{V}{A} \times \frac{d [I_2/KI]_w}{dt}$$

$$A = p \times l$$

$$= 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$$

$$= 9 \times 10^2 \text{ cm}^2$$

$$J = - \frac{V}{A} \times \frac{d [I_2/KI]_w}{dt}$$

$$= - \frac{6 \text{ L}}{9 \times 10^2 \text{ cm}^2} \times \frac{N_{t_f} \int_{t_0}^{t_f} d [I_2/KI]_w}{t_0^{t_f} \int dt}$$

$$= - \frac{6 \text{ L}}{9 \times 10^2 \text{ cm}^2} \times \frac{([I_2/KI]_{1680 \text{ menit}} - [I_2/KI]_{0 \text{ menit}})_w}{1680 \text{ menit} - 0 \text{ menit}}$$

$$= - 6,666 \times 10^{-3} \text{ L/cm}^2 \times \frac{[0 \text{ N}] - [1,574 \times 10^{-2} \text{ N}]}{1680 \text{ menit}}$$

$$= - 6,666 \times 10^{-3} \text{ L/cm}^2 \times (-9,369 \times 10^{-6} \text{ menit}^{-1})$$

$$= 62,453 \times 10^{-9} \text{ L. cm}^{-2} \cdot \text{menit}^{-1}$$



**Lampiran 9**

Contoh Sel Membran Cair Fasa Ruah





Kondisi pada saat awal transpor



Kondisi pada saat berlangsungnya transpor



Kondisi pada saat berakhirnya transport