

**PENGARUH KONSENTRASI  $Ba(IO_3)_2$  DAN KETEBALAN  
MEMBRAN KITOSAN TERHADAP KINERJA ELEKTRODA  
SELEKTIF ION (ESI) IODAT**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**DWI PUSPITA SARI**  
**0610920015-92**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2010**

**PENGARUH KONSENTRASI  $Ba(IO_3)_2$  DAN KETEBALAN  
MEMBRAN KITOSAN TERHADAP KINERJA ELEKTRODA  
SELEKTIF ION (ESI) IODAT**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia**

Oleh :

**DWI PUSPITA SARI**

**0610920015-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2010**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH KONSENTRASI  $Ba(IO_3)_2$  DAN KETEBALAN  
MEMBRAN KITOSAN TERHADAP KINERJA ELEKTRODA  
SELEKTIF ION (ESI) IODAT**

Oleh :

**DWI PUSPITA SARI**  
**0610920015 - 92**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang ilmu kimia

**Menyetujui,  
Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Ani Mulyasuryani, MS**  
**NIP. 19630628 199103 2 001**

**Qonitah Fardiyah, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 19770705 200312 2 001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Sasangka Prasetyawan, MS**  
**NIP. 19630404 198701 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Puspita Sari

NIM : 0610920015-92

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul :

**PENGARUH KONSENTRASI  $Ba(IO_3)_2$  DAN KETEBALAN MEMBRAN KITOSAN TERHADAP KINERJA ELEKTRODA SELEKTIF ION (ESI) IODAT**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,.....

Yang menyatakan,

**DWI PUSPITA SARI**

**NIM. 0610920015-92**

# PENGARUH KONSENTRASI $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ DAN KETEBALAN MEMBRAN KITOSAN TERHADAP KINERJA ELEKTRODA SELEKTIF ION (ESI) IODAT

## ABSTRAK

Senyawa  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  mempunyai berat molekul yang tinggi dan sedikit larut dalam air ( $K_{sp} = 1,5 \times 10^{-9}$ ) sehingga  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dapat digunakan sebagai ionofor dalam pembuatan ESI iodat. Jumlah ionofor dalam membran berpengaruh terhadap respon ESI iodat karena keberadaan ionofor berpengaruh pada beda potensial sel yang terukur. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan terhadap kinerja ESI iodat. Kinerja ESI iodat dapat diketahui dari karakterisasi ESI iodat yang meliputi bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon dan efisiensi elektroda. ESI iodat dibuat dengan melapiskan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  yang diimbangkan dalam membran kitosan dengan konsentrasi 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% (b/v) pada batang karbon. Pengaruh ketebalan membran kitosan dipelajari dengan menggunakan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) pada ketebalan 0,04; 0,06; 0,09; 0,11; 0,14 dan 0,17 mm. Pengukuran potensial sel dilakukan dengan menggunakan elektroda pembanding Ag/AgCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan berpengaruh pada kinerja ESI iodat. Konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran yang terbaik adalah 0,5% (b/v) dan 0,09 mm. Pada kondisi tersebut ESI iodat menghasilkan bilangan Nernst sebesar  $51,950 \pm 0,354$  mV/dekade pada kisaran konsentrasi  $1 \times 10^{-1}$  hingga  $1 \times 10^{-3}$  M, batas deteksi  $4,73 \times 10^{-4}$  M (82,78 ppm iodat), waktu respon 20 detik dan 1 kali pemakaian.

# THE INFLUENCE OF $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ CONCENTRATION AND CHITOSAN MEMBRANE THICKNESS TOWARD THE PERFORMANCE OF IODATE ION-SELECTIVE ELECTRODE (ISE)

## ABSTRACT

The  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  is a high molecular weight and slight solubility compound ( $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-9}$ ). Thus,  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  can be used as ionophore in iodate ISE. The quantity of ionophore in membrane affects to the iodate ISE responds, because the ionophore affects to the measured potential difference. Therefore, the aim of this research is to study the influence of  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  concentration and chitosan membrane thickness toward the performance of iodate ISE. The performance of iodate ISE can be known from the characterization of them include Nernstian Factor, iodate range concentration, detection limit, respon time and life time. Iodate ISE was made by coating the graphite rod with 0.5%; 1%; 1.5%; 2% and 2.5% (w/v)  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  in chitosan membrane. The influence of chitosan membrane thickness was studied using 0.5% (w/v)  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  at 0.04; 0.06; 0.09; 0.11; 0.14 and 0.17 mm thickness. Cell potential was measured using Ag/AgCl as reference electrode. The result shows that  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  concentration and chitosan membrane thickness affect in iodate ISE performance. The best  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  concentration and membrane thickness are 0.5% (w/v) and 0.09 mm. In that condition, the result of iodate ISE:  $51.950 \pm 0.354$  mV/decade Nernstian Factor at  $1 \times 10^{-1}$  until  $1 \times 10^{-3}$  M iodate range concentration, whereas the detection limit were  $4.73 \times 10^{-4}$  (82.78 ppm iodate) and 20 seconds of respon time, while the life time of iodate ISE was one usage.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran Tuhan YME karena atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  dan Ketebalan Membran Kitosan Terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion (ESI) Iodat”**. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk menyelesaikan masa perkuliahan penulis di Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ani Mulyasuryani, MS. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penasehat Akademik atas arahan, ilmu, bimbingan, nasehat dan kesabaran yang diberikan kepada penulis selama menempuh studi di Jurusan Kimia Universitas Brawijaya dan selama penyusunan skripsi ini.
2. Qonitah Fardiyah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan nasehat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Dra. Anna Roosdiana, M. App.Sc, Sri Wardhani, M.Si, Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Dr. Soebiantoro, Apt.MSc selaku Dosen penguji atas saran yang diberikan.
4. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS. selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan.
6. Kedua orang tua, saudara dan keluarga tercinta atas semua dukungan, doa dan perhatian hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan, terutama angkatan 2006A dan semua pihak yang turut membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun dari pembaca dan semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Maret 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Potensiometri .....	4
2.1.1 Elektroda selektif ion (ESI) .....	5
2.1.2 Elektroda gelas .....	5
2.1.3 Elektroda pembanding Ag/AgCl .....	8
2.1.4 Elektroda tipe kawat terlapis .....	8
2.2 Elektroda Selektif Ion Iodat .....	9
2.3 Kinerja Elektroda .....	12
2.3.1 Bilangan Nernst .....	12
2.3.2 Kisaran konsentrasi .....	13
2.3.3 Batas deteksi .....	13
2.3.4 Waktu respon .....	13
2.3.5 Efisiensi elektroda .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	15

3.2	Bahan dan Alat Penelitian .....	15
3.2.1	Bahan penelitian .....	15
3.2.2	Alat penelitian .....	15
3.3	Prosedur Kerja Penelitian .....	15
3.3.1	Pembuatan $Ba(IO_3)_2$ .....	15
3.3.2	Pembuatan larutan .....	16
3.3.3	Pembuatan elektroda pembanding Ag/AgCl .....	16
3.3.4	Pembuatan larutan kitosan .....	16
3.3.5	Pembuatan elektroda selektif ion iodat .....	16
3.3.6	Pengukuran potensial sel .....	17
3.3.7	Penentuan waktu respon .....	17
3.3.8	Penentuan efisiensi elektroda .....	18
3.4	Pengolahan Data .....	18
3.4.1	Persamaan Nernst dan tetapan elektroda .....	19
3.4.2	Kisaran konsentrasi .....	19
3.4.3	Batas deteksi .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>20</b>
4.1	Pengaruh Konsentrasi $Ba(IO_3)_2$ .....	20
4.2	Pengaruh Ketebalan membran .....	21
4.3	Karakterisasi ESI Iodat .....	23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>25</b>
5.1	Kesimpulan.....	25
5.2	Saran.....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>26</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>29</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram sel .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Struktur kitosan .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Reaksi ikatan silang antara kitosan dengan glutaraldehid .....	10
<b>Gambar 3.1</b> Elektroda Ag/AgCl .....	16
<b>Gambar 3.2</b> Pengukuran potensial sel .....	17
<b>Gambar 3.3</b> Kurva hubungan antara $-\log [IO_3^-]$ terhadap $E_{sel}$ ...	18
<b>Gambar 4.1</b> Kurva hubungan antara konsentrasi $Ba(IO_3)_2$ terhadap bilangan Nernst .....	20
<b>Gambar 4.2</b> Kurva hubungan antara ketebalan membran terhadap bilangan Nernst .....	22
<b>Gambar L.4.1</b> Kurva hubungan antara waktu respon dengan potensial sel .....	49
<b>Gambar L.4.2</b> Kurva hubungan antara lama pemakaian dengan bilangan Nernst .....	50
<b>Gambar L.4.3</b> Kurva karakterisasi ESI iodat .....	50
<b>Gambar L.5.1</b> Gambar elektroda pembanding Ag/AgCl .....	52
<b>Gambar L.5.2</b> Gambar ESI iodat .....	52
<b>Gambar L.5.3</b> Gambar rangkaian alat penelitian .....	52

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 4.1</b>	Karakterisasi ESI iodat tipe kawat terlapis ..... 23
<b>Tabel L.3</b>	Pembuatan larutan $\text{KIO}_3$ $10^{-2}$ hingga $10^{-8}$ M ..... 37
<b>Tabel L.4.1</b>	Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 0,5% (b/v) ... 38
<b>Tabel L.4.2</b>	Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 1% (b/v) ..... 38
<b>Tabel L.4.3</b>	Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 1,5% (b/v) ... 39
<b>Tabel L.4.4</b>	Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 2% (b/v) ..... 39
<b>Tabel L.4.5</b>	Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 2,5% (b/v) ... 40
<b>Tabel L.4.6</b>	Data rata-rata bilangan Nernst untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ ..... 40
<b>Tabel L.4.7</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,04 mm ..... 41
<b>Tabel L.4.8</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,06 mm ..... 41
<b>Tabel L.4.9</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,09 mm ..... 42
<b>Tabel L.4.10</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,11 mm ..... 42
<b>Tabel L.4.11</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,14 mm ..... 43
<b>Tabel L.4.12</b>	Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,17 mm ..... 43
<b>Tabel L.4.13</b>	Data rata-rata bilangan Nernst untuk pengaruh ketebalan membran ..... 44
<b>Tabel L.4.14</b>	Data potensial sel untuk penentuan waktu respon pertama menggunakan ESI iodat dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm ..... 45
<b>Tabel L.4.15</b>	Data potensial sel untuk penentuan waktu respon kedua menggunakan ESI iodat dengan

	konsentrasi $Ba(IO_3)_2$ 0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm .....	46
<b>Tabel L.4.16</b>	Data potensial sel untuk penentuan waktu respon rata-rata menggunakan ESI iodat dengan konsentrasi $Ba(IO_3)_2$ 0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm .....	47
<b>Tabel L.4.17</b>	Data hasil pengukuran ketebalan membran .....	48
<b>Tabel L.4.18</b>	Data potensial sel untuk penentuan bilangan Nernst .....	48
<b>Tabel L.4.19</b>	Data potensial sel untuk penentuan efisiensi elektroda .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Diagram Alir Penelitian .....	29
<b>Lampiran 2</b> Perhitungan Pembuatan Larutan .....	33
<b>Lampiran 3</b> Pembuatan Larutan .....	36
<b>Lampiran 4</b> Data Hasil Penelitian .....	38
<b>Lampiran 5</b> Gambar Alat .....	52



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Elektroda Selektif Ion (ESI) merupakan setengah sel elektrokimia yang peka terhadap aktivitas ion dalam larutan analit (Koryta, 1986). Pada awalnya, ESI yang banyak digunakan secara luas adalah elektroda gelas yang hanya dapat mendeteksi  $H^+$ , misalnya ESI dengan membran silikat, hanya ion  $H^+$  yang dapat terikat pada permukaan membran sehingga hanya aktivitas ion  $H^+$  yang dapat terukur. Perbedaan potensial antara permukaan membran gelas dan larutan analit merupakan fungsi linear dari konsentrasi ion hidrogen dalam larutan analit. Potensial yang terbaca merupakan beda potensial permukaan membran bagian luar dan bagian dalam yang kemudian dibandingkan dengan elektroda pembanding  $Ag/AgCl$  (Jeffery, *et al.*, 1989). Membran yang dapat digunakan sekarang tidak hanya berupa membran kaca namun dapat juga berupa membran padat dengan ionofor tertentu sehingga ESI juga dapat menganalisis aktivitas beberapa anion (Koryta, 1986). Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan elektroda yang selektif terhadap iodat yang merupakan suatu anion.

Umumnya, ESI iodat digunakan untuk menentukan kadar iodat dalam garam dapur. Beberapa penelitian mengembangkan ESI iodat tipe kawat berlapis yang umumnya dibuat dengan melapisi kawat inert seperti platina dan grafit menggunakan membran kitosan yang mengandung ionofor  $AgIO_3$  dan  $Pb(IO_3)_2$ . Penelitian Pujanegara (2009) membuat ESI iodat tipe kawat berlapis menggunakan ionofor  $AgIO_3$  yang diimbangkan dalam membran kitosan dan dilapiskan pada kawat platina menghasilkan bilangan Nernst sebesar 48,429 mV/dekade. Namun kinerja ESI tersebut dipengaruhi oleh adanya ion klorida dalam larutan analit sehingga menurunkan kepekaan ESI. Sedangkan penelitian Rawung (2009) menggunakan batang grafit dan ionofor  $Pb(IO_3)_2$  dengan metode yang sama menghasilkan bilangan Nernst sebesar 28,464 mV/dekade yang disebabkan oleh  $K_{sp}$   $Pb(IO_3)_2$  yang kecil, yaitu  $2,6 \times 10^{-13}$  (Hunter, 2007).  $K_{sp}$  yang kecil menyebabkan sulitnya disosiasi  $Pb(IO_3)_2$ , sehingga menurunkan interaksi ESI iodat yang

mengakibatkan penurunan kinerja ESI. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengembangkan ESI iodat tipe kawat terlapis menggunakan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  sebagai ionofor untuk mengatasi kekurangan tersebut.

Barium iodat ( $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ ) merupakan suatu senyawa yang berukuran besar dan tidak mudah larut dalam air ( $K_{\text{sp}} \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 = 1,5 \times 10^{-9}$ ) sehingga  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dapat digunakan sebagai ionofor dalam pembuatan ESI iodat. Keberadaan endapan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dalam membran dapat meningkatkan respon ESI iodat karena adanya ionofor akan meningkatkan beda potensial sel yang terukur, selain itu, ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  tidak mudah terlarut ke dalam analit saat pengukuran potensial sel. Membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah membran kitosan karena kitosan bersifat konduktif apabila dalam bentuk kompleks dengan ion logam sehingga baik sebagai induk suatu membran (Gea, dkk., 2005). Dengan demikian, penelitian ini menggunakan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  sebagai ionofor yang diimbangkan dalam membran kitosan untuk menghasilkan ESI iodat yang sesuai dengan teoritis.

Salah satu parameter kinerja ESI adalah bilangan Nernst. Kinerja ESI yang bagus akan memberikan nilai bilangan Nernst yang mendekati nilai teoritis, yaitu sebesar 59,16 mV/dekade untuk ion monovalen dan 29,6 mV/dekade untuk ion divalen (Wang, 2006). Untuk memperoleh kinerja ESI yang sesuai dengan teoritis, maka perlu dipelajari faktor-faktor yang mempengaruhi bilangan Nernst, seperti jumlah ionofor dan ketebalan membran pada elektroda. Menurut Gea, dkk (2005), peningkatan jumlah ionofor akan meningkatkan interaksi ion-ion analit dengan ionofor dalam membran sehingga dapat meningkatkan respon ESI. Berdasarkan fenomena tersebut, maka peningkatan jumlah ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dapat meningkatkan kinerja ESI iodat. Sedangkan ketebalan membran berhubungan dengan sebaran gugus-gugus senyawa aktif dalam membran kitosan. Gugus senyawa aktif akan mengalami kesetimbangan kelarutan ionofor membentuk ion-ionnya yang akan dipengaruhi oleh konsentrasi iodat dalam analit hingga terbentuk kesetimbangan baru. Maka pada penelitian ini dipelajari berbagai konsentrasi ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dalam kitosan dan ketebalan membran kitosan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan terhadap kinerja ESI iodat?
2. Bagaimana karakteristik ESI iodat yang dibuat melalui pelapisan batang karbon dengan ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  yang diimbangkan dalam membran kitosan?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Kinerja ESI iodat yang dipelajari meliputi bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon dan efisiensi elektroda.
2. Elektroda pembanding yang digunakan adalah elektroda Ag/AgCl.
3. Elektroda kerja yang digunakan adalah elektroda tipe kawat terlapis menggunakan batang karbon yang dilapisi dengan ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  yang diimbangkan dalam kitosan.
4. Konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  yang dipelajari adalah 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% (b/v) dalam kitosan.
5. Ketebalan membran kitosan yang dipelajari adalah 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 kali pelapisan setara dengan 0,04; 0,06; 0,09; 0,11; 0,14 dan 0,17 mm.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan terhadap kinerja ESI iodat dan mengetahui karakterisasi ESI iodat yang meliputi bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon dan efisiensi elektroda.

## 1.5 Manfaat Penelitian

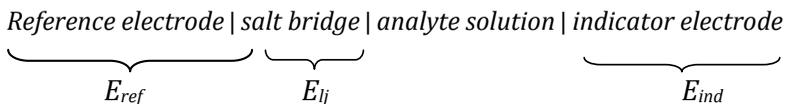
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru tentang pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran terhadap kinerja ESI iodat, khususnya ESI iodat dengan ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  yang diimbangkan pada membran kitosan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Potensiometri

Potensiometri merupakan suatu metode pengukuran potensial sel dari dua elektroda yang tidak terpolarisasi pada keadaan setimbang. Potensial sel yang terbaca sebanding dengan aktivitas ion dalam analit. Elektroda yang tidak terpolarisasi adalah elektroda yang menunjukkan potensial konstan dan tidak bergantung pada arus hingga rentang tertentu (Wang, 2006).

Potensiometri dapat digunakan secara langsung maupun secara tidak langsung, yaitu titrasi potensiometri. Prinsip metode potensiometri secara langsung adalah dengan membandingkan potensial larutan analit yang terukur oleh elektrode indikator dengan potensial standar yang nilainya telah diketahui untuk menentukan komposisi sampel (Skoog, *et al.*, 2004). Besarnya potensial elektroda indikator bergantung pada aktivitas ion-ion dalam larutan sehingga dengan menggunakan persamaan Nernst aktivitas ion dalam larutan dapat langsung terukur berdasarkan potensial yang terbaca (Rivai, 1995). Sedangkan untuk potensiometri secara tidak langsung adalah dengan mendeteksi titik akhir titrasi untuk menentukan konsentrasi suatu analit. Prinsip pengukuran potensial sel secara potensiometri dapat ditunjukkan sebagai (Skoog, *et al.*, 2004):



Dimana potensial sel terhitung sebagai (Skoog, *et al.*, 2004):

$$E_{sel} = E_{ind} - E_{ref} + E_{lj} \quad (2.1)$$

Dalam pengukuran secara potensiometri, digunakan elektroda indikator, elektroda pembanding dan alat pengukur potensial. Elektroda indikator untuk pengukuran secara potensiometri antara lain elektroda logam dan elektroda membran

(Rivai, 1995). Sedangkan elektroda pembanding meliputi elektroda kalomel jenuh (SCE) dan elektroda Ag/AgCl (Skoog, *et al.*, 2004). Pada penelitian ini digunakan elektroda selektif ion yang termasuk dalam elektroda indikator membran dan elektroda pembanding Ag/AgCl.

### **2.1.1 Elektroda selektif ion (ESI)**

Elektroda selektif ion merupakan suatu alat berbasis membran yang digunakan sebagai elektroda indikator untuk mengukur spesies ion tertentu dalam analit secara selektif. Elektroda selektif ion memberikan suatu respon yang cepat dan rentang linearitas yang luas, tidak dipengaruhi oleh warna atau kekeruhan, tidak merusak dan sangat murah (Wang, 2006).

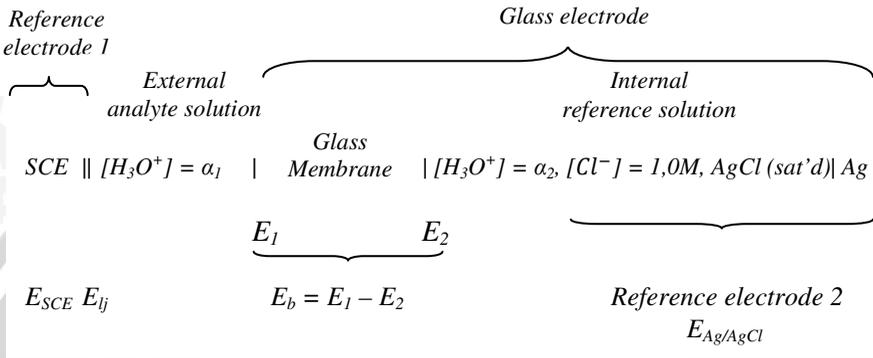
Membran yang digunakan terdiri atas bahan konduktif terhadap ion yang perm selektif, yang memisahkan sampel dari bagian dalam elektroda. Sedangkan, bagian dalam membran berisi larutan yang mengandung ion yang diinginkan pada aktivitas yang tetap. Membran yang digunakan biasanya tidak berpori, tidak larut air dan memiliki kestabilan mekanik. Komposisi membran dirancang khusus untuk menghasilkan potensial yang hanya berasal dari proses interaksi ion tertentu dalam analit dengan membran secara selektif (Wang, 2006).

### **2.1.2 Elektroda gelas**

Elektroda gelas merupakan elektroda yang merespon adanya kation-kation univalen. Selektivitas terhadap kation-kation tersebut bergantung pada variasi komposisi membran gelas (Wang, 2006). Berbagai macam elektroda gelas yang selektif ion merupakan elektroda gelas yang termasuk kategori elektroda membran penukar ion tetap, yaitu sisi aktif dari permukaan membran atau larutan dalam membran tidak berpindah selama pengukuran berlangsung (Williard, *et al.*, 1988).

Elektroda gelas yang paling luas penggunaannya adalah elektroda yang peka terhadap ion hidrogen, dimana ketika membran gelas dicelupkan ke dalam analit maka akan timbul potensial yang merupakan fungsi linear dari konsentrasi ion hidrogen dalam larutan

tersebut (Jeffery, *et al.*, 1989). Potensial sel membran dapat ditentukan melalui diagram berikut (Skoog, *et al.*, 2004):



**Gambar 2.1** Diagram sel

Potensial elektroda  $E_M$  dibentuk oleh (Skoog, *et al.*, 2004):

$$\begin{aligned}
 E_M &= E_1 - (E_2 - E_{Ag/AgCl}) \\
 &= E_1 - E_2 + E_{Ag/AgCl} \\
 &= E_b + E_{Ag/AgCl}
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Dimana  $E_1$  dan  $E_2$  adalah potensial sel dari sisi-sisi membran dan  $E_{Ag/AgCl}$  adalah potensial elektroda pembanding 2 dan  $E_b$  adalah potensial batas.  $E_1$  dan  $E_2$  bukan berasal dari reaksi redoks, tetapi merupakan potensial yang diakibatkan oleh gaya pertukaran ion (Skoog, *et al.*, 2004). Potensial total sel merupakan perbedaan potensial membran, potensial elektroda pembanding dan potensial *junction*. Sehingga,

$$E_{sel} = E_{SCE} + E_{ij} - E_M \tag{2.3}$$

Substitusi persamaan (2.2) menghasilkan (Skoog, *et al.*, 2004):

$$E_{sel} = E_{SCE} + E_{ij} - E_b - E_{Ag/AgCl} \tag{2.4}$$

Atau

$$\begin{aligned} E_{sel} &= L' - E_b \\ E_{sel} &= L' - (E_1 - E_2) \end{aligned} \quad (2.5)$$

dimana  $L'$  merupakan konstanta yang terdiri atas  $E_{R1}$ ,  $E_{R2}$  dan  $E_b$ .

Potensial batas berhubungan dengan aktivitas masing-masing sisi membran, yaitu (Skoog, *et al.*, 2004):

$$E_1 = j_1 - \frac{0,0592}{n} \log \frac{a'_1}{a_1} \quad (2.6)$$

$$E_2 = j_2 - \frac{0,0592}{n} \log \frac{a'_2}{a_2} \quad (2.7)$$

Dimana  $j_1$  dan  $j_2$  adalah konstanta sedangkan  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$  adalah aktivitas ion  $H_3O^+$  dalam larutan eksternal dan internal,  $\alpha'_1$  dan  $\alpha'_2$  adalah aktivitas ion  $H_3O^+$  pada permukaan membran luar dan dalam. Untuk ion  $H_3O^+$  yang merupakan ion monovalen, maka  $n = 1$ . Apabila dua permukaan membran mempunyai jumlah sisi permukaan negatif yang sama dengan  $H_3O^+$  maka  $j_1$  dan  $j_2$  sama, begitu juga  $\alpha'_1$  dan  $\alpha'_2$ . Maka substitusi persamaan (2.6) dan (2.7) akan menghasilkan potensial batas:

$$\begin{aligned} E_b &= (E_1 - E_2) \\ &= -0,0592 \log \frac{1}{a_1} + 0,0592 \log \frac{1}{a_2} \\ &= 0,0592 \log \frac{a_1}{a_2} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Substitusi persamaan ini ke persamaan (2.5), maka

$$E_{sel} = L' - 0,0592 \log \frac{a_1}{a_2} \quad (2.9)$$

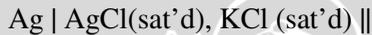
Untuk menentukan potensial sel berdasarkan ion lain maka bergantung pada  $n$ , dan potensial sel yang diperoleh adalah:

$$E_{sel} = L' - \frac{0,0592}{n} \log \frac{a_1}{a_2} \quad (2.10)$$

### 2.1.3 Elektroda pembanding Ag/AgCl

Elektrode pembanding merupakan suatu sel paro yang mempunyai harga potensial elektrode yang telah diketahui secara pasti, konstan dan tidak dipengaruhi oleh komposisi larutan analit. Elektroda pembanding seharusnya dapat mempertahankan harga potensial selama mengalirkan arus yang kecil (Skoog, *et al.*, 2004).

Pada penelitian ini digunakan elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding. Elektroda Ag/AgCl merupakan suatu sistem yang mirip dengan elektroda kalomel jenuh. Elektroda perak/perak klorida terdiri dari suatu elektroda perak yang dicelupkan ke dalam larutan KCl dan AgCl jenuh. Setengah sel elektrodanya dapat ditulis sebagai (Skoog, *et al.*, 2004) :



Setengah sel reaksinya (Rivai, 1995):



Harga potensial elektrode Ag/AgCl adalah 0,199 V pada 25 °C (Skoog, *et al.*, 2004).

### 2.1.4 Elektroda tipe kawat terlapis

Elektroda tipe kawat terlapis dibuat dengan cara melapiskan selaput polimer secara langsung pada suatu konduktor. Konduktor yang biasa digunakan adalah logam-logam seperti Ag, Pt, Cu dan grafit. Sedangkan membran yang digunakan adalah membran yang mengandung spesies elektroaktif sehingga dapat bersifat konduktif. Polimer yang biasa digunakan adalah PVC, selain itu dapat juga menggunakan *poly(acrylic acid)* dan *poly(vinylbenzyl chloride)* yang dimodifikasi. Pembuatan elektroda tipe kawat terlapis ini mudah, yaitu dengan mencelupkan kawat konduktor ke dalam larutan membran yang mengandung ionofor kemudian dikering anginkan. Elektroda tipe kawat terlapis ini merupakan elektroda yang mudah dibuat dan digunakan, selain itu juga memiliki kisaran konsentrasi yang rendah ( $10^{-5}$ - $10^{-1}$ M) sehingga dapat mendeteksi suatu ion dalam larutan analit dengan konsentrasi rendah (Wang, 2006).

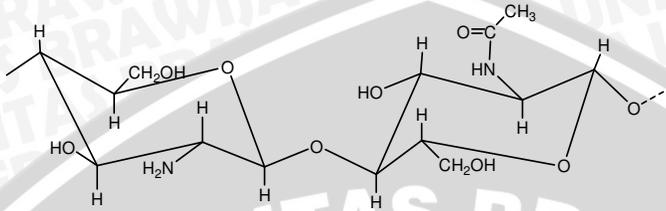
## 2.2 Elektroda Selektif Ion Iodat

Elektroda selektif ion iodat banyak digunakan untuk mengukur kadar iodat dalam larutan analit menggunakan metode potensiometri. Elektroda selektif ion iodat yang pernah dikembangkan antara lain elektroda Ag/AgIO<sub>3</sub> dan C/Pb(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Elektroda Ag/AgIO<sub>3</sub> yang pertama dibuat dengan cara melapisi permukaan kawat Ag dengan garam AgIO<sub>3</sub> dengan metode elektrolisis menggunakan energi dari luar, yaitu dengan memberikan potensial sumber arus luar untuk mendorong terjadinya reaksi. Penelitian tersebut mempelajari pengaruh lama elektrolisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama elektrolisis tidak mempengaruhi kinerja elektroda selektif ion yang meliputi kisaran konsentrasi, waktu respon dan batas deteksi, namun berpengaruh pada kepekaan elektroda yang ditunjukkan oleh bilangan Nernst. Pada lama elektrolisis optimum, menghasilkan harga bilangan Nernst sebesar 51,6 mV/dekade (Agustina, dkk., 2006).

Selanjutnya dikembangkan elektroda selektif ion iodat tipe kawat terlapis dengan melapiskan membran kitosan yang mengandung ionofor AgIO<sub>3</sub> pada kawat platina dan juga elektroda selektif ion tipe kawat terlapis menggunakan batang grafit yang dilapisi dengan ionofor Pb(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> yang diimbangkan dalam kitosan. Kedua elektroda tersebut masih memiliki kekurangan, maka untuk mengatasi kekurangan tersebut dilakukan penelitian elektroda selektif ion tipe kawat terlapis menggunakan ionofor Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> yang diimbangkan dalam membran kitosan. Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> merupakan senyawa yang mempunyai hasil kali kelarutan yang cukup besar dibandingkan dengan Pb(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> sehingga diharapkan elektroda yang dihasilkan tidak menunjukkan terjadinya penyimpangan bilangan Nernst dari teoritis. Selain itu Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> tidak dipengaruhi oleh ion klorida karena potensial sel yang terukur bukan merupakan kesetimbangan BaCl<sub>2</sub> oleh karena kelarutan BaCl<sub>2</sub> besar sehingga tidak mengganggu pengukuran iodat.

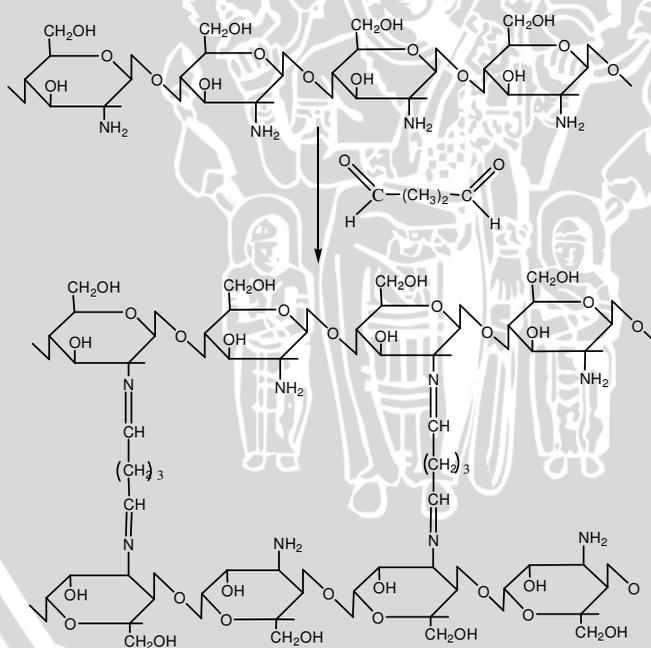
Pada penelitian ini digunakan membran kitosan karena kitosan merupakan biopolimer yang mempunyai konduktivitas tinggi dalam bentuk terhidrasi (Wan, *et al.*, 2006). Kitosan merupakan turunan kitin yang dihasilkan melalui deasetilasi kitin. Kitosan baik digunakan untuk membran karena kitosan mudah membentuk khelat

yang dibutuhkan agar suatu elektroda bersifat selektif (Ventosa, 2003). Struktur kitosan adalah sebagai berikut (Ventosa, 2003):



**Gambar 2.2** Struktur kitosan

Di dalam kitosan mengandung gugus amina dan hidroksil sehingga menghasilkan hidrofilitas yang tinggi untuk suatu membran elektrolit polimer (Wan, *et al.*, 2006). Gugus amina dalam kitosan menyediakan pasangan elektron bebas dari N yang akan berikatan secara koordinasi dengan ion  $Ba^{2+}$ . Apabila kitosan membentuk kompleks dengan logam, maka kitosan akan bersifat sangat konduktif (Gea, dkk., 2005).



**Gambar 2.3** Reaksi ikatan silang antara kitosan dengan glutaraldehid

Ikatan silang pada kitosan dapat meningkatkan kekuatan kimia dan sifat kimia pada kitosan yang digunakan sebagai membran. Selain itu, ikatan silang antara rantai polimer kitosan dapat menghindari larutnya membran kitosan ke dalam larutan asam (Ventosa, 2003). Gambar 2.3 menunjukkan reaksi ikatan silang pada rantai kitosan dengan glutaraldehid melalui interaksi gugus aldehid dari glutaraldehid dengan gugus amina dari kitosan. Dengan adanya resonansi maka akan terbentuk kestabilan dengan ikatan etilen ganda yang berdekatan (Goncalves, *et al.*, 2005).

Potensial ESI dihasilkan oleh perbedaan kesetimbangan ion pada permukaan membran luar dan permukaan membran dalam (Skoog, *et al.*, 2004) :

$$E_{ind} = E_b + E_{Ag/AgCl} + E_{Asy}$$

Oleh karena ESI iodat merupakan elektroda tipe kawat terlapis, maka ESI iodat tidak memiliki larutan internal, sehingga potensial indikator adalah:

$$E_{ind} = E_b + E_{Asy}$$

$E_b$  dapat disubstitusikan dari persamaan (2.8):

$$E_{ind} = \frac{0,0592}{n} \log \left( \frac{a_{IO_3^-}}{a_{IO_3^-}} \right)_{inner} + E_{asy}$$

Iodat merupakan ion monovalen, sehingga  $n = 1$ , maka:

$$E_{ind} = 0,0592 \log \left( \frac{a_{IO_3^-}}{a_{IO_3^-}} \right)_{inner} + E_{asy}$$

Karena konsentrasi iodat kecil, maka diasumsikan  $(a_{IO_3^-}) = [IO_3^-]$

Sehingga,

$$E_{ind} = 0,0592 \log \frac{[IO_3^-]_{inner}}{[IO_3^-]_{outer}} + E_{asy}$$

$$E_{ind} = 0,0592 \log [IO_3^-]_{inner} - 0,0592 \log [IO_3^-]_{outer} + E_{asy}$$

Walaupun tidak memiliki larutan internal, namun tetap terjadi perbedaan aktivitas ion iodat pada permukaan luar dan dalam membran, sehingga  $E_{sel}$  yang terbaca adalah:

$$E_{sel} = E_{ind} - E_{reff} + E_{lj}$$

$$\begin{aligned} E_{sel} &= (0,0592 \log [IO_3^-]_{inner} - 0,0592 \log [IO_3^-]_{outer} + E_{asy}) - E_{reff} + E_{lj} \\ &= 0,0592 \log [IO_3^-]_{inner} - 0,0592 \log [IO_3^-]_{outer} + E_{asy} - E_{reff} + E_{lj} \end{aligned}$$

Elektroda pembanding yang digunakan adalah elektroda Ag/AgCl, maka  $E_{reff} = E_{Ag/AgCl} = 0,199$  mV (Skoog, *et al.*, 2004).

Oleh karena  $0,0592 \log [IO_3^-]_{inner}$ ,  $E_{reff}$ ,  $E_{lj}$  dan  $E_{asy}$  merupakan konstanta, maka:

$$\begin{aligned} K &= 0,0592 \log [IO_3^-]_{inner} - E_{reff} + E_{lj} + E_{asy} \\ &= 0,0592 \log [IO_3^-]_{inner} - 0,199 + E_{lj} + E_{asy} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Sehingga,

$$E_{sel} = K - 0,0592 \log [IO_3^-]_{outer} \quad (2.12)$$

$$E_{sel} = K + 0,0592 \text{ p}IO_3^-$$

## 2.3 Kinerja Elektroda

### 2.3.1 Bilangan Nernst

Bilangan Nernst digunakan untuk karakterisasi kepekaan elektroda karena merupakan fungsi dari potensial elektroda yang sebanding dengan logaritma aktivitas ion yang dianalisis (Wang, 2006). Bilangan Nernst dapat ditentukan melalui kemiringan garis linear dari kurva hubungan antara potensial sel ( $E_{sel}$ ) dengan  $-\log [X]$  (Wroblewski, 2005). Bilangan Nernst teoritis untuk ion monovalen pada 298K adalah 59,16 mV/dekade. Untuk ion divalen ( $z_i = 2$ ), maka bilangan Nernst yang dihasilkan adalah  $59,16/z_i$ , yaitu 29,58 mV/dekade (Wang, 2006). Bilangan Nernst yang diperbolehkan untuk ion monovalen adalah 50-60 mV/dekade dan untuk ion divalen adalah 25-30 mV/dekade (Wroblewski, 2005). Pada penelitian ini,

ion yang terukur adalah iodat ( $\text{IO}_3^-$ ) sehingga seharusnya bilangan Nernst yang dihasilkan adalah 59,16 mV/dekade.

### 2.3.2 Kisaran konsentrasi

Kisaran konsentrasi merupakan rentang konsentrasi yang berada pada daerah linear, yaitu daerah yang masih memberikan nilai bilangan Nernst yang memenuhi teoritis pada kurva hubungan antara  $E_{sel}$  dengan  $-\log [X]$ . Terdapat deviasi dari linearitas untuk aktivitas ion yang tinggi dan sangat rendah. Umumnya, kurva hasil pengukuran elektroda menunjukkan daerah linear pada kisaran konsentrasi antara  $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}\text{M}$  (Wroblewski, 2005).

### 2.3.3 Batas deteksi

Batas deteksi merupakan nilai konsentrasi terendah yang masih memberikan respon yang dapat dibedakan dengan blanko. Batas deteksi dapat ditentukan melalui perpotongan garis antara daerah linear dan non linear dari kurva hubungan antara  $E_{sel}$  dengan  $-\log [X]$ . Daerah linear adalah daerah yang memberikan nilai bilangan Nernst yang sesuai dengan Nernst teoritis, sedangkan daerah non linear merupakan daerah yang tidak memberikan nilai bilangan Nernst teoritis (Wroblewski, 2005). Pada daerah yang mendekati batas deteksi, perubahan potensial elektroda tidak banyak mengubah harga Nernstian. Pada umumnya, batas deteksi terukur dari yang kebanyakan elektroda selektif ion adalah  $10^{-4}$ - $10^{-6}\text{M}$ . Penentuan batas deteksi sering dipengaruhi oleh adanya interferensi ion lain atau ketidak murnian (Wroblewski, 2005).

### 2.3.4 Waktu respon

Waktu respon merupakan waktu yang diperlukan elektroda untuk mencapai kesetimbangan antara permukaan elektroda dengan larutan analit. Waktu respon ditentukan melalui pengukuran potensial sel dari ion dalam analit pada saat awal elektroda indikator dan elektroda pembanding kontak dengan larutan sampel hingga tercapai potensial sel yang stabil. Waktu respon akan mempengaruhi kinerja suatu elektroda, semakin cepat waktu respon, maka akan semakin baik kinerja elektroda (Wroblewski, 2005).

### 2.3.5 Efisiensi elektroda

Efisiensi elektroda merupakan alat ukur usia elektroda (Cik, 2008). Efisiensi elektroda dapat ditentukan melalui dua cara. Pertama, respon elektroda ditentukan dengan pemakaian berkelanjutan, yaitu elektroda digunakan untuk mengukur konsentrasi analit berturut-turut dalam 1 periode, misal dalam jam. Selain itu, dapat juga ditentukan melalui lama waktu penyimpanan elektroda (Eggins, 2005).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2009.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan penelitian

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini, mempunyai derajat kemurnian *pro analisis* (pa), kecuali yang disebut khusus, yaitu kitosan, agar-agar dan akuades. Sedangkan bahan – bahan dengan derajat kemurnian *pro analisis* yang digunakan yaitu barium nitrat ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ), kalium iodat ( $\text{KIO}_3$ ), asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), kalium klorida ( $\text{KCl}$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dan glutaraldehid 25% (v/v).

#### 3.2.2 Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: kabel, multimeter merek SANWA CD 800A, neraca analitik merek Mettler AE 166, pengaduk magnetik, kawat perak, batang karbon (panjang 6,5 cm; diameter 0,47 mm), *motor rotary* merek Heidolph, oven digital merek Memmert dan beberapa peralatan gelas.

### 3.3 Prosedur Kerja

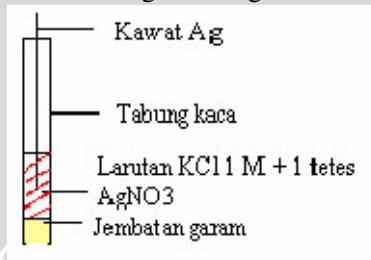
#### 3.3.1 Pembuatan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

Lima puluh mililiter larutan  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,05 M ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam 50 mL larutan  $\text{KIO}_3$  0,1 M yang sudah ditambah 2 tetes  $\text{HNO}_3$  2 M hingga terbentuk endapan putih keruh (endapan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ ). Kemudian endapan tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatmann no. 42 dan dicuci dengan aquades. Setelah itu, dikeringkan di dalam oven pada suhu 100 °C.

### 3.3.2 Pembuatan larutan (Lampiran 3)

### 3.3.3 Pembuatan elektrode pembanding Ag/AgCl

Agar-agar sebanyak 0,4 g ditambahkan ke dalam 5 mL larutan KCl jenuh dan dipanaskan hingga mendidih. Kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam tabung kaca dengan diameter 1 mm dan panjang 2 cm (bagian bawahnya dilubangi) hingga 0,5 cm lalu didinginkan hingga padat. Kemudian dimasukkan satu tetes  $\text{AgNO}_3$  dan larutan KCl 1 M hingga  $3/4$  tabung. Kawat Ag sepanjang 4 cm diampelas dan dicuci dengan aquades kemudian dimasukkan ke dalam tabung kaca di atas. Selanjutnya, tabung kaca ditutup rapat dengan karet penutup dan dihubungkan dengan kabel.



**Gambar 3.1** Elektroda Ag/AgCl

### 3.3.4 Pembuatan larutan kitosan

Padatan kitosan sebanyak 0,4 g ditambah dengan 3 mL asam asetat glasial dan 9 mL aquades. Kemudian diaduk selama 24 jam di atas pengaduk magnetik.

### 3.3.5 Pembuatan elektroda selektif ion iodat

#### a. Pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

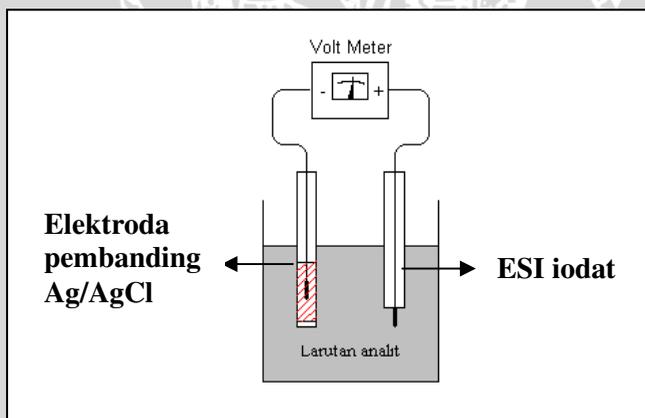
Padatan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  ditimbang sebanyak 0,01 g; 0,02 g; 0,03 g; 0,04 g dan 0,05 g. Kemudian masing-masing ditambah dengan 40 tetes (2 mL) larutan kitosan dan 1 tetes larutan glutaraldehid 0,01% kemudian diaduk selama 15 jam. Selanjutnya, batang karbon dilapisi dengan campuran kitosan dan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  tersebut sepanjang 1 cm dan dioven  $50^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Pelapisan tersebut diulang hingga 4 kali. Setelah pelapisan terakhir, pemanasan dilakukan selama 12 jam.

## b. Pengaruh ketebalan membran

Batang karbon dilapisi dengan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dalam membran kitosan dengan konsentrasi 0,5% (b/v) sebanyak tiga kali, empat kali, lima kali, enam kali, tujuh kali dan delapan kali atau setara dengan 0,04; 0,06; 0,09; 0,11; 0,14 dan 0,17 mm. Setelah pelapisan terakhir, dilakukan pemanasan selama 12 jam dalam oven pada suhu  $50^\circ\text{C}$ .

### 3.3.6 Pengukuran potensial sel

Potensial sel larutan  $\text{KIO}_3$  diukur pada kisaran konsentrasi  $1 \times 10^{-8}$  hingga  $1 \times 10^{-1}$  M dengan mencelupkan ESI iodat tipe kawat terlapis dan elektrode pembanding  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  ke dalam larutan secara bersama-sama. Elektrode indikator, yaitu ESI iodat dihubungkan dengan kutub positif multimeter, sedangkan elektrode pembanding  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  dihubungkan dengan kutub negatif. Pengukuran potensial sel dilakukan secara berturut – turut dari konsentrasi  $\text{KIO}_3$   $1 \times 10^{-8}$ ,  $1 \times 10^{-7}$ ,  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-3}$ ,  $1 \times 10^{-2}$  dan  $1 \times 10^{-1}$  M. Potensial sel dibaca setiap 60 detik dengan disertai pengadukan.



Gambar 3.2 Pengukuran potensial sel

### 3.3.7 Penentuan waktu respon

Potensial sel diukur tiap 10 detik dimulai sejak awal pencelupan hingga 180 detik menggunakan ESI iodat dengan

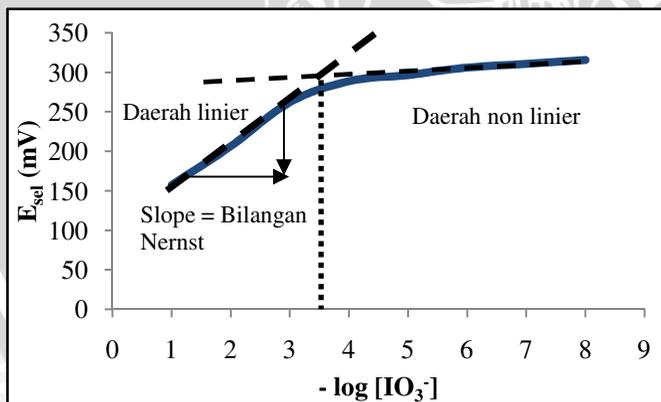
konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm. Penentuan waktu respon dilakukan pada kisaran konsentrasi  $\text{KIO}_3$   $1 \times 10^{-4}$ –  $1 \times 10^{-1}$  M. Kemudian dibuat kurva hubungan antara potensial sel (mV) dengan waktu (detik).

### 3.3.8 Penentuan efisiensi elektroda

Potensial sel diukur menggunakan ESI iodat pada kisaran konsentrasi  $\text{KIO}_3$   $1 \times 10^{-8}$  –  $1 \times 10^{-1}$  M secara berulang-ulang. Pengukuran potensial sel dilakukan pada ESI iodat dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,18 mm. Pengukuran potensial sel terhadap larutan  $\text{KIO}_3$  dengan kisaran konsentrasi  $1 \times 10^{-8}$  M hingga  $1 \times 10^{-1}$  M (8 sampel) dilakukan sebanyak tiga kali. Dengan demikian total pemakaian ESI iodat sebanyak 24 kali.

### 3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara  $-\log [\text{IO}_3^-]$  dan  $E_{\text{sel}}$  hasil pengukuran. Berdasarkan kurva tersebut dapat diketahui karakteristik ESI iodat tipe kawat terlapis yang meliputi bilangan Nernst, kisaran konsentrasi dan batas deteksi. Gambar kurva hubungan antara  $-\log [\text{IO}_3^-]$  dan  $E_{\text{sel}}$  dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Kurva hubungan antara  $-\log [\text{IO}_3^-]$  terhadap  $E_{\text{sel}}$

### 3.4.1 Persamaan Nernst dan tetapan elektroda

Persamaan Nernst dan tetapan elektroda (K) dapat ditentukan berdasarkan persamaan garis linier kurva pada Gambar 3.3, yaitu:

$$Y = aX + b$$

Dengan Y adalah  $E_{\text{sel}}$  (mV), a adalah bilangan Nernst (mV/dekade), X adalah  $-\log [IO_3^-]$  dan b adalah tetapan elektroda (K).

### 3.4.2 Kisaran konsentrasi

Kisaran konsentrasi dapat ditentukan berdasarkan kurva pada Gambar 3.3. Kisaran konsentrasi ditunjukkan oleh daerah yang masih berada dalam daerah linier. Daerah linier menunjukkan daerah yang masih memenuhi persamaan Nernst, yaitu daerah yang memberikan perubahan potensial sel yang signifikan terhadap perubahan waktu.

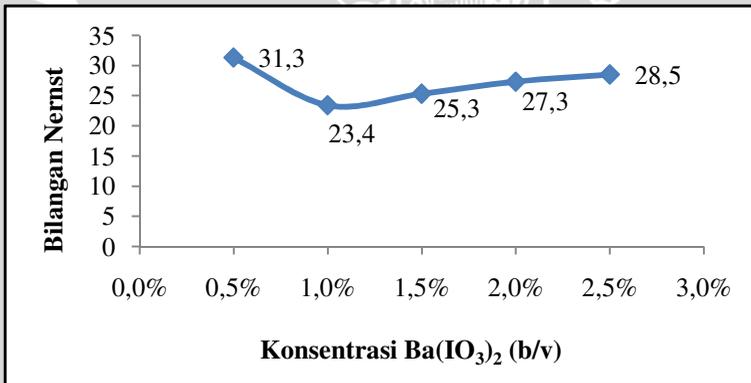
### 3.4.3 Batas deteksi

Batas deteksi ditentukan oleh perpotongan garis singgung antara persamaan garis linier dengan persamaan garis non linier (daerah yang tidak memenuhi persamaan Nernst) pada Gambar 3.3. Nilai absis (sumbu X) hasil titik potong antara kedua persamaan garis tersebut menunjukkan nilai batas deteksi dari ESI Iodat.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

Pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dipelajari dengan cara membuat ESI iodat dengan berbagai konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  pada ketebalan membran tetap. Hasil penelitian ditunjukkan oleh Gambar 4.1. Berdasarkan Gambar 4.1, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan bilangan Nernst dari konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% hingga 1% (b/v) dan kemudian terjadi peningkatan bilangan Nernst pada konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  1% hingga 2,5% (b/v). Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  terkecil memberikan harga bilangan Nernst yang terbaik.



**Gambar 4.1** Kurva hubungan antara konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  terhadap bilangan Nernst

Berdasarkan Gambar 4.1, ESI iodat dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) menghasilkan bilangan Nernst tertinggi, yaitu 31,3 mV/dekade. Dalam hal ini, potensial sel yang terukur dimungkinkan tidak hanya ditimbulkan oleh perbedaan konsentrasi iodat dalam analit namun dapat pula ditimbulkan oleh konduktivitas membran kitosan. Menurut Faridbod, dkk (2008), membran kitosan mempunyai sifat dapat menghantarkan arus listrik atau *conducting polymer* yang disebabkan oleh adanya gugus amina ( $-\text{NH}_2$ ) dan

hidroksil ( $-OH$ ). Dalam asam asetat, gugus amina ( $-NH_2$ ) berubah menjadi  $NH_3^+$  yang dapat menghantarkan arus listrik. Dengan ketebalan membran tetap dan konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  yang sedikit, maka jumlah kitosan meningkat. Oleh karena itu, potensial sel yang terukur ditimbulkan oleh konduktivitas membran kitosan dan konsentrasi ion-ion analit, sehingga tiap perubahan konsentrasi iodat 0,1 M akan meningkatkan selisih potensial yang dihasilkan. Hal tersebut akan meningkatkan harga bilangan Nernst.

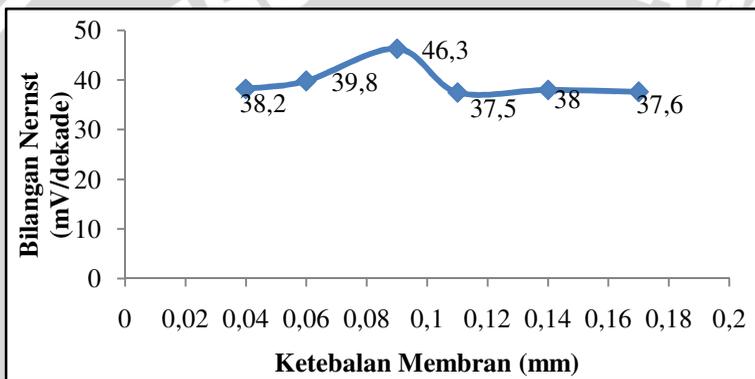
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan bilangan Nernst pada konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  0,5% hingga 1% (b/v). Pada ketebalan membran tetap, peningkatan jumlah ionofor akan menurunkan keseragaman letak gugus senyawa aktif dalam membran. Hal tersebut dapat mengakibatkan penurunan jumlah kesetimbangan pada permukaan membran. Penurunan jumlah kesetimbangan menyebabkan ESI iodat tidak dapat memberikan respon yang signifikan terhadap perubahan konsentrasi iodat. Oleh karena itu, terjadi penurunan bilangan Nernst pada peningkatan konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$ .

Pada konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  1% hingga 2,5% (b/v) (Gambar 4.1) terjadi peningkatan bilangan Nernst yang tidak signifikan seiring dengan peningkatan jumlah ionofor. Peningkatan jumlah ionofor akan meningkatkan jumlah endapan  $Ba(IO_3)_2$  dalam membran sehingga jumlah kesetimbangan akan bertambah pada saat pengukuran potensial sel. Peningkatan jumlah kesetimbangan akan meningkatkan potensial sel yang terukur, sehingga tiap perubahan konsentrasi iodat dapat menghasilkan perubahan potensial yang besar. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  dapat meningkatkan respon ESI iodat.

#### **4.2 Pengaruh Ketebalan Membran**

Pengaruh ketebalan membran dipelajari dengan membuat berbagai ketebalan membran pada ESI iodat dengan konsentrasi  $Ba(IO_3)_2$  0,5% (b/v). Hasil penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.2. Berdasarkan Gambar 4.2, dapat diketahui bahwa pada ketebalan 0,04 hingga 0,09 mm terjadi peningkatan bilangan Nernst. Pada ketebalan membran 0,09 hingga 0,11 mm terjadi penurunan bilangan Nernst dan pada ketebalan 0,11 hingga 0,17 mm menghasilkan harga bilangan Nernst yang relatif tetap.

Berdasarkan Gambar 4.2, ESI iodat dengan ketebalan membran 0,04 hingga 0,09 mm menunjukkan peningkatan bilangan Nernst. Dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  tetap dan ketebalan membran meningkat, maka jumlah ionofor akan meningkat. Peningkatan jumlah ionofor akan meningkatkan jumlah kesetimbangan pada permukaan membran. Hal tersebut menyebabkan perubahan potensial meningkat pada tiap perubahan konsentrasi iodat. Oleh karena itu, peningkatan ketebalan membran dapat meningkatkan bilangan Nernst.



**Gambar 4.2** Kurva hubungan antara ketebalan membran terhadap bilangan Nernst

Pada ketebalan membran 0,09 hingga 0,11 mm (Gambar 4.2) terjadi penurunan bilangan Nernst yang cukup besar, yaitu 8,8 mV/dekade. Peningkatan ketebalan membran akan mengakibatkan penurunan kelenturan membran sehingga mengakibatkan penurunan kemampuan ionofor dalam mengadakan kesetimbangan dengan ion iodat dalam analit. Oleh karena itu, perubahan konsentrasi analit tidak memberikan perubahan potensial yang signifikan sehingga bilangan Nernst yang dihasilkan menurun.

Berdasarkan Gambar 4.2, pada ketebalan membran 0,11 hingga 0,17 mm mempunyai bilangan Nernst yang relatif tetap. Peningkatan ketebalan membran tidak menyebabkan perubahan bilangan Nernst karena dengan bertambahnya ketebalan membran, maka air tidak dapat masuk hingga permukaan membran bagian dalam. Hal tersebut menyebabkan kesetimbangan kelarutan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

pada permukaan bagian dalam membran sangat sedikit terbentuk, sehingga potensial membran bagian dalam tidak terdefinisi. Oleh karena itu, potensial sel yang terukur hanya dipengaruhi oleh kesetimbangan pada permukaan luar membran. Berdasarkan hal tersebut, peningkatan ketebalan membran memberikan harga bilangan Nernst yang relatif tetap.

### 4.3 Karakterisasi ESI Iodat

Karakteristik ESI iodat yang dapat dipelajari meliputi bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon dan efisiensi elektroda. Karakterisasi ESI iodat dipelajari dengan menggunakan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan tertinggi, yaitu 0,5% (b/v) dan 0,09 mm. Hasil karakterisasi ESI iodat dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa bilangan Nernst yang dihasilkan pada penelitian ini adalah  $51,950 \pm 0,354$  mV/dekade. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ESI iodat dengan ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  masih memenuhi bilangan Nernst teoritis untuk ion monovalen, yaitu 59,2 mV/dekade. Menurut Wroblewski (2005), bilangan Nernst yang masih memenuhi persamaan Nernst untuk ion monovalen adalah 50 hingga 60 mV/dekade.

**Tabel 4.1** Karakterisasi ESI iodat tipe kawat terlapis

No.	Karakteristik ESI	Nilai
1.	Bilangan Nernst	$51,950 \pm 0,354$ mV/dekade
2.	Kisaran konsentrasi	$1 \times 10^{-1}$ hingga $1 \times 10^{-3}$ M
3.	Waktu respon	20 detik
4.	Batas deteksi	$4,73 \times 10^{-4}$ M (82,78 ppm)
5.	Efisiensi elektroda	1 kali pemakaian

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa kisaran konsentrasi dan batas deteksi ESI iodat dengan ionofor  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  adalah  $1 \times 10^{-1}$  hingga  $1 \times 10^{-3}$  M dan  $4,73 \times 10^{-4}$  M atau setara dengan 82,78 ppm iodat. Kisaran konsentrasi teoritis untuk suatu ESI adalah  $1 - 10^{-5}$  M sedangkan batas deteksi suatu ESI adalah  $10^{-4}$  hingga  $10^{-6}$  M (Wroblewski, 2005).

Waktu respon adalah waktu yang dibutuhkan untuk terjadi kesetimbangan baru antara ion iodat dalam analit dengan ion ionofor. Setelah tercapai kesetimbangan, maka tidak akan terjadi perubahan potensial yang signifikan (Pungor, 1998). Waktu respon ESI iodat pada penelitian ini adalah 20 detik. Hasil tersebut dapat dilihat pada Lampiran Gambar L.4.20 Waktu respon suatu ESI dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi, adanya ion asing, pengadukan, komposisi membran ESI, dan melarutnya ionofor ke dalam larutan analit (Fuadi, dkk., 2007).

Efisiensi elektroda ditentukan melalui pemakaian yang berulang terhadap satu elektroda. Pada penelitian ini, ESI iodat dapat digunakan pada 1 seri pemakaian dengan 8 konsentrasi analit. ESI iodat masih memberikan harga bilangan Nernst yang sesuai dengan teoritis pada pemakaian pertama dan kemudian mengalami penurunan pada pemakaian kedua dan ketiga (Gambar L.4.21 pada Lampiran).

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ESI iodat dengan  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  sebagai ionofor yang diimbangkan dalam membran kitosan dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan  $\text{AgIO}_3$  dan  $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$  sebagai ionofor. ESI iodat dengan menggunakan  $\text{AgIO}_3$  sebagai ionofor menghasilkan bilangan Nernst sebesar 48,4 mV/dekade. Sedangkan ESI iodat dengan menggunakan  $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$  sebagai ionofor menghasilkan bilangan Nernst sebesar 48,464 mV/dekade.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dan ketebalan membran kitosan berpengaruh terhadap kinerja ESI iodat. Kinerja ESI iodat paling baik dihasilkan pada konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  sebesar 0,5% (b/v) dan ketebalan membran kitosan 0,09 mm.

Karakterisasi ESI iodat ditentukan pada konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm. Bilangan Nernst yang diperoleh adalah  $51,950 \pm 0,354$  mV/dekade pada kisaran konsentrasi  $1 \times 10^{-1}$  hingga  $1 \times 10^{-3}$  M. Batas deteksi yang diperoleh adalah  $4,73 \times 10^{-4}$  M atau setara dengan 82,78 ppm iodat. Sedangkan lama pemakaian ESI iodat adalah 1 kali pemakaian dengan waktu respon 20 detik.

#### **5.2 Saran**

Untuk meningkatkan kinerja ESI iodat, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mempelajari pengaruh jumlah glutaraldehid yang ditambahkan sebagai agen pembentuk ikatan silang dalam membran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. A., P. K. I. Yahya dan K. W. Hapsari, 2006, **Inovasi Detektor Iodium Dengan Metode Potensiometri**, laporan Program Kreativitas Mahasiswa, Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya, Malang
- Cik, M. A., 2008, **Pengaruh Komposisi Elektroda Terhadap Usia Pemakaian Elektroda Urease pada Penetapan Kadar Urea secara Potensiometri**, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- Eggins, B. R., 2005, **Chemical Sensors and Biosensors**, John Wiley and Sons, Ltd., West Sussex, 114
- Faridbod, F., M. R. Ganjali, R. Dinarvand dan P. Norouzi, 2008, **Developments in the Field of Conducting and Non-conducting Polymer Based Potentiometric Membrane Sensors for Ions Over the Past Decade**, *J. Anal. Sci.*, 8, 2338
- Fuadi, N., A. I. Pujirana dan N. Ode, 2007, **Pembuatan dan Uji Kinerja Elektroda Selektif Ion (ESI) Fosfat untuk Deteksi Ion Fosfat di Perairan Danau Tempe**, <http://arhicivil.blogspot.com/2009/04/pkmp.html>, tanggal akses: 02 Desember 2009
- Gea, S., Andriyani dan S. Lenny, 2005, **Pembuatan Elektroda Selektif – Ion Cu (II) dari Kitosan Polietilen Oksida**, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Goncalves, V.L., M.C.M Laranjeira, V.T. Fávere, dan R.C. Pedrosa, 2005, **Effect of Crosslinking Agent on Chitosan Microspheres in Controlled Release of Diclofenac Sodium**, *Polímeros*, 15, 1
- Hunter, A., 2007, **Selected Solubility Products and Formation Constant at 25 °C**, <http://www.csudh.edu/oliver/chemdata/data-ksp.htm>, tanggal akses: 21 Desember 2009

- Jeffery, G. H., J. Basset, J. Mendham dan R. C. Denney, 1989, **Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis**, 5<sup>th</sup> edition, Longmann Group UK.Ltd, England, 554
- Koryta, J., 1986, **Ion Selective Electrodes**, Annual Reviews Inc., Czechoslovakia
- Pungor, E., 1998, **The Theory of Ion-Selective Electrodes**, *J. Anal. Sci.*, 14, 255
- Pujanegara, P. W. U., 2009, **Pengaruh Ion Nitrat dan Klorida Terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion Iodat yang Dibuat dari Kawat Platina yang Dilapisi AgIO<sub>3</sub> dalam Membran Kitosan**, *skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang
- Rawung, C. S. F., 2009, **Pengaruh Konsentrasi Pb(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan Ketebalan Membran Kitosan Terhadap Karakter ESI Iodat**, *skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang
- Rivai, H., 1995, **Asas Pemeriksaan Kimia**, UI Press, Jakarta, 372
- Skoog, D.A., D. M. West, F. J. Holler dan S. R. Crouch, 2004, **Fundamentals of Analytical Chemistry**, 8<sup>th</sup> edition, Saunders College Publishing, Philadelphia, 589-601
- Ventosa, A. R., 2003, **Chitosan**, [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX0619102193943//05CAPITOL\\_3.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX0619102193943//05CAPITOL_3.pdf), tanggal akses: 3 September 2009
- Wan, Y., B. Peppley, K. A. M. Creber, V. T. Bui dan E. Halliop, 2006, **Preliminary Evaluation of an Alkaline Chitosan-Based Membrane Fuel Cell**, *J. Pow. Sou.*, 162, 105-113
- Wang, J., 2006, **Analytical Electrochemistry**, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, 165-174, 185-190

Williard, H. H., L. L. Merritt, J. A. Dean dan F. A. Settle, 1988,  
**Instrumental Method of Analysis**, 7<sup>th</sup> edition, Wadsworth  
Publishing Company, California, 682

Wroblewski, W., 2005, **Ion-Selective Electrodes**,  
<http://csrg.ch.pw.edu.pl/tutorial/ISE/>, tanggal akses : 3  
September 2009

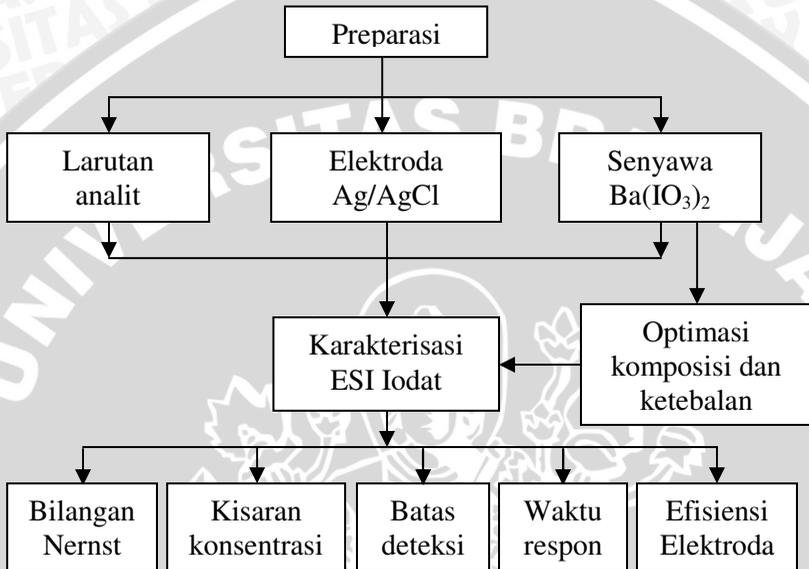
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



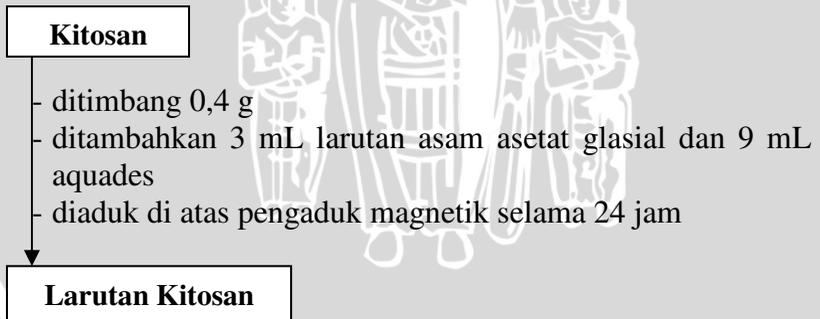
## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1. Diagram Alir Penelitian

#### L.1.1 Tahapan penelitian



#### L.1.2 Pembuatan membran kitosan



### L.1.3 Pembuatan ESI iodat berdasarkan pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

**$\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$**

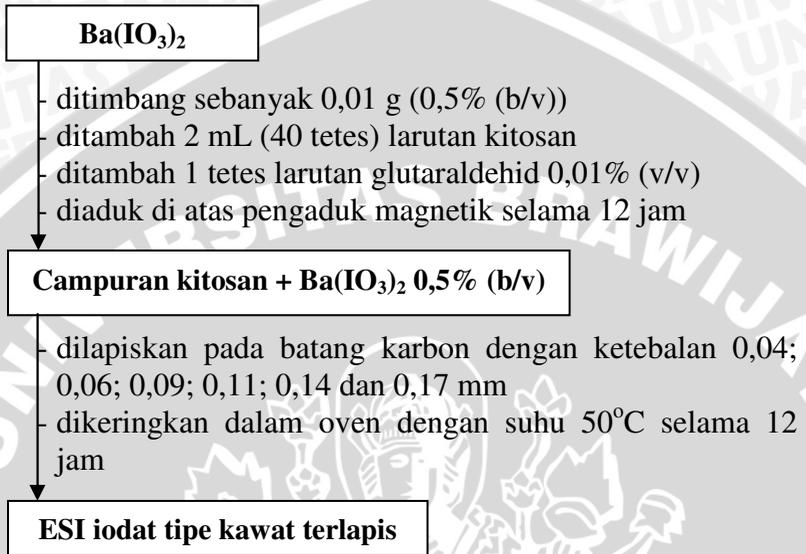
- ditimbang 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 dan 0,05 g
- ditambah masing-masing 2 mL (40 tetes) larutan kitosan
- ditambah 1 tetes larutan glutaraldehid 0,01% (v/v)
- diaduk di atas pengaduk magnetik selama 12 jam

**Campuran kitosan +  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5%; 1%; 1,5%, 2% dan 2,5% (b/v)**

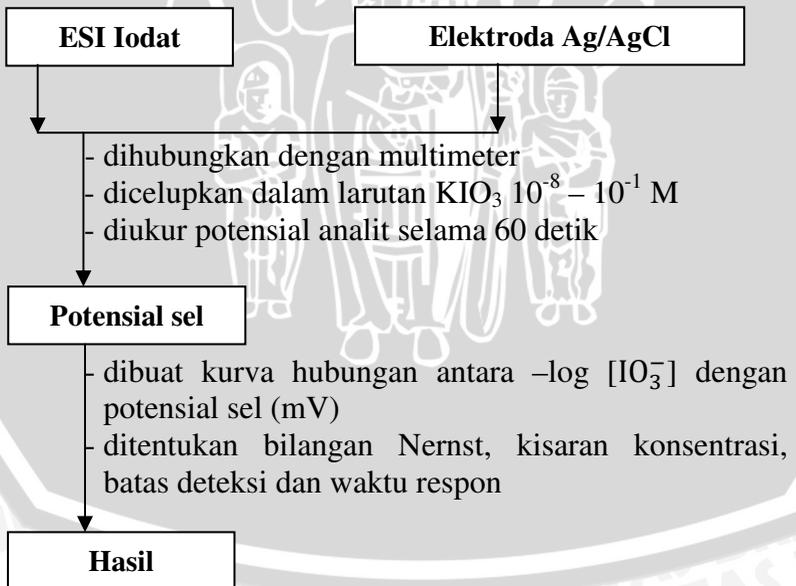
- dilapiskan pada batang karbon
- dikeringkan dalam oven 50°C selama 1 jam
- dilapiskan lagi pada batang karbon hingga 4 kali pelapisan
- dicelupkan ke dalam larutan glutaraldehid 0,1% (setelah di keringkan selama 30 menit)
- dikeringkan kembali selama 12 jam di dalam oven 50°C

**ESI iodat tipe kawat terlapis**

#### L.1.4 Pembuatan ESI iodat berdasarkan pengaruh ketebalan membran



#### L.1.5 Pengukuran potensial sel



### L.1.6 Karakterisasi ESI iodat tipe kawat terlapis



- ditimbang sebanyak 0,01 g (0,5% (b/v))
- ditambah 2 mL (40 tetes) membran kitosan
- ditambah 1 tetes larutan glutaraldehid 0,01% (v/v)
- diaduk di atas pengaduk magnetik selama 12 jam

**Membran kitosan + Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,5% (b/v)**

- dilapiskan pada batang karbon dengan ketebalan 0,09 mm
- dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 12 jam

**ESI iodat tipe kawat terlapis**

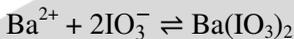
- dilakukan pengukuran potensial sel selama 60 detik
- dibuat kurva hubungan antara hubungan antara  $-\log [IO_3^-]$  dengan potensial sel (mV)
- ditentukan bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon dan efisiensi elektroda

**Hasil**

## LAMPIRAN 2. Perhitungan Pembuatan Larutan

### L.2.1 Pembuatan Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dari [IO<sub>3</sub><sup>-</sup>] 0,1 M

Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dibuat dari 0,1 M IO<sub>3</sub><sup>-</sup> berdasarkan persamaan reaksi berikut:



$$\text{Mol Ba}(\text{IO}_3)_2 = \text{mol Ba}^{2+} = \frac{1}{2} \text{ mol IO}_3^-$$

$$[\text{IO}_3^-] = 0,1 \text{ M} = 0,1 \text{ mol/L} \rightarrow \text{mol IO}_3^- \text{ dalam 1 L adalah } 0,1 \text{ mol}$$

Dalam 50 mL,

$$\text{Mol IO}_3^- = \frac{50 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 0,1 \text{ mol}$$

$$= 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{mol Ba}^{2+} = \frac{1}{2} \text{ mol IO}_3^-$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,05 \text{ mol} = 0,0025 \text{ mol (dalam 50 mL)}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{0,0025 \text{ mol}}{0,05 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

Jadi, untuk membuat Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> diperlukan 50 mL KIO<sub>3</sub> 0,1 M dan 50 mL Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,05 M.

### L.2.2 Pembuatan 50 mL larutan KIO<sub>3</sub> 0,1 M

Larutan KIO<sub>3</sub> 0,1 M, 50 mL dibuat dengan melarutkan 1,07 g padatan KIO<sub>3</sub> menjadi 50 mL larutan berdasarkan perhitungan berikut:

- mol KIO<sub>3</sub> = 0,1 mmol/mL × 50 mL  
= 5 mmol

Jadi massa KIO<sub>3</sub> yang diperlukan adalah:

- massa KIO<sub>3</sub> = 5 mmol × 214 mg/mmol  
= 1070 mg  
= 1,070 g

### L.2.3 Pembuatan 50 mL larutan Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,05 M

Larutan Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,05 M sebanyak 50 mL dibuat dengan melarutkan 0,653 gram padatan Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> menjadi 50 mL larutan berdasarkan perhitungan berikut:

- mol Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> = 0,05 mmol/mL × 50 mL  
= 2,5 mmol

- massa  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  =  $2,5 \text{ mmol} \times 261,34 \text{ mg/mmol}$   
=  $653,35 \text{ mg}$   
=  $0,65335 \text{ g}$

Jadi, massa  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  yang diperlukan adalah  $0,653 \text{ g}$ .

#### L.2.4 Pembuatan 100 mL larutan KCl 1 M

Larutan KCl 1 M sebanyak 100 mL dibuat dengan melarutkan  $7,455 \text{ g}$  padatan KCl menjadi 100 mL berdasarkan perhitungan berikut:

- mol KCl =  $1 \text{ mmol/mL} \times 100 \text{ mL}$   
=  $100 \text{ mmol}$
- massa KCl =  $100 \text{ mmol} \times 74,551 \text{ mg/mmol}$   
=  $7455,1 \text{ mg}$   
=  $7,4551 \text{ g}$

Jadi, massa KCl yang diperlukan sebesar  $7,455 \text{ g}$ .

#### L.2.5 Pembuatan 5 mL larutan KCl jenuh

Kelarutan KCl dalam air =  $34 \text{ g/100 mL}$  ( $25^\circ\text{C}$ ), sehingga untuk membuat 5 mL KCl jenuh dibutuhkan massa KCl sebanyak  $1,7 \text{ g}$ .

- massa KCl =  $34 \text{ g/100 mL} \times 5 \text{ mL}$   
=  $1,7 \text{ g}$

#### L.2.6 Pembuatan 100 mL larutan $\text{KIO}_3$ $1 \times 10^{-1} \text{ M}$

Larutan  $\text{KIO}_3$   $1 \times 10^{-1} \text{ M}$  sebanyak 100 mL dibuat dengan melarutkan  $2,14 \text{ g}$   $\text{KIO}_3$  dalam 100 mL aquades melalui perhitungan:

- mol  $\text{KIO}_3$  =  $0,1 \text{ mmol/mL} \times 100 \text{ mL}$   
=  $10 \text{ mmol}$

Sehingga massa  $\text{KIO}_3$  yang diperlukan adalah:

- massa  $\text{KIO}_3$  =  $10 \text{ mmol} \times 214 \text{ mg/mmol}$   
=  $2140 \text{ mg}$   
=  $2,140 \text{ g}$

**L.2.7 Contoh pembuatan larutan 100 mL  $\text{KIO}_3$   $1 \times 10^{-2}$  M sampai  $1 \times 10^{-8}$  M dari  $1 \times 10^{-1}$  M**

$$\begin{aligned} \text{Mol } \text{KIO}_3 \text{ } 1 \times 10^{-2} \text{ M } 100 \text{ mL} &= 0,01 \text{ mmol/mL} \times 100 \text{ mL} \\ &= 1 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KIO}_3 \text{ } 1 \times 10^{-1} \text{ M yang harus dipipet} &= 1 \text{ mmol} : 0,1 \text{ mmol/mL} \\ &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

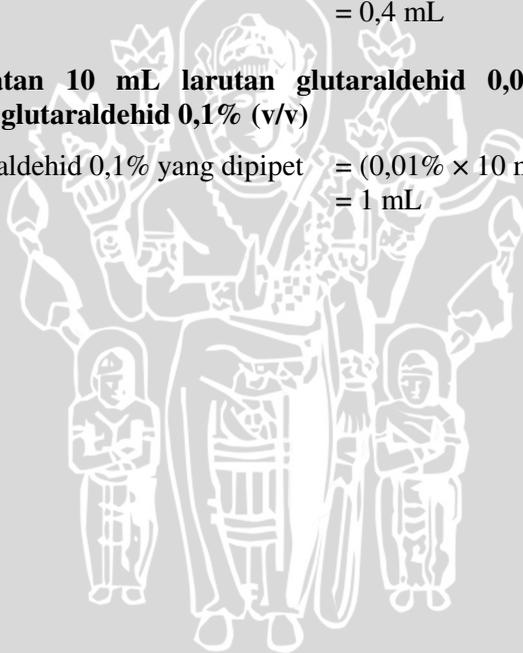
Jadi Volume  $\text{KIO}_3$   $10^{-1}$  M yang digunakan untuk membuat 100 mL larutan  $\text{KIO}_3$   $10^{-2}$  M adalah sebanyak 10 mL.

**L.2.8 Pembuatan 10 mL larutan glutaraldehid 0,1% dari larutan glutaraldehid 25% (v/v)**

$$\begin{aligned} \text{Volume glutaraldehid 25% yang dipipet} &= (0,1\% \times 10 \text{ mL})/25\% \\ &= 0,4 \text{ mL} \end{aligned}$$

**L.2.9 Pembuatan 10 mL larutan glutaraldehid 0,01% dari larutan glutaraldehid 0,1% (v/v)**

$$\begin{aligned} \text{Volume glutaraldehid 0,1% yang dipipet} &= (0,01\% \times 10 \text{ mL})/0,1\% \\ &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$



## **LAMPIRAN 3. Pembuatan Larutan**

### **L.3.1 Pembuatan larutan KCl 1 M**

Padatan KCl ditimbang sebanyak 7,455 g di atas gelas arloji, kemudian dipindahkan ke dalam gelas kimia dan dilarutkan dengan aquades secukupnya. Setelah itu, larutan dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu takar 100 mL dan ditambah aquades hingga tanda batas, dikocok sampai larutan menjadi homogen.

### **L.3.2 Pembuatan larutan KCl jenuh**

Padatan KCl ditimbang sebanyak 1,7 g di atas gelas arloji, dipindahkan ke dalam tabung reaksi. Ditambah 5 mL aquades dan diaduk hingga larut.

### **L.3.3 Pembuatan Larutan $\text{KIO}_3$ $10^{-1}\text{M}$**

Padatan  $\text{KIO}_3$  ditimbang sebanyak 2,14 g kemudian dilarutkan dengan aquades dan dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL, selanjutnya ditambahkan aquades hingga tanda batas. Lalu dikocok hingga larutan homogen dan didapatkan larutan  $\text{KIO}_3$  dengan konsentrasi  $10^{-1}\text{M}$ .

### **L.3.4 Pembuatan larutan glutaraldehid 0,1 dan 0,01%**

Larutan glutaraldehid 25% dipipet sebanyak 0,4 mL ke dalam labu ukur 10 mL dan ditandabatkan menggunakan aquades sehingga diperoleh larutan glutaraldehid 0,1% (v/v).

Larutan glutaraldehid 0,1% dipipet sebanyak 1 mL ke dalam labu ukur 10 mL dan ditandabatkan menggunakan aquades sehingga diperoleh larutan glutaraldehid 0,01% (v/v).

### **L.3.4 Pembuatan Larutan $\text{KIO}_3$ $10^{-2}$ hingga $10^{-8}\text{M}$ dari $10^{-1}\text{M}$**

Larutan  $\text{KIO}_3$   $10^{-2}$  hingga  $10^{-8}\text{M}$  dibuat dengan prinsip pengenceran larutan  $\text{KIO}_3$   $10^{-1}\text{M}$ . Pembuatan larutan  $\text{KIO}_3$   $10^{-2}$  hingga  $10^{-8}\text{M}$  dapat dilihat pada tabel L.3.

**Tabel L.3 Pembuatan larutan  $\text{KIO}_3$   $10^{-2}$  hingga  $10^{-8}$  M**

Konsentrasi awal (M)	Konsentrasi akhir (M)	Volume larutan awal yang dipipet (mL)	Volume total (mL)
$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-2}$	10	100
$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-3}$	10	100
$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$	10	100
$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-5}$	10	100
$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-6}$	10	100
$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-7}$	10	100
$1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-8}$	10	100



## LAMPIRAN 4. Data Hasil Penelitian

### L.4.1 Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 0,5% (b/v)

$E_{\text{sel}}$ (mV) $[\text{IO}_3^-]$ (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	18	26	22	19	27
$1 \times 10^{-2}$	33	51	49	42	70
$1 \times 10^{-3}$	85	77	83	73	107
$1 \times 10^{-4}$	109	90	93	87	123
$1 \times 10^{-5}$	107	93	99	91	127
$1 \times 10^{-6}$	109	98	104	107	131
$1 \times 10^{-7}$	146	112	106	114	139
$1 \times 10^{-8}$	194	140	108	133	123
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>33,5</b>	<b>25,5</b>	<b>30,5</b>	<b>27</b>	<b>40</b>

### L.4.2 Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan konsentrasi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 1% (b/v)

$E_{\text{sel}}$ (mV) $[\text{IO}_3^-]$ (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	7	11	2	3	4
$1 \times 10^{-2}$	27	36	25	20	21
$1 \times 10^{-3}$	42	71	57	47	44
$1 \times 10^{-4}$	50	95	71	51	51
$1 \times 10^{-5}$	48	85	74	52	52
$1 \times 10^{-6}$	48	90	81	59	57
$1 \times 10^{-7}$	64	104	95	80	64
$1 \times 10^{-8}$	75	127	113	103	82
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>17,5</b>	<b>30</b>	<b>27,5</b>	<b>22</b>	<b>20</b>

**L.4.3 Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  1,5% (b/v)**

$E_{\text{sel}}$ (mV) [ $\text{IO}_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	28	32	25	26	10
$1 \times 10^{-2}$	51	59	46	48	38
$1 \times 10^{-3}$	75	96	78	61	64
$1 \times 10^{-4}$	84	110	88	67	72
$1 \times 10^{-5}$	84	103	91	67	74
$1 \times 10^{-6}$	84	113	99	67	76
$1 \times 10^{-7}$	91	122	117	73	78
$1 \times 10^{-8}$	122	165	130	98	92
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>23,5</b>	<b>32</b>	<b>26,5</b>	<b>17,5</b>	<b>27</b>

**L.4.4 Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  2% (b/v)**

$E_{\text{sel}}$ (mV) [ $\text{IO}_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	58	4	20	22	27
$1 \times 10^{-2}$	91	27	45	43	52
$1 \times 10^{-3}$	120	58	75	70	81
$1 \times 10^{-4}$	138	72	89	84	92
$1 \times 10^{-5}$	147	73	92	85	96
$1 \times 10^{-6}$	157	75	101	90	103
$1 \times 10^{-7}$	179	78	108	107	126
$1 \times 10^{-8}$	197	101	136	117	145
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>27,5</b>	<b>24</b>	<b>27</b>

**L.4.5 Data potensial sel untuk pengaruh konsentrasi Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dengan konsentrasi Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 2,5% (b/v)**

E <sub>sel</sub> (mV) [IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
1×10 <sup>-1</sup>	82	24	33	23	19
1×10 <sup>-2</sup>	126	45	61	42	44
1×10 <sup>-3</sup>	146	85	95	69	71
1×10 <sup>-4</sup>	164	102	111	84	80
1×10 <sup>-5</sup>	167	104	114	88	84
1×10 <sup>-6</sup>	173	110	126	90	94
1×10 <sup>-7</sup>	199	123	151	97	105
1×10 <sup>-8</sup>	206	166	187	111	120
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>32</b>	<b>30,5</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>26</b>

**L.4.6 Data rata-rata bilangan Nernst untuk pengaruh konsentrasi Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

Pengulangan	Konsentrasi Ba(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (% b/v)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
1	33,5	17,5	23,5	31,0	32,0
2	25,5	30,0	32,0	27,0	30,5
3	30,5	27,5	26,5	27,5	31,0
4	27,0	22,0	17,5	24,0	23,0
5	40,0	20,0	27,0	27,0	26,0
<b>Bilangan Nernst rata-rata</b>	<b>31,3</b>	<b>23,4</b>	<b>25,3</b>	<b>27,3</b>	<b>28,5</b>

**L.4.7 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,04 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	9	86	46	59	27
$1 \times 10^{-2}$	44	112	72	89	74
$1 \times 10^{-3}$	81	161	119	148	100
$1 \times 10^{-4}$	93	184	146	171	124
$1 \times 10^{-5}$	114	193	148	164	132
$1 \times 10^{-6}$	78	198	150	166	138
$1 \times 10^{-7}$	117	214	167	167	181
$1 \times 10^{-8}$	150	233	181	184	224
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>36</b>	<b>37,5</b>	<b>36,5</b>	<b>44,5</b>	<b>36,5</b>

**L.4.8 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,06 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	13	69	64	32	45
$1 \times 10^{-2}$	32	104	107	68	79
$1 \times 10^{-3}$	70	155	152	125	119
$1 \times 10^{-4}$	72	177	184	156	135
$1 \times 10^{-5}$	82	179	190	164	138
$1 \times 10^{-6}$	73	195	192	176	141
$1 \times 10^{-7}$	87	183	219	192	154
$1 \times 10^{-8}$	95	239	237	218	160
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>28,5</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>46,5</b>	<b>37</b>

**L.4.9 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,09 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	8	89	57	32	17
$1 \times 10^{-2}$	51	129	99	75	64
$1 \times 10^{-3}$	94	180	155	122	115
$1 \times 10^{-4}$	98	198	176	162	138
$1 \times 10^{-5}$	112	209	183	174	140
$1 \times 10^{-6}$	95	228	175	177	146
$1 \times 10^{-7}$	127	235	196	182	163
$1 \times 10^{-8}$	155	289	236	207	188
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>43</b>	<b>45,5</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>49</b>

**L.4.10 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,11 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	6	104	37	50	26
$1 \times 10^{-2}$	30	137	72	93	70
$1 \times 10^{-3}$	70	172	110	149	97
$1 \times 10^{-4}$	79	191	121	181	113
$1 \times 10^{-5}$	87	198	125	190	126
$1 \times 10^{-6}$	91	204	127	195	132
$1 \times 10^{-7}$	116	227	152	197	149
$1 \times 10^{-8}$	150	273	172	201	156
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>36,5</b>	<b>49,5</b>	<b>35,5</b>

**L.4.11 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,14 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	14	92	70	67	109
$1 \times 10^{-2}$	49	138	114	120	134
$1 \times 10^{-3}$	73	187	150	142	180
$1 \times 10^{-4}$	81	213	177	156	196
$1 \times 10^{-5}$	106	226	188	164	202
$1 \times 10^{-6}$	127	244	201	171	233
$1 \times 10^{-7}$	153	248	212	179	267
$1 \times 10^{-8}$	177	275	219	200	277
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>29,5</b>	<b>47,5</b>	<b>40</b>	<b>37,5</b>	<b>35,5</b>

**L.4.12 Data potensial sel untuk pengaruh ketebalan membran dengan ketebalan 0,17 mm**

$E_{sel}$ (mV) [ $IO_3^-$ ] (M)	Ulangan				
	1	2	3	4	5
$1 \times 10^{-1}$	3	83	66	79	74
$1 \times 10^{-2}$	31	131	108	109	120
$1 \times 10^{-3}$	61	154	153	144	169
$1 \times 10^{-4}$	66	183	164	165	189
$1 \times 10^{-5}$	74	192	177	169	219
$1 \times 10^{-6}$	77	206	193	174	254
$1 \times 10^{-7}$	107	230	206	177	273
$1 \times 10^{-8}$	148	244	234	202	217
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>29</b>	<b>35,5</b>	<b>43,5</b>	<b>32,5</b>	<b>47,5</b>

**L.4.13 Data rata-rata bilangan Nernst untuk pengaruh ketebalan membran**

<b>Pengulangan</b>	<b>Ketebalan Membran (mm)</b>					
	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17
1	36,0	28,5	43,0	32,0	29,5	29,0
2	37,5	43,0	45,5	34,0	47,5	35,5
3	36,5	44,0	49,0	36,5	40,0	43,5
4	44,5	46,5	45,0	49,5	37,5	32,5
5	36,5	37,0	49,0	35,5	35,5	47,5
<b>Bilangan Nernst rata-rata</b>	<b>38,2</b>	<b>39,8</b>	<b>46,3</b>	<b>37,5</b>	<b>38</b>	<b>37,6</b>



**L.4.14 Data potensial sel untuk penentuan waktu respon pertama menggunakan ESI iodat dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm**

Waktu (Detik)	$E_{\text{sel}}$ (mV) pada $[\text{IO}_3^-]$ (M)			
	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
0	284,7	297,5	343,9	358,7
10	247,2	297,9	344,5	368,2
20	247,5	296,3	345,7	368,1
30	247,0	296,4	346,9	367,7
40	246,5	296,4	347,5	367,5
50	246,2	296,1	347,5	366,9
60	245,8	296,1	347,0	366,7
70	245,4	296,0	346,9	366,1
80	245,6	295,7	346,6	365,8
90	245,8	295,6	346,3	365,3
100	246,7	295,3	346,0	364,9
110	246,6	295,2	345,9	364,4
120	246,5	295,0	345,7	364,2
130	246,2	294,8	345,5	363,9
140	246,1	294,7	345,3	363,2
150	246,2	294,5	345,1	363,1
160	246,2	294,5	344,9	362,6
170	246,3	294,5	344,7	362,3
180	246,4	294,5	344,6	361,8

**L.4.15 Data potensial sel untuk penentuan waktu respon kedua menggunakan ESI iodat dengan konsentrasi Ba(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm**

Waktu (Detik)	E <sub>sel</sub> (mV) pada [IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] (M)			
	1×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-4</sup>
0	271,4	307,5	317,6	354,3
10	249,3	293,1	329,3	356,9
20	248,9	293,4	329,7	356,8
30	248,4	293,5	330,0	356,6
40	248,0	293,4	330,3	356,3
50	247,7	293,4	330,6	356,1
60	247,4	293,3	330,9	355,8
70	247,2	293,3	331,1	355,3
80	247,2	293,3	331,2	355,3
90	246,9	293,3	331,3	355,1
100	246,6	293,2	331,5	355,0
110	246,6	293,2	331,6	354,7
120	246,5	293,2	331,7	354,7
130	246,5	293,3	331,8	354,6
140	246,5	293,3	331,9	354,3
150	246,5	293,4	332,0	354,3
160	246,5	293,5	332,1	354,1
170	246,4	293,5	332,1	354,0
180	246,4	293,7	332,0	354,0

**L.4.16 Data potensial sel untuk penentuan waktu respon rata-rata menggunakan ESI iodat dengan konsentrasi  $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$  0,5% (b/v) dan ketebalan membran 0,09 mm**

Waktu (Detik)	$E_{\text{sel}}$ (mV) pada $[\text{IO}_3^-]$ (M)			
	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$
0	278,0	302,5	330,8	356,5
10	248,2	295,5	336,9	362,6
20	248,2	294,9	337,7	362,4
30	247,7	294,9	338,4	362,2
40	247,2	294,9	338,9	361,9
50	246,9	294,8	339,0	361,5
60	246,6	294,7	338,9	361,2
70	246,3	294,6	339,0	360,7
80	246,4	294,5	338,9	360,6
90	246,4	294,4	338,8	360,2
100	246,6	294,2	338,8	359,9
110	246,6	294,2	338,8	359,6
120	246,5	294,1	338,7	359,4
130	246,4	294,0	338,6	359,2
140	246,3	294,0	338,6	358,8
150	246,4	294,0	338,6	358,7
160	246,4	294,0	338,5	358,4
170	246,4	294,0	338,4	358,2
180	246,4	294,1	338,3	357,9

#### L.4.17 Data hasil pengukuran ketebalan membran

Pelapisan	Ketebalan (mm)			Rata-rata
	1	2	3	
3x	0,05	0,05	0,125	0,04
4x	0,07	0,07	0,05	0,06
5x	0,10	0,01	0,075	0,09
6x	0,12	0,12	0,10	0,11
7x	0,15	0,15	0,125	0,14
8x	0,175	0,175	0,15	0,17

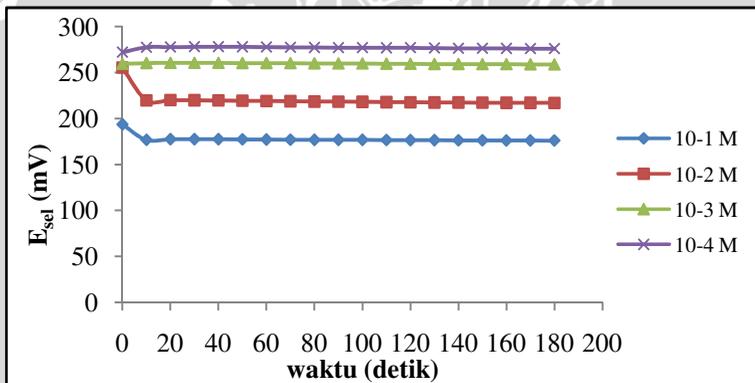
#### L.4.18 Data potensial sel untuk penentuan bilangan Nernst

[IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] (M)	E <sub>sel</sub> (mV)			Rata-rata (mV)
	1	2	3	
1×10 <sup>-1</sup>	135,6	147,1	141,3	141,3
1×10 <sup>-2</sup>	182,2	193,7	191,5	189,1
1×10 <sup>-3</sup>	237,1	251,6	246,9	245,2
1×10 <sup>-4</sup>	268,0	281,6	272,8	274,1
1×10 <sup>-5</sup>	272,2	288,3	283,8	281,4
1×10 <sup>-6</sup>	283,5	297,7	292,4	291,2
1×10 <sup>-7</sup>	280,8	292,8	302,4	292,0
1×10 <sup>-8</sup>	286,7	293,3	296,8	292,3
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>50,75</b>	<b>52,25</b>	<b>52,8</b>	<b>51,95</b>

#### L.4.19 Data potensial sel untuk penentuan efisiensi elektroda

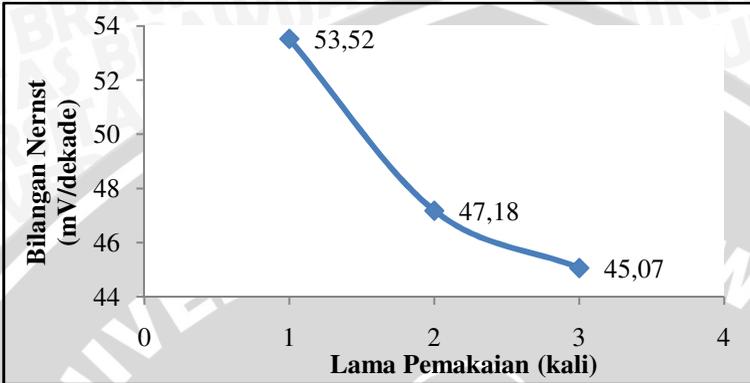
[IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] (M)	E <sub>sel</sub> (mV)		
	Pemakaian pertama	Pemakaian kedua	Pemakaian ketiga
1×10 <sup>-1</sup>	147,1	133,5	132,1
1×10 <sup>-2</sup>	193,7	176,4	176,6
1×10 <sup>-3</sup>	251,6	225,2	221,6
1×10 <sup>-4</sup>	281,6	245	238,8
1×10 <sup>-5</sup>	288,3	253,8	250,1
1×10 <sup>-6</sup>	297,7	260,4	252,7
1×10 <sup>-7</sup>	292,8	252,1	245,6
1×10 <sup>-8</sup>	293,3	241	238,5
<b>Bilangan Nernst</b>	<b>52,25</b>	<b>45,85</b>	<b>44,75</b>

#### L.4.20 Kurva waktu respon



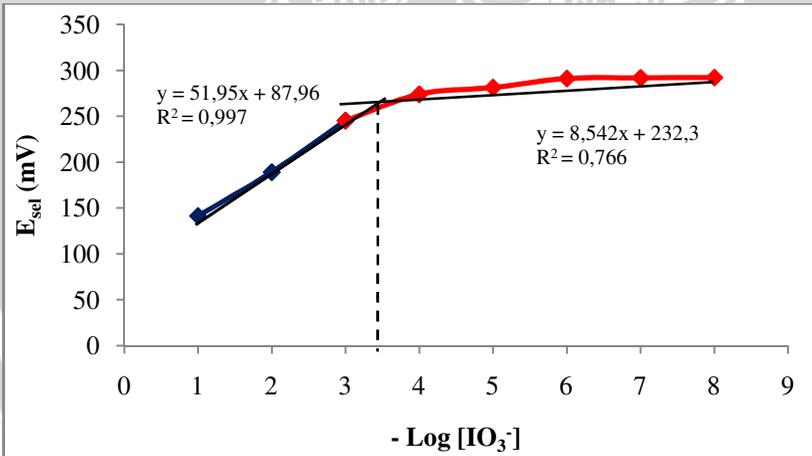
**Gambar L.4.1** Kurva hubungan antara waktu respon dengan potensial sel

### L.4.21 Kurva penentuan efisiensi elektroda



**Gambar L.4.2** Kurva hubungan antara lama pemakaian dengan bilangan Nernst

### L.4.22 Perhitungan karakteristik ESI iodat



**Gambar L.4.3** Kurva karakterisasi ESI iodat

Data karakteristik ESI iodat :

\* Bilangan Nernst ditentukan dari persamaan:

$$Y = aX + b$$

Persamaan regresi linier :  $Y = 51,95X + 87,96$

Bilangan Nernst: 51,95 mV/dekade

Tetapan elektrode (K): 87,96 mV

\* Kisaran konsentrasi (rentang konsentrasi yang berada pada daerah linier) =  $1 \times 10^{-3} \text{ M} - 1 \times 10^{-1} \text{ M}$

\* Batas deteksi (hasil perhitungan)

Persamaan garis 1 (linier):  $y = 51,95X + 87,96$

Persamaan garis 2 (non linier):  $y = 8,542X + 232,2$

Perpotongan garis persamaan 1 dan persamaan 2:

$$51,95X + 87,96 = 8,542X + 232,2$$

$$43,408X = 144,34$$

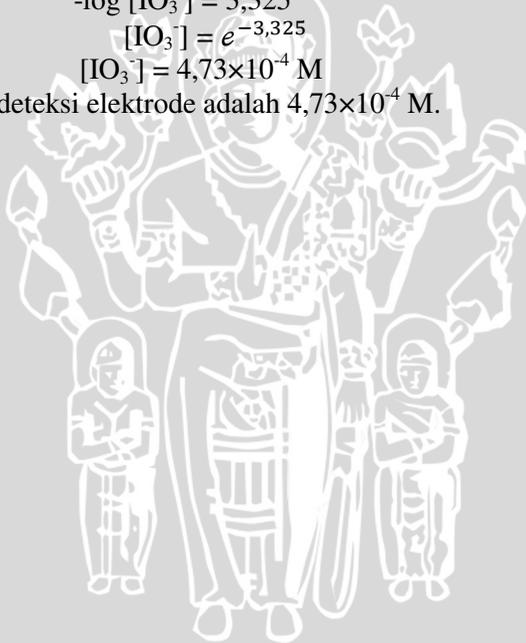
$$X = 3,325$$

$$-\log [\text{IO}_3^-] = 3,325$$

$$[\text{IO}_3^-] = e^{-3,325}$$

$$[\text{IO}_3^-] = 4,73 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Jadi batas deteksi elektrode adalah  $4,73 \times 10^{-4} \text{ M}$ .



## LAMPIRAN 5. Gambar Alat

### L.5.1 Gambar elektroda Ag/AgCl



### L.5.2 Gambar ESI iodat



### L.5.3 Gambar rangkaian alat penelitian

