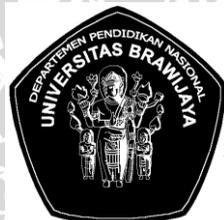


**PENGARUH ION KLORIDA TERHADAP KINERJA ELEKTRODA
SELEKTIF ION IODAT MENGGUNAKAN $Ba(IO_3)_2$
SEBAGAI IONOFOR**

SKRIPSI

Oleh :
KURNIAWATIN NINGSIH
0610920031-92



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

**PENGARUH ION KLORIDA TERHADAP KINERJA
ELEKTRODA SELEKTIF ION IODAT MENGGUNAKAN
 $Ba(IO_3)_2$ SEBAGAI IONOFOR**

SKRIPSI

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

Oleh :

**KURNIAWATIN NINGSIH
0610920031-92**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH ION KLORIDA TERHADAP KINERJA
ELEKTRODA SELEKTIF ION IODAT MENGGUNAKAN
Ba(IO₃)₂ SEBAGAI IONOFOR**

Oleh :

KURNIAWATIN NINGSIH

0610920031-92

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

Pembimbing I

Dr. Ani Mulyasuryani, MS
NIP 19630628 199103 2 001

Pembimbing II

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 dibawah ini :

Nama : KURNIAWATIN NINGSIH

NIM : 0610920031-92

Jurusan : KIMIA

Penulis skripsi berjudul :

**PENGARUH ION KLORIDA TERHADAP KINERJA
ELEKTRODA SELEKTIF ION IODAT
MENGUNAKAN $Ba(IO_3)_2$ SEBAGAI IONOFOR**

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 akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima. Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,

Yang menyatakan,

(KURNIAWATIN NINGSIH)

NIM 0610920031-92

PENGARUH ION KLORIDA TERHADAP KINERJA ELEKTRODA SELEKTIF ION IODAT MENGGUNAKAN Ba(IO₃)₂ SEBAGAI IONOFOR

ABSTRAK

Potensial sel dipengaruhi oleh kekuatan ion larutan, karena peningkatan kekuatan ionik larutan akan menurunkan aktivitas ion iodat. Peningkatan potensial sel mempengaruhi kinerja ESI iodat. Kekuatan ionik larutan dipengaruhi oleh jumlah ion dalam larutan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari pengaruh ion klorida terhadap kinerja ESI iodat. ESI iodat dibuat dari batang karbon yang dilapisi Ba(IO₃)₂ 0,01 g dalam membran kitosan. Konsentrasi ion klorida yang dipelajari adalah 1×10^{-4} M, 1×10^{-3} M, 1×10^{-2} M, 1×10^{-1} M, dan 1 M. kisaran konsentrasi iodat yang dipelajari adalah 1×10^{-8} M hingga 1×10^{-1} M. Pengukuran potensial dilakukan dengan menggunakan elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESI iodat memiliki waktu respon 160 detik, bilangan Nernst 52,51 mV/dekade, batas deteksi $6,7 \times 10^{-5}$ M dan kisaran konsentrasi 1×10^{-4} M hingga 1×10^{-1} M. ion klorida menurunkan kinerja ESI iodat jika konsentrasi ion klorida dalam larutan lebih besar dari 1×10^{-2} M. Pada keadaan ini, terjadi penurunan bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, peningkatan batas deteksi, dan penurunan selektivitas ESI iodat.

INFLUENCE OF CHLORIDE TOWARD THE PERFORMANCE OF IODATE ION-SELECTIVE ELECTRODE WITH $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ AS IONOPHORE

ABSTRACT

The cell potential is influenced by the ionic strength of solution, because increasing of ionic strength of solution will decrease the activity of iodate ion. Increasing of cell potential is influence the performance of iodate ISE. Ionic strength of solution is influenced by the number of ions in solution. Therefore, in this research studied the influence of chloride ions to ISE Iodate Performance. Iodate ISE that made of carbon coated by 0.01 g $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ in chitosan membrane. Chloride ion concentrations were studied 1×10^{-4} M, 1×10^{-3} M, 1×10^{-2} M, 1×10^{-1} M, and 1 M in iodate solution. The range concentrations of iodate were studied 1×10^{-8} M to 1×10^{-1} M. The potential measurement used Ag/AgCl electrode as a reference electrode. The research result indicate that iodate ISE has respond time 160 seconds, Nernst factor 52.51 mV/decade, limit of detection 6.7×10^{-5} M and the range of concentration is 1×10^{-4} M to 1×10^{-1} M. The chloride ion decreasing Iodate ISE performances if chloride ion concentration in solution greater then 1×10^{-2} M. In that condition, the Nernst factor is decrease, the range of concentration is narrow, the limit of detection is increasing, and the selectivity of iodate ISE is decreasing.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Ion Klorida terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion Iodat Menggunakan Ba(IO₃)₂ Sebagai Ionofor”**, sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia MIPA Universitas Brawijaya.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ani Mulyasuryani, MS, dan Qonitah Fardiyah, S.Si.,M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberikan banyak dukungan dan meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini.
2. Drs. Danar Purwonugroho, M.Si selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan semangat dan masukan kepada penulis selama masa studi.
3. Drs. Sutrisno, M.Si., Drs.M. Misbah Khunur, M.Si., Ir. Bambang Ismuyanto, MS., Dr. Rurini Retnowati, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya, staf pengajar, dan semua karyawan Jurusan Kimia atas semua bantuan yang diberikan.
5. Ibunda, Ayahanda, saudara tercinta serta keluarga penulis yang telah memberikan dorongan, semangat, dan doanya untuk menyelesaikan studi penulis.
6. Teman-teman seperjuanganku terutama angkatan 2006A. Terima kasih atas dukungan, semangat dan bantuan kalian semua selama ini.

Akhirnya dengan segala keterbatasan serta pengetahuan penulis, maka penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Dengan kerendahan hati penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Januari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Potensiometri	4
2.2. Elektroda Indikator	5
2.3. Elektroda Iodat sebagai Elektroda Indikator	6
2.4. Kinerja Elektroda selektif Ion Iodat	11
2.5. Hipotesis	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	14
3.2.1. Alat Penelitian	14
3.2.2. Bahan Penelitian	14
3.3. Tahapan Penelitian	14
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	14
3.3.2. Pembuatan Elektroda Ag/AgCl	14
3.3.3. Pembuatan Ba(IO ₃) ₂	14
3.3.4. Pembuatan ESI Iodat Tipe Kawat Terlapis	15

3.3.5.	Pengukuran Potensial Sel	16
3.3.6.	Pengaruh Konsentrasi Ion Klorida	16
3.4.	Analisis Data	16
3.4.1	Persamaan Garis Linear	17
3.4.2	Batas Deteksi	17
3.4.3	Kisaran Konsentrasi	17
3.4.4	Bilangan Nernst	18
3.4.5	Waktu Respon	18
3.4.6	Selektivitas	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1.	Karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Iodat	19
4.2.	Pengaruh Ion Klorida terhadap Kinerja ESI Iodat	23
4.3.	Selektivitas ESI Iodat terhadap Ion Klorida	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		28
5.1.	Kesimpulan	28
5.2.	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN		32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Struktur Kitosan7
Gambar 2.2	Reaksi ikatan silang antara kitosan dan glutaraldehid.....8
Gambar 3.1	Skema ESI Iodat.....15
Gambar 3.2	Pengukuran Potensial Sel16
Gambar 3.3	Kurva Hubungan antara $-\log [\text{IO}_3^-]$ terhadap potensial sel17
Gambar 4.1	Interaksi elektroda $\text{C}/\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dengan larutan yang mengandung ion IO_3^-19
Gambar 4.2	Kurva hubungan waktu pengukuran dengan potensial sel20
Gambar 4.3	Kurva hubungan $-\log a_{\text{IO}_3^-}$ terhadap E _{sel}21
Gambar 4.4	Kurva hubungan antara $-\log [\text{NaCl}]$ terhadap bilangan Nernst.....24
Gambar 4.5	Kurva hubungan antara konsentrasi NaCl yang ditambahkan pada larutan iodat dengan nilai k25
Gambar L.1.1	Elektroda Ag/AgCl.....32
Gambar L.1.2	ESI Iodat.....32
Gambar L.1.3	Rangkaian Pengukuran.....33
Gambar L.6.1	Kurva hubungan $-\log a_{\text{IO}_3^-}$ terhadap E _{sel}53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Data Karakter ESI iodat yang diukur menggunakan elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding22
Tabel 4.2	Pengaruh penambahan NaCl terhadap kinerja ESI iodat.....23
Tabel 4.3	Harga kekuatan ion dan kelarutan Ba(IO ₃) ₂ pada penambahan berbagai konsentrasi NaCl pada konsentrasi ion iodat 1×10 ⁻¹ M.....25
Tabel 4.4	Harga $K_{IO_3^-,Cl^-}^{pot}$ pada penambahan berbagai konsentrasi NaCl, pada konsentrasi ion iodat 1×10 ⁻³ M.....27
Tabel L.5.1	Data penentuan waktu respon ke-1.....40
Tabel L.5.2	Data penentuan waktu respon ke-2.....41
Tabel L.5.3	Data penentuan waktu respon ke-3.....42
Tabel L.5.4	Data penentuan waktu respon rata-rata43
Tabel L.5.5	Data potensial sel pada waktu pengukuran 160 detik44
Tabel L.5.6	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻¹ M dan waktu pengukuran 160 detik44
Tabel L.5.7	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻² M dan waktu pengukuran 160 detik45
Tabel L.5.8	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻³ M dan waktu pengukuran 160 detik45
Tabel L.5.9	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻⁴ M dan waktu pengukuran 160 detik45
Tabel L.5.10	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻⁵ M dan waktu pengukuran 160 detik46
Tabel L.5.11	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻⁶ M dan waktu pengukuran 160 detik46
Tabel L.5.12	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻⁷ M dan waktu pengukuran 160 detik46
Tabel L.5.13	Data potensial sel pada konsentrasi KIO ₃ 1×10 ⁻⁸ M dan waktu pengukuran 160 detik47

Tabel L.5.14 Data potensial sel rata-rata pada berbagai variasi konsentrasi KIO_3 dan NaCl dengan waktu pengukuran 160 detik.....47

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1	Gambar Alat32
LAMPIRAN 2	Diagram Alir Penelitian33
LAMPIRAN 3	Perhitungan Pembuatan Larutan35
LAMPIRAN 4	Pembuatan Larutan.....37
LAMPIRAN 5	Data Hasil penelitian40
LAMPIRAN 6	Analisis Data48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Elektroda selektif ion (ESI) adalah elektroda yang secara selektif mampu mengukur aktivitas spesies ion tertentu. Elektroda ini berdasarkan pada membran yang mengandung bahan penghantar ion bersifat permselektif yang memisahkan sampel dari bagian dalam elektroda. Membran yang digunakan dalam ESI bersifat tidak menyerap dan tidak larut air serta stabil secara mekanik. Berdasarkan sifat dari bahan penyusun membran yang digunakan, ESI dapat dibedakan menjadi elektroda membran gelas, elektroda membran cair, elektroda membran padat dan elektroda tipe kawat terlapis (Wang, 2006). Elektroda kawat terlapis merupakan elektroda yang dikembangkan dengan melapiskan polimer pada konduktor. Konduktor yang biasa digunakan dalam elektroda ini adalah Pt, Ag, Cu atau grafit (Wang, 2006).

Kandungan iodat dalam garam dapur sangat kecil jika dibandingkan dengan ion-ion lainnya seperti ion klorida yaitu 30-80 ppm ($17,2 \times 10^{-5} \text{ M} - 45,7 \times 10^{-5} \text{ M}$) (Siswono, 2003). Oleh karena itu, diperlukan suatu alat ukur dengan kepekaan yang cukup tinggi untuk mengetahui kandungan iodat dalam garam dapur. Salah satu alat ukur yang sesuai adalah Elektroda Selektif Ion (ESI) iodat

ESI Iodat yang telah dikembangkan adalah ESI iodat Ag/AgIO_3 , Pt/AgIO_3 , dan $\text{C}/\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$. Kinerja ESI iodat Ag/AgIO_3 dipengaruhi oleh adanya ion nitrat dan ion klorida dalam larutan. Ion nitrat akan meningkatkan harga bilangan Nernst untuk kisaran konsentrasi nitrat 10^{-4} M hingga 10^{-3} M (Krisnadani, 2006). Sedangkan ion klorida dalam larutan akan menyebabkan elektroda yang dihasilkan lebih merespon ion klorida daripada ion iodat yang terlihat dari nilai koefisien selektivitas elektroda Ag/AgIO_3 terhadap ion klorida sebesar 50,74 (Hidayati, 2005). ESI Pt/AgIO_3 juga dipengaruhi oleh adanya ion nitrat dan ion klorida dalam larutan. Kedua ion tersebut dalam larutan akan menurunkan bilangan Nernst. Selain itu, koefisien selektivitas ESI iodat ini akan lebih besar untuk ion klorida daripada ion iodat tapi lebih kecil dibandingkan ion nitrat (Pujanegara, 2009). Sedangkan untuk ESI $\text{C}/\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ yang dihasilkan menunjukkan penyimpangan bilangan Nernst yaitu sebesar 28,464 mV/dekade (Rawung, 2009). Untuk memperbaiki

kinerja ESI iodat, dalam penelitian ini digunakan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ sebagai ionofor menggantikan AgIO_3 dan $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$.

Barium iodat digunakan sebagai ionofor karena harga K_{sp} $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ yang lebih kecil dari K_{sp} AgIO_3 (K_{sp} $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2 = 1,57 \times 10^{-9} < K_{\text{sp}}$ $\text{AgIO}_3 = 3,1 \times 10^{-8}$) sehingga lebih mudah terbentuk endapan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ (Skoog, *et al.*, 2004). Adanya ion klorida dalam larutan tidak akan membentuk endapan BaCl_2 karena sifat BaCl_2 yang larut dalam air, sehingga dapat diasumsikan tidak akan mengganggu kesetimbangan. Akan tetapi, ion klorida adalah ion yang termasuk dalam ion sejenis dengan ion iodat yang akan mempengaruhi kelarutan zat padat. Ion-ion sejenis akan meningkatkan kekuatan ion dalam larutan dan menurunkan aktivitas ion iodat dalam larutan serta meningkatkan potensial sel. Hal ini akan berpengaruh pada nilai bilangan Nernst (Wang, 2006). Oleh karena itu, perlu dipelajari pengaruh adanya ion klorida terhadap ESI iodat dengan ionofor $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ yang dapat diketahui dari kinerja ESI iodat yang dihasilkan.

Kinerja suatu ESI dapat dilihat dari beberapa parameter, diantaranya adalah sensitivitasnya yang diketahui dari nilai bilangan Nernst, dimana nilai bilangan Nernst untuk ion monovalen adalah 59,2 mV/dekade dan untuk ion divalen adalah 29,6 mV/dekade. Selain itu, parameter yang juga menunjukkan kinerja ESI adalah selektivitas terhadap ion utama. Selektivitas ini dapat ditunjukkan dari nilai koefisien selektivitas ($K_{A,B}^{\text{pot}}$) yaitu koefisien yang digunakan untuk menunjukkan secara kuantitatif kemampuan suatu elektroda untuk merespon ion utama dari suatu analit dengan adanya ion pengganggu (Tohda, *et al.*, 2001). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakter ESI iodat dan untuk mempelajari pengaruh adanya ion klorida terhadap ESI iodat yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu :

1. Bagaimana kinerja elektroda yang dibuat dari batang karbon yang dilapisi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dalam membran kitosan ?
2. Bagaimana pengaruh ion klorida terhadap kinerja elektroda yang dihasilkan ?

1.3. Batasan Masalah

1. ESI Iodat dibuat dari batang karbon dengan diameter 0,7 mm yang dilapisi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ 0,01 g dalam membran kitosan dengan ketebalan 0,103 mm.
2. Elektroda pembanding yang digunakan dalam penelitian ini adalah elektroda Ag/AgCl .
3. Parameter kinerja ESI iodat yang diteliti adalah bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon, serta selektivitas.
4. Konsentrasi ion Cl^- yang digunakan adalah 1 M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M; 1×10^{-4} M.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kinerja elektroda yang telah dibuat dari batang karbon yang dilapisi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dalam membran kitosan.
2. Mengetahui pengaruh ion klorida terhadap kinerja elektroda yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh adanya ion klorida terhadap kinerja Elektroda Selektif Ion Iodat dengan ionofor $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dalam membran kitosan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensiometri

Pengukuran dengan menggunakan metode potensiometri didasarkan pada penentuan beda potensial pada keadaan dimana tidak ada arus yaitu pada kondisi kesetimbangan antara dua elektroda yang dimasukkan dalam larutan sampel (Rouessac dan Rouessac, 2007). Notasi sel untuk analisis potensiometri (Skoog, *et al.*, 2004):



Perangkat yang dibutuhkan untuk pengukuran potensiometri secara langsung meliputi elektroda selektif ion, elektroda pbanding, dan alat pengukuran potensial (sebuah pH/milivolt meter yang dapat membaca 0,2 mV atau lebih) (Wang, 2006). Elektroda pbanding adalah elektroda yang memiliki harga potensial setengah sel yang diketahui (E_{ref}), konstan, dan tidak bergantung pada konsentrasi analit atau ion lain dalam larutan yang dipelajari. Elektroda indikator yang dicelupkan dalam larutan analit menghasilkan potensial (E_{ind}) yang dipengaruhi oleh aktivitas dari analit. Selain kedua elektroda tersebut, salah satu komponen yang ada dalam sel potensiometri adalah jembatan garam yang mencegah komponen dalam larutan analit bercampur dengan larutan yang ada dalam elektroda pbanding dan menghasilkan potensial E_{ij} . Dengan demikian, potensial sel dapat dihitung dengan persamaan (Skoog, *et al.*, 2004) :

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

Ada beberapa macam elektroda pbanding antara lain elektroda hidrogen standar, elektroda kalomel, dan elektroda Ag/AgCl. Elektroda hidrogen terbuat dari logam platina dicelupkan dalam larutan asam yang diketahui, dan konstan terhadap aktivitas

ion hidrogen. Potensial elektroda hidrogen bergantung pada temperatur dan aktivitas ion hidrogen serta hidrogen dalam larutan. Elektroda kalomel terbuat dari tabung gelas atau plastik dengan panjang 5-15 cm dan garis tengah 0,5-1 cm. Pasta Hg/Hg_2Cl_2 terdapat dalam tabung yang lebih dalam, dihubungkan dengan larutan KCl jenuh melalui lubang kecil. Elektroda kalomel jenuh (konsentrasi KCl 4,6 M) memiliki harga potensial sebesar 0,244 V pada temperatur 25 °C. Elektroda Ag/AgCl adalah elektroda pembanding yang dipergunakan secara luas. Elektroda ini memiliki kesamaan dengan elektroda kalomel, yaitu terdiri dari suatu elektroda perak yang dicelupkan kedalam larutan KCl yang dijenuhkan dengan AgCl. Setengah sel elektroda perak dapat ditulis (Skoog, *et al.*, 2004):



Reaksi setengah selnya adalah



Biasanya elektroda ini terbuat dari larutan jenuh atau 3,5 M KCl yang harga potensialnya adalah 0,199 V pada 25 °C. Elektroda ini dapat digunakan pada temperatur yang lebih tinggi sedangkan elektroda kalomel tidak (Skoog, *et al.*, 2004).

2.2. Elektroda Indikator

Elektroda indikator dibagi menjadi dua kategori, elektroda logam dan elektroda membran. Elektroda logam dapat dikelompokkan ke dalam elektroda jenis pertama (first kind), jenis kedua (second kind), dan elektroda redoks. Elektroda jenis pertama adalah elektroda logam murni yang langsung membentuk kesetimbangan dengan kation dalam larutan (Skoog, *et al.*, 2004). Elektroda jenis kedua adalah elektroda yang harga potensialnya bergantung pada konsentrasi suatu anion yang dengan ion yang berasal dari elektroda membentuk endapan atau ion kompleks yang stabil. Elektroda redoks adalah elektroda yang menggunakan logam mulia seperti platina, emas, dan palladium sebagai elektroda indikator pada reaksi redoks. Elektroda membran terdiri dari

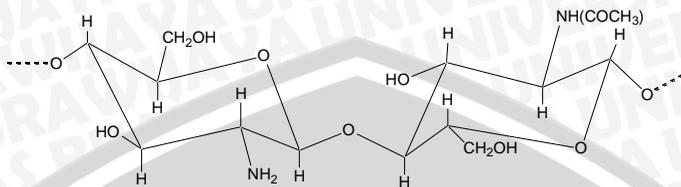
elektroda membran kaca, elektroda membran cair, elektroda membran padat, dan elektroda kawat terlapis (Wang, 2006).

Elektroda kawat terlapis merupakan elektroda yang dikembangkan dengan melapiskan polimer pada konduktor. Konduktor yang biasa digunakan dalam elektroda ini adalah Pt, Ag, Cu atau grafit (Wang, 2006).

2.3. Elektroda Iodat sebagai elektroda indikator

Batang karbon digunakan sebagai konduktor pada ESI iodat tipe kawat terlapis penelitian ini karena karbon memiliki kemungkinan potensial yang luas, murah, memiliki sifat inert, dan mempunyai sifat konduksi yang baik (Wang, 2006). Pada elektroda dengan tipe membran padat, membran yang digunakan adalah padatan ionik yang memiliki kelarutan yang rendah untuk menghindari pelarutan kembali membran dan untuk memastikan bahwa respon elektroda tersebut stabil terhadap waktu (Brett dan Brett, 1993). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan membran kitosan yang mengandung $Ba(IO_3)_2$. Membran kitosan berfungsi sebagai pendukung agar $Ba(IO_3)_2$ dapat melekat pada batang karbon. Sedangkan digunakan $Ba(IO_3)_2$ sebagai ionofor agar membran yang terlapis selektif terhadap ion iodat.

Kitosan adalah polisakarida biopolymer dengan unit *N*-asetilglukosamin dan glukosamin (Gambar 2.1). Kitosan memiliki kemampuan membentuk lapisan atau membran yang baik. Kitosan juga mempunyai permeabilitas yang tinggi terhadap air, dan kemampuan adesi yang bagus. Kitosan merupakan polimer kation yang tidak beracun dan mudah mengalami biodegradasi (Galandova, *et al.*, 2008). Kitosan merupakan kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa kuat. Kitosan memiliki lebih banyak kandungan nitrogen dari pada kitin. Gugus amina dan hidroksil menjadikan kitosan bersifat lebih aktif dan bersifat polikationik. Kitosan merupakan senyawa tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO_3 , 0,5 % H_3PO_4 sedangkan dalam H_2SO_4 tidak larut. Kitosan juga tidak larut dalam beberapa pelarut organik seperti alkohol, aseton, dometil formamida dan dimetilsulfoksida tetapi kitosan larut baik dalam asam format berkonsentrasi (0,2 -100) % dalam air. Berat molekul kitosan adalah sekitar $1,2 \times 10^5$, bergantung pada degradasi yang terjadi selama proses deasetilasi (Pasaribu, 2004).

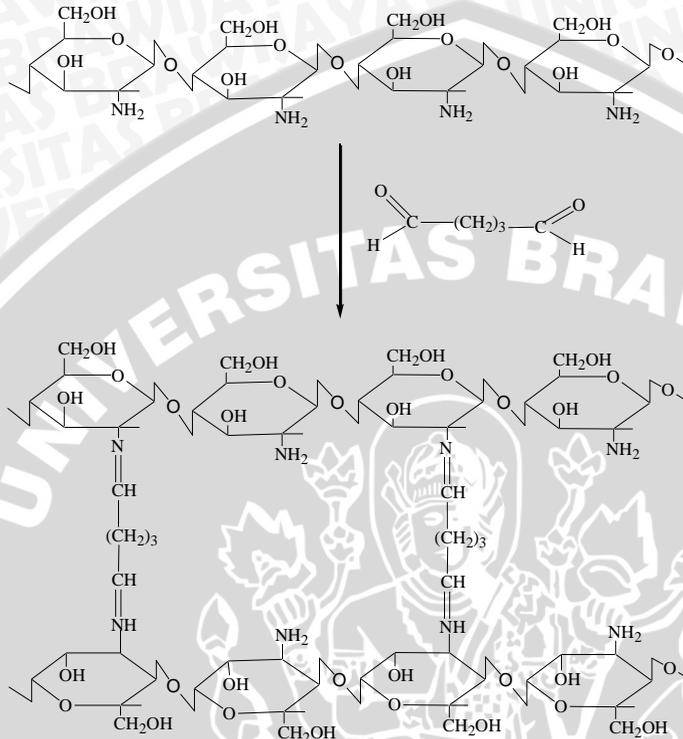


Gambar 2.1 Struktur Kitosan

Reaksi ikatan silang dipengaruhi oleh ukuran dan jenis senyawa *crosslinker* dan gugus fungsi dari kitosan. Jika ukuran molekul dari *crosslinker* kecil, maka reaksi ikatan silang akan terjadi lebih cepat, karena semakin mudah mengalami difusi. Berdasarkan sifat dari *crosslinker*, interaksi utama yang terjadi adalah ikatan kovalen atau ikatan ionik. Gugus aldehid dari glutaraldehid akan membentuk ikatan imina kovalen dengan gugus amino dari kitosan, karena adanya resonansi maka akan terbentuk kestabilan dengan ikatan etilen ganda yang berdekatan melalui reaksi Schiff seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Goncalves, *et al.*, 2005).

Elektroda iodat yang telah dikembangkan adalah elektroda iodat dengan menggunakan kawat Ag dan ionofor AgIO₃. Kinerja dari elektroda ini dipengaruhi oleh adanya ion nitrat dalam larutan. Dengan adanya ion nitrat dalam larutan, maka akan menyebabkan potensial sel meningkat dan meningkatkan kelarutan AgIO₃, sehingga terjadi penurunan kepekaan elektroda Ag/AgIO₃ yang ditunjukkan dengan penurunan bilangan Nernst (Krisnadani, 2006). Kinerja elektroda ini juga dipengaruhi oleh adanya ion klorida dalam larutan. Ion klorida dalam larutan iodat mengakibatkan penurunan potensial sel sehingga bilangan Nernst, juga mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi iodat (Hidayati, 2005).

Elektroda iodat yang telah dikembangkan adalah elektroda iodat dengan menggunakan kawat platina dan ionofor AgIO₃ dalam membran kitosan. Membran kitosan ini digunakan sebagai pendukung agar ionofor tersebut dapat melekat pada kawat Pt. Kinerja elektroda yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh adanya ion nitrat dan ion klorida dalam larutan. Ion nitrat akan menurunkan nilai bilangan Nernst karena kekuatan ion larutan meningkat. Ion klorida dalam larutan juga mempengaruhi kinerja dari elektroda yang dihasilkan yang diketahui dari menurunnya bilangan Nernst karena ion klorida akan mempengaruhi kesetimbangan AgIO₃ pada membran (Pujanegara, 2009).



Gambar 2.2 Reaksi ikatan silang antara kitosan dan glutaraldehid

Aktivitas ion digunakan untuk menyatakan konsentrasi ion efektif. Aktivitas suatu ion i dalam larutan bergantung pada konsentrasinya, C_i berdasarkan persamaan (Wang, 2006):

$$a_i = f_i C_i \quad (2.3)$$

Dimana f_i adalah koefisien aktifitas suatu ion. Besarnya koefisien aktivitas tergantung pada jenis ion yang terdapat dalam larutan serta kekuatan ion total dari larutan. Koefisien aktivitas diberikan pada persamaan Debye-Hückel (Wang, 2006):

$$-\log f_i = \frac{0,51z_i^2\sqrt{\mu}}{1+0,33\alpha\sqrt{\mu}} \text{ pada } 25^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

Dimana μ adalah kekuatan ion. Kekuatan ion bergantung pada konsentrasi dari semua ion dalam larutan dan juga bergantung pada jumlah muatannya (Wang, 2006).

Elektroda $Ba(IO_3)_2$ dibuat dengan melapiskan membran kitosan yang mengandung ionofor $Ba(IO_3)_2$ pada batang karbon. Sedangkan untuk proses pengukuran potensial sel digunakan ESI iodat yang dihasilkan dengan elektroda $Ag/AgCl$ sebagai elektroda pembanding



Ion Ba^{2+} dari ionofor akan mengalami reduksi menjadi Ba menurut persamaan berikut:



Persamaan Nernst adalah sebagai berikut:

$$E_{ind} = E_{Ba^{2+}/Ba}^0 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{1}{[Ba^{2+}]} \quad (2.8)$$

Jika membran pada ESI tersebut terdapat ionofor $Ba(IO_3)_2$, maka reaksi kesetimbangan kelarutannya menjadi:



$$K_{sp} Ba(IO_3)_2 = [Ba^{2+}][IO_3^-]^2 \quad (2.10)$$

Dimana

$$[Ba^{2+}] = \frac{K_{sp} Ba(IO_3)_2}{[IO_3^-]^2} \quad (2.11)$$

Potensial elektroda ESI iodat dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$E_{ind} = E_{Ba^{2+}/Ba}^0 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{[IO_3^-]^2}{K_{sp} Ba(IO_3)_2} \quad (2.12)$$

$$E_{ind} = E_{Ba^{2+}/Ba}^0 - \frac{0,0592}{2} \log K_{sp} Ba(IO_3)_2 - \frac{0,0592}{2} \log [IO_3^-]^2 \quad (2.13)$$

$$E_{ind} = E_1^0 - 0,0592 \log [IO_3^-] \quad (2.14)$$

Adaptasi persamaan Nernst dari Skoog, *et al.* (2004) adalah

$$E_b = (E_1^0 - 0,0592 \log [IO_3^-])_1 - (E_1^0 - 0,0592 \log [IO_3^-])_2 \quad (2.15)$$

$$E_b = (-0,0592 \log [IO_3^-])_1 + (0,0592 \log [IO_3^-])_2 \quad (2.16)$$

$$E_b = 0,0592 \log \frac{[IO_3^-]_2}{[IO_3^-]_1} \quad (2.17)$$

Dimana $[IO_3^-]_2$ merupakan konsentrasi ion iodat pada sisi membran bagian dalam dan $[IO_3^-]_1$ merupakan konsentrasi ion iodat pada sisi membran bagian luar.

$$E_{ind} = E_b + E_{asy} \quad (2.18)$$

$$E_{ind} = 0,0592 \log \frac{[IO_3^-]_2}{[IO_3^-]_1} + E_{asy} \quad (2.19)$$

$$E_{ind} = (0,0592 \log [IO_3^-])_2 - (0,0592 \log [IO_3^-])_1 + E_{asy} \quad (2.20)$$

Berdasarkan persamaan 2.1, potensial sel dapat ditentukan dengan menggunakan elektroda pembanding Ag/AgCl ($E^\circ = 0,199$ V) melalui persamaan berikut:

$$E_{sel} = ((0,0592 \log [IO_3^-])_2 - (0,0592 \log [IO_3^-])_1 + E_{asy}) - E_{ref} + E_{ij} \quad (2.21)$$

Jika $[IO_3^-]_2$, E_{asy} (potensial asimetri), E_{ref} , dan E_{ij} bernilai konstan, maka nilai

$$K = (0,0592 \log [IO_3^-])_2 - 0,199 + E_{ij} + E_{asy} \quad (2.22)$$

Sehingga nilai persamaan selnya adalah

$$E_{sel} = K - (0,0592 \log[IO_3^-])_1 \quad (2.23)$$

$$E_{sel} = K + (0,0592 p[IO_3^-])_1 \quad (2.24)$$

Dengan adanya ion sejenis yang berlebihan, kelarutan dari sebuah endapan bisa jadi lebih besar daripada nilai yang diperkirakan melalui tetapan kelarutan produk. Ion sejenis juga akan meningkatkan kekuatan ionik. Sehingga nilai koefisien aktivitas dari ion utama akan berkurang dan aktivitas dari ion utama juga akan berkurang serta meningkatkan kelarutan dari endapan.

Ada tiga masalah utama mengenai pengukuran menggunakan elektroda selektif ion, yaitu gangguan dari ion lain dalam larutan. Pengaruh kekuatan ion larutan, dan penyimpangan potensial elektroda selama pengukuran (Golabi, 2003).

2.4. Kinerja Elektroda Selektif Ion Iodat

Parameter kinerja elektroda selektif ion dapat dilihat dari beberapa parameter yaitu bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, waktu respon, dan selektivitas (Wroblewski, 2005).

Bilangan Nernst ditunjukkan dari nilai kemiringan daerah linear pada kurva kalibrasi elektroda. Secara teoritis, nilainya sesuai dengan persamaan Nernst $59.16 \text{ mV} \cdot \log(a_x)$ pada temperatur 298 K untuk ion dengan muatan 1 atau $59.16/2 = 29.58 \text{ mV}$ per dekade untuk ion dengan muatan 2. Nilai bilangan Nernst dapat dianggap memenuhi persyaratan jika pada rentang 50-60 mV perdekade atau 25-30 mV perdekade. Waktu respon didefinisikan sebagai waktu antara elektroda selektif ion dan elektroda pembanding dimasukkan dalam larutan dengan saat pertama potensial sel menunjukkan nilai yang konstan (perbedaan hanya 1 mV) atau mencapai 90 % dari nilai akhirnya (Wroblewski, 2005).

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 $-\log [X]$. Umumnya, kurva hasil pengukuran elektroda menunjukkan daerah linear pada kisaran konsentrasi antara 10^{-1} hingga 10^{-5} M . Batas deteksi merupakan nilai konsentrasi terkecil yang mampu memberikan sinyal yang berbeda dari blanko. Batas

deteksi dapat ditentukan melalui perpotongan garis antara daerah yang sesuai dengan persamaan Nernst dan garis yang tidak sesuai dengan persamaan Nernst dari kurva hubungan antara E_{sel} dengan $-\log [X]$. Pada umumnya, batas deteksi dari kebanyakan elektroda selektif ion adalah 10^{-4} - 10^{-6} M. Penentuan batas deteksi sering dipengaruhi oleh adanya interferensi ion lain atau ketidakmurnian (Wroblewski, 2005).

Selektivitas elektroda adalah kemampuan suatu elektroda untuk membedakan ion-ion dalam larutan tersebut dan dapat dinyatakan sebagai nilai koefisien selektivitas (K). Selektivitas didasarkan pada afinitas relatif dari masing-masing ion terhadap membran selektif ion yang digunakan. Untuk mengetahui koefisien selektivitas elektroda dengan perbedaan potensial yang kecil terhadap kenaikan konsentrasi ion pengganggu, maka dapat digunakan metode khusus (Wang, 2006). Selektivitas merupakan parameter yang sangat penting untuk elektroda selektif ion, karena parameter ini yang menentukan apakah hasil pengukuran dapat dipercaya (Golabi, 2003). Koefisien selektivitas dapat diukur dengan menggunakan dua metode yaitu metode larutan campuran dan metode larutan terpisah. Dari kedua metode ini, yang paling umum digunakan adalah metode larutan tercampur. Metode ini meliputi pengukuran potensial dari larutan yang hanya mengandung ion utama (E_A) dan pengukuran potensial dari larutan yang mengandung ion utama dan ion pengganggu (E_{A+B}). Koefisien aktivitas dapat dihitung dengan memasukkan perbedaan potensial $\Delta E = E_{A+B} - E_A$, kedalam persamaan berikut (Umezawa, *et al.*, 2000):

$$K_{A,B}^{pot} = \alpha_A (e^{\Delta E z_A F / (RT)} - 1) / (\alpha_B)^{z_A / z_B} \quad (2.25)$$

Dimana α_A dan α_B adalah aktivitas ion dari ion utama A, dan ion pengganggu B, z_A dan z_B adalah muatan dari ion utama A dan ion pengganggu B. Dari nilai $K_{A,B}^{pot}$ kemudian dibuat kurva hubungan antara α_B (sumbu x) dengan nilai $K_{A,B}^{pot}$ (sumbu y). Kemiringan kurva yang didapatkan adalah nilai selektivitas elektroda yang digunakan.

2.5. Hipotesis

Ion klorida akan mengganggu kinerja ESI Iodat yang dibuat dengan menggunakan batang karbon yang dilapisi $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dalam membran kitosan jika konsentrasi klorida dalam analit pada kisaran 10^{-4} M hingga 1 M.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu Penelitian

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

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: kabel, multimeter merk Sanwa CD800a, neraca analitik merk Ohaus, ampelas, pengaduk magnet, *motor rotary* merk Heidolph, oven merk memmert, mikrometer, kawat perak, kawat karbon (panjang 6,5 cm; diameter 0,47 mm), isolasi plastik serta beberapa peralatan gelas.

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan habis pakai yang digunakan dengan derajat kemurnian pro analisis (pa), meliputi: barium nitrat ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$), kalium iodat (KIO_3), kalium klorida (KCl), asam asetat glasial (CH_3COOH), natrium klorida (NaCl) dan glutaraldehid 25 %. Sedangkan bahan-bahan lainnya antara lain: kitosan, agar-agar dan akuades.

3.3. Tahapan Penelitian

3.3.1. Persiapan alat dan Bahan (Lampiran 3)

3.3.2. Pembuatan elektroda Ag/AgCl (Lampiran 2)

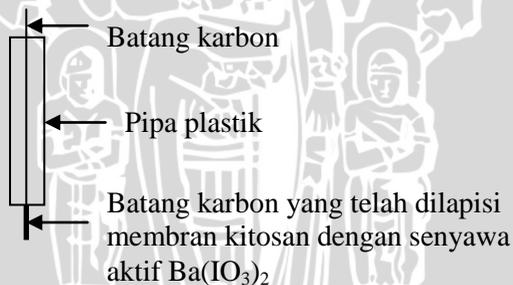
3.3.3. Pembuatan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$

Padatan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ didapatkan dengan mereaksikan 50 mL larutan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,05 M dengan 50 mL larutan KIO_3 0,1 M. Larutan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan KIO_3 yang telah ditambah 1 tetes HNO_3 2 M sehingga terbentuk endapan putih keruh (endapan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$). Endapan yang terbentuk disaring menggunakan kertas saring Whatmann 42 dan dicuci dengan aquades. Kemudian, endapan dikeringkan di dalam oven pada

temperatur 100 °C dan ditimbang massa endapan yang diperoleh. Larutan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,05 M diperoleh dengan melarutkan 0,653 g $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ dengan akuades dalam gelas kimia. Setelah itu dipindahkan dalam labu takar 50 mL dan ditambah akuades hingga tanda batas. Sedangkan larutan KIO_3 0,1 M diperoleh dengan melarutkan 1,069 g KIO_3 dengan akuades dalam gelas kimia. Setelah itu dipindahkan dalam labu takar 50 mL dan ditambah akuades hingga tanda batas.

3.3.4. Pembuatan ESI Iodat tipe kawat terlapisi

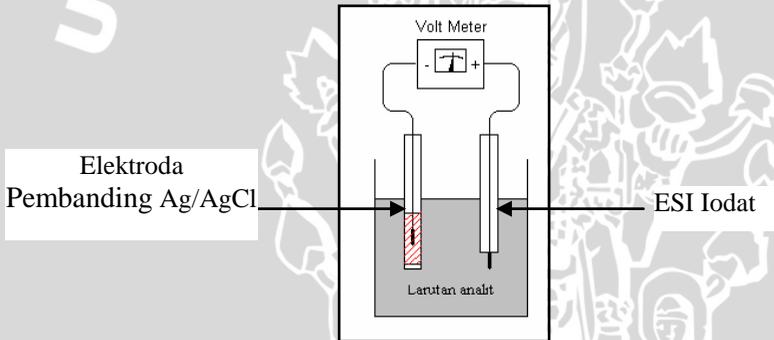
Membran kitosan dibuat dengan melarutkan 0,4 g kitosan dengan 3 mL larutan asam asetat glasial dan 9 mL akuades dan diaduk hingga homogen selama 24 jam. Setelah itu, larutan kitosan diambil 2 mL dan ditetaskan pada padatan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ sebanyak 0.01 g, serta ditambah 1 tetes glutaraldehid 0.01 %, diaduk kembali hingga homogen. Campuran dan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ kemudian dilapiskan secara merata pada batang karbon sepanjang 1 cm dan dioven 50 °C selama 1 jam. Pelapisan tersebut diulang sampai 5 kali pelapisan. Setelah itu, batang karbon yang telah dilapisi membran kitosan, dikeringkan di dalam oven pada temperatur 50 °C selama 12 jam sehingga didapatkan elektroda seperti pada Gambar 3.1. Elektroda tersebut kemudian diukur ketebalan membran menggunakan mikrometer



Gambar 3.1 Skema ESI Iodat

3.3.5. Pengukuran Potensial Sel

Diukur potensial sel dari larutan analit dengan kisaran konsentrasi 10^{-8} M hingga 10^{-1} M menggunakan ESI Iodat tipe kawat terlapis dan elektroda pembanding Ag/AgCl. ESI iodat dan elektroda pembanding Ag/AgCl dimasukkan secara bersama – sama ke dalam larutan KIO_3 . Elektroda indikator, yaitu ESI iodat dihubungkan dengan kutub positif multimeter, sedangkan elektroda pembanding Ag/AgCl dihubungkan dengan kutub negatif multimeter. Pengukuran potensial sel dilakukan secara berturut – turut dari larutan analit dengan konsentrasi rendah ke larutan analit dengan konsentrasi lebih tinggi. Potensial sel dibaca setiap 60 detik hingga menunjukkan nilai yang konstan. Pada saat pengukuran potensial sel disertai dengan pengadukan. Adapun gambar rangkaian pengukuran potensial sel dapat dilihat pada Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Pengukuran Potensial sel

3.3.6. Pengaruh Konsentrasi Ion Klorida

Pengukuran potensial sel, sama seperti pada 3.3.5 tetapi larutan KIO_3 dalam larutan NaCl 1 M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M; 1×10^{-4} M.

3.4 . Analisis Data

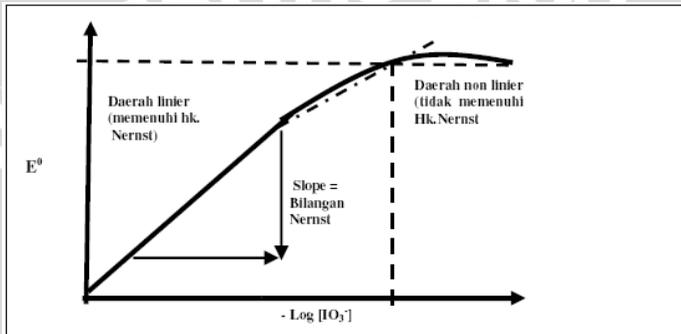
Analisis data digunakan untuk menentukan karakteristik ESI Iodat yang meliputi bilangan Nernst, batas deteksi, kisaran konsentrasi, waktu respon dan selektivitas. Analisis data yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:

3.4.1. Persamaan Garis Linear

Persamaan garis linear untuk menentukan bilangan Nernst (tingkat kepekaan elektroda), kisaran konsentrasi, batas deteksi, dan tetapan elektroda adalah

$$Y = aX + b$$

Dengan Y adalah E_{sel} , a adalah harga bilangan Nernst (mv/dekade). X adalah $-\log a_{\text{IO}_3^-}$, dan b adalah tetapan elektroda (K). Adapun kurva hubungan antara $-\log$ aktivitas IO_3^- terhadap potensial sel pada linear adalah:



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

3.4.2. Batas Deteksi

Batas deteksi ditentukan dengan kurva hubungan antara $-\log$ aktivitas IO_3^- dan potensial sel dari pengukuran beberapa konsentrasi larutan iodat sesuai dengan Gambar 3.3. Titik potong antara garis singgung daerah yang masih memenuhi persamaan Nernst (daerah linear) dan daerah di luar Nernst (daerah non linear) dengan menentukan persamaan garis singgung pada setiap daerah. Nilai absis (sumbu X) dari titik potong antara kedua daerah tersebut menunjukkan nilai batas deteksi dari ESI iodat.

3.4.3. Kisaran Konsentrasi

Penentuan kisaran konsentrasi pengukuran dilakukan dengan membuat kurva hubungan potensial sel (E_{sel}) terhadap $-\log$ aktivitas IO_3^- pada setiap konsentrasi iodat yang dipelajari. Kemudian, ditentukan daerah yang masih memenuhi persamaan Nernst, yaitu daerah yang memberikan perubahan potensial sel secara signifikan terhadap perubahan konsentrasi. Daerah yang memenuhi kisaran

konsentrasi pengukuran adalah rentang konsentrasi yang masih berada dalam daerah linear.

3.4.4. Bilangan Nernst

Nilai bilangan Nernst diperoleh dari kurva hubungan antara $-\log$ aktivitas IO_3^- dengan potensial sel dari pengukuran berbagai konsentrasi iodat. Kurva yang diperoleh merupakan garis lurus pada kisaran konsentrasi tertentu dengan kemiringan sebesar -2.303 RT/nF yang merupakan nilai bilangan Nernst

3.4.5. Waktu Respon

Waktu respon merupakan waktu yang dibutuhkan untuk tercapainya kesetimbangan kelarutan pada setiap pengukuran larutan IO_3^- hingga masing-masing larutan iodat menunjukkan harga potensial sel tetap. Penentuan waktu respon dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara waktu pengukuran terhadap potensial sel (E_{sel}).

3.4.6. Selektivitas

Pengukuran koefisien selektivitas dilakukan dengan metode larutan campuran dengan ion iodat sebagai ion utama dan ion klorida sebagai ion pengganggu. Potensial ESI diukur dalam larutan yang hanya mengandung ion utama saja (E_A) dan dalam larutan yang mengandung ion utama dan ion pengganggu dengan berbagai konsentrasi (E_{A+B}) kemudian disubstitusikan kedalam persamaan dibawah ini dan dibuat kurva berdasarkan persamaan tersebut. Kemiringan kurva merupakan nilai koefisien selektivitas ESI Iodat (Umezawa, *et al.*, 2000):

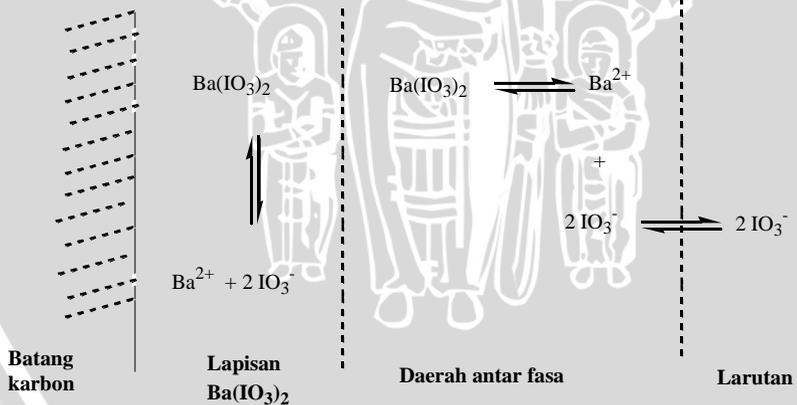
$$K_{A,B}^{\text{pot}} = \alpha_A (e^{\Delta E z_A F / (RT)} - 1) / (\alpha_B)^{z_A / z_B}$$

Dimana α_A dan α_B adalah aktivitas ion dari ion utama A, dan ion pengganggu B, z_A dan z_B adalah muatan dari ion utama A dan ion pengganggu B. Dan $\Delta E = E_{A+B} - E_A$. Suatu elektroda dikatakan memiliki selektivitas yang tinggi jika nilai $K_{A,B}^{\text{pot}} < 1$, yang menunjukkan bahwa ESI tersebut lebih merespon ion utama daripada ion pengganggu (Umezawa, *et al.*, 2000).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Iodat

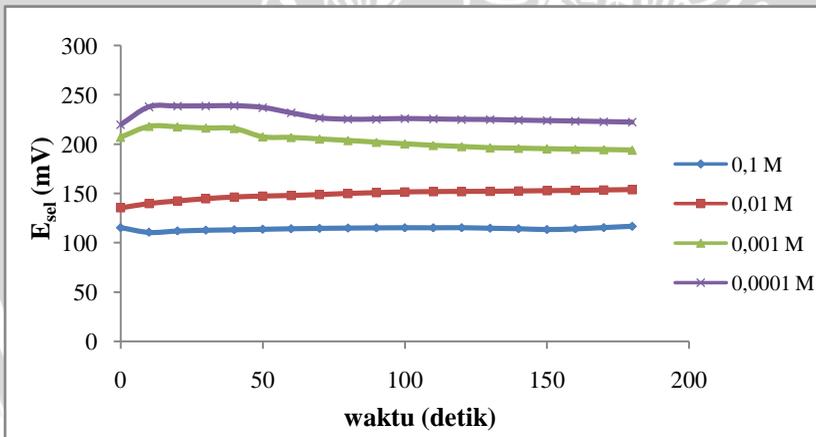
Parameter kinerja elektroda selektif ion dapat dilihat dari beberapa parameter yaitu waktu respon, bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, batas deteksi, dan selektivitas. Mekanisme pembentukan potensial pada ESI C/Ba(IO₃)₂ ini sama dengan mekanisme pembentukan potensial pada elektroda dengan membran padat seperti elektroda dengan membran Ag₂S. Pada elektroda ini, potensial membran untuk pellet Ag₂S terbentuk sebagai hasil perbedaan posisi kesetimbangan untuk reaksi kesetimbangan Ag₂S membentuk Ag⁺ dan S²⁻ (Harvey, 2000). Berdasarkan mekanisme ini maka dapat dijelaskan bahwa ketika ESI C/Ba(IO₃)₂ dicelupkan ke dalam larutan iodat, maka pada daerah antar fasa antara elektroda dan larutan terjadi kesetimbangan Ba(IO₃)₂ menjadi Ba²⁺ dan IO₃⁻ sesuai Gambar 4.1. Nilai aktivitas ion iodat dalam larutan akan mempengaruhi pergeseran kesetimbangan reaksi tersebut, dimana peningkatan nilai aktivitas ion iodat akan menggeser kesetimbangan ke arah terbentuknya lapisan Ba(IO₃)₂. Dengan demikian, perubahan aktivitas ion iodat dapat menimbulkan perubahan harga potensial sel.



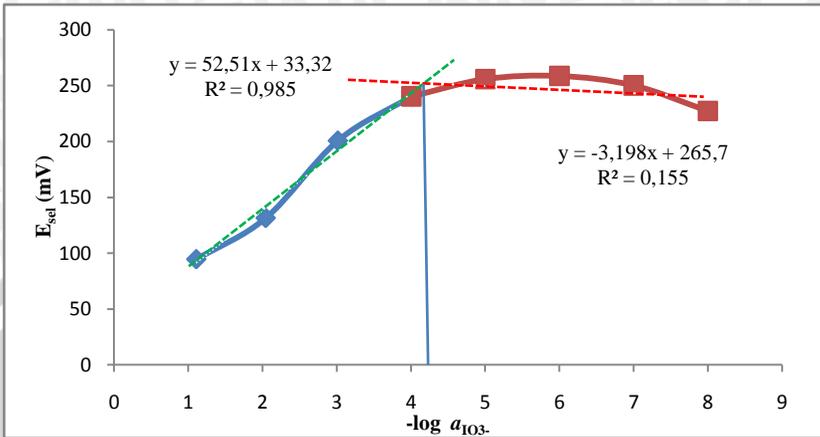
Gambar 4.1 Interaksi elektroda C/Ba(IO₃)₂ dengan larutan yang mengandung ion IO₃⁻

Waktu respon ditentukan dengan mengukur potensial sel pada berbagai konsentrasi iodat dengan selang waktu 10 detik. Hasil pengukuran untuk menentukan waktu respon dapat dilihat pada Gambar 4.2. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan penguraian $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ baru pada bagian membran yang kontak dengan analit akan semakin cepat jika konsentrasi iodat dalam larutan analit tinggi. Dengan demikian elektroda akan semakin cepat memberikan respon yang konstan jika konsentrasi ion iodat dalam larutan analit meningkat. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa waktu respon dari ESI iodat hasil penelitian adalah 160 detik, yang artinya ESI iodat akan menghasilkan harga potensial yang tetap setelah 160 detik.

Karakterisasi ESI iodat dapat diperoleh dari kurva hubungan antara $-\log a_{\text{IO}_3^-}$ terhadap potensial sel yang terukur. Hasil pengukuran potensial ESI iodat untuk konsentrasi iodat 1×10^{-8} M sampai 1×10^{-1} M yang dilakukan pada waktu 160 detik (waktu respon) dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari gambar tersebut dapat ditentukan bilangan Nernst, kisaran konsentrasi, dan batas deteksi.



Gambar 4.2 Kurva hubungan waktu pengukuran dengan potensial sel



Gambar 4.3 Kurva hubungan $-\log a_{I03^-}$ terhadap E_{sel}

Kurva hubungan antara $-\log a_{I03^-}$ terhadap potensial sel menunjukkan terjadinya kenaikan potensial sel pada kisaran $-\log a_{I03^-}$ 1,01 hingga 4,01 yang sesuai dengan persamaan 2.23 dimana penurunan aktivitas akan meningkatkan potensial sel sehingga daerah ini disebut sebagai daerah linear. Sedangkan pada kisaran $-\log a_{I03^-}$ 4,01 hingga 8,00 menunjukkan penurunan harga potensial sel yang tidak sesuai dengan persamaan 2.23 sehingga daerah ini disebut sebagai daerah non-linear.

Bilangan Nernst merupakan nilai sensitivitas alat ukur potensiometri yang ditunjukkan oleh kemiringan dari persamaan garis hubungan antara $-\log a_{I03^-}$ dan potensial sel pada daerah linear. Bilangan Nernst dari ESI iodat yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 52,51 mV/dekade dengan % kesalahan sebesar 11,3 % jika dibandingkan dengan Nernst teoritis yaitu 59,2 mV/dekade nilai bilangan Nernst hasil penelitian masih dapat diterima karena kisaran bilangan Nernst secara teoritis adalah 55 ± 5 mV/dekade (Wroblewski, 2005).

Batas deteksi merupakan konsentrasi terkecil yang mampu memberikan sinyal yang berbeda dari blanko. Batas deteksi suatu elektroda dapat ditentukan dari perpotongan garis yang sesuai dengan persamaan Nernst dan garis yang tidak sesuai dengan persamaan Nernst. Batas deteksi ESI iodat yang dihasilkan pada penelitian ini adalah $6,7 \times 10^{-5}$ M. Oleh karena itu, konsentrasi analit yang akan

diuji dengan ESI ini harus memiliki konsentrasi lebih besar dari batas deteksi agar diperoleh hasil yang sesuai dengan persamaan Nernst. ESI iodat hasil penelitian memiliki kisaran konsentrasi antara 1×10^{-4} M hingga 1×10^{-1} M. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh karakter ESI iodat yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1. Karakter ESI iodat pada Tabel 4.1 dapat digunakan sebagai acuan untuk mempelajari pengaruh ion klorida terhadap kinerja ESI iodat yang dihasilkan.

Tabel 4.1 Karakter ESI iodat yang diukur menggunakan elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding

Parameter	Nilai
Waktu respon (detik)	160
Bilangan Nernst (mV/dekade)	$52,51 \pm 4,4$
Batas deteksi (M)	$6,7 \times 10^{-5}$
Kisaran Konsentrasi (M)	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ESI iodat ini memiliki kinerja yang bagus. Hal ini dapat dilihat dari nilai bilangan Nernst sebesar 52,51 mv/dekade yang masih berada dalam kisaran bilangan Nernst teoritis yang masih dapat diterima yaitu 50-60 mV/dekade. Bilangan Nernst yang dihasilkan dari ESI C/Ba(IO₃)₂ lebih bagus jika dibandingkan dengan ESI dengan ionofor AgIO₃ dan Pb(IO₃)₂ yaitu masing - masing sebesar 48,4 mV/dekade dan 28,464 mV/dekade. Kisaran konsentrasi dari ESI iodat cukup besar yaitu 1×10^{-4} M hingga 1×10^{-1} M, sedangkan secara teoritis ESI dikatakan memiliki kinerja yang bagus jika mampu memberikan respon linear pada konsentrasi antara 1×10^{-1} M dan 1×10^{-5} M (Wroblewski, 2005). ESI iodat memiliki batas deteksi sebesar $6,7 \times 10^{-5}$ M sehingga ESI ini dapat mendeteksi adanya ion iodat dengan konsentrasi yang kecil. Dengan demikian, ESI ini dapat digunakan untuk mengukur kadar iodat dalam garam dapur, karena batas deteksi ESI ini lebih kecil dari pada kadar iodat yang ada dalam garam dapur yaitu $17,2 \times 10^{-5}$ M – $45,7 \times 10^{-5}$ M (Siswono, 2003). Secara teoritis, batas deteksi untuk kebanyakan elektroda selektif ion adalah 10^{-5} - 10^{-6} M (Wroblewski, 2005). Batas deteksi yang mampu dideteksi suatu ESI seringkali dipengaruhi oleh keberadaan ion pengganggu atau ion pengotor. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dipelajari pengaruh

penambahan ion klorida ke dalam larutan iodat terhadap kinerja ESI iodat.

4.2. Pengaruh Ion Klorida terhadap Kinerja ESI Iodat

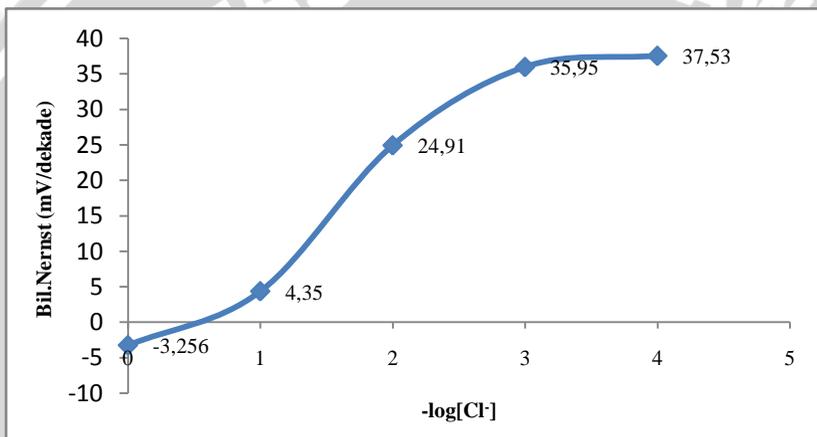
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tahapan penelitian 3.3.6, dapat diketahui bahwa ion klorida dalam larutan iodat dapat meningkatkan potensial sel yang terukur. Peningkatan potensial ini disebabkan oleh meningkatnya kekuatan ion dalam larutan, sehingga menurunkan aktivitas ion iodat. Sesuai dengan persamaan 2.23, potensial sel berbanding terbalik dengan $\log a_{I_3^-}$, sehingga penurunan aktivitas dapat meningkatkan potensial sel. Oleh karena itu, penambahan ion klorida dapat mempengaruhi kinerja ESI iodat. Hasil penelitian pengaruh penambahan ion klorida terhadap kinerja ESI iodat disajikan pada Tabel 4.2. Dari data pada Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa penambahan ion klorida dengan berbagai konsentrasi dapat mempengaruhi harga bilangan Nernst. Pengaruh penambahan konsentrasi ion klorida terhadap bilangan Nernst dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Tabel 4.2 Pengaruh penambahan ion klorida terhadap kinerja ESI iodat

Konsentrasi Cl^- (M)	Kinerja ESI Iodat			
	Bilangan Nernst (mV/dekade)	Batas Deteksi ($10^{-5}M$)	Kisaran konsentrasi (M)	k (mV)
0	52,51	6,7	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$	33,32
1×10^{-4}	37,53	130	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-1}$	112,6
1×10^{-3}	35,95	82	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-1}$	113,4
1×10^{-2}	24,91	80	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-1}$	120,8
1×10^{-1}	4,35	41	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-1}$	143,2
1	-3,26	230	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-1}$	133,9

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.4, diketahui bahwa peningkatan konsentrasi ion klorida yang ditambahkan menyebabkan penurunan bilangan Nernst. Penurunan bilangan Nernst sebesar 28,53 % terjadi pada penambahan ion klorida 1×10^{-4} M sedangkan untuk penambahan ion klorida 1×10^{-3} M terjadi penurunan bilangan Nernst sebesar 31,54 %. Penurunan bilangan Nernst hingga 52,56 %

dan 91,72 % terjadi pada penambahan ion klorida 1×10^{-2} M dan 1×10^{-1} M. Penurunan terbesar terjadi pada penambahan ion klorida 1 M yaitu sebesar 106,20 %. Perubahan tersebut dapat dikaitkan dengan harga kekuatan ion dan kelarutan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ pada Tabel 4.3. Berdasarkan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa kelarutan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi ion klorida yang ditambahkan, sehingga lapisan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ pada elektroda menjadi berkurang. Hal tersebut mengakibatkan kemampuan elektroda untuk merespon ion iodat menurun.



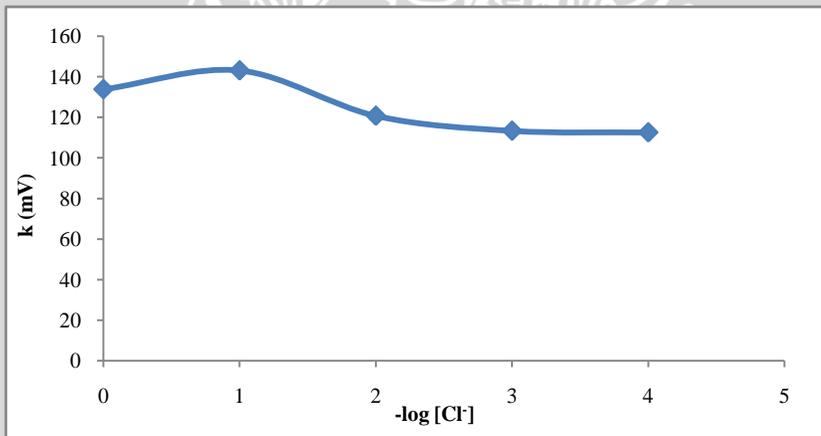
Gambar 4.4 Kurva hubungan antara $-\log[\text{Cl}^-]$ terhadap bilangan Nernst

Elektroda dapat dikatakan memiliki kepekaan yang tinggi jika batas deteksi elektroda tersebut kecil. Nilai ini menunjukkan kemampuan elektroda untuk memberikan respon pada larutan dengan konsentrasi yang rendah. Pada ESI C/ $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$, terjadi penurunan kepekaan dengan penambahan ion klorida 1×10^{-4} M. Hal ini didukung oleh peningkatan batas deteksi dari $6,7 \times 10^{-5}$ M menjadi 130×10^{-5} M. Penambahan ion klorida dengan konsentrasi lebih besar akan menurunkan batas deteksi alat hingga mencapai 41×10^{-5} M untuk penambahan ion klorida 1×10^{-1} M (Tabel 4.2). Seperti yang telah dibicarakan sebelumnya, bahwa penambahan ion klorida dapat meningkatkan kekuatan ion dan menurunkan aktivitas ion iodat dalam larutan. Peningkatan kekuatan ion iodat dalam larutan akan

meningkatkan kelarutan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ untuk membentuk sistem kesetimbangan menjadi Ba^{2+} dan IO_3^- . Akibatnya kemampuan elektroda $\text{C}/\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dalam mendeteksi perubahan konsentrasi ion iodat menjadi berkurang.

Tabel 4.3 Harga kekuatan ion dan kelarutan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ pada penambahan berbagai konsentrasi ion klorida pada konsentrasi ion iodat $1 \times 10^{-1} \text{ M}$

Konsentrasi Cl^- (M)	Kekuatan ion (μ)	Kelarutan $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ (10^{-7} M)
0	0,1000	6,701
1×10^{-4}	0,1001	6,703
1×10^{-3}	0,1010	6,718
1×10^{-2}	0,1100	6,869
1×10^{-1}	0,2000	8,093
1	1,1	13,32



Gambar 4.5 Kurva hubungan antara konsentrasi ion klorida yang ditambahkan pada larutan iodat dengan nilai k

Peningkatan potensial sel dapat juga disebabkan oleh peningkatan potensial *liquid junction* yang ditunjukkan oleh peningkatan harga k . Potensial *liquid junction* timbul pada antarmuka

dua larutan elektrolit akibat adanya pemisahan muatan elektrik yang pada dasarnya disebabkan oleh perbedaan mobilitas ionik (Kang dan Kang, 2004). Sesuai dengan persamaan 2.22, harga k dipengaruhi oleh nilai aktivitas ion iodat dalam larutan internal, E_{ref} , ($E_{Ag/AgCl}$), E_{asy} (potensial asimetri) dan E_{lj} . Karena nilai $(a_{IO_3^-})_2 E_{ref}$, E_{asy} (potensial asimetri) adalah tetap, maka nilai k hanya dipengaruhi oleh potensial *liquid junction* (E_{lj}). Hubungan antara konsentrasi Ion klorida dengan nilai k disajikan pada Gambar 4.5. Mobilitas ion berbanding terbalik dengan konsentrasi ion. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi akan menurunkan mobilitas ion dan menurunkan potensial *liquid junction*. Akan tetapi dari Gambar 4.5, dapat diketahui bahwa penambahan ion klorida justru meningkatkan nilai k atau nilai potensial *liquid junction*. Peningkatan ini mungkin dikarenakan peningkatan kelarutan $Ba(IO_3)_2$ akibat kenaikan kekuatan ion. Pada penambahan ion klorida dengan konsentrasi lebih dari 1×10^{-2} M didapatkan harga k yang mengalami peningkatan cukup signifikan. Pada keadaan tersebut kekuatan ion dan kelarutan $Ba(IO_3)_2$ meningkat cukup tinggi yang juga mengakibatkan peningkatan potensial *liquid junction* (lihat Tabel 4.2). Jadi peningkatan kekuatan ion dapat meningkatkan kelarutan $Ba(IO_3)_2$ pada permukaan elektroda, sehingga homogenitas lapisan $Ba(IO_3)_2$ menurun. Akibatnya potensial *liquid junction* antara permukaan elektroda dan larutan meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan ion klorida berpengaruh pada kinerja ESI Iodat. Penambahan ion klorida dalam larutan Iodat dapat menurunkan batas deteksi dan menurunkan kisaran konsentrasi, serta menurunkan harga bilangan Nernst yang merupakan parameter kinerja elektroda.

4.3. Selektivitas ESI Iodat terhadap Ion Klorida

Sesuai dengan penjelasan pada sub bab 4.2 bahwa penambahan ion klorida dapat mempengaruhi kinerja ESI iodat. Oleh karena itu, perlu ditentukan selektivitas ESI iodat terhadap ion klorida. Koefisien selektivitas ditunjukkan dari respon relatif suatu ESI terhadap ion utama dengan adanya ion asing dalam larutan yang dipelajari dengan menggunakan metode larutan campuran (Umezawa, *et al*, 2000). Koefisien selektivitas ($K_{A,B}^{pot}$) ESI dengan adanya berbagai konsentrasi klorida dapat ditentukan melalui

persamaan 2.25. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai $K_{A,B}^{pot}$ seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Harga K_{10^3, Cl^-}^{pot} hasil perhitungan pada penambahan berbagai konsentrasi ion klorida, pada konsentrasi ion iodat 1×10^{-3} M

Konsentrasi Cl ⁻ (M)	K_{10^3, Cl^-}^{pot}
0	0
1×10^{-4}	-0,332
1×10^{-3}	-0,279
1×10^{-2}	0,099
1×10^{-1}	1,412
1	4,156

Suatu elektroda dikatakan memiliki selektivitas yang tinggi jika nilai $K_{A,B}^{pot} < 1$, yang menunjukkan bahwa ESI tersebut lebih merespon ion utama daripada ion pengganggu (Umezawa, *et al.*, 2000). Dari data nilai koefisien selektivitas pada Tabel 4.4, dapat ditunjukkan bahwa ESI iodat hasil penelitian akan menunjukkan selektivitas yang bagus untuk ion iodat dari pada ion klorida dengan konsentrasi maksimal sebesar 10^{-2} M. Jika konsentrasi ion klorida dalam larutan lebih besar dari 10^{-2} M, maka ESI iodat akan lebih merespon ion klorida daripada ion iodat. Hal ini dapat dilihat dari nilai selektivitas yang lebih dari 1 serta dari nilai bilangan Nernst yang mengalami penurunan dengan penambahan konsentrasi ion klorida seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ESI iodat memiliki selektivitas yang tinggi untuk ion iodat daripada ion klorida jika konsentrasi ion klorida dalam larutan kurang dari 10^{-2} M.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Elektroda Selektif Ion (ESI) iodat yang dibuat dari batang karbon berlapis $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ memiliki waktu respon 160 detik, bilangan Nernst 52,51 mV/dekade, batas deteksi $6,7 \times 10^{-5}$ M, dan kisaran konsentrasi 1×10^{-4} M hingga 1×10^{-1} M.
2. Ion klorida menurunkan kinerja ESI iodat jika konsentrasi ion klorida dalam larutan analit lebih besar dari 1×10^{-2} M.

5.2. Saran

Untuk memperbaiki kinerja ESI iodat, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari pengaruh glutaraldehid sebagai bahan yang menyebabkan ikatan silang sehingga dapat mengatur ukuran pori-pori membran dan meningkatkan selektivitas ESI iodat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brett, C.M.A., and A.M.O Brett, 1993, **Electrochemistry, Principles, methods, and application**, Oxford University Press, New York
- Galandova, J., G. Ziyatdinavo and J. Labuda, 2008, Disposable Electrochemical Biosensor with Multiwalled Carbon Nanotubes-Chitosan Composite Layer for the Detection of Deep DNA Damage, *Anal. Sci.*, **24**, 711-716
- Golabi, S.M., J. Mohammadi, 2003, Wire-Coated Silver (I) Ion-Selective Electrode Based on 2-Mercaptobenzothiazole (MBT) Ionophore : Application to the Determination of Silver in Real Samples, *Anal. Sci.*, **19**, 877-881
- Goncalves, V.L., M.C.M Laranjeira, V.T. Fávere, and R.C. Pedrosa, 2005, Effect of crosslinking agent on chitosan microspheres in controlled release of diclofenac sodium, *Polímeros*, **15**, 1
- Harvey, D., 2000, **Modern Analytical Chemistry**, McGraw-Hill Higher Education, Boston
- Hidayati, S., 2005, **Pengaruh Konsentrasi Natrium Klorida Terhadap Kinerja Elektroda Ag/AgIO₃**, skripsi sarjana, Jurusan Kimia MIPA, Universitas Brawijaya, Malang
- Kang, H.K and I.S. Kang, 2004, Theoretical investigation on the liquid junction potential in a slit-like microchannel, *J. Electroanal. Chem.*, **566**, 331-340
- Krisnadani, H., 2006, **Pengaruh Konsentrasi Natrium Nitrat Terhadap Kinerja Elektroda Perak/Perak Iodat**, skripsi Sarjana, Jurusan Kimia MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

- Pasaribu, N., 2004, **Berbagai Ragam Pemanfaatan Polimer**, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Pujanegara, P.W.U., 2009, **Pengaruh Ion Nirat dan Klorida Terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion Iodat yang Dibuat dari Kawat Platina yang Dilapisi AgIO_3 dalam Membran Kitosan**, skripsi Sarjana, Jurusan Kimia MIPA, Universitas Brawijaya, Malang
- Rawung, C.S.F., 2009, **Pengaruh Konsentrasi $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ dan Ketebalan membran Kitosan Terhadap Karakter ESI Iodat**, skripsi Sarjana. Jurusan Kimia MIPA, Universitas Brawijaya, Malang
- Rouessac. F and A. Rouessac, 2007, **Chemical Analysis second edition**, John Wiley & Sons, Ltd., England
- Siswono, 2003, **Garam Beriodiom Belum Dianggap Penting**, Indonesian Nutrition Network, <http://www.gizi.net>. Diakses tanggal 16 Desember 2009
- Skoog, D.A., D.M. West, F.J. Holler and S.R. Crouch, 2004, **Fundamentals of Analytical Chemistry**, 8th edition, Saunders College Publishing, Philadelphia
- Tohda, K., D. Dragoe, M. Shibata and Y. Umezawa, 2001, Studies on the Matched Potential Method for Determining the Selectivity Coefficients of Ion-Selective Electrodes Based on Neutral Ionophores: Experimental and Theoretical Verification, *Anal. Sci.*, **17**, 733-743
- Umezawa, Y., P. Bühlmann, K. Umezawa, K. Tohda and S. Amemiya, 2000, Potentiometric Selectivity Coefficients of Ion-Selective Electrodes, *Pure Appl.Chem.*, **72**, 1851-1854

Wang, J., 2006, **Analytical Electrochemistry**, 3th ed., John Willey & Sons inc. New York

Wroblewski, W., 2005, **Ion-Selective Electrode**, Chemical Sensors Research Group, <http://csrcg.ch.pw.edu.pl/tutorials/ise/>. diakses tanggal 05 September 2009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



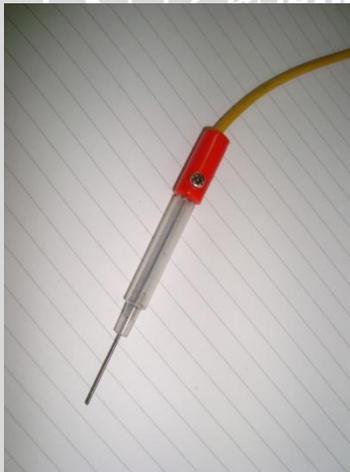
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. GAMBAR ALAT

L.1.1. Gambar Elektroda Ag/AgCl



L.1.2. Gambar ESI Iodat

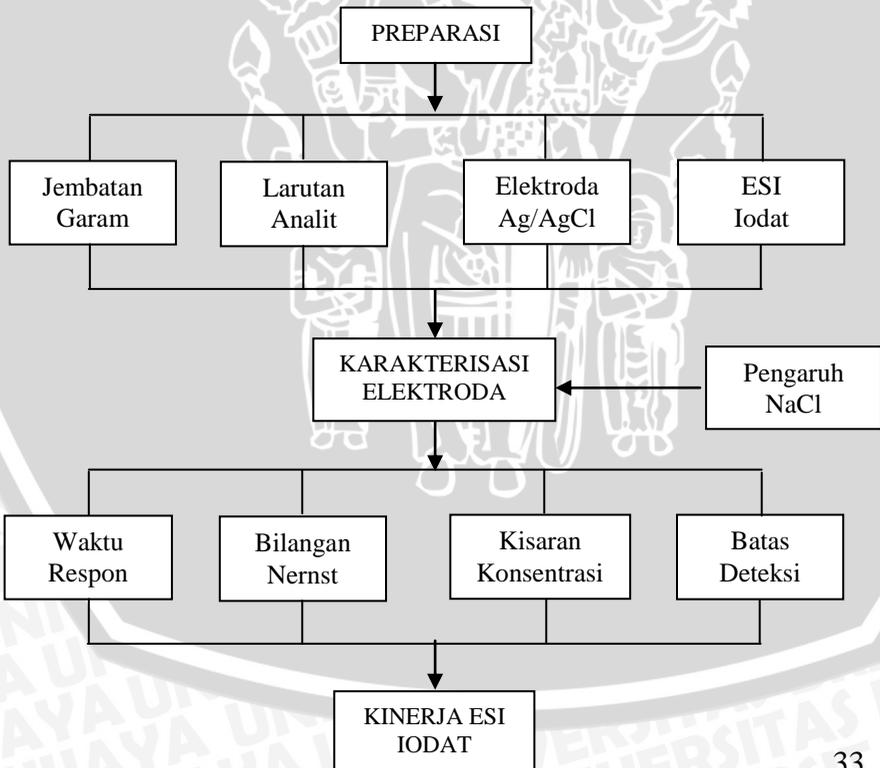


L.1.3. Gambar Rangkaian Pengukuran



LAMPIRAN 2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

L.2.1. Diagram Tahapan Penelitian



L.2.2. Pembuatan Elektroda Ag/AgCl

Kawat Ag

- Dipotong sepanjang 4 cm
- Diampelas
- Dicuci dengan akuades
- Dimasukkan dalam tabung berisi jembatan garam, KCl 1 M, 1 tetes AgNO₃

Hasil

L.2.3. Pembuatan ESI Iodat

Kitosan

- Ditimbang 0,4 g
- Dilarutkan dengan 3 mL larutan asam asetat dan 9 mL akuades
- Diaduk hingga homogen selama 24 jam

Larutan Kitosan

- Dipipet sebanyak 2 mL
- Ditambah padatan Ba(IO₃)₂ 0,01 g
- Ditambah 1 tetes glutaraldehid 0,01 %
- Diaduk hingga homogen

Campuran kitosan + Ba(IO₃)₂ 0,5 % (b/v)

- Dilapiskan pada batang karbon
- Dioven 50°C selama 1 jam
- Diulangi pelapisan sampai 5 kali
- Dikeringkan dalam oven dengan temperatur 50°C selama 12 jam

Hasil

LAMPIRAN 3. PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN

L.3.1. Pembuatan 100 mL larutan KCl 1 M

$$\begin{aligned}\text{Mol KCl} &= 1 \text{ mol/L} \times 0,2 \text{ L} \\ &= 0,1 \text{ mol} \\ \text{Massa KCl} &= 0,1 \text{ mol} \times 74,551 \text{ g/mol} \\ &= 7,455 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa KCl yang harus ditimbang sebesar 7,455 g.

L.3.2. Pembuatan 250 mL larutan KIO_3 2×10^{-1} M

$$\begin{aligned}\text{Mol KIO}_3 &= 0,2 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} \\ &= 0,05 \text{ mol} \\ \text{Massa KIO}_3 &= 0,05 \text{ mol} \times 213,995 \text{ g/mol} \\ &= 10,6997 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa KIO_3 yang harus ditimbang sebesar 10,6997 g.

L.3.3. Pembuatan Larutan 100 mL KIO_3 1×10^{-1} M dari 2×10^{-1} M

$$\begin{aligned}\text{Mol KIO}_3 \text{ } 10^{-1} \text{ M } 100 \text{ mL} &= 0,1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 10^{-2} \text{ mol} \\ \text{KIO}_3 \text{ } 2 \times 10^{-1} \text{ M yang harus dipipet} &= 10^{-2} \text{ mol} : 0,2 \text{ mol/L} \\ &= 0,05 \text{ L} \\ &= 50 \text{ mL}\end{aligned}$$

Volume larutan KIO_3 2×10^{-1} M yang dibutuhkan untuk pembuatan 100 mL larutan KIO_3 1×10^{-1} M sebanyak 50 mL.

L.3.4 .Contoh perhitungan pembuatan larutan 100 mL KIO_3 10^{-2} M sampai 10^{-8} M dari 10^{-1} M

$$\begin{aligned}\text{Mol KIO}_3 \text{ } 10^{-2} \text{ M } 100 \text{ mL} &= 0,01 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{KIO}_3 \text{ } 10^{-1} \text{ M yang harus dipipet} &= 10^{-3} \text{ mol} : 0,1 \text{ mol/L} \\ &= 0,01 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

Volume larutan KIO_3 10^{-1} M yang dibutuhkan untuk pembuatan 100 mL larutan KIO_3 10^{-2} M sebanyak 10 mL.

L.3.5. Pembuatan 50 mL larutan $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,05 M

$$\begin{aligned}\text{Mol Ba}(\text{NO}_3)_2 &= 0,05 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 0,0025 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Ba(NO}_3)_2 &= 0,0025 \text{ mol} \times 261,327 \text{ g/mol} \\ &= 0,6533 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa Ba(NO₃)₂ yang harus ditimbang sebesar 0,6533 g.

L.3.6. Pembuatan 50 mL larutan KIO₃ 0,1 M

$$\begin{aligned}\text{Mol KIO}_3 &= 0,1 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 0,005 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa KIO}_3 &= 0,005 \text{ mol} \times 213,995 \text{ g/mol} \\ &= 1,07 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa KIO₃ yang harus ditimbang sebesar 1,07 g.

L.3.7. Pembuatan 100 mL larutan NaCl 2 M

$$\begin{aligned}\text{Mol NaCl} &= 2 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,2 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NaCl} &= 0,2 \text{ mol} \times 58,45 \text{ g/mol} \\ &= 11,69 \text{ g}\end{aligned}$$

Massa NaCl yang harus ditimbang adalah 11,69 g.

L.3.8. Perhitungan pembuatan larutan NaCl 1 M dari 2 M

$$\begin{aligned}\text{Mol NaCl 1 M 100 mL} &= 1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,1 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NaCl 2M yang harus dipipet} &= 0,1 \text{ mol} : 2 \text{ mol/L} \\ &= 0,05 \text{ L} \\ &= 50 \text{ mL}\end{aligned}$$

Volume larutan NaCl 2M yang dibutuhkan untuk pembuatan 100 mL Larutan NaCl 1 M sebanyak 50 mL.

L.3.9. Contoh perhitungan pembuatan larutan NaCl 1×10⁻¹ M dari 1 M

$$\begin{aligned}\text{Mol NaCl 10}^{-1} \text{ M 100 mL} &= 0,1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,01 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NaCl 1M yang harus dipipet} &= 0,01 \text{ mol} : 1 \text{ mol/L} \\ &= 0,01 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

Volume larutan NaCl 1 M yang dibutuhkan untuk pembuatan 100 mL larutan NaCl 10⁻¹ M sebanyak 10 mL.

LAMPIRAN 4. PEMBUATAN LARUTAN

L.4.1. Pembuatan Larutan KIO_3

L.4.1.1. Pembuatan Larutan KIO_3 2×10^{-1} M

Ditimbang 10,695 g KIO_3 dan dilarutkan dengan akuades dalam gelas kimia. Setelah itu dipindahkan dalam labu takar 250 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

L.4.1.2. Pembuatan Larutan KIO_3 1×10^{-1} M hingga 1×10^{-8} M

Pembuatan larutan ini dilakukan dengan menggunakan prinsip pengenceran larutan KIO_3 2×10^{-1} M sehingga didapatkan larutan KIO_3 1×10^{-1} M. Pembuatan larutan KIO_3 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M; 1×10^{-4} M; 1×10^{-5} M; 1×10^{-6} M; 1×10^{-7} M; 1×10^{-8} M:

Konsentrasi awal (M)	Konsentrasi akhir (M)	Volume larutan awal yang dipipet (mL)	Volume total (mL)
2×10^{-1}	1×10^{-1}	50	100
1×10^{-1}	1×10^{-2}	10	100
1×10^{-2}	1×10^{-3}	10	100
1×10^{-3}	1×10^{-4}	10	100
1×10^{-4}	1×10^{-5}	10	100
1×10^{-5}	1×10^{-6}	10	100
1×10^{-6}	1×10^{-7}	10	100
1×10^{-7}	1×10^{-8}	10	100

L.4.2. Pembuatan Larutan NaCl

L.4.2.1. Larutan NaCl 2 M

Ditimbang 29,22 g NaCl dan dilarutkan dengan akuades dalam gelas kimia. Setelah itu dipindahkan dalam labu takar 250 mL dan ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.2.2. Larutan NaCl 1M hingga 1×10^{-3} M

Pembuatan larutan ini dilakukan dengan menggunakan prinsip pengenceran larutan NaCl 2 M sehingga didapatkan larutan NaCl 1 M. Pembuatan larutan NaCl 1 M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M:

Konsentrasi awal (M)	Konsentrasi Akhir (M)	Volume larutan awal yang dipipet (mL)	Volume total (mL)
2	1	50	100
1	1×10^{-1}	10	100
1×10^{-1}	1×10^{-2}	10	100
1×10^{-2}	1×10^{-3}	10	100

L.4.3. Pembuatan Larutan KIO_3 dalam NaCl dengan Berbagai Konsentrasi

L.4.3.1. Larutan KIO_3 1×10^{-1} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 25 mL larutan KIO_3 2×10^{-1} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.2. Larutan KIO_3 1×10^{-2} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-1} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.3 Larutan KIO_3 1×10^{-3} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-2} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.4. Larutan KIO_3 1×10^{-4} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 25 mL larutan KIO_3 10^{-3} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.5. Larutan KIO_3 1×10^{-5} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-4} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.6. Larutan KIO_3 1×10^{-6} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-5} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.7. Larutan KIO_3 1×10^{-7} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-6} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

L.4.3.8. Larutan KIO_3 1×10^{-8} M dalam 1M; 1×10^{-1} M; 1×10^{-2} M; 1×10^{-3} M dan 1×10^{-4} M NaCl

Disiapkan lima buah labu takar 50 mL, masing-masing diisi dengan 5 mL larutan KIO_3 10^{-7} M; dan ditambah larutan NaCl untuk labu takar I = 25 mL (2 M); 5 mL (1 M); III = 5 mL (1×10^{-1} M); IV = 5 mL (1×10^{-2} M); V = 5 mL (1×10^{-3} M). Kemudian ditambah akuades hingga tanda batas.

LAMPIRAN 5. DATA HASIL PENELITIAN

L.5.1. Data Penentuan Waktu Respon ke-1

waktu (detik)	E_{sel} (mV) pada $[IO_3^-]$ (M)			
	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}
0	182,0	225,0	226,4	182,3
10	175,3	224,4	243,1	231,1
20	174,9	224,6	243,7	234,1
30	174,4	224,8	244,3	234,8
40	174,1	224,9	244,8	236,8
50	174,0	225,0	245,2	237,4
60	174,0	225,2	245,3	238,4
70	174,2	225,2	245,7	239,3
80	174,5	225,4	246,1	239,8
90	174,6	225,5	246,4	240,7
100	174,9	225,5	246,6	241,7
110	175,3	225,6	246,9	241,7
120	175,8	225,6	247,1	242,7
130	175,9	225,4	247,3	243,3
140	176,3	225,6	247,5	243,4
150	176,7	225,6	247,7	243,6
160	176,9	225,7	247,9	244,0
170	177,1	225,8	248,1	244,2
180	177,5	225,9	248,3	244,5

L.5.2. Data Penentuan Waktu Respon ke-2

waktu (detik)	E_{sel} (mV) pada $[IO_3^-]$ (M)			
	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}
0	93,7	123,5	209,8	271,9
10	86,7	126,4	218,4	274,8
20	89,8	126,8	216,7	275,1
30	92,4	127,9	212,9	275,6
40	94,1	128,7	209,8	275,6
50	95,8	129,2	204,1	270,3
60	97,8	129,3	199,1	253,8
70	99,1	129,7	193,8	238,4
80	100,2	130,1	188,8	234,4
90	101,1	130,3	183,4	234,8
100	102,4	130,6	178,9	236,5
110	103,6	129,7	174,3	237,0
120	105,3	128,7	170,8	235,4
130	106,3	127,8	167,2	234,7
140	107,2	127,5	166,2	233,3
150	108,1	127,3	164,7	232,3
160	109,0	127,2	164,0	231,1
170	109,9	127,3	163,4	229,7
180	110,7	127,6	162,3	228,3

L.5.3. Data Penentuan Waktu Respon ke-3

waktu (detik)	E_{sel} (mV) pada $[IO_3^-]$ (M)			
	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}
0	70,4	58,3	185,3	205,5
10	70,1	69,1	193,3	207,9
20	71,4	76,3	193,0	206,9
30	71,6	81,9	192,4	206,0
40	71,5	86,0	193,6	204,8
50	71,4	88,2	173,4	204,1
60	71,0	89,7	176,4	203,4
70	70,6	92,0	176,5	202,6
80	70,1	94,8	176,5	201,8
90	69,6	96,8	176,3	201,1
100	68,5	98,7	175,7	200,0
110	66,7	100,5	175,3	198,2
120	64,8	102,1	175,0	197,6
130	62,1	103,5	174,6	197,2
140	59,4	104,5	174,0	196,6
150	55,7	105,7	173,6	196,1
160	56,5	106,6	172,8	195,4
170	59,2	107,6	172,1	195,0
180	62,0	108,4	171,4	194,5

L.5.4. Data Penentuan Waktu Respon Rata-Rata

waktu (detik)	E_{sel} (mV) pada $[IO_3^-]$ (M)			
	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}
0	115,4	135,6	207,2	219,9
10	110,7	140,0	218,3	237,9
20	112,0	142,6	217,8	238,7
30	112,8	144,9	216,5	238,8
40	113,2	146,5	216,1	239,1
50	113,7	147,5	207,6	237,3
60	114,3	148,1	206,9	231,9
70	114,6	149,0	205,3	226,8
80	114,9	150,1	203,8	225,3
90	115,1	150,9	202,0	225,5
100	115,3	151,6	200,4	226,1
110	115,2	151,9	198,8	225,6
120	115,3	152,1	197,6	225,2
130	114,8	152,2	196,4	225,1
140	114,3	152,5	195,9	224,4
150	113,5	152,9	195,3	224,0
160	114,1	153,2	194,9	223,5
170	115,4	153,6	194,5	223,0
180	116,7	154,0	194,0	222,4

L.5.5. Data Potensial Sel pada Waktu Pengukuran 160 detik

[IO ₃ ⁻] (M)	E _{sel} (mV)			E _{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1×10 ⁻¹	114,9	97,8	71,0	94,57
1×10 ⁻²	175,7	129,3	89,7	131,57
1×10 ⁻³	227,1	199,1	176,4	200,87
1×10 ⁻⁴	264,4	253,8	203,4	240,53
1×10 ⁻⁵	272,5	276,6	218,8	255,97
1×10 ⁻⁶	277,4	275,7	223,4	258,83
1×10 ⁻⁷	271,3	260,6	218,9	250,27
1×10 ⁻⁸	250,3	228,5	203,3	227,37
Bilangan Nernst	51,68	55,76	50,15	52,51

L.5.6. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO₃ 1×10⁻¹ M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl ⁻] (M)	E _{sel} (mV)			E _{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	133,0	166,7	90,8	130,2
1×10 ⁻¹	137,3	174,6	130,4	147,4
1×10 ⁻²	145,3	191,6	105,7	147,5
1×10 ⁻³	142,7	199,4	111,6	151,2
1×10 ⁻⁴	137,8	205,2	116,2	153,1

L.5.7. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-2} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl] (M)	E_{sel} (mV)			E_{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	122,2	167,3	89,5	126,3
1×10^{-1}	140,2	181,9	140,0	154,0
1×10^{-2}	165,2	223,6	133,8	174,2
1×10^{-3}	174,4	242,7	156,9	191,3
1×10^{-4}	164,9	250,3	159,8	191,7

L.5.8. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-3} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl] (M)	E_{sel} (mV)			E_{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	118,2	163,2	89,6	123,7
1×10^{-1}	142,1	182,8	143,0	156,0
1×10^{-2}	176,1	233,6	177,5	195,7
1×10^{-3}	200,4	274,6	185,0	220,0
1×10^{-4}	189,5	288,2	196,5	224,7

L.5.9. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-4} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl] (M)	E_{sel} (mV)			E_{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	123,6	164,7	89,9	126,1
1×10^{-1}	145,2	182,5	144,4	157,4
1×10^{-2}	181,4	235,3	180,7	199,1
1×10^{-3}	210,7	283,1	188,8	227,5
1×10^{-4}	198,6	265,1	173,6	212,4

L.5.10. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-5} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl ⁻] (M)	E _{sel} (mV)			E _{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	125,6	165,4	88,2	126,4
1×10^{-1}	146,8	183,2	145,9	158,6
1×10^{-2}	184,6	236,7	184,0	201,8
1×10^{-3}	211,4	284,1	187,9	227,8
1×10^{-4}	194,8	300,2	207,7	234,2

L.5.11. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-6} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl ⁻] (M)	E _{sel} (mV)			E _{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	119,4	166,4	87,1	124,3
1×10^{-1}	142,4	182,8	146,8	157,3
1×10^{-2}	180,2	236,4	183,8	200,1
1×10^{-3}	209,5	286,2	183,1	226,3
1×10^{-4}	191,7	304,3	207,8	234,6

L.5.12. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-7} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl ⁻] (M)	E _{sel} (mV)			E _{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	108,5	166,6	102,3	125,8
1×10^{-1}	132,7	182,3	146,4	153,8
1×10^{-2}	186,7	236,4	184,1	202,4
1×10^{-3}	219,3	285,2	174,8	226,4
1×10^{-4}	192,4	296,7	201,1	230,1

L.5.13. Data Potensial Sel pada Konsentrasi KIO_3 1×10^{-8} M dan Waktu Pengukuran 160 detik

[Cl] (M)	E_{sel} (mV)			E_{sel} Rata-rata (mV)
	I	II	III	
1	104,9	165,2	99,7	123,3
1×10^{-1}	131,4	179,9	146,3	152,5
1×10^{-2}	177,9	236,2	182,8	199,0
1×10^{-3}	222,3	288,9	159,1	223,4
1×10^{-4}	226,3	281,7	192,1	233,4

L.5.14. Data Potensial Sel Rata - Rata pada Berbagai Variasi Konsentrasi KIO_3 dan NaCl dengan Waktu Pengukuran 160 detik

[IO_3^-] (M)	[Cl] (M)					
	0	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1
1×10^{-1}	94,57	153,1	151,2	147,5	147,4	130,2
1×10^{-2}	131,57	191,7	191,3	174,2	154,0	126,3
1×10^{-3}	200,87	224,7	220,0	195,7	156,0	123,7
1×10^{-4}	240,53	212,4	227,5	199,1	157,4	126,1
1×10^{-5}	255,97	234,2	227,8	201,8	158,6	126,4
1×10^{-6}	258,83	234,6	226,3	200,1	157,3	124,3
1×10^{-7}	250,27	230,1	226,4	202,4	153,8	125,8
1×10^{-8}	227,37	233,4	223,4	199,0	152,5	123,3
Bilangan Nernst	52,51	37,53	35,95	24,91	4,35	-3,26

LAMPIRAN 6. ANALISIS DATA

L.6.1. Data Kekuatan Ion, Koefisien Aktivitas, Aktivitas Ion Iodat

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} \sum Z_i^2 C_i$$

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} (Z_{K^+}^2 \cdot C_{K^+} + Z_{IO_3^-}^2 \cdot C_{IO_3^-})$$

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} (1^2 \cdot 0,1 M + (-1)^2 \cdot 0,1 M)$$

$$\mu_{KIO_3} = 0,1 M$$

$$-\log f_{IO_3^-} = \frac{0,51 z_{IO_3^-}^2 \sqrt{\mu}}{1 + 0,33 \alpha_{IO_3^-} \sqrt{\mu}}$$

$$-\log f_{IO_3^-} = \frac{0,51(-1)^2 \sqrt{0,1}}{1 + 0,33(4,5) \sqrt{0,1}}$$

$$-\log f_{IO_3^-} = 0,109742$$

$$f_{IO_3^-} = 0,777$$

$$a_{IO_3^-} = f_{IO_3^-} \times C_{IO_3^-}$$

$$a_{IO_3^-} = 0,777 \cdot 0,1 M$$

$$a_{IO_3^-} = 0,0777 M$$

$$a_{IO_3^-} = 7,77 \times 10^{-2} M$$

[IO ₃] M	Kekuatan ion (μ) M	Koefisien aktivitas (f _i)	Aktivitas (a _i)
1×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	0,777	7,77×10 ⁻²
1×10 ⁻²	1×10 ⁻²	0,903	9,03×10 ⁻³
1×10 ⁻³	1×10 ⁻³	0,965	9,65×10 ⁻⁴
1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	0,988	9,88×10 ⁻⁵
1×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁵	0,996	9,96×10 ⁻⁶
1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁶	0,999	9,99×10 ⁻⁷
1×10 ⁻⁷	1×10 ⁻⁷	1,000	1,00×10 ⁻⁷
1×10 ⁻⁸	1×10 ⁻⁸	1,000	1,00×10 ⁻⁸

L.6.2. Contoh Perhitungan Kekuatan Ion, Koefisien Aktivitas dan Aktivitas dari Larutan Iodat dengan Penambahan Ion Klorida pada Konsentrasi Larutan Iodat 1×10⁻¹ M

- Pada Penambahan Konsentrasi Ion Klorida 1×10⁻⁴ M

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} \sum Z_i^2 C_i$$

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} (Z_{K^+}^2 \cdot C_{K^+} + Z_{IO_3^-}^2 \cdot C_{IO_3^-})$$

$$\mu_{KIO_3} = \frac{1}{2} (1^2 \cdot 0,1M + (-1)^2 \cdot 0,1M)$$

$$\mu_{KIO_3} = 0,1M$$

$$\mu_{NaCl} = \frac{1}{2} \sum Z_i^2 C_i$$

$$\mu_{NaCl} = \frac{1}{2} (Z_{Na^+}^2 \cdot C_{Na^+} + Z_{Cl^-}^2 \cdot C_{Cl^-})$$

$$\mu_{NaCl} = \frac{1}{2} (1^2 \cdot 0,0001M + (-1)^2 \cdot 0,0001M)$$

$$\mu_{NaCl} = 0,0001M$$

$$\begin{aligned}\mu &= \mu_{KIO_3} + \mu_{NaCl} \\ \mu &= 0,1 \text{ M} + 0,0001 \text{ M} \\ \mu &= 0,1001 \text{ M}\end{aligned}$$

$$-\log f_{IO_3^-} = \frac{0,51 z_{IO_3^-}^2 \sqrt{\mu}}{1 + 0,33 \alpha_{IO_3^-} \sqrt{\mu}}$$

$$-\log f_{IO_3^-} = \frac{0,51(-1)^2 \sqrt{0,1001}}{1 + 0,33(4,5) \sqrt{0,1001}}$$

$$-\log f_{IO_3^-} = 0,109779$$

$$f_{IO_3^-} = 0,776642$$

$$a_{IO_3^-} = f_{IO_3^-} \times C_{IO_3^-}$$

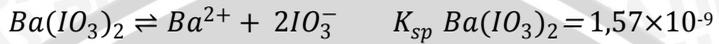
$$a_{IO_3^-} = 0,776642 \cdot 0,1 \text{ M}$$

$$a_{IO_3^-} = 0,0776642 \text{ M}$$

[Cl ⁻] (M)	Kekuatan ion (μ) (M)	Koefisien aktivitas (f _i)	Aktivitas (a _i) (10 ⁻² M)
1×10 ⁻⁴	0,1001	0,777	7,77
1×10 ⁻³	0,1010	0,776	7,76
1×10 ⁻²	0,1100	0,770	7,70
1×10 ⁻¹	0,2000	0,729	7,29
1	1,1000	0,618	6,18

L.6.3. Contoh Perhitungan Kelarutan Ba(IO₃)₂

- Kelarutan Ba(IO₃)₂ pada konsentrasi iodat 1×10⁻¹ M dan konsentrasi ion klorida 0 M.



$$K_{sp} Ba(IO_3)_2 = a_{Ba^{2+}} \cdot (a_{IO_3^-})^2$$

$$K_{sp} Ba(IO_3)_2 = f_{Ba^{2+}} \cdot [Ba^{2+}] \times (f_{IO_3^-} \cdot [IO_3^-])^2$$

$$[Ba^{2+}] = \frac{K_{sp} Ba(IO_3)_2}{f_{Ba^{2+}} \cdot (a_{IO_3^-})^2}$$

$$[Ba^{2+}] = \frac{1,57 \times 10^{-9} M^3}{0,388 \cdot (7,77 \times 10^{-2} M)^2}$$

$$[Ba^{2+}] = 6,701 \times 10^{-7} M$$

[Cl ⁻] (M)	Koefisien aktivitas Ba ²⁺ (<i>f</i> _{Ba²⁺})	Aktivitas ion iodat (<i>a</i> _{IO₃⁻}) (10 ⁻² M)	Kelarutan Ba(IO ₃) ₂ (10 ⁻⁷ M)
0	0,388	7,77	6,701
1×10 ⁻⁴	0,388	7,77	6,703
1×10 ⁻³	0,388	7,76	6,718
1×10 ⁻²	0,385	7,70	6,869
1×10 ⁻¹	0,365	7,29	8,093
1	0,309	6,18	13,32

L.6.4. Contoh penentuan E_{sel} dengan menggunakan persamaan potensial sel

$$y = 52,512 x + 33,327$$

$$E_{sel} = 52,512 (-\log a_{IO_3^-}) + 33,327$$

Untuk $[IO_3^-] = 1 \times 10^{-1} \text{ M}$; $-\log a_{IO_3^-} = 1,1$ maka:

$$E_{sel} = 52,512 \cdot 1,1 + 33,327$$

$$E_{sel} = 91,09 \text{ mV}$$

L.6.5 . Contoh Perhitungan Selektivitas

- Konsentrasi ion iodat $1 \cdot 10^{-1} \text{ M}$ dan ion klorida 1 M

$$E_{IO_3^-}(\text{murni}) = 94,6 \text{ mV}$$

$$E'_{IO_3^-}(\text{campuran}) = 130,2 \text{ mV}$$

$$a_{IO_3^-}(\text{murni}) = 7,77 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$a'_{IO_3^-}(\text{campuran}) = 6,18 \times 10^{-2} \text{ M}$$

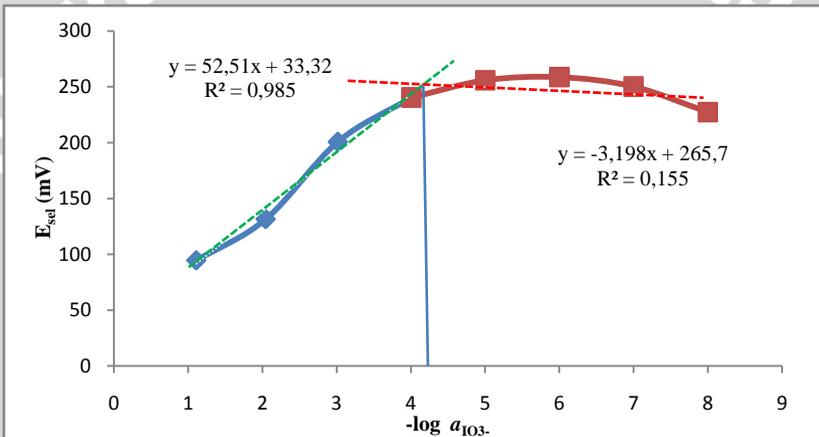
$$K_{IO_3^-, Cl^-}^{pot} = \frac{a_{IO_3^-} \left(e^{\frac{\Delta E \cdot Z_{IO_3^-} F}{RT}} - 1 \right)}{\left(a'_{IO_3^-} \right)^{z_{IO_3^-} / z_{Cl^-}}}$$

$$K_{IO_3^-, Cl^-}^{pot} = \frac{7,77 \times 10^{-2} \left(e^{(130,2 - 94,6) \cdot (-1) / 59,2} - 1 \right)}{(6,18 \times 10^{-2})^{(-1) / (-1)}}$$

$$K_{IO_3^-, Cl^-}^{pot} = -0,568$$

[Cl ⁻] (M)	$a_{10_3^-}$ (10 ⁻² M)	$a'_{10_3^-}$ (10 ⁻² M)	$E_{10_3^-}$ (mV)	$E'_{10_3^-}$ (mV)	$K_{10_3^-, Cl^-}^{pot}$
0 M	7,77	7,77	94,6	94,6	0
10 ⁻⁴ M	7,77	7,77	94,6	153,1	-0,628
10 ⁻³ M	7,77	7,76	94,6	151,2	-0,616
10 ⁻² M	7,77	7,70	94,6	147,5	-0,596
10 ⁻¹ M	7,77	7,29	94,6	147,4	-0,628
1 M	7,77	6,18	94,6	130,2	-0,568

L.6.6. Contoh Perhitungan Batas Deteksi



Gambar L.6.1 Kurva hubungan $-\log a_{10_3^-}$ terhadap E_{sel}

Persamaan garis 1 (linier) : $y = 52,51x + 33,32$

Persamaan garis 2 (non linier) : $y = -3,198x + 265,7$

Perpotongan persamaan garis 1 dan persamaan garis 2:

$$52,51x + 33,32 = -3,198x + 265,7$$

$$52,51x + 3,198x = 265,7 - 33,32$$

$$55,708x = 232,38$$

$$x = 4,171$$

$$-\log[IO_3^-] = x M$$

$$-\log[IO_3^-] = 4,171 M$$

$$[IO_3^-] = 10^{-4,171} M$$

$$[IO_3^-] = 6,7 \times 10^{-5} M$$

