



**OPTIMALISASI SENSOR ELEKTROKIMIA GAS N₂O
MENGUNAKAN ELEKTRODA PLATINA (Pt)**

SKRIPSI

Oleh :

**Agustinus Eko Purwoko
NIM 021810301080**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2007**



**OPTIMALISASI SENSOR ELEKTROKIMIA GAS N₂O
MENGUNAKAN ELEKTRODA PLATINA (Pt)**

SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh :

Agustinus Eko Purwoko
NIM 021810301080

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2007

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agustinus Eko Purwoko

NIM : 021810301080

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Optimalisasi Sensor Elektrokimia Gas N₂O Menggunakan Elektroda Platina (Pt)* adalah bebar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2007

Yang menyatakan,

Agustinus Eko Purwoko
NIM 021810301080

SKRIPSI

OPTIMALISASI SENSOR ELEKTROKIMIA GAS N₂O MENGUNAKAN ELEKTRODA PLATINA (Pt)

Oleh

Agustinus Eko Purwoko
NIM 021810301080

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswoyo, MSc, PhD.

Dosen Pembimbing Anggota : Tri Mulyono, SSi, MSi.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Optimalisasi Sensor Elektrokimia Gas N₂O Menggunakan Elektroda Platina (Pt)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas MIPA Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Siswoyo, MSc, PhD.
NIP. 132 056 180

Tri Mulyono, SSi, MSi.
NIP. 132 026 031

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Drs. Zulfikar, PhD.
NIP. 131 660 785

Drs. Mukh. Mintadi, MSc.
NIP. 131 945 804

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ,

Prof. Drs. Kusno, DEA, PhD.
NIP. 131 592 357

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak TH. Sakiman dan Ibu V. Sri Eko B., yang telah memberikan dorongan material dan spiritual serta pengorbanan selama ini,.... aku sayang kalian;
2. Adekku, Dwi dan Vindy, terima kasih atas kebersamaan kalian, jadi teman saat aku sepi;
3. Bapak Drs. Siswoyo, MSc. PhD. dan Bapak Tri Mulyono, SSi., MSi., yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing selama penelitian;
4. Cipluk, yang selalu beri aku support. Terima kasih atas sayang, cinta, perhatian, tawa, tangis, segalanya. Thank's My Lophe..
5. Almamaterq Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

Jangan terlampau memperdulikannya bicara tentang baik buruk mu, perihal apapun harus menurut kemampuan diri sendiri, bukalah payung, biarkan kabar angin yang seperti hujan tidak sampai memukul di bagian belakang lehermu.

(Lenny Go Law Hong)

RINGKASAN

Optimalisasi Sensor Elektrokimia Gas N₂O Menggunakan Elektroda Platina (Pt); Agustinus Eko Purwoko, 021810301080, 2007: 68 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Nitrous oksida atau dinitrogen oksida (N₂O), dikenal sebagai gas gelak dan merupakan oksida nitrogen yang berlimpah di atmosfer. Gas ini digunakan secara luas sebagai gas anastesi dan analgesik dalam bidang pengobatan dan juga sebagai zat aditif bahan bakar dalam bidang otomotif. Gas ini berpotensi untuk merusak lapisan ozon dan mengakibatkan pemanasan global sehingga usaha pemantauan dan pengendalian terhadap konsentrasi dan laju emisinya menjadi sangat penting. Metode analisis N₂O yang sering digunakan saat ini adalah spektrometri inframerah dan kromatografi gas. Metode ini membutuhkan tenaga yang terampil dan biaya operasional yang mahal.

Berbagai macam metode bermunculan untuk menganalisis keberadaan gas N₂O, hal ini memiliki tujuan untuk memperbaiki metode-metode yang sudah ada sebelumnya. Metode elektroanalisis banyak menarik perhatian para peneliti dengan alasan metode ini sederhana, murah, dan mudah dibangun jika dibandingkan dengan metode kromatografi dan spektrometri inframerah (Siswoyo, *et al.*, 2000), salah satu teknik yang digunakan yaitu dengan menggunakan teknik voltammetri.

Permasalahan yang dipelajari dalam penelitian ini adalah 1) bagaimana pengaruh variasi konsentrasi elektrolit dan *scan rate* pada pengukuran gas N₂O secara elektrokimia, 2) bagaimana karakteristik sensor gas menggunakan teknik polarisasi voltammetri siklik dan *differential pulse voltammetry*, 3) bagaimana karakteristik sensor gas N₂O menggunakan membran dan tanpa membran.

Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui pengaruh variasi *scan rate* dan konsentrasi elektrolit pada pengukuran gas N₂O secara elektrokimia, 2) mengetahui karakteristik sensor gas N₂O menggunakan teknik polarisasi voltammetri siklik dan

differential pulse voltammetry, 3) mengetahui karakteristik sensor gas N₂O menggunakan membran dan tanpa membran.

Variasi konsentrasi elektrolit tetrabutylammoniumperchlorat/dimetilsulphoksida (TBAP/DMSO) yang digunakan adalah 0,010; 0,025; 0,050; 0,075; 0,100 M dan variasi *scan rate* yaitu 40, 80, 100, 200 mV/detik. Alat yang digunakan berupa potensiostat Amel 433A dengan sel tiga elektrodanya terdiri dari elektroda kerja platina (Pt), elektroda pembanding perak (Ag), dan elektroda pelengkap adalah emas (Au). Pengukuran dilakukan pada rentang potensial 0 - (-2800) mV.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon sensor optimum pada konsentrasi elektrolit 0,025 M dan *scan rate* 80 mV/detik. Karakterisasi sensor yang meliputi daerah kerja, sensitivitas dan batas deteksi dengan teknik polarisasi *differential pulse voltammetry* tidak berhasil dibandingkan teknik polarisasi voltametri siklik karena puncak reduksi N₂O yang terekam tidak stabil. Karakterisasi sensor dengan teknik polarisasi voltametri siklik didapatkan: Daerah linier, tanpa menggunakan membran 1,514 – 4,878g/L dengan kelinieran sebesar 0,9729, menggunakan membran 0,4125 – 1,329 g/L dengan kelinieran 0,9877. Batas deteksi, tanpa menggunakan membran 0,7706 g/L , menggunakan membran 0,14020 g/L. Sensitivitas, tanpa menggunakan membran -3274,7 nA(g/L)⁻¹, menggunakan membran -466,77 nA(g/L)⁻¹.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Optimalisasi Sensor Elektrokimia Gas N₂O Menggunakan Elektroda Platina (Pt)*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, PhD., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember,
2. Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember,
3. Drs. Zulfikar PhD., selaku ketua Laboratorium Kimia Analitik jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember,
4. Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD., selaku Dosen Pembimbing Utama, Tri Mulyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Drs. Zulfikar, PhD., Tanti Haryati, S.Si., Asnawati, S.Si., M.Si dan Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian serta kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini,
5. Dwi Indarti, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan mengarahkan kemajuan akademik selama menjadi mahasiswa,
6. Bapak dan Ibu Dosen Pembina matakuliah, Staf administrasi dan Teknisi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, khususnya Mas Budi dan Bu Hartik, maaf kalau sering ganggu di kantor,

7. Phi2, partner di LAB. Terima kasih sudah banyak membantu, kasih nasehat kalau aku mulai patah semangat. Semangat & sukses !!,
8. Teman-teman'02, terima kasih banyak atas kebersamaan kalian selama ini. Aku tidak pernah lupa kebaikan kalian,
9. Teman-teman'03, '04, '05, terima kasih bantuan kalian selama ini. Kalau ada sikap yang tidak berkenan, maafin aku ya ?,
10. Teman-teman penelitian di LAB Barat dan Timur, terima kasih atas masukannya. Ayo semangat Jangan menyerah...,
11. Bapak/ Ibu Kosan Batu Raden, Kalimantan XVI, Kalimantan 57, terima kasih banyak sudah memberi tumpangan istirahat selama kuliah,
12. Semua pihak yang banyak membantu yang tidak dapat penulis disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan khususnya dibidang Kimia Analitik.

Jember, Desember 2007

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Elektrokimia | 4 |
| 2.2 Komponen-Komponen Sel Elektrokimia | 6 |
| 2.2.1 Sel | 7 |
| 2.2.2 Larutan Elektrolit | 8 |
| 2.2.3 Elektroda | 9 |
| 2.3 Mikroelektroda | 11 |
| 2.4 Potensiostat | 12 |
| 2.5 Sensor Elektrokimia | 14 |

| | | |
|---------------|---|----|
| 2.6 | Voltammetri | 15 |
| 2.6.1 | Voltametri Siklik | 18 |
| 2.6.2 | <i>Differential Pulse Voltammetry</i> | 20 |
| 2.7 | <i>Polydimethylsiloxanes (PDMS)</i> | 22 |
| 2.8 | Nitrous Oksida (N₂O) | 23 |
| BAB 3. | METODE PENELITIAN | 25 |
| 3.1 | Tempat dan Waktu Penelitian | 25 |
| 3.2 | Diagram Alir Penelitian | 25 |
| 3.2.1 | Preparasi Sel Elektrokimia | 26 |
| 3.2.2 | Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum | 26 |
| 3.2.3 | Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum | 27 |
| 3.2.4 | Pembuatan Sensor Gas N ₂ O | 27 |
| 3.2.5 | Elektroanalisis Menggunakan Elektoda Kerja Pt tanpa Menggunakan Membran (<i>Unshielded Electrode</i>) | 28 |
| 3.2.6 | Elektroanalisis Menggunakan Elektoda Kerja Pt dengan Membran PDMS (<i>Membrane Covered</i>) | 29 |
| 3.3 | Alat dan Bahan | 29 |
| 3.3.1 | Alat | 29 |
| 3.3.2 | Bahan | 29 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian | 30 |
| 3.4.1. | Preparasi Sel Elektrokimia | 30 |
| 3.4.2. | Pembuatan Gas N ₂ O | 30 |
| 3.4.3. | Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum | 30 |
| 3.4.4. | Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum | 31 |
| 3.4.5. | Pembuatan Sensor Gas N ₂ O | 31 |
| 3.4.6. | Elektroanalisis Menggunakan Elektoda Kerja Pt tanpa Menggunakan Membran (<i>Unshielded Electrode</i>) | 32 |
| 3.4.7. | Elektroanalisis Menggunakan Elektoda Kerja Pt dengan Membran PDMS (<i>Membrane Covered</i>) | 32 |
| 3.4.8. | Karakterisasi Sensor Gas | 33 |

| | |
|---|----|
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 35 |
| 4.1 Preparasi Gas Nitrous Oksida | 35 |
| 4.2 Optimalisasi Sensor | 36 |
| 4.2.1 Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum | 36 |
| 4.2.2 Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum | 40 |
| 4.3 Proses Elektroanalisis tanpa Menggunakan Membran | 42 |
| 4.4 Proses Elektroanalisis Menggunakan Membran <i>Polydimethylsiloxane (PDMS)</i> | 45 |
| 4.5 Karakterisasi Sensor | 48 |
| 4.5.1 Daerah Linier | 48 |
| 4.5.2 Batas Deteksi | 48 |
| 4.5.3 Sensitivitas | 49 |
| BAB 5. PENUTUP | 50 |
| 5.1 Kesimpulan | 50 |
| 5.2 Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 52 |
| LAMPIRAN | 54 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Data Pengukuran N ₂ O pada Berbagai Konsentrasi TBAP | 39 |
| 4.2 Data Pengukuran N ₂ O pada Berbagai <i>Scan Rate</i> | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Rangkaian Sel Elektrokimia | 7 |
| 2.2 Rentang Potensial Elektroda | 9 |
| 2.3 Macam-Macam Bentuk Elektroda | 12 |
| 2.4 Gambar Rangkaian Potensiostat | 14 |
| 2.5 Variasi Eksitasi Potensial pada Teknik Voltametri | 18 |
| 2.6 Voltametri Siklik (a) Potensial sebagai Fungsi Waktu (b) Arus sebagai Fungsi Potensial | 19 |
| 2.7 Voltammogram <i>Differential Pulse Voltammetry</i> (a) Potensial sebagai Fungsi Waktu (b) Arus sebagai Fungsi Potensial | 21 |
| 2.8 Struktur <i>Polydimethylsiloxane</i> | 23 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 25 |
| 3.2 Skema Preparasi Sel Elektrokimia | 26 |
| 3.3 Skema Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum | 26 |
| 3.4 Skema Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum | 27 |
| 3.5 Skema Pembuatan Sensor Gas N ₂ O | 27 |
| 3.6 Skema Elektroanalisis Menggunakan Elektroda Kerja Pt tanpa Menggunakan Membran (<i>Unshielded Electrode</i>) | 28 |
| 3.7 Skema Elektroanalisis Menggunakan Elektroda Kerja Pt Menggunakan Membran (<i>Membrane Covered</i>) | 29 |
| 3.8 Skema Sensor Gas N ₂ O | 31 |
| 3.9 Skema Elektroanalisis Menggunakan Elektroda Pt | 32 |
| 4.1 Voltammogram Reduksi N ₂ O dengan Variasi Konsentrasi TBAP | 38 |
| 4.2 Voltammogram Reduksi N ₂ O Setiap Konsentrasi TBAP | 39 |
| 4.3 Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit terhadap Arus Reduksi N ₂ O | 40 |
| 4.4 Voltammogram Reduksi N ₂ O dengan Variasi <i>Scan Rate</i> | 41 |
| 4.5 Voltammogram Reduksi N ₂ O Setiap <i>Scan Rate</i> | 41 |
| 4.6 Pengaruh <i>Scan Rate</i> terhadap Arus Reduksi N ₂ O | 42 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.7 | Voltammogram Voltammetri Siklik tanpa Membran | 43 |
| 4.8 | Kurva Kalibrasi tanpa Membran Menggunakan Voltammetri Siklik | 44 |
| 4.9 | Voltammogram <i>Differential Pulse Voltammetry</i> tanpa Membran | 45 |
| 4.10 | Voltammogram Voltammetri Siklik Menggunakan PDMS | 46 |
| 4.11 | Kurva Kalibrasi Menggunakan Membran dengan Voltammetri Siklik | 47 |
| 4.12 | Voltammogram <i>Differential Pulse Voltammetry</i> Menggunakan PDMS | 47 |