



**OPTIMASI DAN KARAKTERISASI KINERJA SENSOR GAS N<sub>2</sub>O  
SECARA VOLTAMMETRI SIKLIK MENGGUNAKAN  
MIKROELEKTRODA EMAS (Au) DENGAN  
MEMBRAN PTFE (*POLYTETRAFLUOROETHYLENE*)**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Aditia Widya Amalia  
NIM 071810301009**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**OPTIMASI DAN KARAKTERISASI KINERJA SENSOR GAS N<sub>2</sub>O  
SECARA VOLTAMMETRI SIKLIK MENGGUNAKAN  
MIKROELEKTRODA EMAS (Au) DENGAN  
MEMBRAN PTFE (*POLYTETRAFLUOROETHYLENE*)**

**SKRIPSI**

**Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains**

**Oleh:**

**Aditia Widya Amalia  
NIM 071810301009**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ayahanda Muji Waluyo dan Ibunda Rusmini yang telah memberikan dukungan material dan spiritual, kasih sayang, nasehat, kepercayaan dan segala hal demi kebahagiaan dan kebaikan putrinya. Love U, Mom n Dad;
2. Kakak saya, Gundul dan Vita, terima kasih telah memberi warna dalam hidup saya. Juga atas bantuannya selama penelitian (Maaf kadang buat ribet juga...hehehe);
3. Bapak Ir. Neran, M.Kes. (Abi), yang sejak saya mengenal Jurusan Kimia telah bersedia membimbing, memarahi, menasehati, menjadi Ayah dan teman dengan penuh kesabaran (Maaf kalau Adit kadang bandel ya Pak);
4. Bapak Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D. (Daddy Sis) yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran juga kesabaran untuk membimbing selama proses tugas akhir;
5. Mas Jelek, yang selalu beri support dan saran meski jauh. Terima kasih buat semuanya;
6. sahabat-sahabat saya (Dino Bambang, Chen2 imoet, Badri Cacing, Ika adikku gigi kecil, Mbak Bimbi, Mama Sita, dll.), terima kasih untuk selalu ada dalam suka dan duka serta mengisi hari-hari di Jember dengan penuh kenangan nano-nano;
7. teman-teman tercinta Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember;
8. Almamater Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

## MOTTO

Seumur hidupmu kau telah diberitahu tentang hal-hal yang tidak bisa kau lakukan.

Seumur hidupmu, kau telah dengar bahwa kau tidak cukup pintar, kau tidak cukup kuat, kau tidak punya cukup bakat untuk melakukan mimpi-mimpimu.

Seumur hidupmu pula orang tiada henti mengatakan bahwa kau kurang tinggi, kau terlalu gemuk, dan semua hal tentang penampilan fisikmu yang kurang memenuhi syarat untuk menjadi pemain ini atau bekerja sebagai itu.

Tiada henti mereka mengatakan “Tidak”, “Jangan”, beribu kali sampai kata itu kehilangan arti.

Seumur hidupmu orang dengan cepatnya mengatakan apa yang salah tentang rencana cita-citamu dan kenapa kau tidak mungkin mencapainya.

Tetapi kau akan dengan berani mengatakan kepada mereka semua **“YA, AKU BISA”**

-Nike Ad-

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditia Widya Amalia

NIM : 071810301009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul *Optimasi dan Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N<sub>2</sub>O Secara Voltammetri Siklik Menggunakan Mikroelektroda Emas (Au) Dengan Membran PTFE (Polytetrafluoroethylene)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Aditia Widya Amalia

NIM 071810301009

**SKRIPSI**

**OPTIMASI DAN KARAKTERISASI KINERJA SENSOR GAS N<sub>2</sub>O SECARA  
VOLTAMMETRI SIKLIK MENGGUNAKAN MIKROELEKTRODA EMAS  
(Au) DENGAN MEMBRAN PTFE (*POLYTETRAFLUOROETHYLENE*)**

**Oleh**

**Aditia Widya Amalia**

**NIM 071810301009**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Neran, M.Kes.**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Optimasi dan Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N<sub>2</sub>O Secara Voltametri Siklik Menggunakan Mikroelektroda Emas (Au) dengan Membran PTFE (Polytetrafluoroethylene)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (DPU)

Sekretaris (DPA)

Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D.

Ir. Neran, M.Kes.

NIP 196605291993031003

NIP 194808071974121003

Anggota Tim Penguji

Penguji I

Penguji II



Drs. Zulfikar, Ph.D.

Tri Mulyono, S.Si, M.Si

NIP 196310121987021001

NIP 196810201998021002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.

NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Optimasi dan Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N<sub>2</sub>O Secara Voltammetri Siklik Menggunakan Mikroelektroda Emas (Au) dengan Membran PTFE (Polytetrafluoroethylene);** Aditia Widya Amalia, 071810301009, 2011: 50 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Gas dinitrogen oksida atau nitrous oksida merupakan salah satu gas yang menyebabkan pemanasan global dan merusak lapisan ozon. Gas N<sub>2</sub>O digunakan secara luas sebagai gas anastesi dan analgesik dalam bidang pengobatan dan juga sebagai zat aditif bahan bakar bidang otomotif. Gas ini memiliki kekuatan menyerap panas 300 kali lebih kuat dibandingkan dengan gas karbon dioksida. Sehingga monitoring terhadap laju emisinya menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Selama ini, metode yang digunakan untuk analisis keberadaan gas N<sub>2</sub>O adalah dengan menggunakan metode kromatografi gas, spektrometri inframerah dan spektroskopi fotoakustik yang cenderung membutuhkan tenaga yang terampil dan biaya operasional yang mahal. Untuk itu diperlukan suatu metode dan peralatan sensor yang relatif lebih murah, sensitif dan selektif. Pengembangan sensor gas N<sub>2</sub>O secara voltammetri siklik menggunakan mikroelektroda emas dan membran PTFE merupakan salah satu metode yang dapat digunakan.

Permasalahan yang dipelajari dalam penelitian ini dititikberatkan pada bagaimana: 1) pengaruh variasi konsentrasi elektrolit TBAP, *scan rate* dan ukuran pori membran PTFE pada hasil pengukuran gas N<sub>2</sub>O secara voltammetri siklik dengan menggunakan mikroelektroda kerja emas, 2) *linear range*, limit deteksi dan sensitivitas sensor gas N<sub>2</sub>O secara voltammetri siklik menggunakan mikroelektroda kerja emas, 3) selektivitas sensor gas N<sub>2</sub>O berbasis membran yang bekerja berdasarkan prinsip voltammetri siklik terhadap gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, dan 4) karakteristik hasil pengukuran sensor gas N<sub>2</sub>O secara elektrokimia dengan menggunakan elektroda



emas terhadap keberadaan gas  $N_2O$  bila dibandingkan dengan hasil pengukuran dari sensor infra merah (*infrared*). Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Jember.

Variasi konsentrasi elektrolit tetrabutylammoniumperchlorat dalam dimetilsulphoksida (TBAP/DMSO) yang digunakan adalah 0,05 M; 0,1 M dan 0,15 M. Sedangkan variasi *scan rate* yang digunakan yaitu 20, 40, 60, 80, 100, 200 mV/s. Alat yang digunakan yaitu Potensiostat Amel 433 A dengan sel elektrokimia yang dilengkapi dengan tiga elektroda yaitu elektroda kerja emas (Au), elektroda pembanding Ag/AgCl dan elektroda pelengkap platina (Pt). Polarisasi elektroda menggunakan voltametri siklik pada rentang potensial 0-(-2,8) V.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi larutan elektrolit TBAP/DMSO optimum pada 0,1 M dan *scan rate* optimum pada 100 mV/s. Hasil pengujian terhadap variasi ukuran pori membran PTFE 0,22  $\mu m$ ; 0,45  $\mu m$  dan 1  $\mu m$  menunjukkan bahwa ukuran pori berbanding lurus dengan arus reduksi gas  $N_2O$ . Sehingga membran PTFE yang digunakan adalah pada pori 1  $\mu m$ . Selektivitas sensor gas  $N_2O$  terhadap gas  $O_2$  dan gas  $CO_2$  juga sangat bagus karena tidak didapatkan respon dari kedua gas tersebut. Sehingga dalam hal ini gas  $O_2$  dan gas  $CO_2$  tidak menjadi interferensi dalam pengukuran.

Akan tetapi sensor gas  $N_2O$  yang bekerja berdasar prinsip voltametri siklik tidak dapat dibandingkan hasilnya dengan sensor gas komersial yang berbasis infrared. Hal ini dikarenakan perbedaan kemampuan dalam mendeteksi analit. Sensor gas inframerah mampu mendeteksi gas  $N_2O$  pada konsentrasi 0-1%. Sedangkan sensor gas berbasis voltametri siklik tidak mampu mendeteksi konsentrasi analit di bawah 1%. Karakterisasi sensor dengan polarisasi voltametri siklik didapatkan: daerah kerja pada 9,09%-20% dengan nilai korelasi sebesar 0,95. Sensitivitas sensor adalah sebesar -0,199 nA/%.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Optimasi dan Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N<sub>2</sub>O Secara Voltammetri Siklik Menggunakan Mikroelektroda Emas (Au) dengan Membran PTFE (*Polytetrafluoroethylene*).

Penulisan karya ilmiah ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D., selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Drs. Siswoyo, M.Sc.,Ph.D. dan Ir. Neran, M.Kes. selaku dosen pembimbing tugas akhir;
4. Drs. Zulfikar, Ph.D. dan Tri Mulyono, S.Si.,M.Si selaku dosen penguji tugas akhir;
5. Bapak Ibu Dosen Pembina mata kuliah, Staf Administrasi dan Teknisi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember;
6. Chen2 dan Dino, partner sekaligus keluarga dalam TA. Terima kasih atas support, kebersamaan, perhatian, kasih sayang dan semua ceritanya selama ini dalam tiap sikon. Semoga selamanya kita bisa seperti ini;
7. teman-teman 2K7, terima kasih atas semua warna dan tulisan yang ditorehkan dalam tiap lembar kehidupan;
8. teman-teman kos Jalak 1, terima kasih telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini, memberikan banyak kenangan manis juga membuat perubahan dalam hidup selama di Jember;

9. Semua pihak yang banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi perkembangan ilmu kimia khususnya bidang kimia analitik dalam memonitor laju emisi gas  $N_2O$  dan memberikan manfaat bagi siapa saja yang membutuhkan. Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mohon maaf apabila dalam skripsi ini terdapat banyak kesalahan kata atau kalimatnya. Penulis juga memohon kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan karya ilmiah yang disusun selanjutnya dan demi perkembangan dalam ilmu kimia.

Jember, 11 Oktober 2011

Aditia Widya Amalia

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 <b>Latar belakang</b> .....	1
1.2 <b>Rumusan Masalah</b> .....	2
1.3 <b>Batasan Masalah</b> .....	3
1.4 <b>Tujuan Penelitian</b> .....	3
1.5 <b>Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 <b>Elektrokimia</b> .....	4
2.2 <b>Sel Elektrokimia</b> .....	6
2.2.1 Sel.....	7
2.2.2 Elektroda .....	7
2.2.3 Pelarut dan Larutan Elektrolit .....	10
2.3 <b>Mikroelektroda</b> .....	11
2.4 <b>Voltammetri</b> .....	12
2.4.1 <b>Macam Arus dalam Voltammetri</b> .....	12

2.4.2	Voltammetri Siklik.....	15
2.5	<b>Sensor Gas</b> .....	16
2.6	<b>Potensiostat</b> .....	17
2.7	<b>Emas</b> .....	18
2.8	<b>PTFE (Polytetrafluoroethylene)</b> .....	19
2.9	<b>Gas Nitrous Oksida (N<sub>2</sub>O)</b> .....	20
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....		21
3.1	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	21
3.2	<b>Alat dan Bahan</b> .....	21
3.2.1	Alat.....	21
3.2.2	Bahan.....	21
3.3	<b>Diagram Alir Penelitian</b> .....	22
3.3.1	Preparasi Sel Elektrokimia Tanpa Menggunakan Membran .....	23
3.3.2	Optimasi <i>Scan Rate</i> .....	24
3.3.3	Optimasi Konsentrasi Larutan Elektrolit .....	24
3.3.4	Preparasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O Berbasis Membran .....	25
3.3.5	Optimasi Ukuran Pori Membran PTFE.....	26
3.3.6	Karakterisasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O .....	26
3.3.7	Uji Selektifitas Sensor Gas N <sub>2</sub> O terhadap Gas O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	27
3.3.8	Perbandingan Analisis Gas N <sub>2</sub> O dengan Metode Sensor Infra Merah dan Voltammetri Siklik.....	27
3.4	<b>Prosedur Penelitian</b> .....	28
3.4.1	Preparasi Sel Elektrokimia Tanpa Menggunakan Membran .....	28
3.4.2	Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum.....	28
3.4.3	Penentuan Konsentrasi Larutan Elektrolit .....	28
3.4.4	Preparasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O Berbasis Membran .....	29

3.4.5	Optimasi Ukuran Pori Membran PTFE.....	30
3.4.6	Karakterisasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O .....	30
	a. Penentuan <i>Linear Range</i> .....	30
	b. Penentuan Limit Deteksi.....	30
	c. Penentuan Sensitivitas.....	31
	d. Penentuan Selektivitas .....	31
3.4.7	Uji Selektifitas Sensor Gas N <sub>2</sub> O terhadap Gas O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	32
3.4.8	Perbandingan Analisis Gas N <sub>2</sub> O dengan Metode Sensor Infra Merah ( <i>Infrared Sensor</i> ) dan Voltametri Siklik ( <i>Cyclic Voltammetry</i> ) .....	32
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Optimasi Sensor Gas N<sub>2</sub>O</b> .....	<b>34</b>
4.1.1	Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum.....	34
4.1.2	Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum.....	36
4.1.3	Penentuan Ukuran Pori Optimum Membran PTFE.....	39
<b>4.2</b>	<b>Karakterisasi Sensor</b> .....	<b>43</b>
4.2.1	Penentuan <i>Linear Range</i> .....	43
4.2.2	Penentuan Limit Deteksi .....	44
4.2.3	Penentuan Sensitivitas.....	44
4.2.4	Penentuan Selektivitas .....	44
<b>4.3</b>	<b>Perbandingan Analisa Gas N<sub>2</sub>O dengan Menggunakan Sensor Infra Merah dan Voltametri Siklik</b> .....	<b>47</b>
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan</b> .....	<b>48</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran</b> .....	<b>48</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pengukuran N <sub>2</sub> O pada Berbagai Variasi Scan Rate .....	36
Table 4.2 Data Pengukuran N <sub>2</sub> O pada Berbagai Konsetrasi TBAP.....	39
Tabel 4.3 Data Pengukuran Arus Reduksi N <sub>2</sub> O pada Berbagai Variasi Ukuran Pori Membran PTFE .....	41
Tabel 4.4 Data Pengukuran Arus Reduksi N <sub>2</sub> O pada Variasi Konsentrasi N <sub>2</sub> O.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sel Elektrokimia.....	6
Gambar 2.2	<i>Potensial Range Working Electrode</i> .....	10
Gambar 2.3	Macam-macam Bentuk Mikroelektroda .....	11
Gambar 2.4	Polarisasi Potensial Elektroda .....	15
Gambar 2.5	Rangkaian Potensiostat .....	17
Gambar 3.1	Kerangka Pemikiran Umum Penelitian.....	22
Gambar 3.2	Preparasi Sel Elektrokimia Tanpa Menggunakan Membran .....	23
Gambar 3.3	Skema Optimasi <i>Scan Rate</i> .....	24
Gambar 3.4	Skema Optimasi Konsentrasi Larutan Elektrolit.....	24
Gambar 3.5	Skema Preparasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O Berbasis Membran .....	25
Gambar 3.6	Skema Optimasi Ukuran Pori Membran PTFE.....	26
Gambar 3.7	Skema Karakterisasi Sensor Gas N <sub>2</sub> O .....	26
Gambar 3.8	Skema Uji Selektifitas Sensor Gas N <sub>2</sub> O terhadap Gas O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	27
Gambar 3.9	Perbandingan Analisis Gas N <sub>2</sub> O dengan Metode Sensor Infra Merah dan Voltametri Siklik.....	27
Gambar 3.10	Desain Sensor Gas N <sub>2</sub> O Tanpa Menggunakan Membran .	28
Gambar 3.11	Desain Sensor Gas N <sub>2</sub> O Berbasis Membran .....	29
Gambar 3.12	Desain Sensor Infra Merah dan Sensor Elektrokimia Untuk Perbandingan Hasil Analisis Gas N <sub>2</sub> O.....	33
Gambar 4.1	Voltammogram Reduksi N <sub>2</sub> O Tiap Variasi <i>Scan Rate</i> .....	35
Gambar 4.2	Voltammogram Arus Reduksi N <sub>2</sub> O dengan Variasi <i>Scan Rate</i> .....	35
Gambar 4.3	Pengaruh Variasi Scan Rate Terhadap Arus Reduksi N <sub>2</sub> O .....	36



Gambar 4.4	Voltammogram Arus Reduksi N <sub>2</sub> O dengan Variasi Konsentrasi Larutan Elektrolit TBAP/DMSO .....	37
Gambar 4.5	Voltammogram Arus Reduksi N <sub>2</sub> O pada Tiap Variasi Konsentrasi Larutan Elektrolit .....	38
Gambar 4.6	Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit TBAP Terhadap Arus Reduksi N <sub>2</sub> O.....	39
Gambar 4.7	Voltammogram Arus Reduksi N <sub>2</sub> O pada Tiap Variasi Ukuran Pori Membran PTFE .....	40
Gambar 4.8	Voltammogram Arus Reduksi N <sub>2</sub> O dengan Variasi Ukuran Pori Membran PTFE .....	41
Gambar 4.9	Pengaruh Variasi Ukuran Pori Membran PTFE terhadap Arus Reduksi N <sub>2</sub> O.....	41
Gambar 4.10	Voltammogram Sensor dengan Variasi Konsentrasi Gas N <sub>2</sub> O .....	42
Gambar 4.11	Kurva Kalibrasi dari Karakterisasi Sensor .....	44
Gambar 4.12	Voltammogram CO <sub>2</sub> yang Terukur pada Sensor Gas N <sub>2</sub> O .....	45
Gambar 4.13	Voltammogram O <sub>2</sub> yang Terukur pada Sensor Gas N <sub>2</sub> O .....	46
Gambar 4.14	Sensor Infra Merah untuk Gas N <sub>2</sub> O .....	47