



**PENGEMBANGAN SENSOR ALKOHOL DARI BAHAN
POLIPIROL KONDUKTIF DENGAN VARIASI
KONSENTRASI DOPAN FLUOROBORAT**

SKRIPSI

Oleh

**Susi Nur Qomariyah
NIM 051810301021**

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



**PENGEMBANGAN SENSOR ALKOHOL DARI BAHAN
POLIPIROL KONDUKTIF DENGAN VARIASI
KONSENTRASI DOPAN FLUOROBORAT**

SKRIPSI

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

Oleh

**Susi Nur Qomariyah
NIM 051810301021**

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

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim...

Syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan Ridhomu Ya Allah.

Shalawat dan Salam selalu tercurahkan untuk Nabi Agung Muhammmad SAW.

Skripsi ini semoga dapat menjadi akhir yang indah dan awal yang lebih baik bagi langkah saya di masa depan.

Skripsi ini Saya Persembahkan Kepada :

1. Ibunda Susilowati dan Bapak H. Miyoso, terimakasih untuk kasih sayang, doa, kesabaran, keikhlasan, bimbingan, didikan, pengorbanan, nasehat, teladan, perjuangan, dan atas segala yang telah diberikan dengan tulus dan ikhlas, sehingga bisa meraih semua ini;
2. Adik A. Wardiyono dan Susilo Slamet Riadi, terimakasih buat doa, dukungan, semangat, dan bantuannya;
3. Guru-guruku sejak SD sampai Perguruan Tinggi terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Tercinta, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember.

MOTTO

*Orang yang mengatakan tidak punya waktu adalah orang
yang pemalas
(Lich Terberg)*

*Cukuplah bagi kami Allah, menjadi Tuhan kami dan Dialah
sebaik-baik wakil (yang membereskan semua urusan)
(Ali-Imran : 173)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Susi Nur Qomariyah

NIM : 051810301021

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Pengembangan Sensor Alkohol dari Bahan Polipirol Konduktif dengan Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan 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, 15 Juli 2011

Yang menyatakan,

Susi Nur Qomariyah
NIM 051810301021

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR ALKOHOL DARI BAHAN
POLIPIROL KONDUKTIF DENGAN VARIASI
KONSENTRASI DOPAN FLUOROBORAT**

Oleh

**Susi Nur Qomariyah
NIM 051810301021**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Asnawati. S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Neran, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Sensor Alkohol dari Bahan Polipirol Konduktif dengan Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat” 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),

Asnawati, S.Si, M.Si.
NIP 196808141999032001

Ir. Neran, M.Kes
NIP 194808071974121003

Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D.
NIP 196605291993031003

Novita Andarini, S.Si., M.Si.
NIP 197211122000032001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pengembangan Sensor Alkohol dari Bahan Polipirol Konduktif dengan Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat; Susi Nur Qomariyah, 051810301021; 2011: 60 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Polimer konduktif terkenal sebagai sensor untuk alkohol uap air. Alkohol dapat dideteksi untuk keamanan di lingkungan seperti etanol banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan minuman keras. Sensor alkohol dengan bahan polimer memiliki keunggulan yaitu ringan dan mudah dalam proses pembuatannya. Salah satu polimer konduktif yang digunakan yaitu polipirol. Kelebihan polipirol ini adalah kemudahan menumbuhkan bentuk film dengan reaksi polimerisasi secara elektrokimia, memiliki konduktivitas listrik yang cukup tinggi, sifat mekanik yang cukup kuat, dan relatif lebih stabil (Subekti, 1993a). Keberadaan dopan dapat meningkatkan konduktivitas listrik polimer dari sintesis polipirol.

Tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui: (1) pengaruh variasi konsentrasi dopan fluoroborat pada sintesis polipirol secara voltametri siklik, (2) struktur permukaan film polipirol yang dihasilkan dengan menggunakan mikroskop optik, (3) perubahan nilai resistansi pada respon film polipirol terhadap senyawa alkohol yang berbeda, (4) kerja respon polipirol yang berupa daerah kerja, sensitivitas, dan waktu respon. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan sensor untuk analit lainnya, serta dapat menjadi bahan informasi untuk kajian sensor berbasis polimer konduktif.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu sintesis polipirol (voltametri siklik) dan karakterisasi sensor polipirol terhadap variasi alkohol. Tahap pertama adalah melakukan sintesis polipirol dengan beberapa perlakuan yaitu pembuatan elektroda kerja dan larutan elektrolit. Pembuatan elektroda berasal dari PCB kosong dengan lapisan tembaga dicetak membentuk huruf U pada permukaan PCB. Lapisan tembaga tersebut dipotong hingga membentuk gap pada ujung elektroda kemudian

disepuh dengan emas. Pembuatan larutan elektrolit terdiri dari pirol, dopan tetrabutylamonium tetrafluoroborat, dan asetonitil sebagai pelarut. Sintesis ada dua proses yang dilakukan yaitu optimasi *scan rate* dan sintesis terhadap variasi konsentrasi dopan (0,15 M; 0,20 M dan 0,25 M).

Tahap kedua adalah karakterisasi sensor polipirol terhadap variasi alkohol. Sensor yang digunakan dari hasil sintesis variasi konsentrasi dopan yang akan diuji pada senyawa alkohol yaitu metanol, etanol, dan propanol dengan masing-masing konsentrasi 0,03 M; 0,04 M dan 0,05 M. Data yang diperoleh akan dilakukan pengukuran respon sensor yang meliputi: daerah kerja, sensitivitas dan waktu respon.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektropolimerisasi terhadap pengaruh variasi konsentrasi dopan fluoroborat pada sintesis polipirol secara voltametri siklik pada potensial 0-1200 mV dengan 10 siklik menghasilkan bentuk voltammogram yang berbeda-beda. Konsentrasi dopan fluoroborat yang tinggi bentuk voltammogramnya lebih teratur dibandingkan dengan konsentrasi dopan fluoroborat yang rendah. Struktur permukaan film polipirol yang diperoleh dari mikroskop optik memiliki perbedaan, dimana konsentrasi dopan yang tinggi menghasilkan permukaan film yang rata dan halus, sedangkan konsentrasi dopan yang rendah menghasilkan permukaan film yang tidak rata dan kasar. Karakterisasi larutan metanol PPy/BF₄⁻ 0,20 M dan etanol PPy/BF₄⁻ 0,25 M memiliki kelinearitas sebesar 0,989 dan 0,999, sedangkan untuk larutan propanol tidak menunjukkan linear. Nilai sensitivitas untuk PPy/BF₄⁻ 0,20 M pada larutan metanol sebesar 558.3 dan PPy/BF₄⁻ 0,25 M pada larutan etanol sebesar 2366. Waktu respon PPy/BF₄⁻ untuk larutan metanol dan etanol meningkat dengan bertambahnya konsentrasi dopan dan alkohol.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengembangan Sensor Alkohol dari Bahan Polipirol Konduktif dengan Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika Ilmu dan Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Drs. Kusno, DEA, Ph.D, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Bapak Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Bapak Ir. Neran, M.Kes, Ibu Asnawati S.Si, M.Si, Bapak Drs. Siswoyo. MSc. PhD dan Ibu Novita Andarini, S.Si., M.Si selaku dosen Pembimbing dan penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian selama penyusunan skripsi demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Drh. Wuriyanti Handayani, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa;
5. teman-teman seangkatan terimakasih atas motivasi, semangat, dukungan, perhatian, bantuan, dan nasehatnya;
6. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu terselesainya penulisan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2011

Susi Nur Qomariyah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sintesis Polimer Konduktif Polipirol	5
2.1.1 Monomer Pirol.....	8
2.2 Elektropolimerisasi Pirol	9
2.2.1 Metode Elektropolimerisasi.....	9
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Elektropolimerisasi	10
2.2.3 Pelarut.....	13
2.2.4 Dopan Tetrabutylamonium Tetrafluoroborat(Bu ₄ NBF ₄).....	15
2.2.5 Metoda Voltametri.....	17
2.2.6 Elektroda Kerja	18
2.3 Sensor Gas Berbasis Polimer Konduktif	18
2.4 Polimer konduktif Polipirol sebagai Sensor Alkohol	19

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.2.1 Alat Penelitian.....	21
3.2.2 Bahan Penelitian	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Pembuatan Elektroda Kerja	23
3.4.2 Pembuatan Larutan Elektrolit	24
3.4.3 Proses Elektropolimerisasi Pirol.....	25
3.4.4 Karakterisasi Polipirol terhadap Variasi Senyawa alkohol	27
3.5 Respon Sensor terhadap Senyawa Alkohol	29
3.5.1 Penentuan Daerah Kerja	29
3.5.2 Sensitivitas	30
3.5.3 Waktu Respon.....	30
BAB 4. PEMBAHASAN	31
4.1 Elektropolimerisasi Pirol	31
4.1.1 Optimasi <i>Scan Rate</i>	31
4.1.2 Sintesis Polipirol Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat	36
4.2 Karakterisasi Polipirol Terhadap Uap Senyawa Alkohol	42
4.3 Respon Sensor	50
4.3.1 Penentuan Daerah Kerja	50
4.3.2 Sensitivitas	51
4.3.3 Waktu Respon	52
BAB 5. PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat Fisik Pirol.....	8
2.2 Sifat Fisik Asetonitril.....	13
2.3 Sifat – Sifat Beberapa Pelarut.....	14
2.4 Efek Pelarut pada Kualitas Film Polipirol.....	15
2.5 Film Polipirol dengan Dopan Berbeda	15
4.1 Data Hasil Karakterisasi Larutan Metanol	43
4.2 Data Hasil Karakterisasi Larutan Etanol	45
4.3 Data Hasil Karakterisasi Larutan Propanol	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Elektronik Polipirol; (a) isolator ; (b) konduktor.....	6
2.2 Struktur pirol berdasarkan teori Lewis	8
2.3 Struktur Dopan Tetrabutylamonium Tetrafluoroborat (Bu ₄ NBF ₄)	16
2.4 Polipirol dengan dopan tetrafluoroborat.....	16
2.5 Siklik Voltammogram.....	17
2.6 Proses Elektropolimerisasi Pirol.....	19
3.1 Kerangka pemikiran umum penelitian.....	22
3.2 Bentuk elektroda kerja tembaga berlapis emas.....	24
3.3 Diagram sel elektrokimia untuk polimerisasi, CE = <i>counter elektrode</i> , WE = <i>working elektrode</i> : tempat dimana polipirol akan terbentuk, RE = <i>reference elektrode</i>	28
3.4 Diagram Alir Elektropolimerisasi Polipirol.....	27
3.5 Diagram susunan alat untuk pengujian sensor polipirol.....	28
4.1 Bentuk Film polipirol dan Pola Voltammogram (a) <i>Scan rate</i> 200 mV/s, (b) <i>Scan rate</i> 100 mV/s, (c) <i>Scan rate</i> 50 mV/s, (d) <i>Scan rate</i> 30 mV/s, dengan 10 siklik pada potensial 0-1200 mV	33
4.2 Kurva Karakterisasi Optimasi <i>Scan Rate</i> Terhadap Larutan Metanol 0,05 M (a) 200 mV/s, (b) 100 mV/s, (c) 50 mV/s, dan (d) 30 mV/s	35
4.3 Sintesis Film Polipirol dengan Variasi Konsentrasi Dopan Fluoroborat (BF ₄ ⁻) pada beda potensial 200 mV/s dan siklik 10, (1) PPy/BF ₄ ⁻ 0,25 M (2) PPy/BF ₄ ⁻ 0,20 M (3) PPy/BF ₄ ⁻ 0,15 M.....	37
4.4 Proses Elektropolimerisasi Polipirol	39
4.5 Data Voltammogram Dopan PPy/BF ₄ ⁻ (a) 0,25 M; (b) 0,20 M; (c) 0,15 M pada <i>Scan Rate</i> 200 mV/s dengan 10 siklik	40

4.6	Kurva Karakterisasi Dopan PPy/BF ₄ ⁻ (a) 0,25 M; (b) 0,20 M; (c) 0,15 M pada <i>Scan Rate</i> 200 mV/s dengan Larutan Metanol 0,05 M	42
4.7	Interaksi PPy/BF ₄ ⁻ dan Metanol.....	48
4.8	Kurva Kenaikan dan Kestabilan Resistansi	49
4.9	Kurva Daerah Kerja PPy/BF ₄ ⁻ 0,20 M pada Larutan Metanol	50
4.10	Kurva Daerah Kerja PPy/BF ₄ ⁻ 0,25 M pada Larutan Etanol	50
4.11	Kurva waktu Reson PPy/BF ₄ ⁻ 0,20 M pada Larutan Metanol.....	52
4.12	Kurva waktu Reson PPy/BF ₄ ⁻ 0,25 M pada Larutan Etanol.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan Larutan Sintesis Polipirol.....	61
B. Voltammogram Elektropolimerisasi Optimasi <i>Scan Rate</i>	64
C. Gambar Permukaan Film Polipirol Elektropolimerisasi Optimasi <i>Scan Rate</i> dengan Perbesaran 4x	65
D. Kurva Karakterisasi Optimasi <i>Scan Rate</i> Terhadap Larutan Metanol 0,05 M.....	68
E. Gambar Film Polipirol Elektropolimerisasi Ppy/BF ₄ ⁻ Terhadap Variasi Konsentrasi Dopan.....	70
F. Voltammogram Elektropolimerisasi PPy/BF ₄ ⁻ Terhadap Variasi Konsentrasi Dopan.....	71
G. Karakterisasi Sensor Polipirol Terhadap Variasi Alkohol.....	75
H. Data Karakterisasi Sensor Polipirol Terhadap Variasi Alkohol	78
I. Kurva Karakterisasi Sensor Polipirol Terhadap Variasi Alkohol.....	81
J. Data dan Kurva Daerah Kerja dan Sensitivitas Sensor Polipirol Terhadap Variasi Alkohol.....	83
K. Data Karakterisasi Waktu Respon Sensor Polipirol Terhadap VariasiAlkohol.....	88
L. Perhitungan Volume Larutan Alkohol.....	89