



**ELEKTROPOLIMERISASI POLIPIROL DENGAN VARIASI  
KONSENTRASI DOPAN PARA-TOLUENASULFONAT  
DAN KARAKTERISASI RESPONNYA TERHADAP  
SENYAWA GOLONGAN ALKOHOL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Dwi Yunitasari  
NIM 051810301012**

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



**ELEKTROPOLIMERISASI POLIPIROL DENGAN VARIASI  
KONSENTRASI DOPAN PARA-TOLUENASULFONAT  
DAN KARAKTERISASI RESPONNYA TERHADAP  
SENYAWA GOLONGAN ALKOHOL**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Dwi Yunitasari**  
**NIM 051810301012**

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

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini Saya Persembahkan Kepada :

1. Ibunda Komala Sari dan Bapak Sunardi. Terimakasih untuk, Kasih Sayang, Doa, Kesabaran, Keikhlasan, Bimbingan, Didikan, Pengorbanan, Nasehat, Teladan, Perjuangan dan atas segala yang telah diberikan dengan Tulus Ikhlas hingga bisa meraih semua ini.
2. Kakak Abdul Haris Nasution, S.Si dan adik Esti Wulandari. Terimakasih buat Doa, Dukungan dan bantuannya.
3. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Tercinta Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTTO

*“Bacalah dengan nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar dengan Qalam. Dialah yang mengajar manusia segala yang belum diketahui”  
(Q.S Al-‘Alaq 1-5).*

*“Ilmulebih utama ketimbang harta, sebab Ilmu menjagamu, sedang engkaulah yang harus menjaga harta.  
( Sayidina ‘Ali bin Abi Thalib)*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Yunitasari

NIM : 051810301012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *“Elektropolimerisasi Polipirol Dengan Variasi Konsentrasi Dopan Para-Toluenasulfonat Dan Karakterisasi Responnya Terhadap Senyawa Golongan Alkohol”* 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, Juli 2011

Yang menyatakan

Dwi Yunitasari  
NIM 051810301012

**SKRIPSI**

**ELEKTROPOLIMERISASI POLIPIROL DENGAN VARIASI  
KONSENTRASI DOPAN PARA-TOLUENASULFONAT  
DAN KARAKTERISASI RESPONNYA TERHADAP  
SENYAWA GOLONGAN ALKOHOL**

**Oleh**

**Dwi Yunitasari  
NIM 051810301012**

**Pembimbing**

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

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

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Elektropolimerisasi Polipirol Dengan Variasi Konsentrasi Dopan Para-Toluenasulfonat Dan Karakterisasi Responnya Terhadap Senyawa Golongan Alkohol*” 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,

Ika Oktavianawati, S.Si, M.Sc  
NIP 198010012003122001

Dwi Indarti, S.Si, M.Si.  
NIP 197409012000032004

Mengesahkan,  
Dekan

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

## RINGKASAN

**Elektropolimerisasi Polipirol Dengan Variasi Konsentrasi Dopan Para-Toluenasulfonat Dan Karakterisasi Responnya Terhadap Senyawa Golongan Alkohol**; Dwi Yunitasari, 051810301021; 2011: 57 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Polimer konduktif adalah polimer yang dapat menghantarkan arus listrik. Polimer ini merupakan hasil kombinasi polimer isolator menjadi bahan semikonduktor. Salah satu contoh polimer konduktif adalah polipirol. Polipirol mudah disintesis secara elektrokimia, memiliki konduktivitas yang cukup tinggi dan sifat mekanik yang cukup. Polimer konduktif dapat dibentuk menjadi lapisan tipis (film) berwarna hitam yang dapat berinteraksi dengan analit gas dan uap menghasilkan output sinyal dalam proses transduksinya. Tujuan penelitian untuk mengetahui: (1) pengaruh variasi konsentrasi dopan *para*-Toluensulfonat pada sintesis polipirol secara voltametrik siklik, (2) karakteristik polipirol yang dihasilkan dengan menggunakan mikroskop optik, (3) perubahan nilai resistansi pada film polipirol terhadap senyawa alkohol, (4) mengetahui kerja respon polipirol yang berupa daerah kerja, sensitivitas dan limit deteksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan sensor untuk analit lainnya, serta dapat menjadi bahan informasi untuk kajian sensor berbasis polimer konduktif.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dengan menggunakan alat potensiostat AMEL 433 digunakan untuk proses elektropolimerisasi, dalam proses tersebut dilakukan dua tahap yaitu tahap pertama optimasi scan rate. *Scan rate* yang digunakan yaitu *scan rate* 30 mV/s; 50 mV/s; 100 mV/s; 200 mV/s, dari hasil optimasi tersebut kemudian dilakukan karakterisasi terhadap larutan metanol 0,05 M. Hasil karakterisasi diperoleh scan rate 30 mV/s yang digunakan untuk proses sintesis polipirol. Tahap kedua yaitu dengan proses sintesis variasi konsentrasi dopan *para*-toluensulfonat dengan menggunakan *scan rate* 30 mV/s. Proses elektropolimerisasi



ini berlangsung pada tegangan 0-1200 mV dengan 10 siklus. Uji karakterisasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan mikroskop optik, dan perubahan nilai resistansi terhadap variasi senyawa alkohol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses elektropolimerisasi terhadap variasi *scan rate* memberikan nilai respon yang berbeda, dimana pada *scan rate* 200 mV/s nilai respon yang dihasilkan jelek dan permukaan film yang dihasilkan jelek sedangkan pada *scan rate* 30 mV/s nilai respon dan permukaan film yang dihasilkan bagus. *Scan rate* yang diperoleh kemudian dilakukan sintesis polipirol, dimana variasi konsentrasi dopan *para*-toluenasulfonat pada sintesis polipirol secara voltametri siklik menghasilkan bentuk voltammogram yang berbeda-beda, data voltammogram yang dihasilkan memiliki karakter adsorpsi irreversibel yang menunjukkan pertumbuhan molekul organik membentuk *multi layer* (berlapis-lapis). Nilai resistansi yang dihasilkan berbeda-beda, dimana semakin tinggi konsentrasi dopan *para*-toluenasulfonat nilai resistansi semakin kecil begitu juga sebaliknya semakin rendah konsentrasi dopan *para*-toluenasulfonat nilai resistansi yang dihasilkan semakin besar.

Permukaan film PPy/p-Ts<sup>-</sup> dilihat dengan menggunakan mikroskop optik dimana konsentrasi dopan p-Ts<sup>-</sup> 0,25 M menghasilkan permukaan yang rata dan halus, sedangkan pada konsentrasi dopan p-Ts<sup>-</sup> 0,15 M menghasilkan permukaan film yang tidak rata dan kasar. Nilai resistansi yang dihasilkan pada sensor PPy/p-Ts<sup>-</sup> berbeda-beda, dimana semakin tinggi konsentrasi dopan p-Ts<sup>-</sup> nilai resistansi yang dihasilkan kecil dan nilai konduktivitasnya besar, sedangkan pada konsentrasi dopan p-Ts<sup>-</sup> yang rendah nilai resistansi yang dihasilkan besar dan nilai konduktivitasnya kecil.

Respon resistansi sensor polipirol yang berupa daerah kerja terhadap larutan metanol PPy/p-Ts<sup>-</sup> 0,25 M yaitu 0,03M sampai 0,05M dan memiliki kelinieritas sebesar 0,980. Sensitivitas sensor PPy/p-Ts<sup>-</sup> 0,25 M sebesar 0,026 terhadap larutan metanol. Limit deteksi sensor PPy/p-Ts<sup>-</sup> 0,25 M terhadap larutan metanol sebesar  $2,17 \times 10^{-5}$  M.

## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji hanya layak untuk Allah Tuhan seru sekalian alam. Banyak nikmat yang Allah berikan, tetapi sedikit sekali yang kita ingat. Kadang kita baru mampu merasakan betapa besar nikmat yang Allah berikan ketika sebagiannya berkurang atau hilang. Atas nikmatnyalah kami dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul "Elektropolimerisasi Polipirol Dengan Variasi Konsentrasi Dopan Para-Toluenasulfonat Dan Karakterisasi Responnya Terhadap Senyawa Golongan Alkohol" .

Ucapan terima kasih selalu tak pernah cukup untuk menyatakan betapa besar rasa terima kasih itu pada diri kami. Sungguh banyak nama yang harus kami sebut tetapi tidak semua bisa kami maktubkan laporan ini. Terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. 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. Kepala Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrument Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
4. Bapak Ir. Neran, M.Kes, Ibu Asnawati S.Si, M.Si dan Bapak Drs. Siswoyo. MSc. PhD selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dorongan, meluangkan waktu dan pikiran selama penyusunan skripsi demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Ibu Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc dan Ibu Dwi Indarti, S.Si., M.Si selaku dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya guna membimbing serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Drh. Wuriyanti Handayani, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa;

7. teman-teman seangkatan terimakasih atas motivasi, semangat, dukungan, perhatian, bantuan, dan nasehatnya;
8. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu terselesainya penulisan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis tertulis ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan.

Jember, Juli 2011

Dwi Yunitasari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Sintesis Polimer Konduktif Polipirol</b> .....	5
2.1.1 Monomer Pirol .....	9
<b>2.2 Elektropolimerisasi Polipirol</b> .....	10
2.2.1 Metode Elektropolimerisasi.....	11
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhai Elektropolimerisasi .....	15
2.2.3 Elektroda Kerja.....	17
2.2.4 Pelarut .....	17
2.2.5 Dopan Teraetilammonium <i>para</i> -Toluensulfonat .....	19
<b>2.3 Sensor Gas Berbasis Polimer Konduktif</b> .....	20
<b>2.4 Polimer Konduktif Sebagai Sensor Alkohol</b> .....	21

<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	23
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	23
3.2.1 Alat Penelitian .....	23
3.2.2 Bahan Penelitian.....	23
<b>3.3 Diagram alir Penelitian</b> .....	24
<b>3.4 Prosedur Kerja Penelitian</b> .....	25
3.4.1 Pembuatan Elektroda Kerja.....	25
3.4.2 Pembuatan Larutan Elektrolit.....	26
3.4.3 Proses Elektropolimerisasi Pirol.....	27
3.4.4 Karakterisasi Polipirol terhadap Uap Senyawa alkohol ..	28
<b>3.5 Respon Sensor terhadap Senyawa Alkohol</b> .....	30
3.5.1 Penentuan Daerah Kerja .....	30
3.5.2 Sensitivitas.....	31
3.5.3 Limit Deteksi .....	31
<b>BAB 4. PEMBAHASAN</b> .....	33
<b>4.1 Elektropolimerisasi Pirol</b> .....	33
4.1.1 Optimasi Scan Rate .....	34
4.1.2 Sintesis Poliprol .....	37
<b>4.2 Karakterisasi Polipirol Terhadap Uap Senyawa Alkohol ..</b>	42
<b>4.3 Respon Sensor</b> .....	47
4.3.1 Daerah Kerja .....	47
4.3.2 Sensitivitas .....	48
4.3.3 Limit Deteksi .....	49
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	51
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	51
<b>5.2 Saran</b> .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	53
<b>LAMPIRAN</b> .....	57

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Konduktivitas Dari Logam Dan Polimer Yang Terdoping .....	6
2.2 Sifat Fisik Pirol .....	9
2.3 Sifat Fisik Asetonitril .....	18
2.4 Sifat-Sifat Beberapa Pelarut .....	18
2.5 Efek larut Pada Kualitas Film Polipirol .....	19
2.6 Film Polipirol Dengan Dopan Berbeda .....	20
4.1 Respon Sensor Terhadap Larutan Metanol .....	43
4.2 Respon Sensor Terhadap Larutan Etanol .....	45
4.3 Respon Sensor Terhadap Propanol .....	46

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Elektronik Polipirol (a) isolator (b) konduktor .....	8
2.2 Pembentukan Polaron Dan Bipolaron Dalam Polipirol .....	8
2.3 Struktur Pirol Berdasarkan Tori Lewis .....	9
2.4 Siklik Voltmogram .....	12
2.5 Mekanisme Elektropolimerisasi Pada Polipirol .....	14
2.6 (a) Struktur p-Toluensulfonat (b) Stuktur Asam p-Toluensulfonat Monohidrat .....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.2 Bentuk Elektroda Kerja Tembaga Berlapis Emas (skala Pmbesaran +/- 10x) .....	26
3.3 Diagram Sel Elektrokimia Untuk Polimerisasi, CE= <i>conter electrode</i> , WE= <i>working elctrode</i> : Tempat dimana Poipirol Akan Terbentuk , RE= <i>reference electrode</i> .....	27
3.4 Diagram Susunan Alat Untuk Pengujian Polipirol .....	29
4.1 Voltamogram Sintesis Film Polipirol Dengan Variasi <i>Scan Rate</i> (a) 30 mV/s, (b) 50 mV/s, (c) 100 mV/s, (d) 200 mV/s; Tegangan 0-1200 mV <i>vs</i> Ag/AgCl .....	34
4.2 Film Polipirol Dengan Dopan p-Ts <sup>-</sup> (a) 30 mV/s, (b) 50 mV/s, (c) 100 mV/s, (d) 200 mV/s .....	35
4.3 Kurva Karakterisasi Optimasi <i>Scan Rate</i> Terhadap Larutan Metanol 0,05M (a) 30 mV/s, (b) 50 mV/s, (c) 100 mV/s, (d) 200 mV/s.....	36
4.4 Sintesis Film Polipirol Dengan Variasi Dopan para-Toluensulfonat (1) PPy/p-Ts <sup>-</sup> 0,15, (2) PPy/p-Ts <sup>-</sup> 0,20, (3) PPy/p-Ts <sup>-</sup> 0,25; (a) elektroda 1; (b) elektroda 2; (c) elektroda 3; tegangan 0-1200mV/s <i>vs</i> Ag/AgCl, Pada <i>Scan Rate</i> 30 mV/s dengan 10 siklik .....	38

4.5	Voltammogram Sintesis Film Polipirol Dengan Konsentrasi (1) 0,15 M; (b) 0,20 M; (c) 0,25 M; (a) Elektroda 1; (b) Elektroda 2; (c) Elektroda 3; dilakukan 3 kali sintesis; Tegangan 0-1200 mV/s vs Ag/AgCl Pada <i>Scan Rate</i> 30 mV/s dengan 10 Siklik .....	41
4.6	Kurva Karakterisasi PPy/p-Ts <sup>-</sup> 0,25 M Pada Larutan Metanol .....	48



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Elektroda Kerja .....	58
B. Optimasi <i>Scan Rate</i> ( 30 mV/s; 50 mV/s; 100 mV/s; 200 mV/s).....	59
C. Variasi Konsentrasi Dopan para-Toluensulfonat (p-Ts <sup>-</sup> ) .....	64
D. Respon Film Polipirol Terhadap Uap Alkohol .....	69
E. Respon Resistansi Sensor PPy/p-Ts <sup>-</sup> Variasi Senyawa Alkohol .....	73
F. Kurva Respon Film Polipirol Terhadap Variasi Alkohol .....	85
G. Respon Sensor PPy/p-Ts <sup>-</sup> 0.25 M .....	88
H. Limit Deteksi .....	92
I. Perhitungan Larutan Sintesis Polipirol .....	94
J. Perhitungan Volume Larutan Alkohol .....	97