

**KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN MORFOLOGI FILM POLIPIROL  
DENGAN DOPAN SODIUM PARA TOLUENA SULFONAT ( Na-pTS)  
HASIL SINTESIS SECARA ELEKTROKIMIA DENGAN METODE  
POTENSIODINAMIK**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains Jurusan  
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Oleh :

**ARIF IMAM SUBHI**  
**NIM. 001810201074**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
JUNI, 2005**

## MOTTO

*“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”*

*(Al Mujadilah : 11)*

*“Seseorang yang mencari ilmu tanpa keinginan hati dan tanpa perasaan memerlukannya, maka ia tidak akan pernah berhasil. Sebaliknya, seseorang yang dengan bersusah payah dan hidup di dalam kesempitan, berusaha untuk mendapatkannya maka ia bisa berhasil.”*

*Imam Syafi'i r.a*

*“Kita lebih sering belajar bijaksana dari kegagalan dari pada keberhasilan. Karena itu, orang yang tidak pernah gagal mungkin tidak menemukan kebijaksanaan apapun.”*

*Samuel Smiler*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, tulisan ini kupersembahkan untuk:

1. Ayahanda Syamsuri dan Ibunda Siti Milhanah tercinta yang dengan kasih sayang dan keihlasannya mendidikku dari kecil sampai di bangku kuliah;
2. Kakakku Rusdi Yunan Helmi dan Mbak Osin yang telah membantuku dalam hal finansial dan dukungannya sehingga skripsi ini terselesaikan;
3. Kakakku Agus Aminudin Syukron, Choirul Muharom dan mas Jun yang memotivasi dan memberikan masukan;
4. Mbak Ning dan Mas Edy;
5. Keponakanku Ryan, Kholil dan Firdaus yang mampu menghiburku dalam kesusahan;
6. Almamater Fakultas MIPA jurusan Fisika Universitas Jember yang kubanggakan.

## **HALAMAN DEKLARASI**

Skripsi ini berisi hasil kerja/penelitian mulai bulan Desember 2004 sampai dengan Maret 2005 di laboratorium Fisika Dasar dan laboratorium Kimia Analitik F. MIPA Universitas Jember. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, 21 Juni 2005

Arif Imam Subhi

## ABSTRAK

**Konduktivitas Listrik dan Morfologi Film Polipirol dengan Dopan Natrium Para Toluena Sulphonat (Na-pTS) Hasil Sintesis Secara Elektrokimia dengan Metode Potensiodinamik**, Arif Imam Subhi, 001810201074, Skripsi, Bulan Juni, Tahun 2005, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

Tulisan ini menyajikan hasil sintesis film polipirol dengan variasi konsentrasi dopan Na-pTS sebesar 0,002 M; 0,004 M; 0,006 M dan 0,008 M secara potensiodinamik. Proses polimerisasi terjadi pada rentang tegangan 0,37-0,57 Volt terhadap elektroda pembanding Ag/AgCl dengan elektroda kerja ( $1 \times 0,5 \text{ cm}^2$ ) dan elektroda kounter ( $1,5 \times 1 \text{ cm}^2$ ) berupa stainless steel. Konduktivitas listrik dari film dicari dengan metode empat titik, sedangkan morfologi film dilihat dengan mikroskop optik jenis Panasonic VW-GP 230. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa dengan semakin besarnya konsentrasi dopan (Na-pTS) akan meningkatkan konduktivitas listrik dan kekasaran morfologi permukaan film polipirol yang dihasilkan. Film polipirol dengan konsentrasi dopan sebesar 0,008 M memiliki konduktivitas listrik yang lebih besar ( $2,8 \text{ S.cm}^{-1}$ ) dan morfologi yang lebih kasar bila dibandingkan dengan film dari konsentrasi dopan yang lebih kecil. Dengan membandingkan nilai konduktivitas listrik film polipirol yang dihasilkan secara potensiodinamik dan metode lain (galvanostatik) menunjukkan bahwa metode ini layak digunakan untuk polimerisasi polipirol dan lebih unggul pada konsentrasi dopan yang rendah.

Kata kunci : *film polipirol, konsentrasi dopan (Na-pTS), metode empat titik, konduktivitas listrik, morfologi, potensiodinamik*

## HALAMAN PENGESAHAN

Karya tulis (skripsi) ini telah diterima dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : .....

Tanggal : .....

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji

DPU

DPA

(Prof.Dr. Agus Subekti, MSc)  
NIP. 131 412 121

(Drs. Siswoyo MSc, Ph.D)  
NI P. 132 056 180

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Agung T.N, M. Phill)  
NIP.132 085 972

(Dra. Nanik Yulianti, M.Si)  
NIP. 132 162 508

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas MIPA UNEJ

(Ir. Sumadi, MS)  
NIP. 130 368 784

## KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puja dan puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa pencerahan kepada umat manusia.

Penulis menyadari di dalam penulisan skripsi ini telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Agus Subekti, M. Sc. selaku DPU yang telah dengan sabar telah membimbing penulisan dengan baik dari penentuan topik sampai dengan terbentuknya skripsi ini;
2. Drs. Siswoyo, M. Sc. Ph.D selaku DPA yang telah membimbing, memberikan masukan dan kontribusi dalam penelitian serta penyelesaian skripsi ini;
3. Agung T.N, M. Phill selaku Penguji I dan Dra. Nanik Yulianti, M.Si selaku dan Penguji II yang telah memberikan masukan dan koreksi demi kesempurnaan skripsi ini;
4. Sutisna, S.Pd, M. Si selaku Kalab Elektronika dan Komputasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yang telah memberikan ijin penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Mas Budiyono, Edy S. selaku teknisi dan Mas Agus Kobra yang telah membantu dalam kelancaran proses penelitian;
6. Sahabat-sahabatku angkatan 2000 yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
7. Sahabatku Iza yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini;
8. Anak-anak Gang Blora Camp 18B (Jati, Roni, Galuh, Yasin, dan Yusni);

9. Semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap skripsi ini dapat memberikan masukan terhadap ilmu pengetahuan demi kemajuan bangsa Indonesia.

Jember, 21 Juni 2005

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN DEKLARASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Polimer Konduktif .....	5
2.2 Monomer Pirol .....	5
2.3 Polipirol (Ppy) .....	6
2.4 Struktur Polimer Pirol.....	7
2.5 Sifat-Sifat Pirol.....	8
2.5.1 Sifat Fisis Pirol .....	8
2.5.2 Sifat Kelistrikan Pirol.....	8
2.5.3 Sifat Mekanik Pirol.....	8

2.5.4 Sifat Optik Pirol.....	9
2.6 Model Hantaran Pada Polimer Konduktif .....	9
2.7 Metode Sintesis Polipirol .....	10
2.8 Mekanisme Elektropolimerisasi .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15
3.3 Prosedur Kerja .....	15
3.3. a. Desain Sel Elektrokimia .....	15
3.3. b. Elektroda .....	17
3.3. c. Bahan Pelarut Pirol dan Dopan .....	18
3.3. d. Teknik Pembuatan Film Polipirol (Ppy) .....	19
3.4 Karakteristik Film Polipirol (PPy) .....	21
3.4.1 Konduktivitas Listrik Polipirol .....	21
3.4.2 Morfologi Film PPy .....	23
3.5 Metode Analisis Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil sintesis Film Polipirol .....	25
4.2 Pengaruh Konsentrasi Dopan Na-pTS Terhadap Konduktivitas Listrik film Polipirol .....	30
4.3 Pengaruh Konsentrasi Dopan Na-pTS Terhadap Morfologi Film Polipirol .....	34
4.4 Perbedaan Konduktifitas Listrik Film Polipirol hasil sintesis secara potensiodinamik dengan film hasil sintesis secara galvanostatik .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38

**DAFTAR PUSTAKA..... 39**  
**LAMPIRAN -LAMPIRAN..... 42**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat – sifat fisika pirol .....	5
Tabel 3.1 Komposisi dopan pada sintesis polipirol dengan tegangan <i>cyclic</i> dari 0 – 1400 mV (terhadap elektroda kalomel jenuh) dengan step 100 mV/s (10 siklus). .....	20
Tabel 3.2 Data yang didapatkan untuk menentukan nilai konduktivitas listrik pada masing-masing film dengan variasi dopan .....	21
Tabel 4.1 Hasil pengukuran konduktifitas listrik film polipirol.....	30
Tabel 4.2 Transformasi data dalam logaritma.....	32
Tabel 4.3 Konduktifitas listrik film polipirol hasil sintesis secara galvanostatik .	36

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur geometri pirol.....	6
Gambar 2.2 Untaian struktur linier dari polipirol $\alpha,\alpha$ netral .....	7
Gambar 2.3 Generasi dari polaron dan bipolaron yang cacat dalam polianilin ....	10
Gambar 2.4 Susunan peralatan untuk pengontrolan potensial .....	11
Gambar 2.5 (a) Grafik hubungan antara tegangan (E) dengan waktu (t) dan (b) Grafik hubungan antara tegangan (E) dengan arus (i).....	12
Gambar 2.6 Mekanisme terjadinya film polipirol .....	14
Gambar 3.1 Sel Elektrokimia .....	16
Gambar 3.2 Susunan polimerisasi secara elektrokimia dengan metode potensiodinamik .....	17
Gambar 3.3 Struktur Na-pTS .....	19
Gambar 3.4 Rangkaian pengukuran konduktivitas listrik dengan metode empat titik .....	22
Gambar 4.1.(a). Grafik hubungan antara arus vs tegangan pada film dengan konsentrasi dopan 0,002 M.....	26
Gambar 4.1.(b). Grafik hubungan antara arus vs tegangan pada film dengan konsentrasi dopan 0,004 M.....	27
Gambar 4.1.(c). Grafik hubungan antara arus vs tegangan pada film dengan konsentrasi dopan 0,006 M.....	27
Gambar 4.1.(d). Grafik hubungan antara arus vs tegangan pada film dengan konsentrasi dopan 0,008 M.....	28
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara konsentrasi dopan (Na-pTS) terhadap konduktivitas listrik film polipirol.....	31
Gambar 4.3 Grafik Plot antara log (Y) terhadap log (Y).....	32
Gambar 4.4.(a) Film polipirol dengan konsentrasi dopan (Na-pTS) 0,002 M.....	34
Gambar 4.4.(b) Film polipirol dengan konsentrasi dopan (Na-pTS) 0,004 M.....	34
Gambar 4.4.(c) Film polipirol dengan konsentrasi dopan (Na-pTS) 0,006 M.....	34
Gambar 4.4.(d) Film polipirol dengan konsentrasi dopan (Na-pTS) 0,008 M.....	34

Gambar 4.5 Grafik hubungan antara konsentrasi dopan terhadap konduktifitas listrik film polipirol hasil sintesis secara potensiodinamik dan galvanostatik..... 36