

LAPORAN PENELITIAN

**Pengaruh Doping Asam Protonik Terhadap
Konduktivitas dan Transparansi Polianilin**

Oleh :
Lusi Safriani
Yayah Yuliah
Tuti Aryati

Dibiayai oleh Dana DIKS Universitas Padjadjaran
Tahun Anggaran 2003
Dengan Kontrak No. 129/J06.14/LP/PL/2003
Tanggal 15 Maret 2001

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN**



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran
Nopember 2003**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN
SUMBER DANA : DIKS UNPAD
TAHUN ANGGARAN : 2003**

Judul Penelitian	: Pengaruh Doping Asam Protonik Terhadap Konduktivitas dan Transparansi Polianilin
Bidang Ilmu	: MIPA
Kategori Penelitian	: I
Ketua Peneliti	
Nama Lengkap dan Gelar	: Lusi Safriani, MSi
Jenis Kelamin	: Perempuan
Golongan, pangkat dan NIP	: IIIa, Penata Muda, 132 207 289
Jabatan fungsional	: Asisten Ahli
Jabatan struktural	: -
Fakultas/Jurusan	: MIPA/Fisika
Pusat Penelitian	: -
Jumlah Anggota Peneliti	: 3 (tiga) orang
Nama Anggota Peneliti I	: Yayah Yuliah, MS NIP: 131 789 794 Pangkat: Penata Tk.I
Nama Anggota Peneliti II	: Tuti Aryati, MS NIP: 131 413 148 Pangkat: Penata
Lokasi Penelitian	: Lab. Fisika Material, Jurusan Fisika FMIPA UNPAD Jatinangor
Kerjasama dengan Institusi Lain	: Tidak ada
Nama Institusi	: -
Alamat	: -
Telepon/Faks/e-mail	: -
Waktu Penelitian	: 8 (delapan) bulan
Biaya yang diperlukan	
Sumber dari UNPAD	: Rp. 5 000 000
Sumber Lain sebutkan	: Tidak ada
Jumlah	: Rp. 5 000 000 (Lima juta rupiah)

Mengetahui :

1 Fakultas MIPA

Dr. Rustam E. Siregar

130 344 456

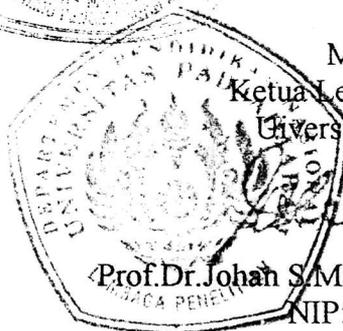


Bandung, 10 Nopember 2003

Ketua Peneliti.

Lusi Safriani, MSi

NIP: 132 207 289



Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Padjadjaran

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr, SpPD-KE.,SPKN

NIP: 130 256 894

ABSTRAK

Telah dilakukan proses doping polianilin atau PANI dengan dua jenis asam protonik yaitu *camphorsulfonic acid* (CSA) dan *dodecylbenzenesulfonic acid* (DBSA). Perubahan karakteristik polianilin akibat pengaruh kedua dopan tersebut diamati melalui perubahan konduktivitas serta transparansinya. Pengukuran konduktivitas dilakukan dengan metode *four line probe* sedangkan transparansi bahan diamati melalui pengukuran spectrum UV-Vis. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konduktivitas dan transparansi bahan berubah setelah mendapat doping. PANI yang didoping dengan CSA mencapai nilai konduktivitas dan transparansi yang lebih tinggi yaitu 3,95 S/cm dan 90%, dibandingkan nilai yang dicapai bahan yang didoping dengan DBSA, yaitu 2,2 S/cm dan 77%. Nilai konduktivitas PANI-CSA tertinggi dicapai pada komposisi PANI:CSA 1:5 demikian pula untuk PANI-DBSA. Meskipun demikian komposisi optimum dicapai pada komposisi 1:3, setelah itu terjadi stagnasi atau kenaikan yang tidak significant.

ABSTRACT

Polyaniline or PANI was doped by using *camphorsulfonic acid* (CSA) and *dodecylbenzenesulfonic acid* (DBSA) both of the doping materials are identified as *functionalized protonic acid*. The study was carried out to observe the optical and electrical characteristic of the samples after doping process through determining the transparency and the conductivity. The conductivity was determined by using *four-line probe* method while the transparency by measuring the transmittance from the UV-Vis spectrum. The results show that the conductivity and the transparency were changed after having doped. PANI CSA-doped achieved higher conductivity and transparency, 3,95 S/cm and 90%, than the DBSA-doped, 2,2 S/cm and 77%. The highest value of PANI-CSA conductivity was got from 1:5 of PANI: CSA composition, as well the PANI-DBSA. Nevertheless the optimum compositions achieved by 1:3 composition, in which the stagnant or insignificant changing of the conductivity and transparency was detected.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas terselsaikannya laporan penelitian ini.

Laporan ini memuat hasil penelitian yang dilakukan selama delapan bulan yang dibiayai Oleh DIKS Universitas PADjajaran, tahun anggaran 2003, dengan surat perjanjian penelitian No . 129/J06.14/LP/PL/2003 Tanggal 15 Maret 2003, tentang pengaruh doping dengan asam protonik terhadap karakterisasi bahan polianilin.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini, antara lain:

- Ketua Lembaga Penelitian UNPAD beserta staf atas bantuannya dalam merealisasikan proyek penelitian ini.
- Dekan Fakultas Fisika FMIPA UNPAD beserta staf yang telah memberi dukungan mulai dari pengajuan proposal sampai penyelesaian penelitian ini.
- Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNPAD, yang telah memberikan keleluasaan waktu dan fasilitas Lab. untuk melaksanakan penelitian ini.
- Para peneliti di Lab. Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA UNPAD terutama mahasiswa tugas akhir: Yuceu Endah Sakti dan Vani Yuliani, atas kerja sama yang baik selama penelitian .
- Rekan-rekan dosen lainnya yang telah memberikan bantuan selama penelitian.

Kritik dan saran kearah perbaikan sangat kami harapkan, terima kasih.

Bandung, November 2003

Ketua Peneliti.

Lusi Safriani

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Identitas dan Pengesahan	i
Abstrak	ii
Abstract	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
1. Pendahuluan	1
2. Tinjauan Pustaka	3
2.1 Polianilin	3
2.2 Doping Polianilin dengan Asam Protonik.....	6
3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
4. Metode Penelitian	9
4.1. Pembuatan Fim PNAI EB	9
4.2. Doping PANI dengan Asam Protonik.....	10
4.2.1. Kompleks PANI CSA dan Film PANI CSA	10
4.2.2. Kompleks PANI DBSA dan Film PANI DBSA	11
4.3. Pengukuran Konduktivitas Film PANI Kompleks	11
4.4. Pengukuran Transparansi Film PANI Kompleks.....	12
4.5. Penentuan Energi Gab.....	12

5. Hasil dan Pembahasan	14
5.1. Hasil Pembuatan Bubuk PANI EB	14
5.2. Hasil Doping PANI dengan Asam Protonik	14
5.2.1. Kompleks PANI CSA dan Film PANI CSA	14
5.2.2. Kompleks PANI DBSA dan Film PANI DBSA	14
5.3. Hasil Pengukuran Konduktifitas Film PANI Kompleks	15
5.4. Hasil Pengukuran Transparansi Film PANI Kompleks	15
5.4.1. Transparansi Film PANI CSA	15
5.4.2. Transparansi Film PANI DBSA	19
5.5. Hasil Perhitungan Energi Gab	23
6. Kesimpulan	24
Daftar Pustaka.....	25
Riwayat Hidup Peneliti.....	26

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1. Struktur molekul PANI secara umum	3
Gambar 2.2. Bentuk PANI pada tingkat oksidasi yang berbeda	4
Gambar 2.3. Proses doping/ dedoping PANI melalui protonasi/deprotonasi	5
Gambar 2.4. Penentuan Pita Energi Polaron (a) Bipolaron (b)	6
Gambar 4.1. Penentuan Panjang Gelombang Absorbsi Maksimum	12
Gambar 5.1. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 2:1	16
Gambar 5.2. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 1:1	16
Gambar 5.3. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 1:2	17
Gambar 5.4. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 1:3	17
Gambar 5.5. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 1:4	18
Gambar 5.6. Spektrum UV-Vis Film PANI CSA dengan Komposisi 1:5	18
Gambar 5.7. Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 2:1	19
Gambar 5.8. Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 1:1	20
Gambar 5.9. Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 1:2	20
Gambar 5.10 Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 1:3	21
Gambar 5.11 Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 1:4	21
Gambar 5.12 Spektrum UV-Vis Film PANI DBSA dengan Komposisi 1:5	22

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 5.1. Hasil Pengukuran Konduktifitas Film PANI Kompleks	15
Tabel 5.2. Hasil Pengukuran Transmittansi Maksimum Film PANI Kompleks	22
Tabel 5.3. Hasil Perhitungan Energi Gab.	23

1. PENDAHULUAN

Sifat konduktif bahan polimer ditemukan pertama kali pada tahun 1978 oleh Shirakawa dkk[1]. pada bahan poliasetilen. Pada penelitian selanjutnya telah ditemukan beberapa bahan polimer lain yang bersifat konduktif. Ciri utama yang dimiliki polimer konduktif adalah adanya ikatan terkonjugasi pada rantaiya. Beberapa contoh polimer berkonjugasi adalah: polipirrol (PPY), poliasetilen (PA), poliparafenilen (PPP), politiofen (PT), polifuran (PF) polianilin (PANI) dan poli-para fenilen vinilen (PPV). polianilin (PANI)

Dari sekian banyak jenis polimer konduktif, PANI merupakan salah satu bahan polimer konduktif yang memiliki ragam struktur yang bervariasi sehingga memiliki potensi aplikasi yang beragam pula. Beberapa contoh potensi aplikasi dari PANI yang menarik antara lain sebagai bahan elektroda, perisai elektromagnet, transistor, indikator optrokromik dan *smart window*, bahan aktif baterai sekunder, sensor dan aktuator, serta pendukung beberapa device fotonik[3]. Mekanisme polimerisasi dan proses doping PANI serta sifat kimia-fisisnya memperlihatkan variasi yang luas, tergantung pada jenis pelarut dan elektrolit, jenis proses serta parameter sintesis yang dipilih. Dengan demikian, bahan ini memberi peluang luas bagi pengkajian ilmiah dan pengembangan teknologinya.

Pada awalnya polianilin murni dikenal sebagai bahan dengan intraktabilitas tinggi, sulit untuk diproses sehingga memiliki kendala dalam aplikasinya. Pada perkembangannya diketahui bahwa polianilin dalam bentuk basa, tanpa doping yang bersifat isolator dapat larut dalam NMP (N-methylpyrrolidinone), pyrrolidine dan asam kuat pekat serta asam-asam kuat lainnya. Meskipun demikian kemungkinan untuk mendapatkan bahan polianilin dalam bentuk konduktor yang dapat larut dalam pelarut non-polar atau pelarut organik polar rendah masih belum tampak.

Perkembangan berikutnya menunjukkan bahwa penggunaan asam protonik organik seperti CSA (camphorsulfonic acid) dan DBSA (dodecylbenzenesulfonic acid) sebagai dopan menghasilkan bahan polianilin kompleks (PANI kompleks) yang dalam bentuknya, konduktif dan non konduktif dapat larut dalam pelarut biasa seperti air, etanol, toluene, xylene, chloroform, m-cresol dan lain-lain. Dengan demikian asam protonik

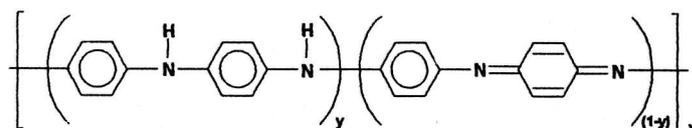
ngsional memungkinkan polianilin dapat diproses dalam bentuk konduktifnya untuk adikan serat, lembaran, film tipis transparan dan lain-lain.

Dalam penelitian ini akan dilakukan serangkaian eksperimen untuk mengamati ngaruh doping asam protonik khususnya CSA dan DBSA terhadap sifat listrik dan sifat tik polianilin. Untuk maksud tersebut akan dilakukan pembuatan polianilin murni ANI-EB), dilanjutkan dengan kompleks PANI-CSA dan PANI-DBSA serta ngukuran karakteristik listrik dan optiknya antara lain melalui pengukuran nduktivitas dan transparansinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 POLIANILIN

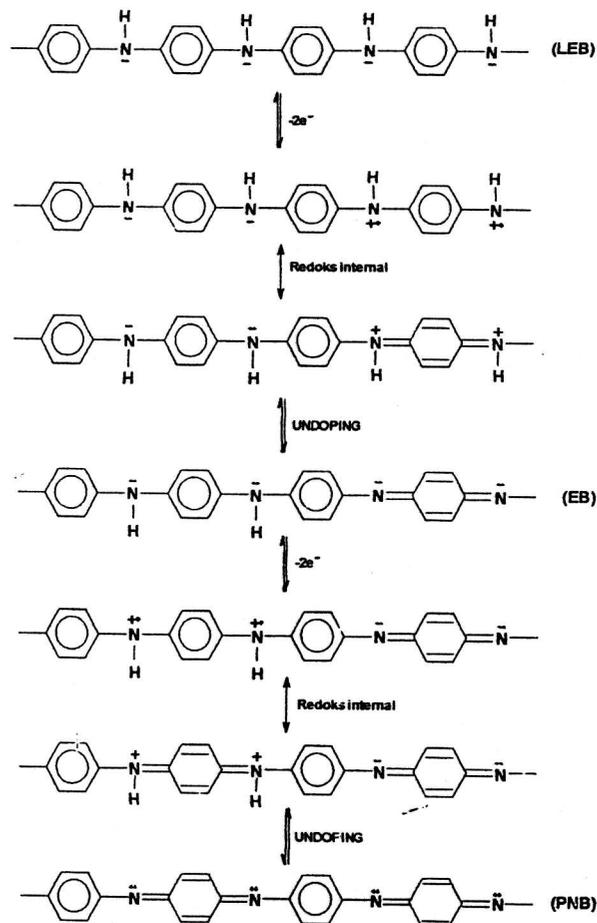
Polianilin (PANI) adalah polimer konduktif yang mempunyai ikatan rantai terkonjugasi. Struktur molekul polimer PANI secara umum ditunjukkan oleh gambar 2.1.



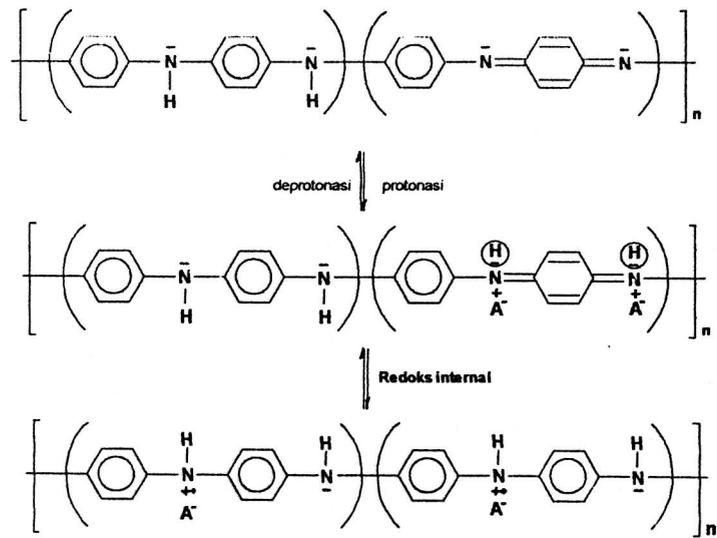
Gambar 2.1 Struktur molekul PANI secara umum

Pada gambar tersebut tampak bahwa polimer PANI mempunyai dua gugus berulang, yaitu gugus tereduksi $(\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--NH--C}_6\text{H}_4\text{--NH--})$ dan gugus teroksidasi $(\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--N=C}_6\text{H}_4\text{=N--})$. Gugus-gugus tersebut mengandung molekul-molekul berbentuk cincin benzoid $(\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--})$ dan cincin kuinoid $(\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{=})$ yang dihubungkan satu sama lain oleh atom nitrogen melalui ikatan amin (--NH--) dan imin (--N=) [3]. Nilai y dalam gambar tersebut yang berkisar antara 0 dan 1, menentukan tingkat oksidasi PANI. Bila $y = 0$, PANI berada dalam tingkat teroksidasi penuh yang menghasilkan polimer dalam bentuk basa permigranilin (PGN), sedangkan harga $y = 0,5$ berkaitan dengan tingkat setengah teroksidasi yang menghasilkan polimer dalam bentuk basa emeraldin (EB), dan $y = 1$ berkaitan dengan tingkat tereduksi penuh yang menghasilkan polimer dalam bentuk basa leukoemeraldine (LEB). PANI yang teroksidasi, akan kehilangan atom H yang berikatan kovalen dengan atom N di sebelah cincin benzoid. Penarikan atom H tersebut menyebabkan atom N tidak stabil karena memiliki satu elektron yang tidak berpasangan (polaron). Elektron pada atom N tersebut akan berikatan dengan elektron dari atom C pada cincin benzoid, sehingga mengubah cincin benzoid menjadi kuinoid, dan mengubah ikatan amin menjadi imin. Sebaliknya pada PANI yang tereduksi atom N yang mengapit cincin kuinoid akan menangkap atom H, sehingga akan mengubah cincin kuinoid menjadi cincin benzoid dan mengubah ikatan imin menjadi amin. Proses perubahan bentuk ikatan ditunjukkan pada gambar 2.2.

PANI hasil sintesa kimia berada dalam bentuk EB bersifat isolator, bentuk tersebut dapat diubah menjadi ES (garam emeraldin) yang konduktif melalui perlakuan asam atau protonasi [4]. Proses protonasi EB menghasilkan cacat rantai dalam bentuk pasangan dikation dan dopan A^- seperti terlihat pada gambar 2.3. Dopan A^- yang masuk ke dalam polimer akan terikat secara coulomb dengan kation yang terdapat pada rantai PANI. Pada proses doping/dedoping melalui proses protonasi/deprotonasi ini tidak mengubah jumlah elektron di dalam rantai.



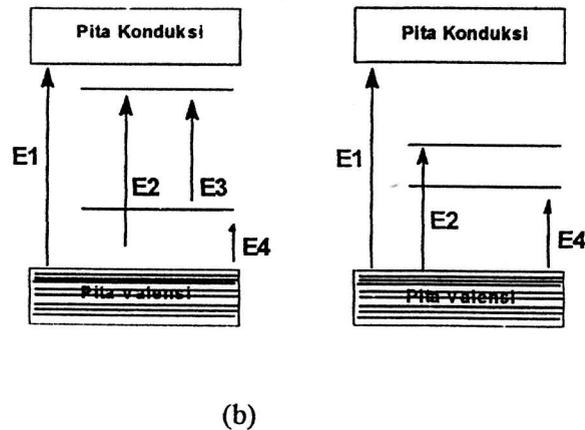
Gambar 2.2 Bentuk PANI pada tingkat oksidasi yang berbeda



Gambar 2.3 Proses doping/ dedoping PANI melalui protonasi/deprotonasi

Proses protonasi dapat terjadi melalui beberapa cara, diantaranya melalui atom N yang berikatan imin yang dipengaruhi stabilitas resonansi [5]. Protonasi PANI EB dengan HCl (asam klorida) hingga tingkat 50 % menunjukkan adanya peningkatan sinyal ESR terhadap kenaikan tingkat protonasi. Hasil tersebut bertentangan dengan bentuk dikation ES yang tidak memiliki radikal dan spin. Kehadiran cacat rantai bentuk kation radikal (polaron) polisemikuinon dinyatakan sebagai akibat proses disproporsionasi (redoks internal). Hasil seperti ini cenderung terjadi pada pemberian dopan yang berasal dari asam monovalen, seperti HCl, HF, HI, dan sebagainya [6].

Selanjutnya, kehadiran polaron dan bipolaron pada rantai PANI menimbulkan perubahan struktur elektroniknya. Perubahan tersebut secara kualitatif dapat digambarkan sebagai munculnya celah (*gap states*) dalam struktur elektronik. Susunan tingkat energi dalam celah energi tersebut berkaitan dengan kehadiran polaron dan bipolaron seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur pita energi polaron (a) dan bipolaron (b)

Munculnya tingkat-tingkat energi di dalam celah energi dapat dideteksi dengan spektroskopi yang berkaitan dengan proses transisi antar berbagai tingkat energi. Pada gambar di atas juga ditunjukkan kemungkinan eksitasi elektron yang terjadi pada polimer konduktif yang mengandung polaron atau bipolaron. Kehadiran polaron dalam polimer konduktif menghasilkan empat transisi yaitu transisi E1 dari pita valensi (PV) ke pita konduksi (PK), transisi E2 dan E4 dari pita valensi (PV) ke pita polaron, dan transisi E3 dari antar pita polaron. Selanjutnya, kehadiran bipolaron dalam polimer konduktif hanya menghasilkan tiga transisi yaitu tanpa kehadiran transisi E3 (transisi antar pita bipolaron) [7].

2.2 Doping Polianilin dengan Asam Protonik

Polimer yang memiliki ikatan rantai terkonjugasi pada umumnya bersifat rigid sehingga sulit untuk di proses. Demikian pula halnya dengan PANI yang diperoleh dari hasil sintesis kimia. Keadaan ini merupakan kendala dalam aplikasinya, terutama aplikasi yang berkaitan dengan film tipis konduktif. Film konduktif PANI biasanya diperoleh dengan melarutkan PANI-EB yang non konduktif dalam pelarut seperti N-methyl-2-pyrrolidinone (NMP), setelah menjadi film kemudian diberi dopan sehingga membentuk film PANI-ES yang konduktif.

Hasil penelitian berikutnya menunjukkan bahwa penggunaan asam protonik bergugus fungsional (functionalized protonic acid) sebagai dopan menghasilkan PANI-kompleks yang dapat larut dalam pelarut organik biasa.

Asam protonik bergugus fungsional secara umum dinyatakan dengan notasi $H^+(M-R)$, dengan H^+M^- adalah gugus asam fungsional yang dapat berupa asam sulfonik, asam karbosiklik, asam fosfonik, sulfat atau fosfat dll., dan R adalah suatu gugus organik. Proton dari asam protonik bereaksi dengan nitrogen yang berikatan iminb pada polianilin dan mengubah basa menjadi garam yang konduktif, gugus ($M-R$) bertindak sebagai ion lawan. Pemilihan gugus fungsional R dipilih disesuaikan dengan pelarut non polar atau pelarut organik dengan polaritas rendah. Sebagai contoh dapat dipilih *chamforsulfonic acid* (CSA)[8] atau *dodecylbenzenesulfonic acid* (DBSA)[9]. Pemilihan gugus organik tersebut membuat PANI-kompleks dapat larut dalam pelarut biasa seperti dekalin, kloroform, meta-kresol, xilena dan sebagainya.

3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Sejalan dengan perkembangan teknologi piranti elektronika, bahan konduktor transparan banyak dibutuhkan. Bahan konduktor seperti ini pada umumnya digunakan sebagai bahan pembuatan elektroda transparan dan bahan antistatik transparan. Elektroda transparan dibutuhkan antara lain untuk LED, sel surya dan LCD (layar peraga kristal cair).

Sebagai elektroda transparan dibutuhkan bahan dengan konduktivitas listrik yang relatif tinggi dan transparansi yang tinggi pula. Hanya sedikit bahan yang memiliki kombinasi karakteristik seperti ini. Bahan organik yang memiliki potensi aplikasi dibidang ini antara lain bahan polianilin kompleks, yaitu bahan polianilin yang diberi doping berupa asam protonik.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dua jenis dopan yaitu *Champhorsulfonic Acid* (CSA) dan *Dodecylbenzenesulfonic Acid* (DBSA) terhadap perubahan sifat listrik polianilin kompleks melalui pengukuran konduktivitasnya dan sifat optik atau transparansinya melalui pengukuran persen transmisinya .

Untuk tujuan diatas akan dilakukan sintesis polianilin untuk mendapatkan bubuk basa emeraldin, dilanjutkan dengan pembuatan kompleks PANI-CSA, dan PANI-DBSA dan kemudian proses karakterisasi melalui pengukuran konduktivitas dengan menggunakan metode empat garis serta penentuan transmitansinya melalui pengukuran Spektrum UV-Vis.

Banyak manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari program penelitian ini. Dari segi keilmuannya sendiri penelitian ini bermanfaat untuk dapat menguasai proses pembuatan dan penentuan sifat-sifat bahan konduktif transparan. Manfaat lain dari program penelitian ini adalah dapat meningkatkan efektifitas serta produktivitas institusi karena proyek ini juga dijadikan sebagai bagian dari fasilitas proyek penelitian tugas akhir bagi mahasiswa fisika khususnya.

4. METODE PENELITIAN

4.1. Pembuatan Bubuk PANI EB

Bubuk PANI EB dibuat dengan metode kimia dari monomer anilin dan inisiator ammonium persulfat. Proses sintesis dikelompokkan dalam lima tahap, yaitu penyiapan larutan monomer dan inisiator, polimerisasi, pemisahan, deprotonasi, dan pengeringan.

Penyiapan larutan anilin dan larutan inisiator.

Larutan anilin dibuat dengan mencampurkan 16,6 ml anilin (0,73 M) yang telah didestilasi dalam 250 ml HCl (1M) keduanya berada pada temperatur 1°C. Sedangkan larutan inisiator dibuat dari 13,68 gr ammonium persulfat (0,24 M) dalam 250 ml HCl (1M) bertemperatur 1°C. Larutan anilin dan inisiator tersebut masing-masing diaduk dengan pengaduk magnetik hingga merata.

Proses Polimerisasi.

Pada tahap ini dilakukan pencampuran larutan monomer dengan larutan inisiator disertai dengan proses pengadukan dengan menggunakan alat pengaduk magnetik. Pencampuran dilakukan dengan meneteskan larutan inisiator ke dalam larutan anilin dengan kecepatan sekitar 2 ml/menit pada temperatur sekitar 0°C. Proses polimerisasi ditandai dengan timbulnya perubahan warna campuran yang berturut-turut dari bening menjadi kuning bening, hijau muda, hijau tua, biru muda, biru tua dan terbentuknya endapan biru kehitaman. Setelah pencampuran inisiator dan monomer selesai, pengadukan tetap dilakukan sampai sekitar 4 jam sehingga diperoleh larutan yang lebih pekat dengan endapan yang lebih banyak.

Proses Pemisahan.

Tahap ketiga adalah proses pemisahan yaitu untuk mendapatkan polianilin murni dalam bentuk endapan yang terpisah dari zat-zat lain. Pada tahap ini hasil polimerisasi disaring dengan corong buchner, sehingga diperoleh endapan hijau kehitaman dan filtrat berwarna bening. Endapan PANI yang berwarna hijau kehitaman tersebut dicuci dengan akuades. Pencucian dilakukan secara terus-menerus hingga warna filtrat menjadi bening, serta diperoleh endapan dengan warna hijau kehitaman.

Pencucian dilanjutkan dengan menggunakan metanol, dilakukan hingga filtrat berwarna bening. Polianilin yang diperoleh dari tahap ini adalah PANI-ES.

Proses Deprotonasi.

Untuk mengubah PANI-ES menjadi PANI-EB dilakukan melalui proses deprotonasi. Endapan PANI-ES dicampurkan dengan 250 ml NH_4OH , 0.1 M (Merck 25 %) sehingga pH campuran tersebut melebihi 8. Proses ini dilakukan dengan pengadukan selama 15 jam. Selanjutnya campuran tersebut disaring dan dicuci dengan akuades, sampai filtrat berwarna bening. Pencucian dilanjutkan dengan menggunakan metanol. Endapan yang dihasilkan kemudian diekstrak dengan THF (Tetrahidrofur) untuk membuang PANI yang berantai pendek. Endapan yang dihasilkan tersebut kemudian dibilas dengan dietil eter.

Proses Pengeringan

Proses selanjutnya adalah pengeringan, pertama menggunakan desikator vakum selama 24 jam. Selanjutnya dikeringkan kembali dalam sistem pengering vakum pada temperatur sekitar 50°C selama 4 jam, digerus agar diperoleh butiran yang halus kemudian dikeringkan kembali dalam Oven dengan temperatur sekitar 60°C . Dari tahap akhir ini akan diperoleh polianilin tanpa doping (PANI-EB) berupa bubuk berwarna coklat keperakan.

4.2 Doping PANI dengan Asam Protonik

Sebagai asam protonik dalam penelitian ini digunakan CSA (Chaphorsulfonic Acid) dan DBSA (Dodecylbenzenesulfonic Acid). PANI yang di-doping dengan CSA dan DBSA akan membentuk Kompleks PANI-CSA dan PANI-DBSA.

4.2.1 Kompleks PANI-CSA dan Film PANI-CSA

Kompleks PANI-CSA dibuat dengan menggunakan PANI-EB, hasil sintesis secara kimia, dicampur dengan *camphorsulfonic acid* (CSA) dengan perbandingan tertentu. Dengan menggunakan *mortar* dan *pestle*, campuran PANI-EB dan CSA tersebut digerus sampai tercampur dengan baik dalam atmosfer *inert*.

Film PANI-CSA dibuat dengan melarutkan sejumlah tertentu kompleks PANI-CSA dalam pelarut m-cresol dengan konsentrasi tertentu disesuaikan dengan ketebalan yang diinginkan. Larutan kemudian dimasukkan kedalam *ultrasonic bath* selama 48 jam pada temperatur 50° C. Larutan selanjutnya disaring untuk membuang bagian-bagian yang tidak larut dan *dicasting* diatas substrat kaca dengan menggunakan *spin casting*, kemudian diuapkan pada temperatur 50°C untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut dilanjutkan dengan pengeringan dalam ruang vakum.

4.2.2 Kompleks PANI-DBSA dan Film PANI-DBSA

Pembuatan Kompleks PANI-DBSA pada dasarnya tidak berbeda dengan pembuatan kompleks PANI-CSA kecuali sebagai asam protonik sekarang digunakan *dodecyl benzene sulfonic acid* (DBSA).

Bubuk polianilin dalam bentuk basa emeraldin (PANI-EB) hasil sintesis secara kimia dicampur dengan DBSA dengan perbandingan berat tertentu. Dengan menggunakan *mortar* dan *pestle*, campuran PANI-EB dengan DBSA tersebut digerus sampai tercampur dengan baik.

Film PANI-DBSA dibuat dengan melarutkan sejumlah tertentu kompleks PANI-DBSA dalam pelarut m-cresol dengan konsentrasi tertentu. Larutan kemudian dimasukkan kedalam *ultrasonic bath* selama 48 jam pada temperatur 50° C. Larutan selanjutnya disaring untuk membuang bagian-bagian yang tidak larut dan *dicasting* dengan menggunakan substrat kaca dengan menggunakan metode *spin casting*, kemudian diuapkan pada temperatur 50°C untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut dilanjutkan dengan pengeringan dalam ruang vakum.

4.3 Pengukuran Konduktivitas Film PANI Kompleks

Konduktivitas konduktivitas/resistivitas film PANI diukur dengan menggunakan metode four line probe dengan menggunakan kawat platina sebagai probe, sumber arus konstan dan alat pengukur tegangan.

Konduktivitas dihitung melalui hubungan

$$\sigma = (I/\Delta V).(d/wt)$$

dengan:

- I = arus yang diberikan,
- ΔV = tegangan antara dua probe bagian dalam,
- d = jarak antar probe,
- w = lebar sampel dan
- t = adalah tebal sampel.

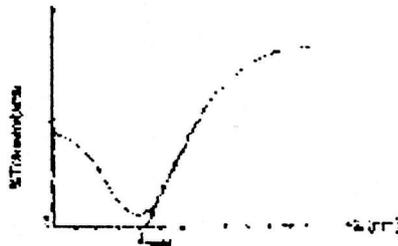
4.4 Pengukuran Transparansi Film PANI Kompleks

Transparansi bahan dapat diamati melalui nilai transmitansi atau persen transmisi yang dapat ditentukan melalui pengukuran spektrum UV-Vis. Pengukuran Spektrum UV-Vis dilakukan dengan menggunakan HP 8452 A Diode Array Spectrophotometer, pada jangkauan panjang gelombang 260 nm sampai 800 nm. Selain untuk mengetahui tingkat transparansi bahan, hasil pengukuran spektrum UV-Vis juga dapat digunakan untuk mengetahui sifat konduktif bahan melalui energi gab yang teramati.

4.5. Penentuan Energi Gab

Energi gab suatu bahan mengandung informasi tentang sifat elektrik bahan, sehingga tanpa pengukuran konduktivitas secara langsung, sifat konduktif bahan dapat diprediksi melalui energi gab yang dapat diketahui melalui panjang gelombang absorpsi maksimum atau panjang gelombang *cut-off* spektrum UV-Vis bahan.

Andaikan spektrum yang diperoleh adalah seperti pada gambar 4.1, maka energi gab bahan ditentukan dari spektrum tersebut dengan cara sebagai berikut:



Gambar 4.1 Penentuan panjang gelombang absorpsi maksimum

Energi gab dikaitkan dengan panjang gelombang maksimum melalui hubungan sebagai berikut :

$$E_{gab} = \frac{hc}{\lambda_{\max} (\mu m)} (eV) \quad 4.1$$

Dimana:

h = konstanta Plank

c = kecepatan cahaya.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pembuatan Bubuk PANI EB

Hasil polimerisasi yang diperoleh pertama kali adalah berupa endapan berwarna hijau kehitaman. Produk ini diidentifikasi sebagai emeraldin hidroklorid, berupa bubuk garam emeraldin yang terprotonasi sekitar 42%. Hasil tahap pertama ini kemudian di-deprotonasi dalam larutan NH_4OH dengan pH diatas 8, menghasilkan bubuk berwarna coklat tua, merupakan polianilin dalam bentuk basa emeraldin (PANI-EB).

5.2 Hasil Doping PANI dengan Asam Protonik

5.2.1 Kompleks PANI-CSA dan Film PANI-CSA

Dengan menggunakan *mortar* dan *pestle*, dibuat kompleks PANI-CSA dalam 6 variasi komposisi perbandingan: PANI:CSA yaitu: 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5.

Masing-masing komposisi kompleks PANI-CSA dilarutkan dalam pelarut *m-cresol* dengan konsentrasi 2% dan *dicasting* dengan menggunakan *spinner* diatas substrat kaca berukuran 2,5cm x 2,5cm. Setelah diuapkan pada temperatur 50°C untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut dilanjutkan dengan pengeringan dalam ruang vakum, dihasilkan film berwarna hijau trasparan.

5.2.2. Kompleks PANI-DBSA dan Film PANI-DBSA

Dengan cara yang sama telah dihasilkan kompleks PANI-DBSA dengan 6 variasi komposisi yang sama.

Masing-masing komposisi kompleks PANI-DBSA dilarutkan dalam pelarut *m-cresol* dengan konsentrasi 5% dan *dicasting* dengan menggunakan *spinner* diatas substrat kaca berukuran 2,5cm x 2,5cm. Setelah diuapkan pada temperatur 50°C untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut dilanjutkan dengan pengeringan dalam ruang vakum, dihasilkan film berwarna hijau terang dengan ketebalan rata-rata 10 μm .

5.3 Hasil Pengukuran Konduktivitas Film PANI Kompleks

Hasil pengukuran konduktivitas film PANI yang didoping dengan CSA untuk masing-masing komposisinya dan jenis dopan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil pengukuran konduktivitas film PANI kompleks

No.	Komposisi	Konduktivitas (S/cm)	
		Kompleks PANI-CSA	Kompleks PANI-DBSA
1	Tanpa doping	Tidak terukur	Tidak terukur
2	2:1	0,605	0,296
3	1:1	1,107	0,555
4	1:2	2,271	1,525
5	1:3	3,920	2,113
6	1:4	3,938	2,181
7	1:5	3,947	2,181

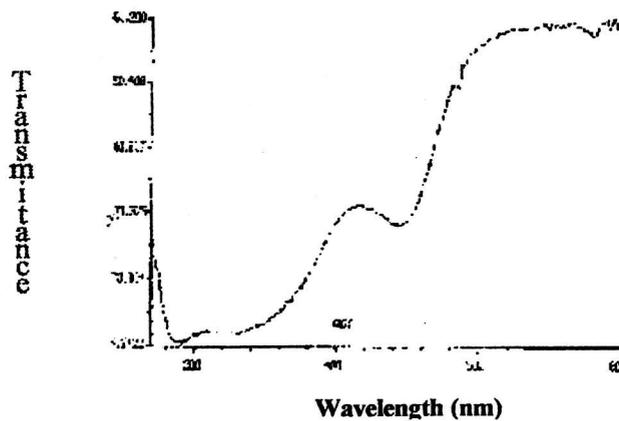
Dari hasil pengukuran diatas tampak bahwa konduktivitas PANI mengalami kenaikan yang cukup representatif (konduktivitas mulai terukur) pada komposisi PANI:Dopant 2:1. PANI yang didoping dengan CSA menunjukkan pencapaian nilai konduktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan dopan DBSA. Nilai konduktivitas cenderung terus meningkat terhadap konsentrasi dopan untuk kedua jenis asam protonik. Kenaikkan ini terhenti pada komposisi 1:4. Komposisi selanjutnya menunjukkan kenaikan yang tidak berarti. Kenyataan ini menunjukkan adanya kejenuhan rantai PANI terhadap penambahan dopan.

5.4 Hasil Pengukuran Transparansi Film PANI Kompleks

5.4.1 Transparansi Film PANI-CSA

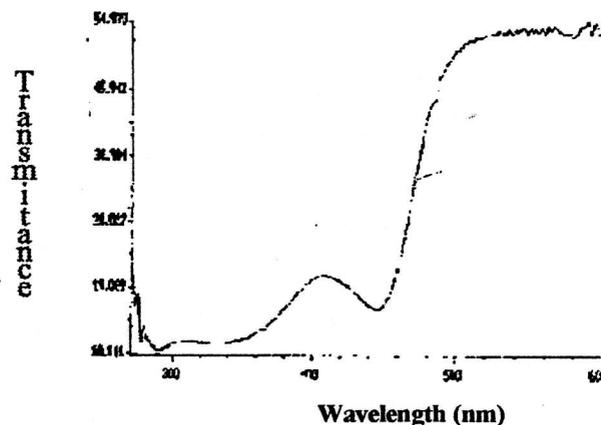
Hasil pengukuran spektrum UV-Vis pada film-film yang didoping dengan CSA dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.6.

Spektrum UV-Vis untuk komposisi kompleks PANI-CSA 2:1, pada Gambar 5.1 memperlihatkan nilai transmitansi maksimum sebesar 61% dengan puncak absorpsi melebar dari panjang gelombang 290 sampai sekitar 360 nm.



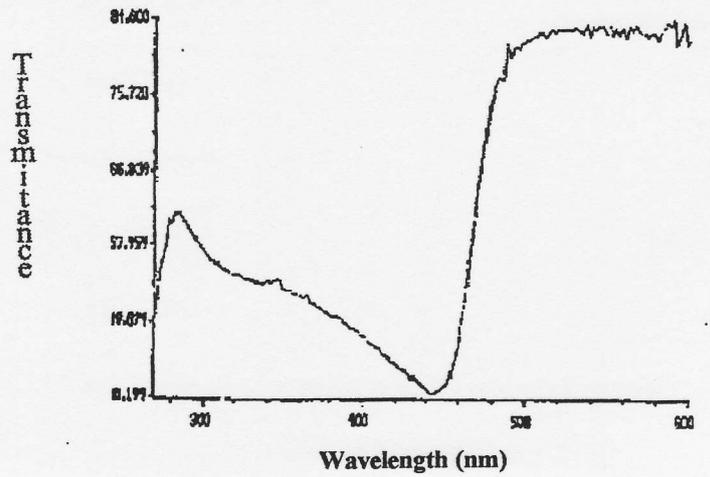
Gambar 5.1. Spektrum UV-Vis Film PANI-CSA dengan komposisi 2:1

Gambar 5.2 adalah Spektrum UV-Vis untuk komposisi kompleks PANI-CSA 1:1, memperlihatkan nilai transmitansi maksimum sebesar 55% dengan puncak absorpsi yang hampir tidak berbeda.



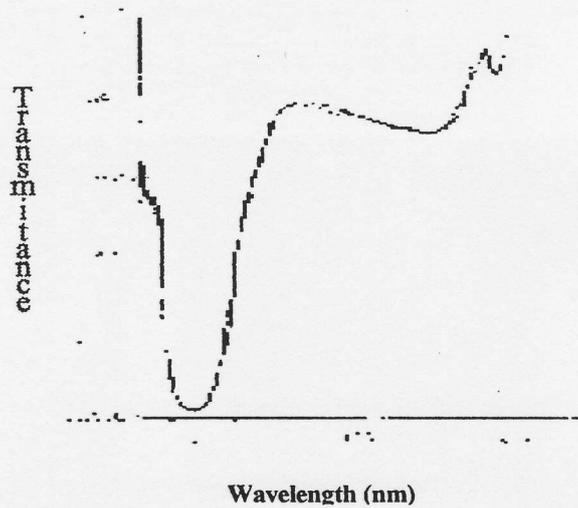
Gambar 5.2. Spektrum UV-Vis Film PANI-CSA dengan komposisi 1:1

Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-CSA dengan komposisi 1:2 terlihat seperti pada Gambar 5.3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai transmitansi maksimum meningkat menjadi 84% dengan puncak absorpsi bergeser jauh ke kanan yaitu disekitar panjang gelombang 450 nm.



Gambar 5.3. Spektrum UV-Vis Film PANI-CSA dengan komposisi 1:2

Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-CSA dengan komposisi 1:3, pada Gambar 5.4 memperlihatkan nilai transmitansi maksimum menurun kembali menjadi 76% dengan puncak absorpsi bergeser ke kiri yaitu disekitar panjang gelombang 300 nm.



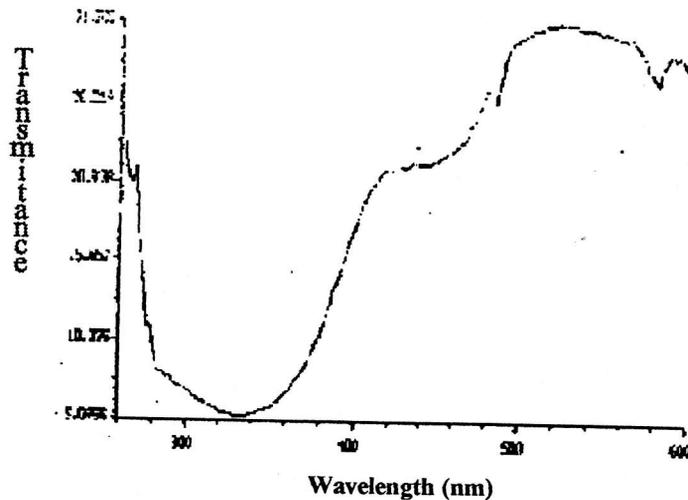
Gambar 5.4. Spektrum UV-Vis Film PANI-CSA dengan komposisi 1:3

Dari keseluruhan data diatas hanya 3 data pertama yang memberikan nilai transmitansi yang konsisten seperti yang diharapkan. Tiga data berikutnya menunjukkan nilai transmitansi yang berfluktuatif meskipun konsentrasinya diperbesar.

5.4.2. Transparansi Film PANI-DBSA

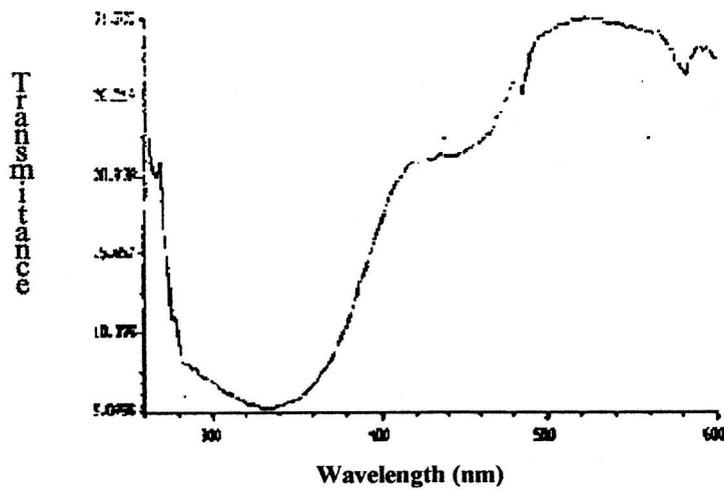
Hasil pengukuran spektrum UV-Vis pada film-film yang didoping dengan DBSA dapat dilihat pada Gambar 5.7 sampai Gambar 5.12.

Spektrum UV-Vis untuk komposisi kompleks PANI-DBSA 2:1, pada Gambar 5.7 memperlihatkan nilai transmitansi maksimum sebesar 32% dengan puncak absorpsi pada panjang gelombang 340 nm.



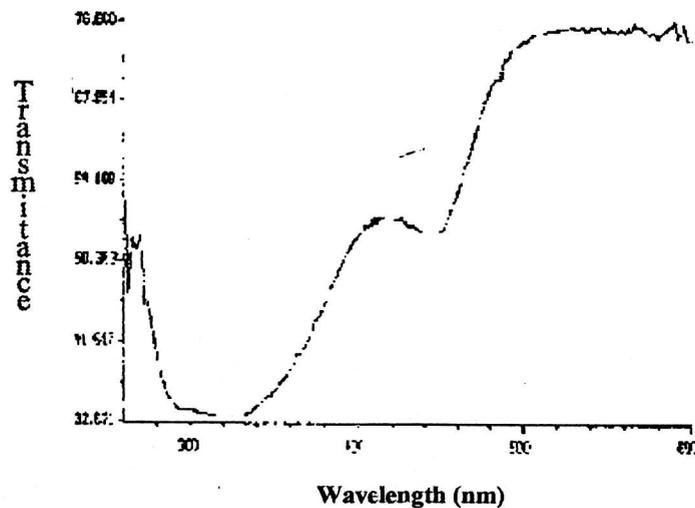
Gambar 5.7. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 2:1

Gambar 5.8 adalah Spektrum UV-Vis untuk komposisi kompleks PANI-DBSA 1:1, memperlihatkan nilai transmitansi maksimum yang lebih tinggi dibandingkan untuk komposisi 2:1 yaitu sebesar 52% dengan puncak absorpsi masih disekitar panjang gelombang 340 nm.



Gambar 5.8. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 1:1

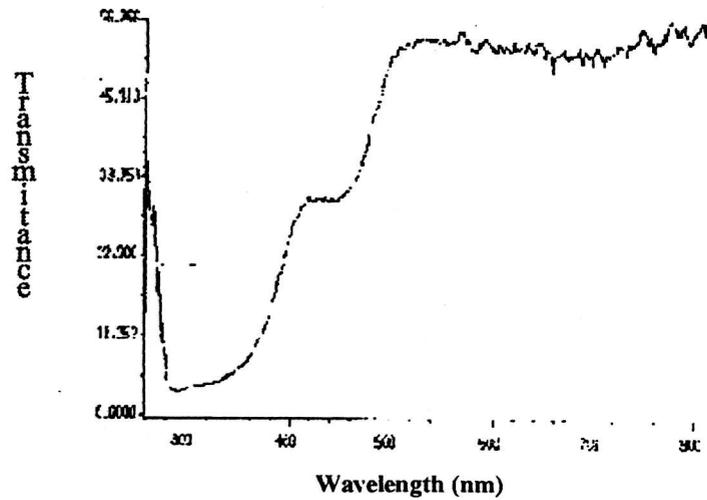
Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-DBSA dengan komposisi 1:2 terlihat seperti pada Gambar 5.9. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai transmitansi maksimum meningkat menjadi 76% dengan puncak absorpsi sedikit bergeser ke kiri yaitu disekitar panjang gelombang 330 nm.



Gambar 5.9. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 1:2

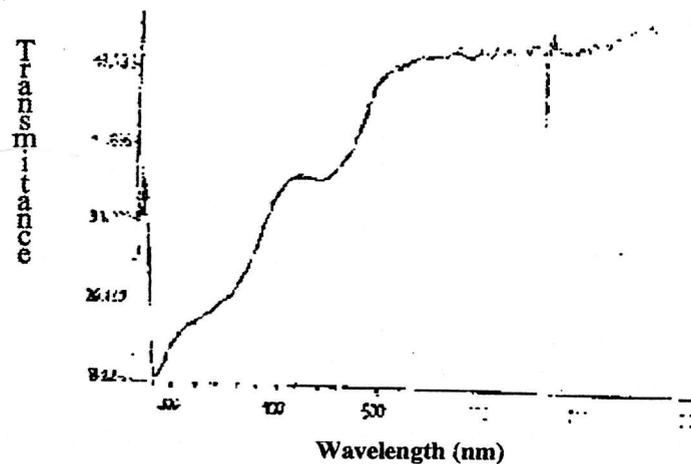
Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-DBSA dengan komposisi 1:3, pada Gambar 5.10 memperlihatkan nilai transmitansi maksimum menurun kembali menjadi

56% dengan puncak absorpsi bergeser ke kiri yaitu disekitar panjang gelombang 300 nm.



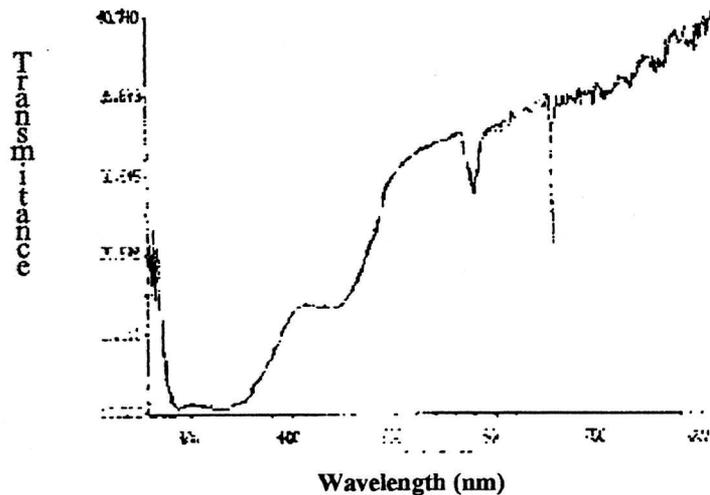
Gambar 5.10. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 1:3

Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-DBSA dengan komposisi 1:4, pada Gambar 5.11 memperlihatkan nilai transmitansi maksimum yang hampir sama dengan yang diperoleh pada komposisi 1:3 yaitu 57% dengan puncak absorpsi semakin bergeser ke kiri disekitar panjang gelombang 280 nm.



Gambar 5.11. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 1:4

Spektrum UV-Vis untuk kompleks PANI-DBSA dengan komposisi 1:5, seperti terlihat pada Gambar 5.12, menunjukkan nilai transmitansi maksimum yang semakin menurun dibandingkan data-data sebelumnya yaitu menjadi sekitar 41% dengan puncak absorpsi melebar disekitar panjang gelombang 300 nm sampai 360 nm.



Gambar 5.12. Spektrum UV-Vis Film PANI-DBSA dengan komposisi 1:5

Keseluruhan spektrum UV-Vis pada film PANI-DBSA menunjukkan kecenderungan yang sama seperti spektrum-spektrum UV-Vis untuk PANI-CSA yaitu hanya 3 data pertama yang memberikan nilai transmitansi yang konsisten seperti yang diharapkan. Tiga data berikutnya menunjukkan nilai transmitansi yang menurun meskipun konsentrasi dopannya diperbesar. Hal ini diduga telah terjadi kejenuhan pada komposisi PANI:DBSA 1:3 sehingga penambahan dopan tidak lagi mempengaruhi sifat transparansi bahan.

Secara ringkas seluruh hasil pengukuran persen transmitansi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil pengukuran Transmitansi Maksimum film PANI kompleks

No.	Komposisi	Transmitansi (%)	
		Kompleks PANI-CSA	Kompleks PANI-DBSA
1	2:1	61,0	31,5
2	1:1	55,0	52,0
3	1:2	84,0	76,5
4	1:3	76,0	56,0
5	1:4	90,0	57,0
6	1:5	80,0	41,0

5.5. Hasil Perhitungan Energi Gab

Dari nilai panjang gelombang maksimum pada spektrum UV-Vis setiap sampel telah dihitung nilai energi gab masing-masing, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3: Hasil Perhitungan Energi Gab

Dopan	Komposisi	λ_{\max} (nm)	E_{gab} (eV)
CSA	2:1	450	2,76
	1:1	440	2,82
	1:2	470	2,64
	1:3	380	3,26
	1:4	400	3,10
	1:5	390	3,18
DBSA	2:1	360	3,44
	1:1	370	3,26
	1:2	420	2,95
	1:3	410	3,02
	1:4	400	3,10
	1:5	430	2,88

Hasil pada tabel diatas menunjukkan adanya kecenderungan, meskipun kecil, penurunan energi gab terhadap konsentrasi dopan untuk kedua jenis asam protonik terutama untuk tiga data yaitu pada komposisi antara 1:1 sampai 1:3. Ini berarti ada kenaikan konduktivitas pada sampel-sampel tersebut. Kecenderungan kenaikan ini sesuai dengan kecenderungan yang muncul pada hasil pengukuran konduktivitas secara langsung.

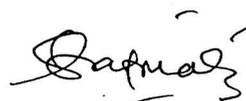
DAFTAR PUSTAKA

1. Shirawaka H., Louis E. J, MacDiarmid A. G, Chiang C. K ang Heeger A. J. J. Chem. Soc. Chem. Commun., (1977) 578.
2. Saleneck, W.R., D.T. Clark, and E.J. Samuelson (ed) (1991) *Science and Application of Conducting Polymers*, W.R. Saleneck, D.T. Clark, and E.J. Samuelson (ed), Adam Higler, New York, p73.
3. Angelopoulos M., G.E. Asturias, S.P. Ermer, A. Ray, E.M. Scherr, and A.G.MacDiarmid, (1988), *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **160**, 151.
4. Chiang, J., A.G. MacDiarmid, (1986), *Synth. Met.* **13**, 193, p 529.
5. MacDiarmid, A.G., and A.J. Eipstein, (1989), *Faraday Discuss Chem. Soc.* **88**, 317
6. Lapkowski, M., (1990), *Synth. Met.* **35**, 183
7. Cao, Y., P. Smith, and A.J. Heeger (1993), *Synth. Met.* **55-57**, 3514.
8. W. Luzny, E. J. Samuelsen, D. Djurado, Y. F. Nicolau, Polyaniline Protonated ith Camphorsulfonic Acid: Modelling of It's Crystalline, *Synthetic Metals* **90** (1) (1997) 19-23.
9. J. M. Ko, I. J Ihung, I. J. Chung, Electrochemical Behavior of Dodezylbenzenesulfonic Acid-doped Polyaniline in organic electrolyte Solution, *Synthetic Metals* **68** (3) (1995) 233-237.

CURRICULUM VITAE

1. Nama : Lusi Safriani, M.Si.
2. NIP : 132 207 289
3. Pangkat/Golongan : Penata Muda/ III-a
4. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
5. Unit Kerja : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
6. Alamat Rumah : Jl. Pasirlayung Utara IV No.15 Bandung
- Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Jatinangor Km 21 Sumedang
7. Pendidikan : S2 Fisika ITB, lulus September 2000
S1 Fisika UNPAD, lulus Mei 1997
8. Pekerjaan : Staf Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Mulai tahun 1998 - sekarang
9. Daftar Karya Ilmiah :
 1. L. Safriani, T. Aryati, "Sintesis PPV dengan Suhu Konversi Rendah dan Aplikasinya Sebagai Divais OLED, Laporan Penelitian Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia dengan kontrak no. 014/LIT/BPPK-SDM/III/2001, September 2002.
 2. L. Safriani, A. Bahtiar, "Sintesis Polimer Terkonjugasi EH-PPV Sebagai Bahan Aktif Light Emitting Diode, Laporan Penelitian Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia dengan kontrak no. 013/LIT/BPPK-SDM/III/2001, Oktober 2001.
 3. L. Safriani, P. Wulandari, D. Swameisari, Fitrilawati, R.E. Siregar, M.O. Tjia, "Pengaruh Proses Konversi Termal Pada Karakteristik OLED PPV", Proc. Simposium Nasional Polimer III, Bandung, Agustus 2001.
 4. L. Safriani, Y. Yuliah, Fitrilawati, "Sintesis 2-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene-dimethylenbis(tetrahydrothiophenylbromide) Sebagai Monomer Untuk Polimer Konduktif Poly[2-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenedivinylene]", Laporan Penelitian DIK dengan DIP No. 060/23/2000, September 2000.
 5. Setianto, L. Y. Mei, L. Safriani "Menentukan Koefisien Polaritas Pada Molekul Organik Donor-Akseptor", Laporan Penelitian DIK dengan DIP No. 060/23/2000, September 2000.
 6. L. Safriani, Fitrilawati, S. Hidayat, "Studi Spektroskopi Untuk mengetahui Pengaruh Plastisiser NMP Terhadap Film PANI-NMP", Laporan Penelitian DIKS No. Kontrak 388/106.14/LP/PL/1999, Januari 2000.
 7. S. Hidayat, L. Safriani, F. Fitrilawati, R.E. Siregar, "Kajian Poliblend PANI-PPTA Sebagai Elektroda Baterai Sekunder", Proc. Simposium Nasional Polimer II, Bogor, 1998.
 8. L. Safriani, S. Hidayat, F. Fitrilawati, Y. Yuliah, R.E. Siregar, "Sintesis dan Karakterisasi PANI-NMP serta Studi Aplikasinya Sebagai Baterai Sekunder", Proc. Pertemuan Ilmiah Sains Materi II, PPSM BATAN, 1997.

Jatinangor, 5 Nopember 2003



Lusi Safriani, S.Si., M.Si.

RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : Yayah Yuliah, Dra, MS
2. Tempat dan Tanggal lahir : Cianjur, 29 Juli 1961
3. Pangkat/golongan : Penata Tk.I/III d
4. Jabatan Fungsional : Lektor
5. Jabatan Struktural : -
6. Unit Kerja : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
7. Alamat Rumah : Jl. Riung Resmi 45/IC, Komp. Riung Bandung,
Bandung 40295.
8. Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Jatinangor Sumedang 45363
Telp./Fax.: (022) 796014
9. Riwayat Pendidikan : - S2, Fisika ITB, Lulus tahun 1990
- S1, Fisika UNPAD, Lulus tahun 7
10. Riwayat Pekerjaan : Staf Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNPAD,
mulai tahun 1989 sampai sekarang.

11.. Karya Ilmiah

1. Y. Yuliah, D. Hardoyo, F. Fitriawati, T. Aryati, L. Safriani, D. Hamdani, "Perubahan Sifat Listrik Polimer Konduktif Polianilin Akibat Proses Plastisasi", Jurnal Sain Materi Vol 1, 1999.
2. Yayah Yuliah, Nendi Suhendi, Dadan Hamdani, Pembuatan Film PANI-NMP dan Aplikasinya sebagai Sensor pH, XVII National Physics Symposium and AAPS Seminar on Physics of Materials, Yogyakarta Desember 1998.
3. Yayah Yuliah, Dadan Hamdani, Pembuatan dan Pengujian Unjuk Kerja FET polianilin, Seminar Akademik FMIPA UNPAD, Oktober 1998.
4. Yayah Yuliah, Doy Hardejo H., Fitriawati, Tuti Aryati, Pengaruh Plasticizer dalam Pelarut NMP pada Sifat Mekanik Polianilin, Laporan Penelitian Dasar III, Februari 1998.
5. Yayah Yuliah, Nendi Suhendi, Pembuatan Prototipe Sensor pH dengan Bahan Aktif Polianilin, Laporan Penelitian Dosen Muda, Februari 1998.
6. Yayah Yuliah, Tuti Susilawati, Otong Nurhilal, Sintesis dan Karakterisasi Polianilin Sebagai Bahan Aktif Sensor pH, Laporan Penelitian Dosen Muda, Februari 1997.
7. Yayah Yuliah, Studi Korelasi antara Konsentrasi Doping, Struktur Ikatan dan Konduktivitas pada Polianilin, Proc. XVIII Nat. Symp. Phys. Metals and Alloys, Bandung 1996
8. Yayah Yuliah, Sintesis dan Doping Polianilin dalam Berbagai Konsentrasi Elektrolit, Prosiding Pertemuan Ilmiah Sains Materi I, PPSM BATAN, Semarang, 1996.

Jatinangor, 5 Nopember 2003



Dra. Yayah Yuliah, MS.

RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Tuti Aryati, Dra, MS
2. NIP : 131 413 148
3. Pangkat/golongan : Penata/III/c
4. Jabatan Fungsional : Lektor Muda
5. Jabatan Struktural : -
6. Unit Kerja : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
7. Alamat Rumah : Jl. Saluyu Indah I, Komp. Riung Bandung,
Bandung 40295. Telp. 7569786
8. Alamat Kantor : Jurusan Fisika FMIPA UNPAD
Jl. Raya Jatinangor Sumedang 45363
Telp./Fax.: (022) 796014
9. Riwayat Pendidikan :- S2, Fisika ITB, Lulus tahun 1990
- S1, Fisika UNPAD, Lulus tahun 1980
10. Riwayat Pekerjaan : Staf Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNPAD,
mulai tahun 1982 sampai sekarang.
11. Daftar Karya Ilmiah dan Publikasi
 1. Yayah Yuliah, Doy Hardojo H., Fitrilawati, **Tuti Aryati**, Pengaruh Plasticizer dalam Pelarut NMP pada Sifat Mekanik Polianilin. Laporan Penelitian Dasar III, Februari 1998.
 2. Tuti Aryati, Tjahyana Sualam, Pembuatan Film Tipis Polianilin Secara Elektrokimia untuk Aplikasi Elektrokromik, Laporan Penelitian Dosen Muda, Februari 1998.
 3. Sri Suryaningsih, **Tuti Aryati**, Doy Haroyo, Analisis Konduktivitas Bahan Polianilin sebagai Fungsi Konsentrasi Elektrolit, Laporan Penelitian DPP/DRK Unpad, 1998.
 4. Tuti Aryati, Yayah Yuliah, Sri Suryaningsih, Pengaruh Arus Sintesis Terhadap Konduktivitas Polianilin Hasil Elektropolimerisasi.

Tuti Aryati

(Tuti Aryati, Dra, MSi)