

**KAJIAN STRUKTUR SEL SURYA ORGANIK BERBASIS POLIMER  
PCBM DAN KLOOROFIL**



**Disusun oleh :**

**MARSUDI ARIF WIBOWO  
M0210040**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian  
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Agustus, 2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Kajian Struktur Sel Surya Organik Berbasis Polimer PCBM dan Klorofil

Yang ditulis oleh :

Nama : Marsudi Arif Wibowo

NIM : M0210040

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Jum'at

Tanggal : 15 Agustus 2014

Anggota Tim Penguji:

1. Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si, M.Si  
NIP 19731109 200003 1 001

2. Drs. Harjana, M.Si, M.Sc, Ph.D  
NIP 19590725 19860110 01

3. Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si  
NIP 19690826 199903 1 001

4. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si  
NIP 19721013 200003 1 002

(*Budi Purnama*)  
(*Harjana*)  
(*Agus Supriyanto*)  
(*Fahru Nurosyid*)

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

*Ahmad Marzuki*

(Ahmad Marzuki, S.Si, Ph.D)  
NIP. 196805081997021001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “KAJIAN STRUKTUR SEL SURYA ORGANIK BERBASIS POLIMER PCBM DAN KLOOROFIL” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 15 Agustus 2014

MARSUDI ARIF W

## **MOTTO**

*“Kesulitan merupakan langkah awal ketika ingin mencapai keberhasilan”*

*“99% usaha dan 1% otak merupakan faktor keberhasilan”*

*(Albert Einstein)*

*’Hidup Bukanlah Perjuangan Tetapi Untuk Perjuangan’*

*“Perjuangan gak akan pernah bisa lepas dari keluarga dan sahabat”*

## PERSEMBAHAN

Sebuah karya yang menjadi sebagian pengalaman hidup ini, saya persembahkan untuk orang-orang terhebat menurut saya :

1. Kedua orang tua saya yang menjadi pahlawan dan telah berjuang untuk saya. Mereka merupakan inspirator terhebat bagi saya. Dan kehebatan merekalah yang membuat saya tidak pernah bisa sehebat mereka.
2. Kakak-kakak saya yang menjadi orang terhebat setelah orang tua saya dan telah memberikan dorongan semangat untuk saya.
3. Sahabat saya seperti Yulek, Ajek, Galeh, Kacung, Surono, dan lainnya yang telah menemani dan memberikan sebagian pelajaran dalam kehidupan saya.
4. Andri, Agfa, Afrijal, Edi, Jimmi, Intan, giovanno dan keluarga besar Inersia 2010 yang menemani kuliah saya dan kerjasama dan kekompakan yang tidak pernah tertandingi.
5. Mbak Nanik, Amrina, Mas Fredika yang telah menjadi tim seperjuangan dan telah bekerja sama dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Mas Yoga, Nurul, Ajeng, Deni, Uki, Elvira, dan keluarga material yang telah menemani dan memberi semangat kepada saya selama penelitian.
7. Seluruh keluarga besar HIMAFIS FMIPA UNS.

Kesuksesan merupakan hal yang harus diperjuangkan, karena kata sukses itulah yang membuat motivasi orang harus sekolah. Dan perjuangan tidak pernah terhenti dengan kata sukses, karena perjuangan tak pernah terhentikan. Perjuangan harus diperjuangkan terus-menerus.

# KAJIAN STRUKTUR SEL SURYA ORGANIK BERBASIS POLIMER PCBM DAN KLOORIFIL

MARSUDI ARIF WIBOWO

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

## ABSTRAK

Sel surya organik telah dibuat berbahan aktif *Phenyl-C61-butyric acid methyl ester* (PCBM) dan klorofil alami. Dalam sel surya organik PCBM berperan sebagai akseptor, sedangkan klorofil berperan sebagai donor. Klorofil alami yang digunakan berasal dari *spirullina sp.* Klorofil memiliki serapan cahaya pada panjang gelombang 432 nm dan 665 nm, sedangkan sifat kelistrikannya menunjukkan adanya peningkatan arus yang linier terhadap cahaya. Penumbuhan bahan aktif SSO dilakukan di atas substrat *fluorine doped tin oxide* (FTO) dengan menggunakan metode *spin coating* pada kecepatan putar 2500 rpm selama 30 sekon. Jumlah pelapisan bahan aktif yang dilakukan sebanyak 3 lapis klorofil dan 1 lapis PCBM. Fabrikasi SSO dilakukan dengan memvariasikan struktur dan konsentrasi PCBM, sedangkan pelapisan alumunium sebagai elektroda negatif dilakukan dengan menggunakan metode evaporasi. Sel surya organik diuji karakterisasi  $I-V$  dengan cahaya *xenon* pada intensitas  $1000 \text{ watt/m}^2$  dan luas area  $10 \text{ mm}^2$ . Hasil pengujian menunjukkan sel surya organik dengan struktur *FTO/Pedot:PSS/PCBM:Klorofil/Al* memiliki karakterisasi  $I-V$  yang terbaik dengan nilai  $I_{sc}$  sebesar  $2,30 \times 10^{-5} \text{ A}$ ,  $V_{oc}$  sebesar  $0,25 \text{ V}$ ,  $FF$  sebesar  $3,97 \times 10^{-1}$ , dan efisiensi sebesar  $2,28 \times 10^{-2} \%$ .

Kata kunci : sel surya organik, PCBM, klorofil, *spin coating*.

# **STUDY ON ORGANIC SOLAR CELLS STRUCTURE BASED PCBM POLYMER AND CHLOROPHYLL**

MARSUDI ARIF WIBOWO

Departement Physics, Faculty of Science MIPA, Universitas Sebelas Maret

Organic solar cells have been made with active Phenyl-C61-butyric acid methyl ester (PCBM) and natural chlorophyll. PCBM organic solar cells act as acceptors, where chlorophyll act as a donor. Natural chlorophyll which is derived from spirullina sp. Spirullina sp has an absorption of light at a wavelength of 432 nm and 665 nm, while the electrical properties showed a linear current increase with intensity of light. SSO growth is performed on the substrate fluorine doped tin oxide (FTO) using the spin coating method on the rotational speed of 2,500 rpm for 30 second. Number of active ingredient coating done as much as 3 layers and 1 layer of chlorophyll PCBM. SSO fabrication is done by varying the structure and concentration of PCBM, while the aluminum coating as a negative electrode made using evaporation method. Organic solar cell IV characterization is tested with xenon light on 1000 Watt/m<sup>2</sup> intensity and area of 10 mm<sup>2</sup>. The test results demonstrate organic solar cells with the structure of the FTO/Pedot:PSS/PCBM:Chlorophyll/Al has the best IV characterization with value of  $I_{sc}$  of  $2,30 \times 10^{-5}$  A,  $V_{oc}$  on 0,25 V,  $FF$  of 0,39, and an efficiency of  $2,28 \times 10^{-2}$  %.

Keywords : organic solar cells, PCBM, chlorophyll, spin coating

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Kajian Struktur Sel Surya Organik Berbasis Polimer PCBM dan Klorofil”. Penulis menyadari bahwa masih banyak keterbatasan sehingga skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan saran, dorongan, perhatian dari berbagai pihak.

Dalam kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si selaku pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan ilmunya, perhatian, dan arahan serta memberikan semangat kepada penulis.
2. Bapak Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dorongan, dan perhatian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Dr. Yoventina Iriani, S.Si, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan pembelajaran di UNS.
4. Seluruh akademisi Universitas Sebelas Maret khususnya jurusan Fisika FMIPA UNS.

Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surakarta, 15 Agustus 2014

Penulis



## **PUBLIKASI**

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Kajian Struktur Sel Surya Organik Berbasis Polimer PCBM dan Klorofil” telah presentasikan pada seminar Himpunan Fisika Indonesia (HFI) di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta dan telah dipublikasikan di Digital Library Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sebelas Maret.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>HALAMAN PUBLIKASI</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sel Surya Organik.....	4
2.1.1 Struktur Sel Surya Organik.....	6
2.1.2 <i>Homojunction</i> .....	6
2.1.3 <i>Heterojunction</i> .....	7
2.2 Material Sel Surya Organik.....	8
2.2.1 Elektroda.....	8
2.2.2 <i>Pedot:PSS</i> .....	9
2.2.3 <i>Phenyl-C61-Butyric Acid Methyl Ester (PCBM)</i> .	9
2.2.4 Klorofil <i>Spirulina sp</i> .....	10
2.3 Metode Penumbuhan Lapisan Tipis.....	11
2.3.1 <i>Spin Coating</i> .....	11
2.3.2 Evaporasi.....	12
2.4 Karakterisasi Bahan Aktif.....	12
2.4.1 Karakterisasi Optik.....	13
2.4.2 Karakterisasi Listrik.....	14
2.5 Karakterisasi <i>I-V</i> SSO.....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan.....	18
3.3. Diagram Penelitian.....	18
3.3.1 Diagram Karakterisasi Optik dan Listrik.....	19

3.3.2 Diagram Karakterisasi $I$ - $V$ SSO.....	20
3.3.3 Diagram Karakterisasi $I$ - $V$ SSO.....	21
3.3.4 Diagram Karakterisasi $I$ - $V$ SSO.....	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	23
3.4.1 Karakterisasi Klorofil.....	23
3.4.3 Fabrikasi Sel Surya Organik.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakterisasi Optik.....	27
4.2 Karakterisasi Listrik.....	29
4.3 Karakterisasi $I$ - $V$ SSO.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Mekanisme transport elektron..... 5
Gambar 2.2	Skema <i>homojunction</i> sambungan p-n..... 7
Gambar 2.3	Konsep <i>bilayer heterojunction</i> ..... 8
Gambar 2.4	Struktur senyawa PCBM..... 10
Gambar 2.5	Tahapan <i>spin coating</i> ..... 12
Gambar 2.6	Pengukuran resistivitas..... 14
Gambar 2.7	Karakteristik <i>I-V</i> SSO..... 16
Gambar 3.1	Diagram karakterisasi optik dan listrik..... 19
Gambar 3.2	Diagram fabrikasi SSO <i>bilayer</i> ..... 20
Gambar 3.3	Diagram fabrikasi SSO <i>bilayer</i> ..... 21
Gambar 3.4	Diagram fabrikasi SSO <i>bulk</i> ..... 22
Gambar 3.5	Skema PCB..... 23
Gambar 3.6	Pola <i>FTO</i> ..... 24
Gambar 3.7	Pelarutan PCBM..... 25
Gambar 3.8	Struktur SSO..... 25
Gambar 4.1	Spektrum absorbansi klorofil..... 28
Gambar 4.2	Spektrum absorbansi PCBM..... 29
Gambar 4.3	Grafik <i>I-V</i> lapisan klorofil..... 30
Gambar 4.4	Kurva <i>I-V</i> sel surya organik ..... 32
Gambar 4.5	Peristiwa penguatan transfer elektron..... 34
Gambar 4.6	Peristiwa pelemahan transfer elektron..... 35
Gambar 4.7	Kurva perbandingan $I_{sc}$ ..... 36
Gambar 4.8	Kurva perbandingan $V_{oc}$ ..... 36
Gambar 4.9	Kurva perbandingan <i>fill factor</i> ..... 37
Gambar 4.10	Kurva perbandingan <i>efisiensi</i> ..... 38

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 4.1	Karakterisasi $I-V$ SSO.....	33
Tabel	Hasil perhitungan $fill\ factor$ .....	47
Lampiran		
Tabel	Hasil perhitungan efisiensi.....	48
Lampiran		

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
$I_o$	Daya cahaya datang	Watt/m <sup>2</sup> (W/m <sup>2</sup> )
$I$	Daya cahaya keluar	Watt/m <sup>2</sup> (W/m <sup>2</sup> )
$A$	Absorbansi	-
$T$	Transmitansi	-
$c$	Konsentrasi molar	Mol/Liter (mol/l)
$\alpha$	Koefisien absorbansi	-
$\lambda$	Panjang gelombang	nanometer (nm)
$I_{max}$	Arus maksimum	Ampere (A)
$V_{max}$	Tegangan maksimum	Volt (V)
$I_{sc}$	Arus <i>short circuit</i>	Ampere (A)
$V_{oc}$	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt (V)
$FF$	<i>Fill Factor</i>	-
$P_{out}$	Daya keluaran	Watt (W)
$P_{in}$	Daya masukan	Watt (W)
$I$	Intensitas cahaya	Watt/m <sup>2</sup> (W/m <sup>2</sup> )
$\eta$	Efisiensi	Persen (%)
$l$	Lebar	Meter (m)
$p$	Panjang	Meter (m)
$A$	Luas SSO	Meter persegi (m <sup>2</sup> )
$B$	Luas bahan terukur	Meter persegi (m <sup>2</sup> )
$L$	Panjang bahan terukur	Meter (m)
$\rho$	Hambatan jenis bahan	Ohm.meter
$R$	Hambatan bahan	Ohm