

**PENGARUH KONSENTRASI BERAT P3HT DAN PCBM DENGAN METODE
BLENDING TERHADAP PENINGKATAN EFISIENSI SEL SURYA ORGANIK**



Disusun oleh:

**MAYA AGUSTIN ARIFIN
M0211053**

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Desember, 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pengaruh Konsentrasi Berat P3HT dan PCBM dengan Metode *Blending* terhadap Peningkatan Efisiensi Sel Surya Organik

Yang ditulis oleh:

Nama : Maya Agustin Arifin

NIM : M0211053

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 26 Oktober 2015

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji

Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.

NIP. 1971 0831 200003 1 005

2. Sekertaris Penguji

Mohtar Yunianto, S.Si., M.Si

NIP. 1980 0630 200501 1 001

3. Anggota Penguji I

Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si
.....

NIP. 19690826 199903 1 001

4. Anggota Penguji II

Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.
.....

NIP. 19721013 200003 1 002

Disahkan pada tanggal Desember 2015

oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si.

NIP. 1972 1013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Berat P3HT dan PCBM dengan Metode *Blending* terhadap Peningkatan Efisiensi Sel Surya Organik” 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 difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, Desember 2015

Maya Agustin Arifin

MOTTO

Have more fire. Be unstoppable. Be a force nature.
Be better than everyone here, and dont give a damn what anyone thinks.
There are no teams here, no buddies. You're on your own.

Be on your own.

*Avoir plus de feu. Soyez imparable. Soyez un caractère de force.
Être mieux que tout le monde ici, et ne donne pas une putain ce que quelqu'un pense.
Il n'y a pas d'équipes ici, pas de copains. Tu es seul.
Soyez vous-même.*

PERSEMBAHAN

Le mien

Mon ombre

Mon tout

Pour toi

Pengaruh Konsentrasi Berat P3HT dan PCBM dengan Metode *Blending* terhadap Peningkatan Efisiensi Sel Surya Organik

Maya Agustin Arifin

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Sel surya organik (SSO) telah dibuat menggunakan material *poly (3-hexylthiophene)* (P3HT) dan *(6, 6) phenyl C₆₁ butyric acid methyl ester* (PCBM). Material P3HT bertindak sebagai donor dan material PCBM bertindak sebagai akseptor. Variasi konsentrasi berat yang dibuat adalah 1 mg/mL, 2 mg/mL, 8 mg/mL dan 16 mg/mL dengan perbandingan PCBM dan P3HT adalah 1:5. P3HT:PCBM dicampur menggunakan pelarut klorobenzen menggunakan metode *blending*. Deposisi lapisan *blending* P3HT:PCBM menggunakan metode *spin coating* dengan kecepatan putar 2500 rpm selama 10 detik. Uji absorbansi menggunakan *UV-Visible Spectrometer Lambda 25* dan uji karakteristik *I-V* menggunakan *Keithley 2602*. Nilai energi gap dari *UV-Vis* menggunakan metode Tauc adalah 1,92 eV. Karakterisasi *I-V* nilai efisiensi SSO pada konsentrasi berat 1 mg/mL sebesar $0,003 \times 10^{-1}\%$, konsentrasi berat 2 mg/mL sebesar $0,040 \times 10^{-1}\%$ dan konsentrasi berat 8 mg/mL sebesar $0,713 \times 10^{-1}\%$. Efisiensi yang paling besar pada konsentrasi berat 16 mg/mL sebesar $0,942 \times 10^{-1}\%$.

Kata kunci: SSO, P3HT:PCBM, Energi gap, Efisiensi, Metode *Tauc*

The influence of Weight Concentration P3HT and PCBM by Blending Method Enhance Efficiency for Organic Solar Cells

Maya Agustin Arifin

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Organic solar cells have been made using the *poly (3-hexylthiophene)* (P3HT) and *(6,6) phenyl C61 butyric acid methyl ester (PCBM)* materials. P3HT materials act as donor and PCBM materials act as acceptor. Variation of weight concentration are 1 mg/mL, 2 mg/mL, 8 mg/mL and 16 mg/mL with ratio of P3HT and PCBM is 5:1. P3HT:PCBM mixed using chlorobenzene solvent with blending method. Deposition of active layer of P3HT:PCBM used spin coating with rotary speed is 2500 rpm for 10 seconds. The absorbance test used UV-Visible Spectrometer Lambda 25 and the I-V characteristic test used Keithley 2602. The value of gap energy with UV-Vis curve using Tauc method is 1.92 eV. I-V characterization efficiency at 1 mg/mL is $0.003 \times 10^{-1}\%$, weight concentration of 2 mg/mL is $0.040 \times 10^{-1}\%$ and weight concentration of 8 mg/mL is $0.713 \times 10^{-1}\%$. The highest of efficiency at weight concentration of 16 mg/mL is $0.942 \times 10^{-1}\%$.

Keywords: OSC, P3HT:PCBM, Gap energy, Efficiency, Tauc method

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W.T atas segala-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Teguran, hidayah, anugrah dan beragam kenikmatan mewarnai penyelesaian tugas akhir ini.

Tugas akhir yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains ini berjudul “*Pengaruh Konsentrasi Berat P3HT dan PCBM dengan Metode Blending terhadap Peningkatan Efisiensi Sel Surya Organik*” Penyelesaian tugas akhir ini tidak serta merta namun turut tersumbang keringat, buah fikir dan kesabaran yang dipersembahkan oleh beberapa pihak. Oleh karena itu dengan merendahkan diri serendah-rendahnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I terimakasih atas kebaikan dan senantiasa dengan kesabaran membimbing sejak awal persiapan hingga tugas akhir ini dapat selesai.
2. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing hingga penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dr. Harjana, M.Si. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi disetiap semester.
4. Bapak dan ibu dosen serta staff Fisika FMIPA UNS atas pembelajarannya selama proses awal kuliah hingga selesai.
5. Bapak, Ibu dan keluarga besar, atas doa dan segala bantuannya sejak penulis menjadi mahasiswa hingga akhirnya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Keluarga *Material Research Group* (Rima, Leila, Fitria, Dinasti, Sehati, Dianisa, Lutfi, Lidya dan lain-lain) yang selalu memberikan motivasi dan selalu sedia untuk saling bertukar ilmu untuk membantu penyelesaian penelitian ini.
7. Narita Diah Arini, dan Eridani Hanifiyah Kumara Ratih dan Lia Wuriyanti atas dukungan, motivasi, dan bantuan moril yang diberikan selama menjadi mahasiswa baru hingga tugas akhir ini selesai.

8. DIKTI dalam proses penelitian hingga selesainya skripsi ini ditulis dalam pembiayaan penelitian.
9. Mas David yang telah membantu menguji keithley.
10. Seluruh teman-teman Fisika FMIPA UNS angkatan 2011.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Semoga Allah S.W.T membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat.

Surakarta, Desember 2015

Maya Agustin Arifin

HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul "Pengaruh Konsentrasi Berat P3HT dan PCBM dengan Metode *Blending* terhadap Peningkatan Efisiensi Sel Surya Organik" dipublikasikan di Repositori Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PUBLIKASI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sel Surya Organik.....	4
2.2. Material Sel Surya Organik.....	9
2.2.1. Elektroda.....	9
2.2.2. PEDOT:PSS	9
2.2.3. P3HT.....	10
2.2.4. PCBM	11
2.3. Metoda Fabrikasi	11
2.3.1. <i>Spin Coating</i>	11

2.3.2. Metalisasi Elektroda	12
2.4. Karakteristik	13
2.4.1. Karakterisasi Optik.....	13
2.4.2. Karakterisasi Listrik	14
2.4.2. Karakterisasi Morfologi.....	16
BAB III METODE PELAKSANAAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1. Alat-Alat Penelitian	18
3.2.2. Bahan-Bahan Penelitian	19
3.3. Prosedur Penelitian	20
3.3.1. Pembuatan dan Karakterisasi <i>Blending</i> P3HT:PCBM.....	20
3.3.2. Pembuatan dan Karakterisasi SSO.....	21
3.3.3. Diagram Penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Karakterisasi P3HT, PCBM dan P3HT:PCBM.....	25
4.1.1. Karakterisasi Larutan P3HT dan PCBM.....	25
4.1.2. Karakterisasi <i>Blending</i> P3HT:PCBM.....	26
4.2. Energi Gap Lapisan tipis P3HT:PCBM.....	27
4.3. Karakterisasi <i>I-V</i> SSO	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Material Organik Semikonduktor	5
Gambar 2.2. Skema tingkat energi bahan organik.....	6
Gambar 2.3. Struktur semikonduktor organik (a) tipe-n dan (b) tipe-p.....	6
Gambar 2.4. Mekanisme transfer elektron (a) penyerapan foton, (b) difusi eksiton, (c) pemisahan eksiton dan (d) pengumpulan muatan ..	7
Gambar 2.5. Struktur (a) bilayer heterojunction dan (b) bulk heterojunction .	8
Gambar 2.6. Struktur (a) PEDOT dan (b) PSS	10
Gambar 2.7. Struktur molekuler P3HT.....	10
Gambar 2.8. Struktur molekuler PCBM	11
Gambar 2.9. Tahapan spin coating Tahapan spin coating	12
Gambar 2.10. Penentuan energi gap metode Tauc Plot	14
Gambar 2.11. Bentuk kurva I-V sel surya organik	15
Gambar 3.1. Alat-alat penelitian pembuatan SSO : evaporator, timbangan digital, dan <i>spin coater</i>	18
Gambar 3.2. Bahan baku pembuatan SSO : PCBM, P3H, HCl, klorobenzen, PEDOT:PSS dan pasta perak	19
Gambar 3.3. Bahan aktif PCBM dan P3HT variasi konsentrasi berat.....	21
Gambar 3.4. Pola larik pada kaca FTO.....	22
Gambar 3.5. Struktur SSO yang dibuat	22
Gambar 3.6. Pemberian pasta perak pada SSO.....	23
Gambar 3.5. Diagram alir pembuatan <i>blending</i> P3HT:PCBM dan karakterisasinya pada SSO	24
Gambar 4.1. Spektrum adsorbansi PCBM dan P3HT.....	25
Gambar 4.2. Spektrum adsorbansi PCBM:P3HT	26
Gambar 4.3. Nilai panjang d larutan P3HT:PCBM konsentrasi berat 1 mg/mL.....	28
Gambar 4.4. Kurva $h\nu$ terhadap $(\alpha h\nu)^2$ variasi konsentrasi berat	29

Gambar 4.5. Grafik kurva I-V gelap-terang.....	30
Gambar 4.6. Kurva terang karakterisasi I-V variasi konsentrasi berat	31
Gambar 4.7. Batas untuk Voc pada donor-akseptor	32
Gambar 4.8. Grafik perbandingan rasio konsentrasi berat terhadap V_{oc} , I_{sc} dan efisiensi	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Massa P3HT dan PCBM dalam konsentrasi berat.....	20
Tabel 4.1 Energi gap pada P3HT:PCBM variasi konsentrasi berat.....	30
Tabel 4.2. Hasil karakterisasi pada P3HT:PCBM variasi konsentrasi berat	32

DAFTAR SIMBOL

<i>Simbol</i>	Keterangan	Satuan
<i>I</i>	Daya cahaya keluar	Watt/ m ² (W/m ²)
<i>I₀</i>	Daya cahaya datang	Watt/ m ² (W/m ²)
<i>T</i>	Transmitasi	-
<i>A</i>	Absorbansi	-
<i>α</i>	Koefisien absorbansi	-
<i>d</i>	Lebar	Meter (m)
<i>c</i>	Konsentrasi molar	Mol/Liter (mol/l)
<i>I_{sc}</i>	Arus <i>short circuit</i>	Amper (A)
<i>V_{oc}</i>	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt (V)
<i>FF</i>	<i>Fill factor</i>	-
<i>V_{max}</i>	Tegangan maksimum	Volt (V)
<i>I_{max}</i>	Arus maksimum	Amper (A)
<i>I</i>	Intensitas penyinaran	Watt/ m ² (W/m ²)
<i>A</i>	Luasan sel surya	m ²
<i>P_{max}</i>	Daya maksimum	Watt (W)
<i>P_{in}</i>	Daya masukan	Watt (W)
<i>P_{out}</i>	Daya keluaran	Watt (W)
<i>η</i>	Efsiensi	Persen (%)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan energi gap pada SSO	39
Lampiran 2. Perhitungan efisiensi pada SSO	43