

**VARIASI TEKNIK DEPOSISI LAPISAN TiO₂
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL***



**Disusun Oleh :
DENI YULIKA
M0210016**

SKRIPSI

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS ILMU MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA
commit to user
Juli, 2014

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Variasi Teknik Deposisi Lapisan TiO₂ untuk Meningkatkan Efisiensi *Dye-Sensitized Solar Cell*

Yang ditulis oleh :

Nama : Deni Yulika

NIM : M0210016

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Jumat

Tanggal : 18 Juli 2014

Anggota Tim Penguji:

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




2. Darsono, S.Si., M.Si.
NIP. 19700727 199702 1 001



3. Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si
NIP. 19710831 200003 1 005



4. Dr. Eng. Kusumandari, S.Si., M.Si
NIP. 19810518 200501 2 002



Disahkan oleh

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D

NIP. 19680508 199702 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “VARIASI TEKNIK DEPOSISI LAPISAN TiO₂ UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DYE-SENSITIZED SOLAR CELL” adalah benar-benar hasil penelitian saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelas keserjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi. Segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian saya mengucapkan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, Juni 2014

Deni Yulika

Variasi Teknik Deposisi Lapisan TiO₂ untuk Meningkatkan Efisiensi *Dye-Sensitized Solar Cell*

DENI YULIKA

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Pelapisan TiO₂ di atas substrat FTO telah dibuat dengan teknik *spin coating*, *doctor blade*, *slip casting*, dan *spray* untuk aplikasi pada sel surya struktur DSSC. *Dye* antosianin sebagai fotosensitizer, TiO₂ fase *anatase* sebagai elektroda kerja, lapisan karbon sebagai elektroda lawan, dan elektrolit I⁻/I₃⁻ digunakan sebagai bahan penyusun DSSC. Analisa kurva karakteristik I-V menghasilkan efisiensi sebesar $(1,81 \pm 0,140) \times 10^{-2}$ % dengan teknik *spin coating*, $(1,52 \pm 0,100) \times 10^{-2}$ % dengan teknik *doctor blade*, $(1,33 \pm 0,100) \times 10^{-2}$ % dengan teknik *slip casting*, dan $(1,05 \pm 0,0738) \times 10^{-2}$ % dengan teknik *spray*. Pelapisan TiO₂ teknik *spin coating* dapat meningkatkan kinerja DSSC lebih besar relatif terhadap teknik *doctor blade*, *slip casting*, dan *spray*. Hal ini disebabkan teknik *spin coating* memiliki homogenitas lapisan TiO₂ yang terkalsinasi dengan baik pada substrat sehingga mampu menyerap *dye* dengan maksimal.

Kata kunci: *Antosianin*, DSSC, *doctor blade*, *slip casting*, *spin coating*, *spray*.

Deposition Method Variation of TiO₂ Layer to Improve the Efficiency of Dye-Sensitized Solar Cell

DENI YULIKA

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

ABSTRACT

Deposition of TiO₂ on FTO substrates have been performed using spin coating, doctor blade, slip casting, and spray methods for DSSC application. Anthocyanin dye as photosensitizer, TiO₂ anatase phase as working electrode, a carbon layer as counter electrode, and I⁻/I₃⁻ electrolyte are used as component materials of DSSC. I-V characteristic curves analysis resulted efficiency of $(1.81 \pm 0.140) \times 10^{-2} \%$ by spin coating method, $(1.52 \pm 0.100) \times 10^{-2} \%$ by doctor blade method, $(1.33 \pm 0.100) \times 10^{-2} \%$ by slip casting method, and $(1.05 \pm 0.0738) \times 10^{-2} \%$ by spray method. Deposition of TiO₂ using spin coating method can improve the performance of DSSC relative to the other method. It is considered that spin coating method has calcined the TiO₂ layers more homogeneous than doctor blade, slip casting, and spray methods. Therefore, the calcined-TiO₂ layers produced by spin coating method can absorb dyes optimally.

Keywords : Anthocyanin, DSSC, doctor blade, slip casting, spin coating, spray.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Dzikir, Fikir, Amal Sholeh
(PMII)

Hablun Minallah, Hablun Minannas, Hablun Minal 'Alam
(NDP)

“Tuntutlah ilmu dan belajarlaha (untuk ilmu) ketenangan dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati kepada orang yang mengajar kamu.” (HR. Al-Thabrani)

“Kesempatan anda untuk sukses di setiap kondisi selalu dapat diukur oleh seberapa besar kepercayaan anda pada diri sendiri.” (Robert Collier)

*“Jika nilai 9 adalah kesuksesan dalam hidup, maka nilai 9 sama dengan X ditambah Y ditambah Z. Bekerja adalah X, Y adalah bermain, dan Z adalah untuk berdiam diri.”
(Albert Einstein)*

**Karya ini kupersembahkan :
Bapak Tercinta dan My Super Mom ☺
Adikku Yayan Tersayang
Koibito
Almamaterku
Indonesiaku**

commit to user

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga laporan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Solawat serta salam penulis haturkan kepada Baginda Rasulullah SAW. Laporan Skripsi ini berjudul "VARIASI TEKNIK DEPOSISI LAPISAN TiO_2 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*" merupakan salah satu syarat wajib untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Laporan Skripsi ini disusun berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Penyusunan laporan Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang begitu hebat.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat.
3. Ayah dan ibu tercinta yang tiada henti selalu mendo'akan dan mendukung.
4. Bapak Risa Suryana selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran selama menyelesaikan Skripsi.
5. Ibu Kusumandari selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dengan penuh kesungguhan selama menyelesaikan Skripsi.
6. Bapak Darmanto selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dengan sabar selama bimbingan akademik.
7. Bapak Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNS yang telah memberikan ilmunya yang begitu manfaat selama proses belajar.
8. Bapak Ahmad Marzuki selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNS yang telah mengesahkan laporan Skripsi penulis.

9. Aulia Litsa, Amalia Puji, dan teman-teman di Laboratorium Material Jurusan Fisika yang telah membantu dalam penelitian.

10. Inersia 2010, Fisika 2009, Fisika 2011, Fisika 2012, dan Fisika 2013 yang telah memberikan kenangan selama proses kuliah.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amiin.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat.

Wallahul Muwafiq ilaa Aqwamith Thoriq
Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, Juni 2014

Deni Yulika

PUBLIKASI

No.	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1.	Pelapisan TiO ₂ di atas FTO dengan Teknik <i>Slip Casting</i> dan <i>Spin Coating</i> untuk Aplikasi DSSC	Deni Yulika, Kusumandari, Risa Suryana	Seminar Nasional Fisika 2014, UAD, Yogyakarta, 26 April 2014 (oral presentation)
2.	Pelapisan TiO ₂ di atas FTO dengan Teknik <i>Spray</i> dan <i>Doctor Blade</i> untuk Aplikasi DSSC	Deni Yulika, Amalia Puji Winarni, Aulia Litsa Ariffiyah, Kusumandari, dan Risa Suryana	Seminar Nasional Material 2014, ITB, Bandung, 24 Mei 2014 (oral presentation)
3.	Pelapisan TiO ₂ di atas FTO dengan Teknik <i>Slip Casting</i> dan <i>Spin Coating</i> untuk Aplikasi DSSC	Deni Yulika, Kusumandari, Risa Suryana	Jurnal Fisika Indonesia (JFI), Jurusan Fisika FMIPA UGM Vol. XVIII/No. 52/Agustus 2014 (Submitted)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN ABSTRAK	iv
HALAMAN ABSTACT	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
PUBLIKASI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	4
2.2. Prinsip Kerja <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	4
2.3. Material DSSC	5
2.3.1. Substrat	5
2.3.2. Titanium Dioksida (TiO_2)	6
2.3.3. <i>Dye Sensitizer</i>	6
2.3.4. Elektrolit	7
2.3.5. Elektroda Lawan	7
2.4. Metode Pelapisan TiO_2	7
2.4.1. Metode <i>Slip Casting</i>	8
2.4.2. Metode <i>Spin Coating</i>	8
2.4.3. Metode <i>Doctor Blade</i>	8
2.4.4. Metode <i>Spray</i>	8
2.5. <i>Spectrophptometer UV-Vis</i>	9
2.6. <i>X-Ray Diffraction</i>	9
2.7. Kurva Karakteristik I-V	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	13
3.2.1. Alat Penelitian	13
3.2.2. Bahan Penelitian	14
3.3. Prosedur Penelitian	15

3.3.1. Karakterisasi Fase Kristal TiO ₂	16
3.3.2. Ekstraksi <i>Dye</i> Antosianin Bunga Mawar.....	16
3.3.3. Karakterisasi <i>Dye</i> Antosianin.....	16
3.3.3.1. Karakterisasi Absorbansi <i>Dye</i> Antosianin	16
3.3.3.2. Karakterisasi Arus dan Tegangan <i>Dye</i> Antosianin.....	16
3.3.4. Pembuatan Elektrolit dan Karakterisasi I-V Elektrolit..	17
3.3.5. Preparasi Substrat	18
3.3.6. Pelapisan TiO ₂	18
3.3.6.1. Pembuatan Pasta TiO ₂	18
3.3.6.2. Deposisi Lapisan TiO ₂	18
3.3.7. Karakterisasi Lapisan TiO ₂	20
3.3.7.1. Pengukuran Ketebalan Lapisan TiO ₂	20
3.3.7.2. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂	20
3.3.8. Pewarnaan Lapisan TiO ₂ dengan <i>Dye</i> Antosianin.....	20
3.3.9. Pembuatan Elektroda Lawan	21
3.3.10. Pembuatan Struktur <i>Sandwich</i> Elektroda TiO ₂ dan Karbon	21
3.3.11. Pengukuran Karakteristik I-V.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Karakterisasi Fase Kristal TiO ₂	23
4.2. Karakterisasi <i>Dye</i> Antosianin.....	24
4.2.1. Karakterisasi Absorbansi <i>Dye</i> Antosianin.....	24
4.2.2. Karakterisasi Arus dan Tegangan <i>Dye</i> Antosianin.....	25
4.3. Karakterisasi Elektrolit <i>I/I₃</i>	26
4.4. Karakterisasi Lapisan TiO ₂ berbagai Teknik Deposisi Lapisan TiO ₂	27
4.4.1. Karakterisasi Morfologi Lapisan TiO ₂ berbagai Teknik Deposisi Lapisan TiO ₂	28
4.4.2. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂ berbagai Teknik Deposisi Lapisan TiO ₂ Sebelum dan Sesudah Direndam <i>Dye</i>	29
4.5. Karakterisasi Sifat Listrik DSSC berbagai Teknik Deposisi Lapisan TiO ₂	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 4.1.	Nilai Karakteristik I – V DSSC.....	32
Tabel 4.2.	Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Teknik Deposisi Lapisan TiO ₂	33



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur DSSC.....	4
Gambar 2.2. Prinsip Kerja DSSC.....	5
Gambar 2.3. Difraksi Sinar-X.....	10
Gambar 2.4. Prinsip Kerja XRD.....	11
Gambar 2.5. Karakteristik Kurva I-V DSSC.....	12
Gambar 3.1. Alur Proses Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Skema Pengukuran Karakteristik I-V Larutan <i>Dye</i> Antosianin.....	17
Gambar 3.3. Skema Area Deposisi Lapisan TiO ₂	19
Gambar 3.4. Alat Deposisi Lapisan TiO ₂ Teknik (a) <i>Slip Casting</i> dan (b) <i>Spin Coating</i>	19
Gambar 3.5. Alat Deposisi Lapisan TiO ₂ Teknik (a) <i>Doctor Blade</i> dan (b) <i>Spray</i>	20
Gambar 3.6. Proses Pewarnaan Lapisan TiO ₂ dengan <i>Dye</i> Antosianin.....	21
Gambar 3.7. Skema Area Deposisi Lapisan Karbon.....	21
Gambar 3.8. Gambar Struktur <i>Sandwich</i> pada Fabrikasi DSSC.....	22
Gambar 3.9. Gambar Pengukuran Karakteristik I-V pada DSSC.....	22
Gambar 4.1 Pola Difraksi Hasil Karakterisasi XRD Serbuk TiO ₂	24
Gambar 4.2 Spektrum Absorbansi <i>Dye</i> Antosianin Hasil Ekstraksi...	25
Gambar 4.3 Kurva Arus dan Tegangan <i>Dye</i> Antosianin.....	26
Gambar 4.4 Kurva Arus dan Tegangan pada Elektrolit.....	27
Gambar 4.5 Morfologi Lapisan TiO ₂ dengan Teknik (a) <i>Spin</i> <i>Coating</i> , (b) <i>Doctor Blade</i> , (c) <i>Slip Casting</i> , dan (d) <i>Spray</i> dengan Konsentrasi Pasta TiO ₂ (a) 1,56 M, (b) dan (c) 3,13 M, (d) 0,25 M.....	28
Gambar 4.6 Spektrum Absorbansi Lapisan TiO ₂ dengan Teknik (a) <i>Spin Coating</i> , (b) <i>Doctor Blade</i> , (c) <i>Slip Casting</i> , dan (d) <i>Spray</i> dengan Konsentrasi Pasta TiO ₂ (a) 1,56 M, (b) dan (c) 3,13 M, (d) 0,25 M.....	30
Gambar 4.7 Karakteristik Kurva I-V dengan Teknik (a) <i>Spin</i> <i>Coating</i> , (b) <i>Doctor Blade</i> , (c) <i>Slip Casting</i> , dan (d) <i>Spray</i> dengan Konsentrasi Pasta TiO ₂ (a) 1,56 M, (b) dan (c) 3,13 M, (d) 0,25 M.....	31

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas	m^2
α	Absorbansi	-
I_0	Intensitas masuk	Watt/ m^2 (W/ m^2)
I_t	Intensitas keluar	Watt/ m^2 (W/ m^2)
I	Arus	Ampere (A)
V	Tegangan	Volt (V)
ϵ	Koefisien serapan bahan	-
c	Konsentrasi suatu bahan	molaritas (mol)
d_s	Ketebalan	centimeter (cm)
n	Orde Pemantulan	-
d	Jarak antar kisi dalam kristal	Å
a	Jarak antar atom	nanometer (nm)
θ	Sudut	derajat ($^\circ$)
hkl	Indeks Miller	-
σ	Konduktivitas	$(\Omega m)^{-1}$
D	Ukuran kristal	nanometer (nm)
λ	Panjang gelombang	nanometer (nm)
B	Full Width Half Maximum (FWHM)	radian
FF	Fill Factor	-
I_{maks}	Arus maksimum	Ampere (A)
V_{maks}	Tegangan maksimum	Volt (V)
I_{sc}	Arus <i>short circuit</i>	Ampere (A)
V_{oc}	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt (V)
P_{in}	Daya masukan	Watt (W)
P_{out}	Daya keluaran	Watt (W)
p	Panjang	meter (m)
l	Lebar	meter (m)
η	Efisiensi	persen (%)
L	Jarak	meter (m)

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	<i>Database JCPDS Kristal TiO₂</i>	38
Lampiran 2	Perhitungan Konduktivitas <i>Dye</i> dan Elektrolit.....	39
Lampiran 3	Perhitungan Efisiensi DSSC.....	44

