

STUDI VARIASI ELEKTROLIT TERHADAP KINERJA *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)



Disusun oleh :

**YOGA HARI PRASETYO
M0209056**

SKRIPSI

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

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

Juli, 2014
commit to user

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

**STUDI VARIASI ELEKTROLIT TERHADAP KINERJA
DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

Yang ditulis oleh :

Nama : Yoga Hari Prasetyo

NIM : M0209056

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 16 Juli 2014

Dewan Penguji:

1. Nama : Khairuddin, S.Si., M.Phil., Ph.D.

NIP : 19701018 199702 1 001

2. Nama : Dr. Eng. Budi Purnama, M.Si

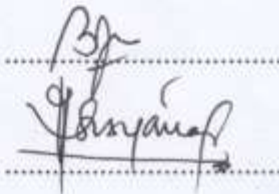
NIP : 19731109 200003 1 001

3. Nama : Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si.

NIP : 19710831 200003 1 005

4. Nama : Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si

NIP : 19711211 199702 2 001



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 “**STUDI VARIASI ELEKTROLIT TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS (DSSC)**” adalah hasil kerja saya atas arahan pembimbing 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 gelar keserjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terima kasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, Juli 2014

YOGA HARI PRASETYO

STUDI VARIASI ELEKTROLIT TERHADAP KINERJA *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)

YOGA HARI PRASETYO

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Studi variasi elektrolit terhadap kinerja DSSC telah dilakukan dengan *dye* antosianin sebagai *sensitizer*, TiO_2 *anatase* sebagai semikonduktor, karbon sebagai katalis dan larutan elektrolit yang berada diantara dua kaca FTO sebagai elektroda. Larutan elektrolit berfungsi sebagai sumber elektron pengganti elektron *dye* yang tereksitasi melalui proses redoks. Elektrolit yang digunakan adalah KI, NaI, atau TEAI dicampur I_2 dengan konsentrasi yang sama. Nilai konduktivitas KI lebih besar daripada NaI dan TEAI baik dalam keadaan gelap maupun terang. Ini menunjukkan bahwa pembawa muatan dalam larutan KI lebih besar daripada pembawa muatan dalam larutan NaI dan TEAI. Analisa karakteristik I-V menghasilkan nilai efisiensi untuk masing-masing DSSC dengan elektrolit KI, NaI, dan TEAI adalah $(5,7 \pm 0,3) \times 10^{-2}\%$, $(1,4 \pm 0,1) \times 10^{-3}\%$, dan $(6,2 \pm 0,3) \times 10^{-4}\%$. Besarnya nilai efisiensi elektrolit KI dibandingkan elektrolit NaI dan TEAI diperkirakan karena kecepatan reaksi redoks antara KI dan I_2 lebih besar daripada NaI dan TEAI. Hal ini menyebabkan pasokan elektron hasil redoks semakin banyak menggantikan elektron *dye* yang tereksitasi.

Kata kunci: KI, NaI, TEAI, Antosianin, DSSC

STUDIES ELECTROLYTE VARIATIONS ON PERFORMANCE DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)

YOGA HARI PRASETYO

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

ABSTRACT

Study of electrolyte variation in DSSC structure have been conducted with anthocyanin dye as sensitizer, TiO_2 anatase as semiconductor, carbon layer as catalyst, and electrolyte solution which placed between two FTO glasses as electrodes. The electrolyte used was KI, NaI, or TEAI which was mixed with the same concentration of I_2 solution. KI conductivity values are greater than NaI and TEAI both in the dark and bright condition. This indicated that the charge carrier of the KI solution is greater than that of the NaI and the TEAI solution. Furthermore the efficiency of DSSC using KI electrolyte are greater than using NaI and TEAI electrolytes, i.e. $(5,7 \pm 0,3) \times 10^{-2}\%$, $(1,4 \pm 0,1) \times 10^{-3}\%$ and $(6,2 \pm 0,3) \times 10^{-4}\%$ for KI, NaI, and TEAI electrolytes, respectively. It is considered that redox reaction of electrolyte solution produced electrons which were used to replace the excited-electrons of dyes. Therefore, redox reaction of KI/I_2 is faster than other electrolytes.

Keywords: KI, NaI, TEAI, Anthocyanin, DSSC

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“Dan apabila hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah),
bahwasanya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang
berdo’a apabila ia berdo’a kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memnuhi
(segala perintah)-Ku dan hendaklah mereka itu berfikir kepada-Ku, agar mereka
selalu berada dalam kebenaran”*

(Q.S. Al Baqarah:186)

*Education is the most powerful weapon
which you can use to change the world*

(Nelson Mandela)

Berkat Rahmat Allah SWT, dapat saya persembahkan skripsi untuk :
*Bapak Hartono dan Ibu Lestari Tercinta
Almamater Universitas Sebelas Maret*

commit to user

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas semua limpahan nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah, Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi panutan serta suri tauladan umatnya.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains ini diberi judul “Studi Variasi Elektrolit terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC). Hasil skripsi ini merupakan kebahagiaan tersendiri bagi penulis. Skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan beberapa pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan suka maupun duka. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I.
2. Ibu Dr. Sayekti Wahyuningsih, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II.
3. Bapak Drs. Suharyana, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, bimbingan serta saran dalam perkuliahan.
4. Bapak, Ibu dosen serta Staff di Jurusan FISIKA FMIPA UNS.
5. Bapak dan Ibuku, atas semua kasih sayang dan kesabaran dalam mendidik.
6. Rekan kerja Laboratorium Material Fisika: Dora, Meisya, Fajar, Alif, Mbak Sari, Uut, Ajeng, Deni, Nurul, Elvira, Marsudi, dan Uki.
7. Nafi’ah, Mbak Nia, Riana, Kusananto, Nella, Elsa yang selalu memberi semangat.
8. Rekan kerja Laboratorium Kimia: Lia, Hartini, Nurul, dan Ike.
9. Rekan-rekan Fisika FMIPA UNS.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan, dengan balasan yang terbaik menurut-Nya. Aamiin ya Allah.

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

commit to user

HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian isi skripsi saya yang berjudul “Studi Variasi Elektrolit Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)” telah dipublikasikan pada jurnal FOTON: Fisika dan Pembelajarannya dengan ISSN 1410-3273 Volume 18 Nomor 1 Bulan Februari 2014.



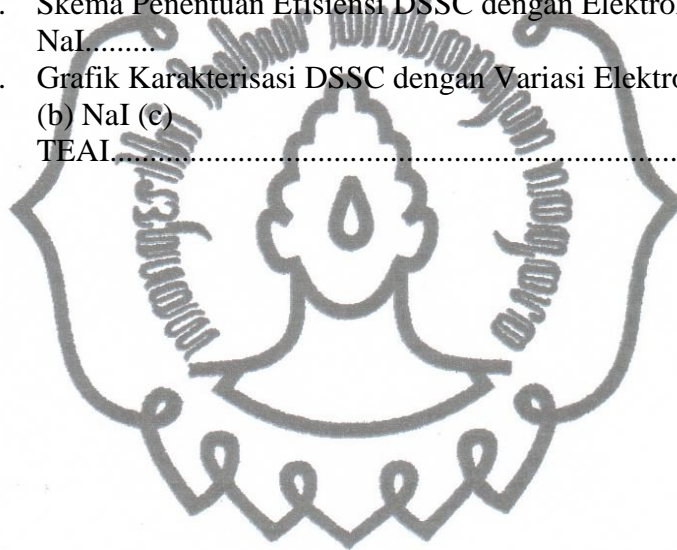
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN ABSTRAK	iv
HALAMAN ABSTRACT	v
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	4
2.1.1. Prinsip Kerja.....	5
2.2. Material <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	7
2.2.1. Substrat Kaca FTO.....	7
2.2.2. Semikonduktor TiO ₂	7
2.2.3. Elektroda Lawan.....	8
2.2.4. Antosianin Sebagai <i>Dye</i>	8
2.3. Elektrolit	9
2.3.1. Kalium Iodida (KI)	9
2.3.2. Natrium Iodida (NaI)	9
2.3.3. Tetra Etil Amonium Iodida (TEAI)	10
2.4. Spektroskopi UV-Vis	10
2.5. <i>X-ray Diffraction</i>	11
2.6. Efisiensi Sel Surya	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.2.1. Alat Penelitian.....	15
3.2.2. Bahan Penelitian	16
3.3. Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1. Pembuatan Larutan Elektrolit.....	17
3.3.2. Karakterisasi Arus dan Tegangan pada Elektrolit.....	18

3.3.3. Pelapisan TiO ₂	18
3.3.3.1. Pembuatan Pasta TiO ₂	18
3.3.3.2. Deposisi Lapisan TiO ₂	19
3.3.4. Karakterisasi Absorbansi Lapisan TiO ₂ terhadap <i>Dye</i>	19
3.3.5. Pembuatan Antosianin Bunga Mawar.....	19
3.3.6. Pembuatan Elektroda Lawan	19
3.3.7. Pembuatan Sel Surya Struktur DSSC.....	19
3.3.8. Karakterisasi Arus dan Tegangan DSSC	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Karakterisasi Bubuk TiO ₂ dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	21
4.2. Karakteristik Absorbansi <i>Dye</i> , TiO ₂ + <i>Dye</i> , dan TiO ₂	22
4.3. Karakterisasi Konduktivitas Elektrolit	23
4.4. Reaksi Redoks pada Larutan Elektrolit	25
4.5. Karakterisasi DSSC	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN-LAMPIRAN	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Susunan Satu Sel DSSC	5
Gambar 2.2. Prinsip Kerja pada DSSC	6
Gambar 2.3. Struktur Kristal TiO_2 <i>Anatase</i> dan <i>Rutile</i>	8
Gambar 2.4. Difraksi Sinar-X pada Kristal.....	12
Gambar 2.5. Kurva Karakteristik Sel Surya.....	13
Gambar 3.1 Struktur <i>Sandwich</i> pada DSSC.....	20
Gambar 4.1. Spektrum Difraksi Sinar-X Bubuk TiO_2 <i>Anatase</i>	21
Gambar 4.2. Spektrum Absorbansi dari <i>Dye</i> , TiO_2+Dye , dan TiO_2	22
Gambar 4.3. Spektrum I-V pada Elektrolit (a) KI (b) NaI (c) TEAL.....	23
Gambar 4.4. Skema Penentuan Efisiensi DSSC dengan Elektrolit NaI.....	26
Gambar 4.5. Grafik Karakterisasi DSSC dengan Variasi Elektrolit (a) KI (b) NaI (c) TEAL.....	27



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Daya	watt
V	Tegangan	volt
I	Arus listrik	ampere
η	Efisiensi	%
T	Suhu	$^{\circ}\text{C}$
T	Waktu	detik
λ	Panjang gelombang	nm
E_g	Celah energi	eV
θ	Sudut	Rad
A	Luas permukaan	cm^2
a	Tetapan kisi-kisi	\AA
c	Tetapan kisi-kisi	\AA
I_0	Intensitas tanpa serapan	W/m^2
A	Absorbansi	-
ϵ	Absorptivitas untuk panjang gelombang tertentu	$\text{lt mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
C	Konsentrasi sampel	mol lt^{-1}
b	Ketebalan sampel	cm
a	Koefisien absorpsi	mm^{-1}
T	Transmitansi	-
I	Intensitas cahaya yang keluar tiap sampel	W/m^2
δ	Selisih panjang lintasan	nm
P	Panjang	meter (m)
L	Lebar	meter (m)
σ	Konduktivitas	$(\Omega\text{m})^{-1}$
I_m	Arus maksimum	Ampere
V_m	Tegangan maksimum	Volt
I_{sc}	Arus <i>short circuit</i>	Ampere
V_{oc}	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt
FF	<i>Fill Factor</i>	-
P_{out}	Daya masukan	Watt
P_{in}	Daya keluaran	Watt

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Database JCPDS Kristal TiO ₂	35
Lampiran 2. Pengukuran Konduktivitas Elektrolit	36
Lampiran 3. Perhitungan Efisiensi DSSC	40

