



***DYE - SENSITIZED SOLAR CELLS (DSSC) MENGGUNAKAN PEWARNA ALAMI
DARI EKSTRAK KOL MERAH DAN COUNTER ELECTRODE
BERBASIS KOMPOSIT TiO₂-GRAFIT***

SKRIPSI

Oleh

**Wawan Badrianto
NIM 101810301039**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



***DYE - SENSITIZED SOLAR CELLS (DSSC) MENGGUNAKAN PEWARNA
ALAMI DARI EKSTRAK KOL MERAH DAN COUNTER ELECTRODE
BERBASIS KOMPOSIT TiO₂-GRAFIT***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan
mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Wawan Badrianto
NIM 101810301039**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

Saya persembahkan tulisan ini kepada:
ibu dan ayahku yang telah lama menantikan kelulusanku; dan juga
kakak perempuanku yang tidak bisa menempuh kuliah
dan sangat ingin melihatku lulus.

“Aku tidak meminta beban yang lebih ringan, melainkan bahu yang lebih kuat”
(Peribahasa Yahudi)*

*dikutip dari *Chicken soup for the soul* karya Jack Canfield, Mark Victor Hansen & Amy Nemark

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wawan Badrianto

NIM : 101810301039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Dye - Sensitized Solar Cells (DSSC) Menggunakan Pewarna Alami dari Ekstrak Kol Merah dan Counter Electrode Berbasis Komposit TiO₂-Grafit*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 Oktober 2014

Yang menyatakan,

Wawan Badrianto

NIM 101810301039

SKRIPSI

***DYE - SENSITIZED SOLAR CELLS (DSSC) MENGGUNAKAN PEWARNA ALAMI
DARI EKSTRAK KOL MERAH DAN COUNTER ELECTRODE
BERBASIS KOMPOSIT TiO₂-GRAFIT***

Oleh

Wawan Badrianto
NIM 101810301039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama: Tanti Haryati, S.Si, M.Si
Dosen Pembimbing Anggota: Tri Mulyono, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Dye - Sensitized Solar Cells (DSSC) Menggunakan Pewarna Alami dari Ekstrak Kol Merah dan Counter Electrode Berbasis Komposit TiO₂-Grafrit*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : JUM'AT 10 OCT 2014

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua (DPU),



Tanti Haryati, S.Si., M.Si.
NIP. 198010292005012002

Sekretaris (DPA),



Tri Mulyono, S.Si., M.Si.
NIP. 196810201998021002

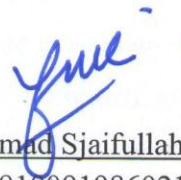
Anggota Tim Penguji

Penguji I,



Drs. Sudarko, Ph.D
NIP. 196903121992031002

Penguji II,



Drs. Achmad Sjaifullah, M.sc., Ph
NIP. 195910091986021001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember



Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP. 196701081986021001

RINGKASAN

Dye - Sensitized Solar Cells (DSSC) Menggunakan Pewarna Alami dari Ekstrak Kol Merah dan Counter Electrode Berbasis Komposit TiO₂-Grafrit: Wawan Badrianto, 101810301039; 2014: 41 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Dye sensitized solar cells (DSSC) menjadi subyek penelitian yang menjanjikan dengan biaya produksi yang relatif murah dan efisiensi yang cukup tinggi. DSSC tersusun atas: fotoanoda, *counter electrode* dan elektrolit. Fotoanoda berupa kaca ITO (*indium tin oxide*) yang dilapisi semikonduktor TiO₂ yang mengadsorb molekul *dye*. *Counter electrode* berupa kaca ITO yang dilapisi katalis. Penelitian ini menggunakan antosianin dari kol merah sebagai alternatif *dye* kompleks ruthenium yang harganya yang relatif mahal. Katalis yang digunakan berupa grafit sebagai pengganti jelaga karbon yang mudah rontok ketika sudah terlapisi pada kaca ITO. Grafit dipadukan dengan TiO₂ supaya dapat melekat pada kaca ITO.

Serbuk TiO₂ dijadikan pasta dan kemudian dilapiskan pada kaca ITO dengan teknik *doctor blade* yang kemudian dipanaskan. Fotoanoda dibuat dengan merendam lapis tipis TiO₂ dalam ekstrak kol merah dengan variasi lama perendaman: 2, 13, 24 dan 48 jam. Lapisan katalis pada *counter electrode* berupa komposit grafit dengan TiO₂ dengan variasi jumlah grafit: 10, 30 dan 50%. Fotoanoda dan *counter electrode* disusun seperti *sandwich* yang dipisahkan oleh cairan elektrolit (NaI 0,1 M dan I₂ 0,05 M dalam asetonitril) yang kemudian ditahan dengan penjepit. Selotip digunakan untuk menyegel elektrolit supaya tidak bocor. Performa DSSC diukur dengan menggunakan multimeter dan dengan penyinaran lampu halogen 75 W.

Efisiensi konversi energi (η) DSSC optimum 0,0055% dihasilkan dengan menggunakan jumlah grafit sebesar 30%. Waktu perendaman optimum lapis tipis TiO₂ pada ekstrak kol merah sebesar 24 jam dengan efisiensi sebesar 0,0055%.

PRAKATA

Alhamdulillah atas segala rahmat dan petunjuk dari Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan sekaligus lulus sebagai Sarjana Sains di Universitas Jember. Tidak akan pernah cukup terangkai kata-kata sebagai bentuk terimakasih yang sepadan untuk mereka yang telah banyak memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Kimia Universitas Jember ini:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia yang menurut penulis beliau adalah salah satu dosen yang sangat memahami mahasiswa dan sanggup menampung aspirasi dan keluhan mahasiswanya;
3. Tanti Haryati, S.Si., M.Si. yang telah banyak sekali membantu dan juga berkorban waktu dan finansial dalam penyelesaian penelitian tugas akhir ini;
4. Tri Mulyono S.Si., M.Si. yang telah banyak memberikan solusi terhadap beberapa permasalahan yang ada selama pengerjaan tugas akhir ini;
5. Drh. Wury Handayani, M.Si. sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu memberi saran dan motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan;
6. teman-teman angkatan 2010 yang berjuang bersama-sama dalam menjalani beratnya kegiatan perkuliahan di Jurusan Kimia Universitas Jember. Walaupun nama kalian tidak disebutkan tapi yakinlah bahwa kalian terwakili di halaman ini.

Dan akhirnya, semoga setiap kalimat yang ada dalam skripsi ini bisa bermanfaat bagi yang membacanya, amin.

Jember, 6 Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)	5
2.2 Titanium Dioksida (TiO₂).....	7
2.3 Dye berbasis Kompleks Ruthenium	7
2.4 Antosianin.....	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	13

3.4	Prosedur Penelitian.....	13
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1	Lapis Tipis TiO ₂	19
4.2	Antosianin pada Ekstrak Kasar Kol Merah.....	22
4.3	Performa DSSC.....	26
BAB 5.	PENUTUP.....	34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN.....		38

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Parameter sel surya dengan variasi lama perendaman	28
4.2 Parameter sel surya dengan variasi jumlah grafit pada <i>counter electrode</i>	31
4.3 Nilai resistansi lapis tipis TiO ₂ -grafit	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Susunan DSSC	5
2.2 Prinsip kerja dari DSSC	6
2.3 Proses difusi elektron pada TiO ₂	7
2.4 Unit sel untuk : (a) TiO ₂ anatase; dan (b) TiO ₂ <i>rutile</i>	8
2.5 <i>Dye</i> rutenium yang pertama kali dipublikasikan (a) dan N3 (b)	9
2.6 <i>Black dye</i> (a) dan <i>dye</i> ruthenium N719 (b)	10
2.7 Struktur sianidin	10
2.8 Kesetimbangan antosianin pada perubahan pH	11
3.1 Diagram alir penelitian	13
3.2 Susunan DSSC	16
3.3 Rangkaian pengukuran arus listrik dan tegangan sel surya	17
3.4 Kurva I-V suatu sel surya	17
4.1 Difraktogram lapis tipis TiO ₂	19
4.2 Gambar SEM lapis tipis TiO ₂ dengan perbesaran 15.000 kali	21
4.3 Larutan antosianin ungu dan ungu kemerahan dan lapis tipis TiO ₂ sebelum (putih) dan sesudah (ungu pucat) direndam	23
4.4 Struktur antosianin pada perubahan nilai pH	23
4.5 Serapan cahaya tampak larutan antosianin warna ungu kemerahan dan ungu	24
4.6 Pengikatan antosianin pada TiO ₂	25
4.7 Serapan antosianin pada cahaya tampak dengan variasi waktu	29
4.8 Kurva I-V dari variasi lama perendaman	29
4.9 Proses rekombinasi	30
4.10 Kurva karakteristik I-V dengan variasi komposisi grafit	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Variasi Jumlah Grafit (Perendaman 24 jam)	38
A.1 Data kuat arus -tegangan (I-V) sel surya dengan variasi grafit	38
A.2 Parameter surya untuk variasi jumlah grafit	38
Lampiran B. Variasi Lama Perendaman Anoda dalam Dye (Grafit 30 %)	39
B.1 Data kuat arus – tegangan untuk variasi lama waktu perendaman	39
B.2 Parameter sel surya untuk variasi lama waktu perendaman	40
Lampiran C. Pengukuran Nilai Resistansi Lapis Tipis TiO-Grafit	40
Lampiran D. Perhitungan Ukuran Kristal	41
Lampiran E. Lampu halogen 75 Watt dan Multimeter Digital	41