

**PREPARASI *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC) MENGGUNAKAN
TiO₂ DENGAN EKSTRAK ZAT WARNA (*DYE*) DARI BUNGA ROSELLA
(*Hibiscus sabdariffa*)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Strata Satu (S1) pada Jurusan Kimia*



Oleh

Riky

NIM. 84241

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

HALAMAN PENGESAHAN

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Riky
NIM : 84241
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

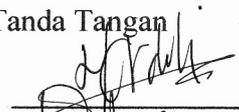
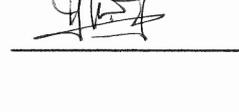
Dengan judul tugas akhir:

Preparasi Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan TiO_2 Dengan Ekstrak Zat Warna (Dye) Dari Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*)

*Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji Tugas Akhir
Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, Agustus 2011

Tim Penguji

	Tanda Tangan
Ketua : Dr. Hardeli, M.Si	: 
Sekretaris : Dra. Hj Irma Mon, M.Si	: 
Anggota : Drs. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D	: 
Anggota : Dra. Hj Erda Sofjeni, M.Si	: 
Anggota : Yerimadesi, S.Pd., M.Si	: 

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PREPARASI *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC) MENGGUNAKAN TiO₂ DENGAN EKSTRAK ZAT WARNA (*DYE*) DARI BUNGA ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa*)

Nama : Riky
NIM : 84241
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2011

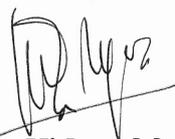
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Hardeli, M.Si
NIP. 19640113 199103 1 001

Pembimbing II



Dra. Hj Irma Mon, M.Si
NIP. 19480619 197302 2 001

ABSTRAK

Riky (2011) : Preparasi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) Menggunakan TiO_2 Dengan Ekstrak Zat Warna (*Dye*) Dari Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*)

DSSC yang berbasis sel elektrokimia merupakan sistem dimana terjadinya reaksi redoks untuk menghasilkan energi listrik. Absorpsi cahaya dilakukan oleh *dye* dan transfer muatan oleh semikonduktor anorganik yang memiliki celah pita besar. Salah satu semikonduktor anorganik yang sering digunakan yaitu titanium dioksida (TiO_2). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi yang dihasilkan DSSC dengan menggunakan jenis elektrolit berbeda dan sumber zat warna (*dye*) dari bunga rosella. Hasil karakterisasi XRD pada TiO_2 menunjukkan puncak difraksi yang tinggi dengan ukuran kristal 20,19 nanometer. Karakterisasi pada substrat kaca yang telah dilapisi TiO_2 menggunakan SEM-EDX terlihat morfologi permukaan dari lapisan TiO_2 yang cukup merata dan komposisi unsur yang sebagian besar mengandung TiO_2 . Dimana Ti dan O masing-masing dalam persen komposisi sebesar 67,37% dan 32,63%. Hasil konversi energi listrik diperoleh nilai tertinggi pada perendaman 36 jam dengan kuat arus sebesar 1,09 mA dan tegangan sebesar 393,2 mV pada penggunaan elektrolit cair dengan luas area sebesar 1 cm^2 . Efisiensi yang dihasilkan adalah 0,43 %.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat serta nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Preparasi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) menggunakan TiO_2 dengan Ekstrak Zat Warna (*dye*) dari Bunga Rosella (*hibiscus sabdariffa*). Salawat beserta salam selalu kita do’akan kepada Allah SWT agar selalu disampaikan pada Nabi Muhammad SAW keluarga, para sahabat, dan orang-orang yang istiqomah di jalannya.

Selama penyelesaian tugas akhir ini, tidak terlepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hardeli, M.Si. sebagai pembimbing I sekaligus Penasehat Akademik
2. Ibu Dra. Hj. Irma Mon, M.Si. sebagai pembimbing II
3. Bapak Drs. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D, Ibu Dra. Hj. Erda Sofjeni, M.Si. dan Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si. sebagai Dosen Penguji
4. Bapak Drs. Nazir K.S, M.Pd, M.Si. sebagai Ketua Prodi Kimia
5. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S. sebagai Ketua Jurusan Kimia
6. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si. sebagai Sekretaris Jurusan Kimia
7. Bapak/Ibu Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA UNP

8. Bapak/Ibu staf Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNP seperti bapak Hamid, bapak Zulkifli, bapak Tarmizi dan laboran lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
9. Keluarga yang selalu memberi dukungan moril dan materil
10. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA UNP serta pihak lain yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini penulis telah berusaha maksimal, namun penulis masih mengharapkan kritik dan saran dari bapak dan ibu penguji dan para pembaca untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Antosianin dari kelopak bunga rosella.....	5
B. Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)	7
a. Substrat.....	8
b. Titanium Dioksida (TiO ₂)	9
c. Zat Warna (<i>Dye</i>).....	12
d. Elektrolit.....	14
e. Counter Elektroda.....	16
f. Perakitan DSSC	16
g. Cara Kerja DSSC	17
h. Efisiensi.....	19
C. Karakterisasi TiO ₂	20
D. Pengujian DSSC	23

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian, Waktu dan Tempat.....	24
B. Objek Penelitian	24
C. Variabel Penelitian.....	24
D. Desain Penelitian	25
E. Alat dan Bahan.....	25
F. Prosedur Penelitian.....	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi DSSC.....	31
B. Karakterisasi TiO ₂	31
C. Perhitungan Efisiensi DSSC.....	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	43
B. Saran	43

DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	44
--------------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	47
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
1. Desain Penelitian.....	25
2. Hasil Interpretasi data XRD	33
3. Kadar Masing-masing Unsur yang terdapat pada permukaan TiO ₂	36
4. Tegangan yang dihasilkan berdasarkan lama perendaman	37
5. Kuat arus yang dihasilkan berdasarkan lama perendaman.....	38
6. Efisiensi berdasarkan lama perendaman	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
1. Struktur sianidin	6
2. Struktur <i>Dye-sensitized Solar Cell</i>	8
3. Posisi energi celah pita beberapa semikonduktor dalam larutan pada pH 1	11
4. Adsorpsi senyawa sianidin pada permukaan TiO_2	13
5. Skema dari Dua Struktur Umum sel DSSC (a). Struktur <i>Sandwich</i> , (b). Struktur <i>monolithic</i>	17
6. Skema Kerja dari DSSC	18
7. Difraksi Sinar X	20
8. Rangkaian Pengukuran Karakteristik I-V	23
9. Pola XRD dari TiO_2	32
10. Hasil <i>SEM</i> lapisan TiO_2 dengan pembesaran 40000 dan 5000 kali	35
11. Hasil Pengukuran EDX	36
12. Kurva tegangan yang dihasilkan berdasarkan lama perendaman	38
13. Kurva kuat arus yang dihasilkan berdasarkan lama perendaman	39
14. Kurva efisiensi berdasarkan lama perendaman	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	Halaman
1. Alur tahapan preparasi DSSC.....	47
2. Preparasi pasta TiO ₂	48
3. Preparasi larutan <i>dye</i>	48
4. Preparasi elektrolit.....	49
5. Preparasi <i>counter-elektroda</i> karbon	50
6. Perakitan DSSC.....	51
7. Data Hasil Pengukuran XRD dan Perhitungan Ukuran Kristal TiO ₂	52
8. Kartu interpretasi data d-spacing/d(A).....	53
9. Hasil analisis SEM pada perbesaran 20.000 kali dan 40.000 kali.....	55
10. Hasil analisis EDX	56
11. Pengujian DSSC.....	57
12. Perhitungan Nilai Efisiensi Tertinggi Konversi Cahaya Matahari menjadi energi listrik.....	59

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sel surya dengan bahan dasar silikon merupakan jenis sel surya yang banyak digunakan saat ini. Walaupun sel surya sekarang didominasi oleh silikon, masalah mahalnya biaya produksi dan sifatnya yang tidak ramah lingkungan menjadi suatu kendala (Septina, 2007). Harga silikon meningkat seiring dengan permintaan industri semikonduktor. Silikon digunakan sebagai bahan dasar *chip* di dunia mikroelektronika. Ini semakin dibutuhkan mengingat adanya peningkatan tajam untuk produksi peralatan elektronika mulai dari komputer, monitor dan televisi (Pratiwi, 2010). Di samping itu, silikon juga banyak digunakan dalam bidang medis, khususnya dalam bidang kecantikan sehingga berdampak dengan keterbatasan suplai bahan baku jenis silikon ini.

Telah berkembang salah satu jenis sel surya pengganti sel surya jenis silikon yaitu *dye-sensitized solar cell* (DSSC) yang merupakan sel surya yang berbasis fotoelektrokimia. Fotoelektrokimia merupakan suatu proses transfer muatan listrik dari suatu fasa ke fasa lain, yang merupakan hubungan antara perubahan kimia dan kerja listrik (Suhardiana, 2008). DSSC yang berbasis sel elektrokimia merupakan sistem dimana terjadinya reaksi redoks untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan *dye* yang tersensitizer.

Pada DSSC, absorpsi cahaya dan transfer muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye* dan transfer muatan oleh semikonduktor anorganik yang memiliki celah pita besar. Salah satu semikonduktor anorganik yang sering digunakan yaitu titanium dioksida (TiO_2). TiO_2 digunakan karena selain memiliki efisiensi tinggi juga inert, tidak berbahaya dan murah. Karakteristik lain juga dibutuhkan adalah penggunaan bahan *dye* yang mampu menyerap spektrum cahaya dan cocok dengan pita energi TiO_2 yaitu 3,2 eV (Septina, 2007).

Dalam DSSC, faktor lain yang berpengaruh dalam hasil efisiensi yaitu elektrolit. Elektrolit yang banyak digunakan dalam DSSC umumnya dalam bentuk cair. Bentuk cair dimana mengandung pasangan redoks I^-/I_3^- . Pada penelitian yang dilakukan oleh Suwardani (2010), konsentrasi elektrolit cair yang menghasilkan efisiensi yang tinggi yaitu 0,5 M. Menurut Maddu (2007). “Penelitian sel surya fotoelektrokimia ini diarahkan pada penggunaan elektrolit padat, misalnya elektrolit berbasis polimer yang mengandung kopel redoks”. Dari pernyataan tersebut, dapat dibandingkan elektrolit mana yang menghasilkan efisiensi yang lebih bagus.

Beberapa penelitian sebelumnya, telah menggunakan sumber *dye* alami sebagai sensitizer. *Dye* alami yang telah digunakan dalam DSSC biasanya mengandung antosianin. Beberapa senyawa antosianin yang digunakan diantaranya, berasal dari kol merah dilakukan oleh Maddu (2007), dengan efisiensi 0,055 % dan kulit manggis dilakukan oleh Pratiwi (2010), dengan efisiensi 0,091 %. Dari beberapa *dye* tersebut belum menghasilkan

efisiensi yang cukup tinggi sehingga dicari sumber antosianin dari tumbuhan lain.

Antosianin yaitu suatu zat yang memiliki banyak ikatan π . Semakin banyak ikatan π yang tereksitasi maka semakin tinggi efisiensi yang dihasilkan dalam DSSC. Antosianin merupakan senyawa yang mampu menyerap cahaya matahari dengan baik dan antosianin inilah yang menyebabkan warna merah dan ungu pada banyak buah dan bunga (Suhardiana, 2008). Antosianin tidak stabil dalam larutan netral atau basa tetapi stabil dalam larutan asam. Penambahan asam dimaksudkan untuk lebih mengoptimalkan hasil ekstraksi karena asam berfungsi mendenaturasi membran sel tanaman. (Mardiah, 2010).

Bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) merupakan salah satu bahan organik yang bisa digunakan sebagai sumber *dye* karena mengandung antosianin. Penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2009), kandungan antosianin pada bunga rosella dengan pemisahan melalui metoda maserasi pada suhu 25°C adalah sebesar 128,76 mg/100 g. Kandungan antosianin bunga rosella ini, lebih besar dibandingkan dengan ubi jalar ungu yang kandungannya hanya sebesar 33,9 mg/100 g (Hasim, 2008). Dengan demikian, diharapkan *dye* dari kelopak bunga rosella mampu menghasilkan efisiensi DSSC yang tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul **“Preparasi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) menggunakan TiO_2 dengan ekstrak zat warna (*dye*) dari bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*)”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Berapakah efisiensi DSSC dengan menggunakan jenis elektrolit berbeda dari ekstrak antosianin bunga rosella sebagai sumber zat warna (*dye*)?”

C. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini masalah yang diangkat dibatasi pada aspek-aspek, yaitu;

1. Bunga rosella yang digunakan bunga rosella berwarna ungu.
2. Gel polimer yang digunakan poli etilen glikol BM 2000.
3. Jenis TiO_2 yang digunakan adalah Titanium (II) Oksida Degussa P-25.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Mengetahui jumlah arus dan tegangan yang dihasilkan DSSC.
2. Mengetahui efisiensi yang dihasilkan DSSC dengan menggunakan sumber zat warna (*dye*) dari bunga rosella.

E. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi sumbangan bagi ilmu pengetahuan terutama dalam bidang DSSC dalam pemanfaatan bahan-bahan organik sebagai sumber zat warna yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar.