

**Pengaruh Variasi Konsentrasi *Poly (3-Hexylthiophene)* (P3HT)
Pada *Dye Beta-Karoten Labu Kuning*
Sebagai Aplikasi Sel Surya *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)**



Disusun oleh :

LAURENSIUS HANDRE K A S

NIM. M0211045

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS ILMU MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
FEBRUARI 2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Pengaruh Variasi Konsentrasi *Poly (3-Hexylthiophene)* (P3HT)
Pada *Dye Beta-Karoten* Labu Kuning
Sebagai Aplikasi Sel Surya *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)**

Diusulkan oleh :
Laurensius Handre K A S
M0211045

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Agus Supriyanto S.Si., M.Si
NIP. 196908261999031001

Tanggal :.....

Pembimbing II



Prof. Ir. Ari Handono Ramelan M.Sc.(Hons), Ph.D
NIP. 196102231986011001

Tanggal :.....

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Poly (3-Hexylthiophene) (P3HT) Pada Dye Beta-Karoten Labu Kuning Sebagai Aplikasi Sel Surya Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)

Yang ditulis oleh

Nama : Laurensius Handre K A S

NIM : M0211045

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari :

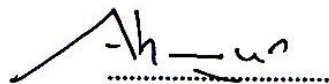
Tanggal :

Dewan Penguji

1. Ketua Penguji

Ahmad Marzuki S.Si. Ph.D

NIP. 196805081997021001



2. Sekretaris Penguji

Budi Legowo S.Si., M.Si

NIP. 197305101999031002



3. Anggota Penguji I

Dr. Agus Supriyanto S.Si. M.Si

NIP. 196908261999031001



4. Anggota Penguji II

Prof. Ir. Ari Handono Ramelan M.Sc.(Hons), Ph.D

NIP. 196102231986011001



Disahkan pada tanggal 30-04-2010

Oleh

**Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta**

Dr. Fauzi Nurosyid S.Si., M.Si

NIP. 197210132000031002



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH VARIASI KONSENTRASI *POLY (3-HEXYLTHIOPHENE)* (P3HT) PADA DYE *BETA-KAROTEN* LABU KUNING SEBAGAI APLIKASI SEL SURYA *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)”** adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasi atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau di *photocopy* secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta,

Larensius Handre K A S

MOTTO

“It is difficult to live in and enjoy the moment when you are thinking about the past or worrying about the future. You cannot change your past, but you can ruin the present by worrying about your future. Learn from the past, plan for the future. The more you live in and enjoy the present moment, the happier you will be”

(Roy T. Bennet)

“Education is the kindling of a flame, not the filling of a vessel”

(Socrates)

PERSEMBAHAN

Berkat Rahmat Tuhan Yang Maha Esa, dapat saya persembahkan skripsi untuk :

- 1. Bapak, Ibu, Adik-adik saya, kakek, nenek dan seluruh keluarga yang selalu memberi doa, semangat dalam memberi dorongan dan motivasi kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.**
- 2. Teman-teman Fisika FMIPA UNS angkatan 2011.**
- 3. Anggota Material Research Group.**
- 4. Almamater Universitas Sebelas Maret**

**Pengaruh Variasi Konsentrasi *Poly (3-Hexylthiophene)* (P3HT)
Pada *Dye Beta-Karoten* Labu Kuning
Sebagai Aplikasi Sel Surya *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)**

Laurensius Handre K A S
Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Hibrid konsentrasi P3HT pada *dye beta-karoten* labu kuning telah dilakukan sebagai material *sensitizer* untuk aplikasi sel surya DSSC. Pengujian *dye beta-karoten* labu kuning dengan konsentrasi 1gr:2ml, 1gr:3ml, 1gr:4ml dan 1gr:5ml untuk mendapatkan karakteristik optik konsentrasi terbaik. Dari uji tersebut didapat 1gr:2ml lebih baik dibandingkan variasi lainnya. *Dye beta-karoten* labu kuning yang digunakan dalam perendaman adalah 5 ml dan variasi penambahan P3HT sebanyak 0.5 ml, 1 ml dan 1.5 ml. Karakterisasi yang digunakan meliputi karakterisasi optik menggunakan spektrofotometer *UV-Vis* dan karakterisasi listrik menggunakan *Keithley I-V Meter*. Absorbansi dari *dye beta-karoten* labu kuning memiliki dua puncak yaitu: 420 nm – 450 nm dan 460 nm – 480 nm dengan puncak absorbansi sebesar 0.03882 dan 0.03309 a.u. Absorbansi dari P3HT memiliki rentang panjang gelombang yang lebar antara 430 nm – 520 nm dengan puncak sebesar 1.7605 a.u. Absorbansi *dye beta-karoten* labu kuning pada masing-masing penambahan P3HT memiliki dua puncak yaitu: 550 nm – 570 nm dan 575 nm – 610 nm dengan peningkatan besar absorbansi pada penambahan P3HT. Pembuatan struktur sel surya DSSC terdiri dari *Flourine Tin Oxide* (FTO) sebagai kaca konduktif, TiO_2 sebagai elektroda kerja, lapisan platina sebagai elektroda lawan dan *dye beta-karoten* labu kuning dan P3HT sebagai fotosensitizer. Efisiensi DSSC dengan *dye beta-karoten* labu kuning adalah $1.6 \times 10^{-2} \%$ dan Efisiensi DSSC dengan P3HT sebesar $1.9 \times 10^{-2} \%$. Karakteristik *I-V* menunjukkan kenaikan efisiensi ketika tiap-tiap penambahan P3HT ke dalam *dye beta-karoten* labu kuning. Efisiensi DSSC pada masing-masing penambahan P3HT adalah $2.7 \times 10^{-2} \%$, $2.9 \times 10^{-2} \%$ dan $3.0 \times 10^{-2} \%$.

Kata kunci: DSSC, beta-karoten, P3HT, efisiensi.

**Effect of Variation of Poly Concentration (3-Hexylthiophene) (P3HT)
On Dye Beta-Carotene Pumpkin
As Dye-Sensitized Solar Cell Solar Cell Application (DSSC)**

Laurensius Handre K A S

Physic Department, Faculty of Mathematic and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Hybrid P3HT concentration in *dye beta-carotene* has been performed as a sensitizer material for DSSC solar cell applications. Tests *dye beta-carotene* pumpkin with concentration 1 gr: 2ml, 1gr: 3ml, 1gr: 4ml and 1gr: 5ml to obtain the best concentration optical characteristics. From the test obtained 1gr: 2ml better than other variations. The *dye beta-carotene* pumpkin used to immersion is 5 ml and the variation of P3HT addition is 0.5 ml, 1 ml and 1.5 ml. The characterizations used include optical characterization using a UV-Vis spectrophotometer and electrical characterization using Keithley I-V Meter. Absorbance from *dye beta-carotene* has two peaks: 420 nm - 450 nm and 460 nm - 480 nm with an absorbance peak of 0.03882 and 0.03309 a.u. Absorbance of P3HT has a wide wavelength range between 430 nm - 520 nm with a peak of 1.7605 a.u. Each the absorbance of *dye beta-carotene* added of P3HT has two peaks: 550 nm - 570 nm and 575 nm - 610 nm with a large increase in the absorbance of the addition of P3HT. DSSC solar cell structure consists of Flourine Tin Oxide (FTO) as conductive glass, TiO₂ as working electrode, platinum as counter electrode and dye beta-carotene pumpkin and P3HT as photosensitizer. The efficiency of DSSC with *dye beta-carotene* is $1.6 \times 10^{-2}\%$ and the efficiency of DSSC with P3HT is $1.9 \times 10^{-2}\%$. The I-V characteristic shows an increase in efficiency when each addition of P3HT into the dye beta-carotene is a pumpkin. The efficiency of DSSC in each addition of P3HT is $2.7 \times 10^{-2}\%$, $2.9 \times 10^{-2}\%$ and $3.0 \times 10^{-2}\%$.

Keywords: DSSC, beta-carotene, P3HT, efficiency.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas semua limpahan rahmat dan karunia-Nya. Dengan segala yang telah diberikan-Nya pula penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan lancar.

Skripsi yang penulis susun sebagai syarat untuk menyelesaikan gelar sarjana sains ini diberi judul “Pengaruh Variasi Komposisi *Poly (3-Hexylthiophene)* (P3HT) Hibrid *Dye Beta-Karoten* Labu Kuning Sebagai Aplikasi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)”. Hasil skripsi ini merupakan suatu kebahagiaan tersendiri bagi penulis dan keluarga. Skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan beberapa pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan suka maupun duka. Atas bantuan yang telah diberikan dalam proses pengerjaan skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk berkarya.
2. Bapak, Ibu, Adik dan Mbah atas segala do'a, semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agus Supriyanto S.Si, M.Si. selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing satu skripsi yang telah memberikaan arahan, bimbingan, semangat serta mendampingi penelitian ini.
4. Bapak Prof. Ir. Ari Handono Ramelan M.Sc.(Hons), Ph.D selaku pembimbing dua skripsi yang selalu memberikan bimbingan dengan penuh kesungguhan dalam penyusunan skripsi.
5. Pak Joko, Pak Joko Asih, Ibu Tiwuk, Ibu Tuit yang senantiasa membantu, mendoakan dan memberikan semangat dalam pengerjaan penelitian dan skripsi.
5. Nandani, Andi, Arifin, Cici dan teman-teman Material Research Group Jurusan Fisika yang telah membantu dalam penelitian.
6. Mba Azizah yang selalu memberikan solusi dan saran kalau penulis sedang bingung.

7. Sahabat-sahabatku Mitra, Mas Pices, Mas Boy, Mas Martinus yang selalu mendengarkan segala curhatan dan memberi semangat saat kuliah.
8. Teman-teman lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu, kalian hebat dan luar biasa. Suatu saat penulis akan merindukan kalian.

Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga skripsi ini memberikan ide dan manfaat bagi pembaca.

Surakarta,

Laurensius Handre Kurnia Adi Sihaloho

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Energi Matahari.....	6
2.2. Sel Surya.....	7
2.3. <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	8
2.3.1. Umum.....	8
2.3.2. Energi Celah Pita.....	9
2.3.3. Prinsip Kerja DSSC.....	10
2.4. Material <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	11
2.4.1. <i>Transparent Conductive Oxide</i> (TCO).....	11
2.4.2. Semikonduktor TiO ₂	11
2.4.3. <i>Dye-Sensitized</i>	13
2.4.4. Elektrolit.....	14
2.4.5. <i>Counter Electrode</i>	14
2.5. <i>Dye Karotenoid</i>	14
2.6. <i>Poly (3-Hexylthiophene)</i> (P3HT).....	15
2.7. Metode <i>Screen-Printing</i>	17
2.8. <i>Spektrometer UV-Visible</i>	17
2.9. Pengujian Sifat Listrik Sel Surya.....	18
BAB III. METODE PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.2.1. Alat-Alat Penelitian.....	20

3.2.2. Bahan-Bahan Penelitian.....	21
3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1. Preparasi Substrat.....	23
3.3.2. Pembuatan Semikonduktor TiO ₂	23
3.3.3. <i>Dye Beta-Karoten</i> Labu Kuning.....	24
3.3.4. Pembuatan Larutan <i>Poly(3-Hexythiophene)</i> (P3HT).....	25
3.3.5. Deposisi Lapisan TiO ₂	26
3.3.6. Absorpsi Larutan <i>Dye</i> ke Lapisan TiO ₂	27
3.3.7. Pembuatan Lapisan Platina.....	27
3.3.8. Preparasi Elektrolit.....	27
3.3.9. Pembuatan Struktur <i>Sandwich</i> DSSC.....	28
3.4. Karakterisasi.....	28
3.4.1. Karakterisasi Sifat Optik.....	28
3.4.2. Karakterisasi Sifat Listrik.....	28
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Karakteristik Optik.....	31
4.1.1. <i>Dye Beta-Karoten</i> Labu Kuning.....	31
4.1.2. Larutan <i>Poly(3-hexylthiophene)</i> (P3HT).....	33
4.1.3. Campuran <i>Dye beta-karoten</i> labu kuning dan <i>Poly(3-thio</i> <i>hene</i> (P3HT).....	34
4.1.4. Energi Gap <i>Dye</i>	37
4.2. Karakteristik Sifat Listrik.....	39
4.2.1. DSSC Dengan <i>Dye Beta-Karoten</i> Labu Kuning.....	40
4.2.2. DSSC Dengan Larutan P3HT.....	41
4.2.3. <i>Dye Beta-Karoten</i> Labu Kuning Hibrid Larutan P3HT.....	43
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spektrum sinar cahaya tampak.....	7
Tabel 2.2. Sifat Fisika TiO ₂	13
Tabel 2.3. Kandungan <i>karotenoid</i> pada labu kuning.....	15
Tabel 4.1. Data Spektrum absorbansi dari <i>dye beta-karoten</i> labu kuning.....	32
Tabel 4.2. Data absorbansi variasi campuran P3HT dan <i>dye beta-karoten</i> labu kuning.....	36
Tabel 4.3. Data hasil <i>I-V dye beta-karoten</i> labu kuning.....	41
Tabel 4.4. Data hasil <i>I-V</i> dengan larutan P3HT.....	42
Tabel 4.5. Data hasil <i>I-V dye beta-karoten</i> hibrid P3HT.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Spektrum radiasi matahari.....	6
Gambar 2.2. Struktur <i>dye-sensitized solar cell</i> (DSSC).....	9
Gambar 2.3. Prinsip kerja DSSC.....	10
Gambar 2.4. Struktur dari beta-karoten.....	14
Gambar 2.5. Struktur P3HT.....	15
Gambar 2.6. Kurva absorbansi P3HT.....	15
Gambar 2.7. Proses Spektrofotometri UV-Vis.....	17
Gambar 2.8. Karakteristik kurva <i>I-V</i>	17
Gambar 3.1. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	22
Gambar 3.2. <i>Ultrasonic cleaner</i>	23
Gambar 3.3. (a) Timbangan digital dan (b) <i>Paste TiO₂ Transparant 18NR-T.</i> 24	24
Gambar 3.4. (a) <i>Magnetic Stirer</i> dan (b) <i>Dye beta-karoten</i> labu kuning.....	25
Gambar 3.5. (a) Bubuk P3HT dan (b) Larutan P3HT.....	25
Gambar 3.6. (a) <i>Furnace</i> dan (b) <i>Screen printing</i>	26
Gambar 4.1. Spektrum absorbansi dari <i>dye beta-karoten</i> labu kuning.....	31
Gambar 4.2. Spektrum absorbansi dari <i>poly(3-hexythiophene)</i> (P3HT).....	33
Gambar 4.3. Grafik absorbansi variasi campuran P3HT dan <i>dye beta-karoten</i> labu kuning.....	35
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara hv dan $(h\nu_a)^{1/2}$ pada (a) <i>dye-beta</i> <i>karoten</i> labu kuning, (b) P3HT dan (c) campuran <i>dye beta-</i> <i>karoten</i> labu kuning dan P3HT	37
Gambar 4.5. Kurva uji <i>I-V</i> DSSC dari Labu Kuning.....	40
Gambar 4.6. Kurva uji <i>I-V</i> DSSC dari P3HT.....	42
Gambar 4.7. Kurva uji <i>I-V</i> DSSC dari Labu Kuning hibrid P3HT (a) <i>Dye</i> <i>beta-karoten</i> labu kuning 5ml+0,5ml P3HT, (b) <i>Dye beta-</i> <i>karoten</i> labu kuning 5ml+1ml P3HT, (c) <i>Dye beta-karoten</i> labu kuning 5ml+1,5ml P3HT.....	44

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P_{in}	Daya masukan	Watt (W)
P_{out}	Data keluaran	Watt (W)
V_{oc}	Tegangan <i>open circuit</i>	Volt (V)
I_{sc}	Arus <i>short circuit</i>	Ampere (A)
FF	<i>Fill Factor</i>	-
V_{max}	Tegangan maksimum	Volt (V)
I_{max}	Arus maksimum	Ampere (A)
η	Efisiensi	Persen (%)
I	Intensitas cahaya	Watt/m ² (W/m ²)
P	Panjang	Meter (m)
l	Lebar	Meter (m)
A	Luas	Meter ² (m ²)
λ	Panjang gelombang	Meter (m)
E	Energi	Joule (J)
c	Kecepatan cahaya	Meter/Sekon (m/s)
h	Konstanta Planck	Joule Sekon (J.s)
V	Frekuensi Foton	s ⁻¹
a	Koefisien Absorbansi	-
E_g	Energi celah optic	eV
d	Ketebalan	Meter