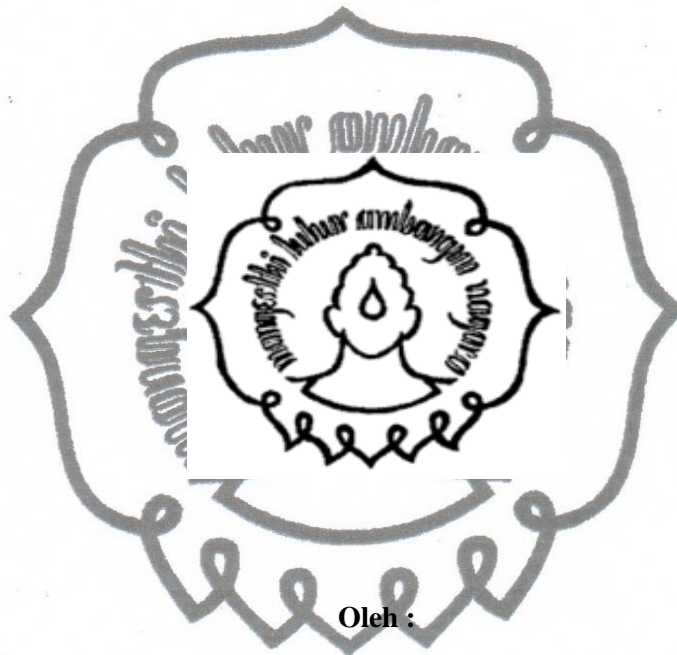


**KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE* ALAM-TITANIUM  
*DIOXIDE* SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM  
PEMBUATAN *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

**TESIS**

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister  
Program Studi Ilmu Fisika**



Oleh :

**SRI SUMARDIASIH**

**NIM S911508010**

**PROGRAM STUDI ILMU FISIKA  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**

*commit to user*


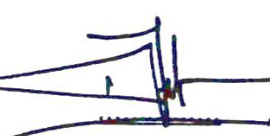
## LEMBAR PERSETUJUAN

KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE*  
SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN *DYE*  
*SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)*

## TESIS

Oleh

Sri Sumardiasih  
S911508010

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	<u>Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D.</u> NIP. 196103061985031002		<u>4/08/2017</u>
Pembimbing II	<u>Dr. Agus Supriyanto, M.Si.</u> NIP. 196908261999031001		<u>9/08/2017</u>

Telah dinyatakan memenuhi syarat

Pada tanggal 4 Agustus 2017

Mengetahui

Kepala Program Studi S2 Ilmu Fisika

  
Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19610306 1985031002

## HALAMAN PENGESAHAN





KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE*  
SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN *DYE*  
*SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)*

## TESIS

Oleh

Sri Sumardiasih  
S911508010Telah dipertahankan di depan penguji  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
pada tanggal 20 Juni 2017

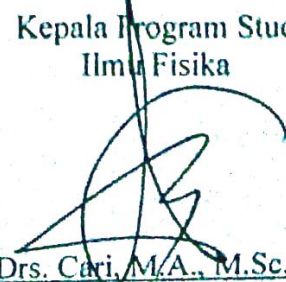
## Tim Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	<u>Prof. Dra. Suparmi, M.A., PhD</u> NIP. 195209151976032001	
Sekretaris	<u>Dr. Eng. Budi Purnama, S.Si., M.Si</u> NIP. 197311092000031001	
Anggota Penguji	<u>Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D</u> NIP. 196103061985031002	
	<u>Dr. Agus Supriyanto, M.Si</u> NIP. 196908261999031001	

## Mengetahui:



Kepala Program Studi  
Ilmu Fisika



Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19610306 1985031002

## PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: “**Karakteristik *Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide* sebagai Material Sensitizer dalam Pembuatan *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*” ini adalah karya penelitian saya sendiri, bebas plagiat, dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundangan-undangan (Permendiknas Nomor 17 tahun 2010).**
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs-UNS sebagai institusinya. Jika dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,

Sri Sumardiasih

S911508010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul, “**Karakteristik *Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide* sebagai Material Sensitizer dalam Pembuatan *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*”**. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu dalam penulisan tesis ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph. D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar dan tekun memberikan bimbingan, pengajaran, ide dan inspirasi serta dorongan semangat yang besar kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tesis ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan pendidikan dan pengajaran dalam bidang fisika.
5. Hibah penelitian pascasarjana yang telah mendanai penelitian penulis melalui program hibah pascasarjana Universitas Sebelas Maret (PPS-UNS) dengan nomor kontrak 343/UN27/HK/2016 tanggal 07 April 2016.
6. Kedua orang tua dan kakak yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta motivasi tanpa batas.
7. Edy Syahroni, Kiki, Yuda, Beta, Linda, Novita, Nata, Edi Prasetyo, Icas, Wahyulianti, Mas Afta, Mas Wahyu, Frendi, Dewa, Yuliana, Cak Sam, Adfal, Azizah, dan Dinasti atas kritik dan saran serta semangat kepada Penulis, sehingga Tesis ini dapat terselesaikan.

*commit to user*

8. Teman-teman Wisma Annisa 2 lantai 3 dan An-Nur Putri yang telah memberikan motivasi dan dukungan tinggi sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini dikarenakan kemampuan penulis yang sangat terbatas. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai acuan tahapan penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat. Aamiin.



Surakarta, Agustus 2017

Penulis

**KARAKTERISTIK *HYBRIDS DYE ALAM-TITANIUM DIOXIDE*  
SEBAGAI MATERIAL SENSITIZER DALAM PEMBUATAN  
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

**Sri Sumardiasih  
Program Studi Ilmu Fisika, Program Pascasarjana,  
Universitas Sebelas Maret**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi volume *dye* dan suhu *annealing* pada *hybrids dye alam-titanium dioxide* sebagai material sensitizer terhadap kinerja DSSC serta pengaruh metode pencampuran langsung *dye* dengan TiO<sub>2</sub> terhadap performa DSSC dengan melakukan perbandingan kinerja DSSC antara metode proses perendaman dengan metode pencampuran langsung *dye* dengan TiO<sub>2</sub>. Analisis dilakukan pada sifat optik melalui karakterisasi absorpsi menggunakan spektrofotometer *UV-Vis Lambda 25*, sifat listrik dari *dye* organik alam dan *hybrids dye alam-titanium dioxide* dengan menggunakan metode *two point probe El-Kahfi 100 I-V Meter*, dan karakteristik arus tegangan (*I-V*) DSSC dengan menggunakan *Keithley 2602A*. Dari hasil karakterisasi absorpsi, diketahui bahwa penambahan volume campuran *dye* dengan TiO<sub>2</sub> dengan metode pencampuran langsung dalam pembuatan *hybrids dye alam-titanium dioxide* sebagai material sensitizer secara umum menyebabkan terjadinya penurunan puncak absorpsi. Namun untuk nilai efisiensi yang dihasilkan diperoleh efisiensi tertinggi pada perbandingan 1:8 sebesar 0,052%. Nilai efisiensi ini lebih besar dibandingkan nilai efisiensi dengan metode perendaman yaitu sebesar 0,042%

Pengaruh dari variasi suhu *annealing* dilakukan melalui 4 variasi suhu *annealing* yaitu, pada suhu 60°C, 90°C, 120°C, dan 150°C. Dari 4 suhu tersebut diketahui bahwa absorpsi mengalami penurunan seiring meningkatnya suhu *annealing* yang diberikan. Adapun untuk nilai efisiensi yang optimum diperoleh pada suhu 120°C sebesar 0,011% baik pada *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak nanas kerang maupun *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak ketan hitam. Untuk efisiensi terendah diperoleh pada suhu 150°C sebesar 0,007% untuk *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak nanas kerang dan 0,002% untuk *hybrids dye alam-titanium dioxide* dari ekstrak ketan hitam. Berdasarkan hasil penelitian yang membandingkan metode pencampuran langsung dan metode perendaman diketahui bahwa kinerja sel surya DSSC dengan pencampuran langsung *dye* alam dan TiO<sub>2</sub> dengan metode *stirring* menunjukkan kinerja sel surya DSSC yang baik dengan waktu yang lebih efisien. Hal ini dikarenakan proses metode pencampuran langsung ini memangkas dari tahapan perendaman *dye*.

**Kata Kunci:** Fotosensitizer, *hybrids dye alam-titanium dioxide*, *Rhoeo spathacea*

**CHARACTERISTIC OF *HYBRIDS NATURAL DYE-TITANIUM DIOXIDE*  
AS A MATERIAL OF SENSITIZER IN FABRICATION OF  
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

**Sri Sumardiasih**  
**Physical Department of Post Graduate Program**  
**Sebelas Maret University**

**ABSTRACT**

The aims of research is to determine of the effect both of variation volume dye and temperature on fabrication of hybrids natural dye-titanium dioxide as a material sensitizer and the effect of direct mixing method on performance of DSSC with comparing between direct mixing method with immersion method. DSSC performance was analyzed through optical properties characterization of absorbance using Spectrophotometer UV-Vis Lambda 25, electrical properties of natural dye and hybrids natural dye-titanium dioxide used *two point probe El-Kahfi 100 I-V Meter* method, and characterization of voltage-current (I-V) used Keithley 2602A. Characterization of absorbance showed that variation of volume dye in fabrication of hybrids natural dye-titanium dioxide generally make a decrease in absorbance peak. But, the result showed the highest efficiency is 0.052% in the ratio 1:8. This result is greater than of efficiency by immersion method with an efficiency of 0.042%.

The effect of variation of annealing temperatures has done through four variation that is 60°C, 90°C, 120°C, and 150°C. Characterization of absorbance showed that variation of annealing temperatures make the absorbance decrease as the given annealing temperature increases. The optimum of efficiency was obtained at 120°C with an 0.011% both in hybrids natural dye-titanium dioxide from *Rhoeo spathacea* extract and hybrids natural dye-titanium dioxide and black glutinous extract. The lowest efficiency was obtained at 150°C with an 0.007% for hybrids natural dye-titanium dioxide from *Rhoeo spathacea* extract and 0.002% for hybrids natural dye-titanium dioxide and black glutinous extract. Based on the result of this research is known that the performance of DSSC by direct mixing of natural dye and TiO<sub>2</sub> by stirring method has shown a good performance with more efficient time. This is because the process of direct mixing method is slashed of the dye immersion stage.

**Keywords:** Photosensitizer, Hybrids dye alam-titanium dioxide, *Rhoeo spathacea*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR SIMBOL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I: PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Batasan Masalah .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II: LANDASAN TEORI .....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Radiasi Matahari .....	7
2. Sel Surya.....	8
a. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	9
b. Prinsip Kerja DSSC .....	10
c. Komponen <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC).....	13
1) Semikonduktor $TiO_2$ .....	13
2) Natural <i>Dye Sensitizer</i> DSSC.....	13
3) Elektrolit Redoks .....	19
4) Elektroda Lawan .....	20
d. Energetika DSSC .....	20
e. Kinetika DSSC .....	22

f. Karakteristik Kurva Arus Tegangan ( <i>I-V</i> ).....	25
g. Karakterisasi Sifat Optik Material.....	26
h. Karakterisasi Sifat Kimiawi Material.....	27
i. Karakterisasi Konduktivitas Material.....	27
B. Penelitian yang Relevan.....	28
C. Kerangka Berpikir.....	30
D. Hipotesis.....	31
BAB III: METODE PENELITIAN.....	32
A. Tempat Penelitian.....	32
B. Waktu Penelitian.....	32
C. Tata Laksana Penelitian.....	33
1. Persiapan.....	34
a. Alat Penelitian.....	34
b. Bahan Penelitian.....	34
2. Ekstraksi <i>Dye</i> Alam dan Pembuatan Pasta $TiO_2$ .....	35
3. Pembuatan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Metode Pencampuran Langsung.....	36
4. Pembuatan Lapisan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Metode <i>Spin Coating</i> .....	37
a) Pembuatan Pasta Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	37
b) Pembuatan Lapisan Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	37
1) Variasi Volume Pencampuran Ekstrak <i>Dye</i> dengan Pasta $TiO_2$ Dalam Fabrikasi <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> sebagai Material Sensitizer.....	37
2) Variasi Suhu <i>Annealing</i> dalam Fabrikasi <i>Hybrids Dye Alam-</i> <i>Titanium Dioxide</i> Sebagai Material Sensitizer.....	38
3) Variasi Waktu <i>stirrer</i> Larutan dalam Fabrikasi <i>Dye Titanium</i> <i>Dioxide</i> Sebagai Material Sensitizer.....	38
c) Pengujian Absorbansi Lapisan Tipis <i>Hybrids Dye Alam-Titanium</i> <i>Dioxide</i> .....	39
d) Pengujian Gugus Fungsi dari <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i>	40
5. Pembuatan Larutan Elektrolit.....	40

6. Pembuatan Elektroda Lawan .....	40
7. Fabrikasi <i>DSSC</i> .....	41
8. Pengujian Karakteristik <i>I-V</i> dan Efisiensi <i>DSSC</i> .....	41
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Analisis Absorbansi, Fotokonduktivitas, dan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) dari Natural Dye Antosianin, <i>Titanium Dioxide</i> , dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	42
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium dioxide</i> .....	42
2. Karakterisasi Konduktivitas $\text{TiO}_2$ , Dye Daun Nanas Kerang, Etanol, dan <i>Hybrids dye alam-titanium dioxide</i> .....	46
3. Karakterisasi Gugus Senyawa Dye Daun Nanas Kerang, Dye Ketan Hitam, $\text{TiO}_2$ , dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	49
B. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Volume Pencampuran Ekstrak Dye Organik Alam dengan Pasta $\text{TiO}_2$ .....	56
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	56
2. Kurva <i>I-V</i> <i>DSSC</i> .....	58
C. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Suhu <i>Annealing</i> .....	60
1. Karakterisasi Absorbansi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> .....	60
2. Kurva <i>I-V</i> <i>DSSC</i> .....	63
D. Karakterisasi Dye Organik Alam dan <i>Hybrids Dye Alam-Titanium Dioxide</i> dengan Variasi Waktu <i>Stirring</i> .....	66
BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN .....	72
A. Kesimpulan .....	72
B. Saran .....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

*commit to user*