

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DEPOSISI ZnO:Zr SEBAGAI  
SEMIKONDUKTOR PADA *PROTOTYPE* SEL SURYA TERSENSITISASI  
ZAT WARNA EKSTRAK BUAH LAMPENI (*ARDISIA HUMILIS* VAHL)**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat S-1**



**Hendra Asri Febrinaldi**

**13630012**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2018**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.249/Un.02/DST/PP.05.3VI/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampeni (*Ardisia Humilis* Vahl)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Hendra Asri Febrinaldi  
NIM : 13630012  
Telah dimunaqasyahkan pada : 16 Mei 2018  
Nilai Munaqasyah : A-  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Didik Krisdiyanto, M.Sc.  
NIP.19811111 201101 1 007

Penguji I

Karmanto, M.Sc.  
NIP. 19820504 200912 1 005

Penguji II

Sudarlin, M.Si.  
NIP. 19850611 201503 1 002

Yogyakarta, 5 Juni 2018

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



D. Martono, M.Si.  
NIP. 19691212 200003 1 001



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Hendra Asri Febrinaldi

NIM : 13630012

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampeni (*Ardisia Humilis* Vahl)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 7 Mei 2018

Pembimbing,

Didik Krisdiyanto, M.Sc.

NIP. 19811111 201101 1 007

## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi Tugas Akhir

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberi petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Hendra Asri Febrinaldi  
NIM : 13630012  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampeni (*Ardisia Humilis* Vahl)

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih,  
*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 16 Mei 2018  
Konsultan,



Karmanto, M.Sc.  
NIP. 19820504 200912 1 005

## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi Tugas Akhir

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Setelah membaca, meneliti, memberi petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

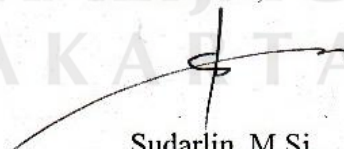
Nama : Hendra Asri Febrinaldi  
NIM : 13630012  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampani (*Ardisia Humilis* Vahl)

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih,  
*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 16 Mei 2018  
Konsultan,

  
Sudarlin, M.Si.  
NIP. 19850611 201503 1 002

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendra Asri Febrinaldi

NIM : 13630012

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampeni (*Ardisia Humilis Vahl*)“** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 7 Mei 2018



Hendra Asri Febrinaldi  
13630012

## HALAMAN MOTTO

“Seekor burung hantu yang bijaksana duduk disebatang dahan.

Semakin banyak ia melihat semakin sedikit ia berbicara,

Semakin sedikit ia berbicara semakin banyak ia mendengar.

Mengapa kita tidak seperti burung hantu yang bijaksana itu ?”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Karya ini dipersembahkan*

*untuk segenap keluarga tercinta*

*dan didedikasikan untuk almamater,*

*Jurusan Kimia UJN Sunan Kalijaga.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji beserta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi ZnO:Zr sebagai Semikonduktor pada *Prototype* Sel Surya tersensitisasi Zat Warna Ekstrak Buah Lampeni (*Ardisia Humilis Vahl*)**”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada *nabiyullah* Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat serta para ummatnya yang senantiasa berpegang teguh pada sunnah dan ajaran beliau SAW.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu memberikan semangat serta ide hingga akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku Pembimbing yang membimbing sedari penyusunan proposal penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama masa pendidikan.

4. Kedua orang tua serta kakak-kakak dan adik tercinta yang selalu mendo'akan, memberikan dukungan serta semangat baik moral, spiritual maupun materil.
5. Rekan Program Studi Kimia angkatan 2013 yang ikut ambil andil serta membantu selama masa pendidikan.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas peran hingga bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Sadar atas keterbatasan dan kekurangan yang ada, semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan yang terbaik atas apa yang telah kita lakukan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Saran dan kritik yang membangun tetap penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya. Amin.

Yogyakarta, 7 Mei 2018

Hendra Asri Febrinaldi

NIM. 13630012

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS KONSULTAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Landasan Teori .....	9
1. <i>Dye-sensitized Solar Cell</i> .....	9
2. Semikonduktor <i>Zinc Oxide</i> .....	13
3. Zirkonium .....	16
4. Pengaruh Pemanasan .....	17
5. <i>X-Ray Diffraction</i> .....	19
6. <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	22
7. Spektrofotometer Uv-Vis .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
B. Alat-alat Penelitian .....	25
C. Bahan Penelitian .....	26

D. Cara Kerja Penelitian .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
A. Karakterisasi Struktur dengan <i>X-Ray Diffraction</i> .....	30
B. Karakterisasi Permukaan dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	38
C. Analisis Serapan <i>Ultraviolet – Visible</i> .....	40
D. Uji Kinerja ZnO:Zr pada <i>dye-sensitized solar cell</i> .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
A. Kesimpulan .....	46
B. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema dan prinsip kerja DSSC .....	11
Gambar 4.1 Difraktogram semikonduktor ZnO:Zr pada variasi temperatur .....	31
Gambar 4.2 Grafik hubungan FWHM pada $d_{hkl}$ 002 vs variasi temperatur .....	35
Gambar 4.3 Grafik hubungan ukuran kristal pada $d_{hkl}$ 002 vs variasi temperatur ..	37
Gambar 4.4 Gambar hasil analisis SEM pada temperatur 350°C dan 500°C .....	39
Gambar 4.5 Grafik absorbansi pada variasi temperatur .....	41
Gambar 4.6 Gambar <i>sandwich prototype</i> DSSC .....	44
Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan <i>prototype</i> DSSC .....	45



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik dari beberapa jenis semikonduktor .....	15
Tabel 2.2 Sifat-sifat zirkonium .....	16
Tabel 4.1 Data Hasil XRD dengan variasi temperatur pada $d_{hkl} 002$ .....	34
Tabel 4.2 Nilai parameter kisi pada variasi temperatur .....	38
Tabel 4.3 Nilai energi celah pita, panjang gelombang dan ukuran kristal .....	43
Tabel 4.4 Nilai hasil uji kinerja <i>prototype</i> DSSC .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Difraktogram ZnO:Zr .....	54
Lampiran 2. <i>Joint Committee on Powder Diffraction Standart</i> (JCPDS) .....	55
Lampiran 3. Perhitungan Parameter Kisi .....	56
Lampiran 4. Perhitungan Ukuran Kristal .....	64
Lampiran 5. Gambar hasil analisis <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	68
Lampiran 6. Spektra Absorbansi UV-Vis ZnO:Zr .....	72
Lampiran 7. Perhitungan Energi Celah Pita .....	76
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian .....	77



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## INTISARI

### **PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DEPOSISI ZnO:Zr SEBAGAI SEMIKONDUKTOR PADA *PROTOTYPE* SEL SURYA TERSENSITISASI ZAT WARNA EKSTRAK BUAH LAMPENI (*ARDISIA HUMILIS VAHL*)**

Oleh:

**Hendra Asri Febrinaldi**

**13630012**

Telah dilakukan penelitian tentang Pengaruh Variasi Temperatur Deposisi pada Semikonduktor ZnO:Zr menggunakan metode Sol-gel. Pemanasan terhadap semikonduktor ZnO:Zr dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi temperatur deposisi terhadap ukuran kristal, morfologi, dan serapan terhadap radiasi ultraviolet-visibel dari semikonduktor ZnO:Zr, serta menentukan nilai tegangan pada aplikasinya sebagai semikonduktor pada sistem *prototype* DSSC.

Bahan baku prekursor berupa serbuk  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , kemudian dilarutkan dalam Metanol p.a dan ditambahkan *doping* zirkonium dari prekursor serbuk  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  produksi Pusat Sains dan Teknologi Akselerasi Badan Tenaga Nuklir Nasional (PSTA BATAN) Yogyakarta. Material semikonduktor terdoposisi pada substrat ITO dipanaskan pada variasi temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C dengan menggunakan *furnace* dan kemudian dikarakterisasi dengan XRD, SEM, Spektrofotometer UV-VIS serta aplikasinya.

Untuk mengetahui perubahan orientasi kristal terhadap temperatur menggunakan alat XRD, hasil identifikasi melalui XRD menunjukkan pola difraksi semikonduktor sesuai data JCPDS No. 80-0074 dengan  $2\theta = 31.73^\circ$ ,  $34.36^\circ$ , dan  $36.20^\circ$ , serta menunjukkan adanya peningkatan ukuran kristal. Karakteristik morfologi permukaan semikonduktor menggunakan SEM pada 350°C dan 500°C menunjukkan peningkatan sebaran kristal dan kristal mengalami *sintering*.

Pengujian serapan terhadap radiasi ultraviolet-visibel dengan Spektrofotometer UV-Vis dapat diketahui bahwa semikonduktor ZnO:Zr memiliki perubahan intensitas maupun pergeseran panjang gelombang pada rentang 261 – 322 nm. Serta nilai tegangan pada aplikasi semikonduktor ZnO:Zr diperoleh Voc terbesar dengan nilai 2.8 mV pada temperatur deposisi 500°C.

Kata Kunci: *Zinc Oxide*, Semikonduktor, *Sintering*. Temperatur. Deposisi.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Penggunaan energi fosil sebagai sumber bahan bakar dalam kehidupan manusia mulai diantisipasi, karena penggunaan energi fosil dapat habis seiring dengan penggunaannya perhari yang tinggi. Menurut Kementerian ESDM (2016), cadangan minyak bumi Indonesia per 1 Januari 2015 mengalami penurunan 1.2 % dibandingkan tahun sebelumnya yakni 3.70 miliar barel. Dilain sisi, konsumsi minyak bumi terus mengalami peningkatan. Pada kurun waktu 10 tahun terakhir eksplorasi minyak bumi cenderung menurun, yakni dari 287.30 juta barel atau 800 ribu barel/hari pada tahun 2006 menjadi 251.87 juta barel atau 690 ribu barel/hari pada tahun 2015.

Tingginya angka eksplorasi terhadap minyak bumi ini bertolak belakang akan pembentukan bahan baku energi fosil dalam perut bumi yang memakan waktu ribuan tahun dan sangat tidak sebanding dengan *output*. Berdasarkan *outlook* Kementerian ESDM tahun 2016, kebutuhan energi pada tahun 2015 sebesar 876.594 SBM, diperkirakan pertumbuhan kebutuhan energi pada tahun 2025 meningkat 1.8 kali lipat dari tahun 2015 dan pada tahun 2050 meningkat menjadi 5.5 kali lipat. Perkembangan sumber energi terbarukan yang pesat berbasis energi bumi seperti tenaga air, matahari, angin, panas bumi dan biomassa, sehingga dapat dijadikan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Pemanfaatan sumber energi selain energi fosil menjadi solusi yang lebih baik dikarenakan potensi yang berlimpah dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan energi fosil (Apelian, 2007). Salah satunya ialah pemanfaatan energi dari matahari yang berupa radiasi, pemanfaatan sumber energi alternatif ini dapat sebagai pendukung kebutuhan tanpa harus mengeksploitasi energi pada perut bumi. Potensi sumber daya energi matahari atau surya di Indonesia sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari atau setara dengan 112 ribu GWp. Pemanfaatan akan energi matahari di Indonesia tergolong sangat kecil dan masih dibawah 5% dibanding dengan pemanfaatan dari sumber energi terbarukan lainnya (ESDM, 2016).

Salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan energi matahari menjadi listrik ialah *Dye-sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC merupakan teknologi terbarukan yang banyak dikembangkan dengan berbagai keunggulan yaitu proses produksinya ramah lingkungan (Kashif, 2012). DSSC ialah teknologi sel surya generasi ketiga setelah monokristalin dan polikristalin pada generasi pertama dan *thin film solar cell* yang merupakan teknologi kedua (Susanti dkk., 2014).

DSSC merupakan salah satu teknologi yang telah banyak diterima oleh kalangan luas sebagai sumber energi yang bersih dari polusi dan dapat diperbaharui. Komponen DSSC terdiri dari elektroda kerja, *dye*, elektroda lawan, semikonduktor dan elektrolit (Yang dkk., 2014). Semikonduktor yang digunakan pada DSSC harus memiliki *band gap* yang lebar, pergerakan elektron yang tinggi dan luas permukaan yang besar sehingga penyerapan energi pada pewarna lebih efisien (Willander, 2014).

Semikonduktor yang banyak diaplikasikan adalah *titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ), dikarenakan  $\text{TiO}_2$  memiliki *band gap* besar, tidak berbahaya dan murah (Gratzel, 2003). Namun, menurut Yuwono (2015), semikonduktor dari  $\text{TiO}_2$  memiliki kelemahan pada posisi pita valensi yang letaknya sedikit jauh dari pita konduksi sehingga eksitasi elektron saat absorpsi cahaya kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti  $\text{TiO}_2$  sebagai semikonduktor pada DSSC seperti *zinc oxide* ( $\text{ZnO}$ ).  $\text{ZnO}$  sendiri menunjukkan sifat multifungsi dengan *band gap* yang lebar (3.37 eV) dengan transparansi optik yang tinggi pada suhu kamar, kekuatan pengikat elektron yang besar (60 MeV) dan penangkap cahaya yang besar (Caglar dkk., 2009); (Pearton dkk., 2004).

Sifat-sifat yang ada pada  $\text{ZnO}$  menjadikan  $\text{ZnO}$  fleksibel dalam hal metode sintesis dengan berbagai metode, metode yang sering dilakukan adalah metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan salah satu metode yang paling sukses dalam mempersiapkan material oksida logam berukuran nano (Chih Lin dkk., 2011). Jika dibandingkan dengan metode lain dalam sintesis  $\text{ZnO}$ , metode sol-gel memiliki kelebihan antara lain kemudahan dalam kontrol komposisi prekursor, dapat dilakukan pada temperatur rendah, dan dengan biaya murah.

Untuk meningkatkan kemampuan dari  $\text{ZnO}$  sebagai semikonduktor pada DSSC maka perlu dilakukan modifikasi terhadap material  $\text{ZnO}$ . Telah banyak metode yang dilakukan terhadap  $\text{ZnO}$  untuk mendapatkan keadaan yang optimal. Beberapa metode modifikasi yang sering dilakukan dengan metode *doping* (Slassi dkk, 2015)

dan penambahan pengaruh panas (Caglar dkk, 2015). Cara *doping* dengan menggunakan unsur lain pada semikonduktor dengan *type-n* atau *type-p* dilakukan untuk meningkatkan konduktivitas dari semikonduktor ZnO. Sedangkan pengaruh panas terhadap semikonduktor yakni dapat merubah sifat listrik, optik maupun fisik dari semikonduktor ZnO.

Merujuk dari tinjauan-tinjauan diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk memodifikasi semikonduktor ZnO *doping* zirkonium dengan variasi pengaruh panas. Sehingga akan diketahui perubahan pada pertikel ZnO yang telah *didoping* zirkonium. Zirkonium yang digunakan berasal prekursor zirkonium oksiklorida ((ZrOCl<sub>2</sub>).8H<sub>2</sub>O) dari pengolahan pasir zirkon oleh PSTA BATAN Yogyakarta. Zirkonium merupakan salah satu unsur *doping* pada semikonduktor *type-n* yang memberikan elektron bebas (Paul dkk., 2002). Semikonduktor ZnO *doping* zirkonium perlu diaplikasikan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada kinerja daya hantar (Khan, 2013).

Aplikasi semikonduktor sebagai elektroda pada DSSC telah banyak dilakukan, komponen-komponen pada DSSC di fabrikasi menyerupai *sandwich*, semikonduktor sebagai elektroda terdeposisi pada substrat *Indium Tin-Oxide*, elektrolit I/I<sub>2</sub>, *dye* dan karbon pada elektroda lawan. Pada penelitian ini digunakan *dye* alami dari ekstrak kulit buah Lampeni (*Ardisia Hulimis* Vahl). Buah ini biasa tumbuh didataran tinggi dan sebagai makanan burung, tumbuhan ini penghasil antosianin karena kulit buah ini berwarna merah tua (Hyene, 1987).

## B. Batasan Masalah

Beberapa batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material *dopant* yang digunakan sebagai *doping* semikonduktor adalah Zirkonium
2. Bahan dasar pada penelitian ini adalah  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , dengan penambahan  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  produksi PSTA BATAN Yogyakarta dan metanol yang disintesis menggunakan metode *sol-gel*.
3. Pengaruh temperatur pemanasan pada semikonduktor ZnO:Zr dengan variasi temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C.
4. Ekstrak kulit buah Lampeni (*ardisia humilis* Vahn) sebagai *dye sensitizer*.

## C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur kristal semikonduktor ZnO:Zr pada pengaruh pemanasan dengan temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C ?
2. Bagaimana morfologi permukaan semikonduktor ZnO:Zr pada pengaruh pemanasan dengan temperatur 350°C, 400°C, 450°C dan 500°C ?
3. Bagaimana serapan semikonduktor ZnO:Zr terhadap radiasi *ultraviolet-visibel* pada pengaruh pemanasan pada temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C ?
4. Berapa kapasitas kinerja sel surya dengan menggunakan *dye* dari ekstrak kulit buah Lampeni (*ardisia humilis* vahn) pada semikonduktor ZnO:Zr ?

#### D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan struktur kristal semikonduktor ZnO:Zr setelah pengaruh pemanasan dengan temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C.
2. Menentukan pengaruh pemanasan pada temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C terhadap serapan radiasi *ultraviolet-visibel* dari semikonduktor ZnO:Zr.
3. Menentukan morfologi pada permukaan semikonduktor ZnO:Zr dengan pengaruh pemanasan pada temperatur 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C.
4. Menentukan kapasitas kinerja sel surya dengan menggunakan *dye* dari ekstrak Lampeni (*ardisia humilis vahn*) pada Semikonduktor ZnO:Zr.

#### E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penelitian mengenai ZnO:Zr sebagai semikonduktor pada *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dengan pengaruh variasi temperatur deposisi sehingga diketahui dan dapat memenuhi kriteria sebagai semikonduktor pada elektroda kerja. Diharapkan dengan adanya variasi temperatur ini juga dapat memberikan informasi mengenai karakterisasi material ZnO *doping* zirconium produk olahan PSTA BATAN Yogyakarta dan dapat menjadikan material ZnO *doping* Zr sebagai kandidat alternatif sebagai semikonduktor baru pada *Dye-sensitized Solar Cell*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis karakterisasi dengan XRD diperoleh bahwa semikonduktor yang dihasilkan memiliki sudut  $2\theta = 33.47^\circ$  ( $d_{hkl} = 100$ ),  $34.17^\circ$  ( $d_{hkl} = 002$ ),  $37.463^\circ$  ( $d_{hkl} = 101$ ),  $54.28^\circ$  ( $d_{hkl} = 110$ ),  $61.28^\circ$  ( $d_{hkl} = 103$ ), dan  $65.31^\circ$  ( $d_{hkl} = 200$ ). Ini sesuai dengan data standart No. 80.0074 dan dengan ukuran Kristal 26.98 nm, 25.88 nm, 25.16 nm, dan 26.09 nm pada masing-masing temperatur.
2. Morfologi yang tergambar dari hasil analisis SEM menjelaskan perubahan ukuran kristal semikonduktor pada temperatur  $350^\circ\text{C}$  dan  $500^\circ\text{C}$ , serta mendukung dari hasil analisis XRD.
3. Serapan sinar radiasi Ultraviolet-visibel terhadap material semikonduktor, terjadi pada rentang panjang gelombang 250 – 350 nm, lebih jelasnya yakni: 302, 261, 322, dan 284 nm dengan  $E_g$  3.752, 3.243, 4.004, dan 3.528 eV pada setiap kenaikan temperatur.
4. Uji Kinerja yang diperoleh dengan nilai *Voltage Open Circuit* ( $V_{oc}$ ) pada masing-masing kenaikan temperatur sebesar 1:1, 2: 0.8: dan 2.8 mV.

## **B. Saran**

Perbedaan yang sedikit timbul pada hasil penelitian ini, dirasa perlu penyempurnaan hasil sintesis ZnO:Zr dengan meningkatkan kelipatan variasi yang dilakukan sehingga mudah untuk melihat perbedaan yang terjadi. Serta disarankan agar lebih dapat mengkaji lebih detail dari setiap karakterisasi yang dilakukan. Disisi lain, masih perlunya perhatian ulang dan lebih terperinci lagi dalam persiapan dan tahapan penelitian, dengan memperhatikan semua aspek yang digunakan betul-betul dalam keadaan yang optimal dan sama.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2010. Pengontrolan Spectrum Luminisens Nanopartikel ZnO Melalui Trapping Dalam Matriks SiO<sub>2</sub> dengan Metode Spray Drying. *INTEGRAL*. Vol. 9, No. 2.
- Ardiansyah. 2011. Ekstraksi Zirconia Dari Pasir Zircon Dengan Metode Mechanical Activation. *Skripsi*. Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Astuti. 2007. Efek Doping Senyawa Alkali Terhadap Celah Pita Energi Nanopartikel ZnO. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 5, No. 2 ISSN 2302-8491.
- Apelian, D. 2007. Looking Beyond the Last 50 Years: The Future of Material Science and Engineering. *Overview*. JOM.
- Bao Ma, dkk. 2007. Effect of Deposition Pressure on the Properties of Transparent Conductive ZnO:Ga Films Prepared by DC Reactive Magnetron Sputtering. *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol.10 (2), 167-172.
- Bhakat, C. Singh. P.P. 2012. Zinc oxide nanorod. Synthesis and its applications in solar cell. *International Journal of Modern Engineering Research*. 2 (4).
- Bilalodin. 2012. Pembuatan dan Penentuan Celah Pita Optik Film Tipis TiO<sub>2</sub>. Purwokerto: Universitas Soedirman. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*. Vol.23, 86-89.
- Bird, T. 1993. *Kimia Fisik Untuk Universitas*. Cetakan Kedua. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Caglar, Y., Aksoy, S., dkk. 2009. Crystalline Structure and Morphological Properties of Undoped and Sn doped ZnO thin film. *Superlattices and Microstructures*. Vol. 49 (3), 469-475.
- Caglar, M., Ruzgar, S. 2015. Influence of the Deposition Temperature on the Physical Properties of High Electron Mobility ZnO films by Sol-gel Proses. *Jurnal of Alloys and Compounds*. 167.
- Cullity, B.D., Stock, S.R., 2001. *Elements of X-ray Diffraction*. Vol. 3. p. 15. Upper Saddle River. NJ: Prentice Hall

- Clament, N. dkk. 2012. Effects of Morphology and Zr Doping on Structural, Optical, and Photocatalytic Properties of ZnO Nanostructures. *I&Eng Chem Research*. Vol. 51, 16333-16345.
- Chien, dkk. 2008. Optimization of Zr-Doped ZnO thin films Prepared by Sol-Gel Method. *Materials Transactions*. Vol 49 (8), 1900-1904.
- Chien, dkk. 2010. Preparation and Characterization of ZnO Transparent Semikonduktor thin films by Sol-Gel Method. *Journal of Alloys and Compounds*. 495. 126-130.
- Chih Lin, M. Jen Chang, Y. 2011. Characteristics of Zr-Doped ZnO Thin Films Grown by Atomic Layer Deposition. *Journal of The Electrochemical Society*. 158 (6) 395-398.
- Distyawan, A., Susanti, D. 2013. Pengaruh Temperatur, Massa zink, Substrat dan Waktu Tahan terhadap Struktur dan Morfologi ZnO hasil Sintesis dengan metode Chemical Vapour Transport. *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*. Vol. 1 (1), 1-6.
- ESDM, 2016. *Outlook Energi Indonesia 2016*. Dewan Energi Nasional. ISSN 2527-3000.
- Fang, D. dkk. 2003. Influence of Al Doping on Structural and Optical Properties of Mg-Al-co doped ZnO Thin Films Prepared by Sol-Gel Method. *Journal of Alloy and Compounds*. 346-352.
- Gokulakrishnan, V. dkk. 2011. Investigation on The Effect of Zr doping in ZnO thin film by Spray Pyrolysis. *Applied Surface Science*. 257 9068-9072.
- Goldsmith, S. 2006. Filtered Vacuum ARC Deposition of Undoped and Doped ZnO Thin Films: Electrical, Optical, and Structural Properties. *Surface & Coatings Technology*. Vol. 201, 3993-3999.
- Guillen C, J. Herrero. 2010. Optical, Electrical and Structural Characteristics of Al:ZnO thin Films with Various Thicknesses Deposited by DC sputtering at Room Temperature and Annealed in Air or Vacuum. *Vacuum*. Vol. 84, 924-929.
- Gusti, P.A. 2014. Sintesis dan Karakterisasi ZnO Nanorod untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell menggunakan Ekstrak Antosianin dari Buah Lampeni (*Ardisia humilis* Vahl). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Grätzel M. 2003. Dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology: Photochemistry Review*. Vol. 2 (4), 145-153.

- Halme, E.J. 2002. Dye Sensitized Nanostructure And Organic Photovoltaic Cells: Technical Review And Preliminary Tests. *Thesis*. Department Of Engineering Physics And Mathematics Helsinki University Of Technology. Espoo.
- Huang, S. Mao, H. dkk. 2001. Room-Temperature Ultraviolet Nanowire Nanolasers. *Science*. Vol. 292, 1897.
- Hummel, Rolf. 1934. *Electronic Properties of Materials*. Department of Materials Science and Engineering. University of Florida. USA. ISBN 978-3-662-2424-9
- Hyene, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. *Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan*. Jakarta. Vol. 3 (1), 1558.
- Jannyari. 2012. Pengaruh Temperatur Preheating terhadap Sifat Optik Film Tipis ZnO yang ditumbuhkan dengan Metode Sol-Gel. *Skripsi*. FMIPA Universitas Negeri Medan.
- Kahlout, Amal. 2015. Thermal Treatment Optimization of ZnO Nanoparticles-Photoelectrodes for HIGH photovolta Performance of Dye-sensitizer Solar Cell. *JAAUBAS*. Vol. 17, 66-72.
- Kashif, M. K., Axelson, J. C., 2012. A new direction in Dye-sensitized Solar Cells Redox Mediator Development: In situ Fine-tuning of The Cobalt (ii)/(iii) Redox Potential Through Lewis Base Interaction, *Journal of the American Chemical Society*. Australia, Vol. 134(40), 16646-16653.
- Ko See.C, Y.C. Kim, S. dkk. 2003. Micromachined Piezoelectric Membrane Acoustic Device. *Sensors Actuators A*. Vol. 103, 130-134.
- Khan, I. Khan, S. dkk. 2013. Struktur and Optical Properties of Gel-Combustion Synthesized Zr doping ZnO Nanoperticles. *Optical Materials*. Vol. 35. 1189-1193.
- Kwela, Z.N. 2006. Alkali Fusion Processes for Recovery of Zirconia and Zirconium From Zircon Sand. *Tesis*. Department of Chemical Technology University of Pretoria.
- Li Bin, Wang P. Wang. 2006. Review of Recent Progress in Solid-state Dye-sensitized Solar Cell. *Solar Energy Material Solar Cells*. Vol. 90 (2) 549-573.

- Ludin, N. A. Narosikin, A. 2014. *Review on the Development of Nature Dye Photosensitizer for Dye Sensitized Solar Cell. Renewable and Sustainable Energy*. 386-396.
- Lee, Myeongkyu. 2016. *X-ray Diffraction for Materials Research from Fundamentals to Applications*. Canada: Apple Academic Press, Inc.
- Legros, A. dkk. 1995. Effect of Water Impurity on The Crystallization of Vacuum Evaporated Se. *Journal of Applied Physics*. Vol. 78, 3048.
- Mayasari, Ika. 2012. Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Magnet Pada magnet Permanen Stronsium Heksaferit (Studi kasus di Lembaga Ilmu penelitian Indonesia, Jakarta). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta.
- Maryanti, E. 2008. Studi Pengaruh Medan Listrik pada Pertumbuhan Kristal ZnO. *Tesis*. ITB.
- Misbahudin, M. C. dkk. 2013. Pembuatan prototype dye sensitized solar cell (DSSC) dengan memanfaatkan ekstrak antosianin strawberry. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains Fakultas MIPA UKSW*.
- Nur, C. 1997. *Pengaruh Radiasi Sinar Gamma dan Rapat Massa Serta Sifat – Sifat Mekanis HDPE dan LDPE*. Lembaga Penelitian USU. Medan.
- Ozguer, U. Alivov, Ya. I. Teke, A. 2005. A Comprehensive Review of ZnO Materials and Devices. *Journal of Applied Physics*. 98 041301.
- Panwar, R. S. 2009. Preparation of Modified ZnO Nanoparticles by Sol-Gel Proses and Their Characterization. *Tesis*. Material Science and Engineering Department Thapar University.
- Paul, G. K. 2002. Structural, Optical and Electrical Studies on Sol-gel deposited Zr doped ZnO Film. *Material Chemistry and Physics*. Vol. 79, 71-75.
- Pearton, S. J., Norton, D. P. dkk. 2004. Recent Advances in Processing of ZnO. *Journal of Vacuum Science and Technology B*. Vol. 22(3), 932-948.
- Pearton S.J., D.P. Norton, K. dkk. 2005. Recent Progress in Processing and Properties of ZnO. *Progress in Materials Science*. Vol. 50 (3), 293-340.
- Rahman, A. 2009. Pengaruh Tingkat Kekristalan  $TiO_2$  pada Tegangan Terbuka Sel Surya Tersensitisasi – Pewarna Berbasis  $ZnO - Ti_2$  = The effect of  $TiO_2$  Nanocrystallinity on the open circuit voltage of  $ZnO - Ti_2$ -based dye-sensitized solar cell. *Skripsi*. Teknik Metalurgi dan Material. UI.

- Ramahdita, G. 2011. Karakterisasi Nanopartikel ZnO Hasil Sintesis dengan Metode Presipitasi dan Perlakuan Pra-Hidrotermal. *Skripsi*. Program Studi Metalurgi dan Material. Universitas Indonesia.
- Raoufi, D. Raoufi, T. 2009. The effect of heat treatment on the physical properties of sol-gel derived ZnO thin films. *Applied Surface Scienc.* Vol. 255, 5812–5817.
- Rosyidah, N. 2012. Sintesis Nanopartikel ZnO dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Teknik Pomits 1-7*. Jurusan Fisika ITS.
- Samuel, M.S. Bose, L. 2009. Optical Properties of ZnO Nanoparticles. *Academic Review*. Vol. XVI (1), (2), 57-65.
- Subramanyam, T.K. dkk. 1999. Effect of Substrate Temperature on The Physical Properties of DC Reactive Magnetron Sputtered ZnO Film. *Optical Materials*. Vol. 13, 239-247.
- Sugianto. 2013. Pengaruh Temperatur Deposisi terhadap Struktur dan Sifat optic Film Tipi ZnO:Al dengan metode DC Magnetron Sputtering. *Skripsi*. Jurusan Fisika FMIPA UNNES
- Susanti, D., Nafi, M. dkk. 2014. The Preparation of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) from TiO<sub>2</sub> and Tamarillo Extract. *Procedia Chemistry*. Vol. 9, 3-10.
- Slamet, D. 2016. Sintesis Nanopartikel ZnO *doping* Zirkonium Oksiklorida Produksi PSTA BATAN Yogyakarta sebagai Semikonduktor *Photo Anoda* untuk Sel Surya tersensitisasi Zat Warna (DSSC). *Skripsi*. Jurusan Kimia UIN Sunan kalijaga.
- Slassi, A., Ialouari, N., dkk. 2015. Ab initio Study on the Electronic, Optical and Electrical Properties of Ti-, Sn- and Zr-doped ZnO. *Solid State Communications*. Vol. 218, 45-48.
- Smestad dan Gratzel. 1998. Demonstrating Electron Transfer and Nanotechnology: A Natural Dye-Sensitized Nanocrystalline Energy Converter. *J. Chem. Educ.* Vol. 75 (6), 752.
- Syamsuluri, Sri., dkk., 2015. Pengaruh Konsentrasi Seng Asetat Dehidrat (Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) terhadap Sifat Optik dan Struktur Kristal ZnO. *Jurnal Eksakta*. Vol. 8 (2).
- Van Vlack, L. 1985. *Element of Materials Science and Engineering*. Addison-Wesley. Boston. ISBN 0201093148.

- Wang, H. dkk. 2010. Surfactant-Assisted in situ Chemical Etching for the General Synthesis of ZnO Nanotubes Array. *Nanoscale Res Lett.* Vol. 5, 1102-1106.
- Widiyana, Kasih. 2011. Penumbuhan Nanopartikel Seng Oksida yang Disintesis dengan Metode Sonokimia dan Pemanfaatannya sebagai Tinta Pengaman. *Skripsi.* Jurusan Kimia FMIPA UNNES.
- Willander, M., Nur, O., ul Hasan, K., dkk. 2014. Zinc Oxide Nanostructures: Synthesis, Characterization, and Device Application on Nanconventional Substrates. *Zinc Oxide Nanostructures Advances and Applications.* 185. Pan Stanford Publishing. U.S.
- Xu, Z. Yoon, J. 2010. Fluorescent Chemosensors for  $Zn^{2+}$ . *Chem. Soc. Review.* Vol. 39, 1996-2006.
- Yacobi, B. G. 2003. *Semiconductors Materials An Instruduction to Basic Principles.* Kluwer Academic Publichers. New York. ISBN 0-306-47942-7.
- Yang, J. H. dkk. 2014. Charecteristics of the Dye-Sensitized Solar Cell Using  $TiO_2$  Nanotubes Treated with  $TiCl_4$ . *Material.* Vol. 7 (5), 3522-3532.
- Yuwono, A. H., Dharma, H., 2015. Fabrikasi Nanorod Seng Oksida (ZnO) menggunakan Metode Sol-Gel dengan Variasi Konsentrasi Polyethylene Glycol dan waktu tunda Evaporasi Amonia. *Majalah Metalurgi.* Vol. 26(2), 101-108
- Zakaria, H. dkk. 2013. Pengaruh Pemanasan terhadap Struktur dan Sifat Optik Kristal ZnO. *Jurnal.* Jurusan Fisika FMIPA Universitas Hasanuddin.