



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CORE-SHELL* ZnO/TiO₂
SEBAGAI MATERIAL FOTOANODA PADA
DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

SKRIPSI

Oleh

Yuda Anggi Pradista

NIM 101810301025

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

2014



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CORE-SHELL* ZnO/TiO₂
SEBAGAI MATERIAL FOTOANODA PADA
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

SKRIPSI

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

Oleh

Yuda Anggi Pradista

NIM 101810301025

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

2014

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Warninda dan Ayahanda Muhammad S.Pd tercinta, serta semua keluarga. terima kasih atas doa, motivasi, perhatian dan kasih sayang yang tiada henti tercurahkan;
2. guru-guru di TK Wulandari, SDN 7 Patokan, SMPN 1 Situbondo dan SMAN 1 Situbondo serta dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ khususnya ibu Tanti Haryati S.Si., M.Si dan bapak Tri Mulyono, S.Si., M.Si yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

*“Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan beberapa derajat.” (QS. Mujadillah : 11).**

*“Dan jika kamu sekalian bersyukur atas nikmat yang Aku berikan, maka niscaya akan Aku tambah nikmat-Ku untukmu. Dan jika kamu sekalian kufur atas nikmat-Ku, maka sesungguhnya azab-Ku itu sangat pedih” (QS. Ibrahim : 07).**

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka” (QS. Ar-R’ad : 11) .**

Anonim. 2006. Al-Quran dan Terjemahnya. Penerjemah Yayasan Penerjemah Al-Quran. Bandung: Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuda Anggi Pradista

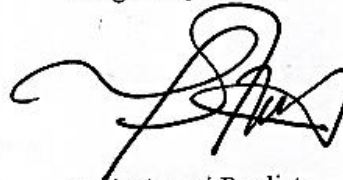
NIM : 101810301025

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi *Core-shell ZnO/TiO₂* sebagai Material Fotoanoda pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juni 2014

Yang menyatakan,



Yuda Anggi Pradista

NIM. 101810301025

SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI CORE-SHELL ZnO/TiO₂
SEBAGAI MATERIAL FOTOANODA PADA
DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

Oleh

Yuda Anggi Pradista

NIM 101810301025

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Tanti Haryati, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Tri Mulyono S.Si., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sintesis Dan Karakterisasi Core-Shell ZnO/TiO₂ sebagai Material Fotoanoda pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

hari, tanggal : **RABU 16 JUL 2014**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Tim Penguji;

Ketua (DPU),



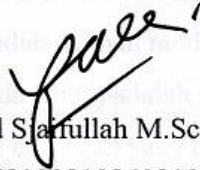
Tanti Harwati, S.Si., M.Si
NIP. 198010292005012002

Sekretaris (DPA),



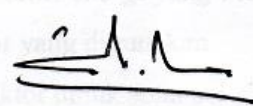
Tri Mulyono, S.Si., M.Si
NIP. 196810201998021002

Penguji I,



Drs. Achmad Saifullah M.Sc., Ph.D
NIP. 195910091986021001

Penguji II,



Drs. Sudarko PhD
NIP. 196903121992031002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember



Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D
NIP. 196101081986021001

RINGKASAN

Sintesis dan karakterisasi *core-shell* ZnO/TiO₂ sebagai material fotoanoda pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC); Yuda Anggi Pradista, 101810301025; 2014: 57 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Solar sel merupakan salah satu bentuk teknologi yang banyak dikembangkan sebagai alternatif penggunaan energi terbarukan dengan memanfaatkan kelimpahan sumber energi yang sangat besar. Selain itu solar sel juga ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi apapun terhadap lingkungan. Oleh karena itu teknologi solar sel ini banyak dikembangkan dalam berbagai penelitian guna mendapatkan efisiensi energi yang besar dengan biaya produksi yang cukup terjangkau.

Pengembangan solar sel saat ini telah sampai pada generasi ketiga yakni *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC merupakan solar sel berbasis material semikonduktor yang memiliki efisiensi energi cukup baik dan biaya produksi yang relatif murah dibandingkan dengan solar sel berbasis silikon. Berbagai penelitian terhadap DSSC telah banyak dilakukan guna memperoleh efisiensi energi yang besar. Salah satunya ialah dengan modifikasi material semikonduktor yang digunakan.

Zink oksida (ZnO) adalah salah satu material semikonduktor untuk solar sel yang memiliki energi *band gap* yang besar (3.37 eV). Salah satu bentuk aplikasi ZnO sebagai material semikonduktor ialah digunakan untuk material *photo-anode* solar sel. ZnO menunjukkan fleksibilitas yang baik dalam hal metode sintesis dan morfologi partikel yang dihasilkan. Namun terdapat kekurangan yang dimiliki ZnO yakni kestabilan kimia yang rendah yang menyebabkan timbulnya masalah dalam penyerapan zat warna (*dye*). Kelemahan yang dimiliki ZnO dapat diperbaiki dengan melakukan pelapisan terhadap permukaan material *nanorods* menggunakan material TiO₂ yang secara kimia lebih stabil dibandingkan ZnO. TiO₂ merupakan material *photo-sensitized anode* DSSC yang memiliki energi *band gap* yang besar (3.2 eV) dan hampir sama dengan *band gap* ZnO

Kombinasi kedua material semikonduktor tersebut dibentuk menjadi material *core-shell* ZnO/TiO₂. Shell TiO₂ disintesis melalui metode sol-gel yang memiliki kemurnian hasil tinggi dari larutan prekursor Titanium tetraisopropoksida (TTIP) yang kemudian dideposisikan menggunakan metoda *spin coating* pada Core ZnO yang telah disintesis pada kaca *indium tin oxide* (ITO) dengan metode deposisi kimia. Dua parameter yang divariasikan dalam proses sintesis *core-shell* ZnO/TiO₂ yakni rasio hidrolisis dan suhu *annealing*. Rasio hidrolisis yang digunakan dalam proses sintesis *shell* TiO₂ akan menjadi penentu ukuran partikel yang akan terdeposisi pada ZnO. Sedangkan suhu *annealing* akan berpengaruh pada tingkat kristalinitas ZnO dan TiO₂.

Karakterisasi yang dilakukan terhadap material *core-shell* menggunakan *X Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). XRD merupakan analisa untuk mengetahui secara kualitatif struktur kristal dari material sedangkan SEM digunakan untuk mengetahui morfologi material yang disintesis.

Hasil analisa menggunakan XRD terhadap *core-shell* menunjukkan bahwa material yang disintesis adalah ZnO dan TiO₂ anatase. Hal ini didasarkan pada kesamaan pola difraksi material dengan pola difraksi standar dari ZnO dan TiO₂. Selain itu hasil XRD yang diperoleh juga menampilkan informasi mengenai ukuran kristal TiO₂. Berdasarkan pendekatan menggunakan persamaan Scherrer didapatkan ukuran kristal TiO₂ yang disintesis pada rasio hidrolisis 1:2, 1:4 dan 1:6 berturut-turut sebesar 61,49 nm; 56,71 nm dan 54,3 nm. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin meningkatnya rasio mol air yang digunakan maka ukuran diameter kristal yang terbentuk akan semakin kecil. Sedangkan untuk pengaruh suhu *annealing* berpengaruh terhadap intensitas dari kristal yang terbentuk. Semakin tingginya suhu *annealing* yang diterapkan maka pola difraksi sinar X yang dihasilkan memiliki intensitas yang semakin tinggi. Hal tersebut berarti material *core-shell* yang disintesis semakin bersifat kristalin.

Hasil analisa SEM menunjukkan gambar butir ZnO dan TiO₂ yang masih berada dalam skala mikro. Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi prekursor yang

digunakan sehingga terbentuk butir yang sangat besar. Oleh karena perlu dilakukan pengurangan konsentrasi dari prekursor untuk mendapatkan ukuran butir *core-shell* dalam skala nanometer.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis dan karakterisasi *core-shell* ZnO/TiO₂ sebagai material fotoanoda pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si, selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Tanti Haryati S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc.,Ph.D selaku Dosen Penguji I dan, Drs Sudarko. Ph.D selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
6. bapak dan ibu dosen-dosen FMIPA UNEJ, dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;
7. teman-teman seperjuangan angkatan 2010 “RUMPIS”, terima kasih atas semangat, bantuan, saran, perhatian, dan kenangan yang telah diberikan;
8. teman-teman Kos Mastrip 43 yang tak bisa disebut satu per satu terima kasih atas semangat, perhatian dan kenangan yang tak kan terlupakan;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 13 Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>.....	4
2.2 <i>Rods ZnO</i>	5
2.3 Partikel TiO₂.....	6
2.4 Metode Sintesis.....	7
2.4.1 Deposisi kimia	7
2.4.2 sol-gel.....	8
2.4.3 Deposisi <i>spin coating</i>	10

2.5 Karakterisasi XRD dan SEM	11
2.5.1 <i>X Ray Diffraction (XRD)</i>	12
2.5.1 <i>Scanning electron microscopy (SEM)</i>	14
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Skema Penelitian.....	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Sintesis <i>Core ZnO</i>	17
3.4.2 Sintesis <i>Shell TiO₂ Anatase</i>	17
3.4.3 Pelapisan <i>Core ZnO</i> dengan <i>TiO₂</i>	17
3.5 Prosedur karakterisasi struktur dan morfologi.....	18
3.5.1 Difraksi sinar X	18
3.5.2 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Sintesis rods ZnO dan karakterisasinya	21
4.2 Sintesis TiO₂	26
4.2.1 Pengaruh rasio hidrolisis terhadap pola difraksi sinar X	27
4.2.2 Pengaruh suhu <i>annealing</i> terhadap pola difraksi kristal dan morfologi <i>core--shell</i>	29
BAB 5. PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data FWHM TiO ₂	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rangkaian DSSC	4
2.2 Struktur kristal ZnO	5
2.3 Metode spin coating	11
2.4 Penurunan hukum Bragg	13
3.1 Diagram alir penelitian	16
4.1 Pola difraksi <i>core-shell</i> ZnO/TiO ₂	20
4.2 Interaksi ZnO/TiO ₂ dengan ITO	22
4.3 Pola difraksi core ZnO dengan dan tanpa medan listrik	23
4.4 Pola difraksi core-shell ZnO/TiO ₂ dengan dan tanpa medan listrik	23
4.5 Morfologi ZnO/TiO ₂ menggunakan medan listrik pada suhu Kalsinasi 450°C	25
4.6 Morfologi ZnO/TiO ₂ tanpa medan listrik pada suhu Kalsinasi 450°C	25
4.7 Pola XRD ZnO/TiO ₂ pada suhu 450°C	27
4.8 Pengaruh rasio air terhadap ukuran kristal TiO ₂	29
4.9 Pola difraksi ZnO/TiO ₂ dengan rasio air 1:2	31
4.10 Pola difraksi ZnO/TiO ₂ dengan rasio air 1:4	31
4.11 Pola difraksi ZnO/TiO ₂ dengan rasio air 1:6	32
4.12 Morfologi core-shell ZnO/TiO ₂ suhu 450°C (rasio 1:2)	33
4.13 Morfologi core-shell ZnO/TiO ₂ suhu 550°C (rasio 1:2)	33
4.14 Morfologi core-shell ZnO/TiO ₂ suhu 650°C (rasio 1:2)	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer	38