

**SINTESIS TiO_2 NANORODS DAN KOMPOSIT TiO_2
NANORODS - ZnO UNTUK BAHAN FOTOANODA DSSC**



SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Kimia**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

co Juni, 2015 *er*

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi

SINTESIS TiO_2 NANORODS DAN KOMPOSIT TiO_2
NANORODS - ZnO UNTUK BAHAN FOTOANODA DSSC


RAHMAT HIDAYAT


NIM. M0311058

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Sayekti Wahyuningsih, M. Si
NIP. 19711211 199702 2001


Prof. Ir. Ari H. Ramelan, M. Sc (Hons) Ph.D
NIP. 19610223 198601 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 24 Juni 2015

Anggota Tim Penguji :

1. Dr. Eddy Herald, M. Si.
NIP. 19640305 200003 1002
2. M. Widyo Wartono, M. Si.
NIP. 19760822 200501 1001


1.

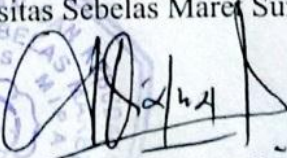

2.

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

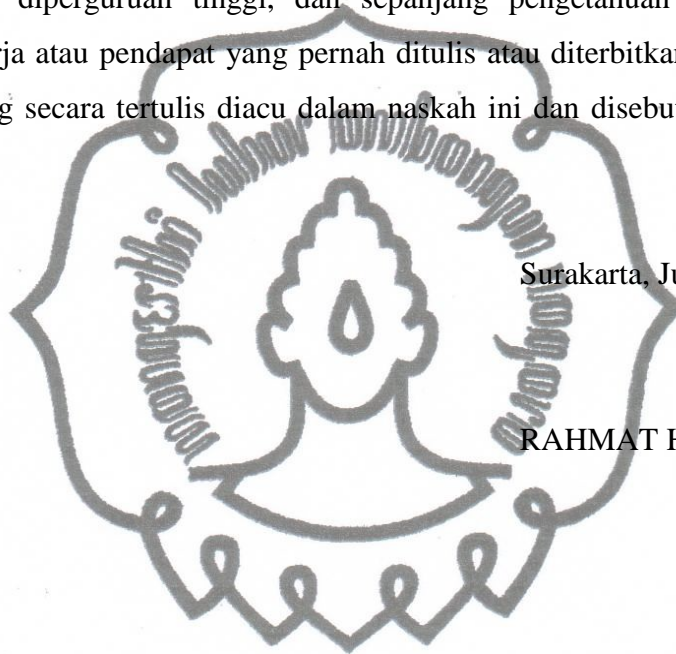

Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si
NIP. 19730124 199903 2001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “SINTESIS TiO_2 NANORODS DAN KOMPOSIT TiO_2 NANORODS - ZnO UNTUK BAHAN FOTOANODA DSSC” adalah benar-benar hasil penelitian sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan diperguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat kerja atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, Juni 2015

RAHMAT HIDAYAT



SINTESIS TiO₂ NANORODS DAN KOMPOSIT TiO₂ NANORODS - ZnO
UNTUK BAHAN FOTOANODA DSSC

RAHMAT HIDAYAT

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126

ABSTRAK

Telah disintesis TiO₂ nanorods (NRs), ZnO dan komposit TiO₂ NRs - ZnO untuk bahan fotoanoda DSSC. TiO₂ NRs disintesis dari TiO₂ anatase (teknis) dengan mekanika kimia ball milling dan hidrotermal refluks keadaan basa kuat pada suhu 120°C. TiO₂ milling direfluks dengan NaOH pada variasi konsentrasi 8 M, 10 M, dan 12 M. Sedangkan ZnO disintesis dari prekursor ZnSO₄.7H₂O yang dipreparasi dengan hidrotermal refluks menggunakan NaOH dan dikalsinasi pada variasi suhu 400 °C, 500 °C, dan 600 °C. Selanjutnya komposit dari TiO₂ NRs - ZnO dipreparasi pada perbandingan komposisi 1:1, 1:2 dan 2:1 menggunakan metode simple mixing dalam etanol. Material yang dihasilkan dikarakterisasi dengan TEM, XRD, SAA, dan spektrofotometer Uv-Vis. Nanograf TEM menunjukkan pembentukan TiO₂ nanorods optimum pada konsentrasi NaOH 12 M. Evaluasi kinerja pada sistem DSSC diketahui bahwa komposit TiO₂ NRs - ZnO memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dibanding TiO₂ tanpa dikompositkan.

Kata kunci : TiO₂ nanorods, komposit TiO₂ nanorods - ZnO, DSSC

SYNTHESIS OF TiO₂ NANORODS AND TiO₂ NANORODS - ZnO
COMPOSITE FOR PHOTOANODE MATERIAL OF DSSC

RAHMAT HIDAYAT

Departement of Chemistry, Mathematics and Natural Science Faculty, Sebelas
Maret University, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126

ABSTRACT

TiO₂ nanorods (NRs), ZnO and composited TiO₂ NRs - ZnO were synthesized for photoanode material of DSSC. TiO₂ NRs synthesized from TiO₂ anatase (technical) by mechanochemical of ball milling and strong base reaction by hydrothermal reflux at 120 °C. Milling TiO₂ refluxed in various concentration NaOH. The second material (ZnO) synthesized from the precursor ZnSO₄·7H₂O that prepared by hydrothermal reflux in NaOH and calcined at 400 °C, 500 °C and 600 °C. Furthermore, the composite of TiO₂ NRs - ZnO prepared by simple mixing in ethanol with composition ratio of 1:1, 1:2 and 2:1. The resulting material is characterized by TEM, XRD, SAA, and Spectrofotometer Uv-Vis. Nanograph TEM showed the formation of TiO₂ NRs optimum at 12 M NaOH. Evaluation of the performance of the DSSC system is known by I-V measurement. The result indicate that composite TiO₂ NRs - ZnO has much higher efficiency than TiO₂ without composited.

Keyword : TiO₂ *nanorods*, composite TiO₂ *nanorods* - ZnO, DSSC

MOTTO

“Jangan patah semangat walau apapun yang terjadi, jika kita menyerah, maka habislah sudah” (Top Ittipat)

“Tidak ada keberhasilan tanpa kegagalan, dengan gagal kita dapat mengetahui keberhasilan usaha yang dilakukan, tetaplah berusaha”



commit to user

PERSEMBAHAN



Karya ini kupersembahkan untuk

1. Kedua orang tuaku, bapak dan ibu
2. Kakak - kakakku
3. Rekan penelitian dan mencari pengalaman
4. Teman - teman jurusan kimia angkatan 2011

commit to user

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, raja semesta alam atas segala kemudahan dan karunia-Nya yang diberikan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan baik dan lancar. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini banyak mengalami kesulitan, namun berkat bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak baik moril maupun materiil, kesulitan-kesulitan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si selaku Pembimbing 1
2. Bapak Prof. Ir. Ari H. Ramelan, M.Sc (Hons), Ph. D selaku Pembimbing 2
3. Bapak Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS.
4. Bapak Dr. Eddy Heraldly, M.Si selaku Pembimbing Akademis
5. Bapak Edi Pramono, M.Si selaku ketua Laboratorium Kimia FMIPA UNS.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA UNS
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amiin.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakannya. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, Juni 2015

Penulis

commit to user

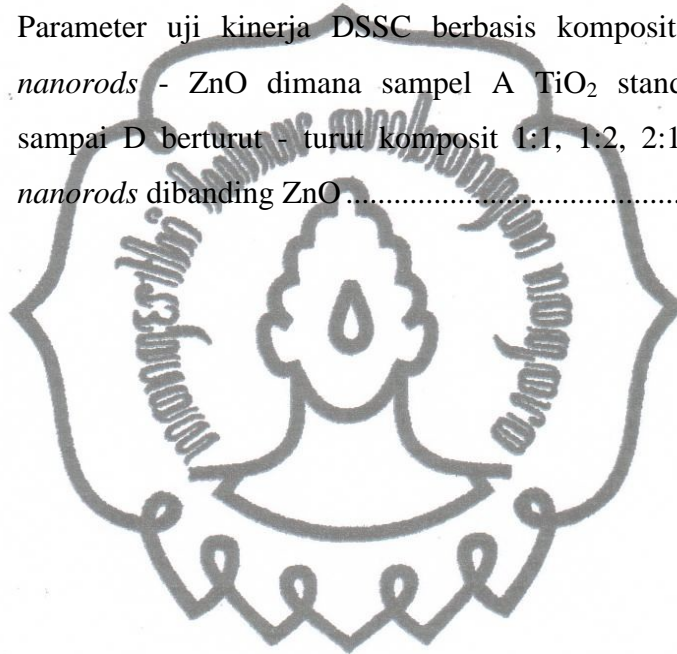
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN ABSTRAK.....	iv
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	v
HALAMAN MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. <i>Dye-sensitized Solar Cell</i>	7
2. Material fotoanoda DSSC.....	10
3. Analisis Instrumen	15
B. Kerang Pemikiran	23
C. Hipotesis	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
A. Metodologi Penelitian	25
B. Tempat dan Waktu Penelitian	25
C. Bahan dan Alat	25
1. Alat.....	<i>commit to user</i>

2. Bahan	26
D. Prosedur Penelitian	26
1. Sintesis TiO ₂ nanorods	26
2. Sintesis ZnO.....	26
3. Komposit TiO ₂ nanorods - ZnO	27
4. Fabrikasi DSSC.....	27
E. Teknik Pengumpulan Data	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A. Sintesis TiO ₂ nanorods.....	29
B. Sintesis ZnO	38
C. Komposit TiO ₂ nanorods - ZnO.....	40
D. Aplikasi komposit TiO ₂ nanorods - ZnO dalam DSSC	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. Kesimpulan.....	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Luas permukaan senyawa TiO ₂ <i>milling</i> dan TiO ₂ NRs	37
Tabel 2. Ukuran kristal (<i>D</i>) senyawa ZnO pada 3 variasi suhu kalsinasi	40
Tabel 3. Ukuran kristal (<i>D</i>) TiO ₂ NRs dan ZnO dalam komposit.....	44
Tabel 4. Parameter uji kinerja DSSC berbasis komposit TiO ₂ <i>nanorods</i> - ZnO dimana sampel A TiO ₂ standar, B sampai D berturut - turut komposit 1:1, 1:2, 2:1 TiO ₂ <i>nanorods</i> dibanding ZnO	48



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Interaksi antar komponen dalam sistem DSSC.....	7
Gambar 2. Susunan struktur DSSC	8
Gambar 3. Ilustrasi <i>sandwich layer</i> pada sistem DSSC	8
Gambar 4. Skema transfer elektron pada DSSC.....	9
Gambar 5. Diagram entalpi dari nanokristalin TiO ₂ pada ketiga fase kristal	10
Gambar 6. Perubahan ukuran partikel dari fase <i>anatase</i> dan <i>rutile</i> berdasarkan terhadap suhu pemanasan.....	11
Gambar 7. Struktur kisi kristal ketiga fase TiO ₂	12
Gambar 8. Ilustrasi pergerakan elektron (a) pada nanopartikel TiO ₂ (b) <i>nanorods</i> TiO ₂	13
Gambar 9. Celah pita energi dari berbagai material fotoanoda	14
Gambar 10. Difraktogram TiO ₂ <i>nanorods</i> (a) partikel bulat, (b) 16 nm <i>nanorods</i> , dan (c) 30 nm <i>nanorods</i>	16
Gambar 11. Difraktogram komposit TiO ₂ dengan ZnO.....	16
Gambar 12. Contoh penentuan puncak (<i>peak</i>) untuk analisa FWHM pada suatu sampel.....	17
Gambar 13. Ilustrasi nilai FWHM pada suatu puncak	17
Gambar 14. Pencitraan morfologi dengan TEM material TiO ₂ <i>nanorods</i>	19
Gambar 15. Hasil karakterisasi SAA (a) kurva adsorpsi-desorpsi isotermal N ₂ dan (b) distribusi pori TiO ₂ <i>nanorods</i> dibandingkan TiO ₂ <i>degussa</i> P25.....	20
Gambar 16. Spektrum uv - vis transmitansi dari TiO ₂	21
Gambar 17. Penentuan celah pita energi dari plot grafik $(ahv)^2$ lawan hv	22
Gambar 18. Ilustrasi skema deposisi material foto anoda pada FTO...	27
Gambar 19. Pola difraksi sinar-X dari material TiO ₂ (a) sebelum	

	perlakuan <i>ball milling</i> dan (b) setelah perlakuan <i>ball milling</i>	29
Gambar 20.	Ilustrasi transformasi fase kristal TiO ₂ perlakuan <i>ball milling</i>	31
Gambar 21.	Morfologi material TiO ₂ hasil pencitraan dengan SEM (a) TiO ₂ teknis (perbesaran 2500x) dan (b) TiO ₂ setelah perlakuan <i>ball milling</i> (600000x)	32
Gambar 22.	Skema mekanisme reaksi perombakan struktur TiO ₂ oleh NaOH dan pembentukan kembali menjadi struktur baru	33
Gambar 23.	Difraktogram sinar-X TiO ₂ NRs hasil perlakuan dengan NaOH pada konsentrasi (a) 8 M, (b) 10 M, dan (c) 12 M	34
Gambar 24.	Hasil pencitraan menggunakan TEM struktur TiO ₂ NRs hasil sintesis dengan perlakuan menggunakan konsentrasi NaOH (a) 8M, (b) 10M, dan (c) 12M.....	35
Gambar 25.	Distribusi ukuran pori metode BJH (a) TiO ₂ <i>milling</i> dan (b) TiO ₂ NRs	36
Gambar 26.	Distribusi pori BJH TiO ₂ (a) <i>milling</i> (b) NRs.....	38
Gambar 27.	Mekanisme reaksi yang mungkin Zn ²⁺ dengan OH ⁻ menghasilkan ZnO	38
Gambar 28.	Difraktogram sinar-X ZnO (a) ZnO kalsinasi suhu 600 °C, (b) ZnO kalsinasi suhu 500 °C, dan (c) ZnO kalsinasi suhu 400 °C.....	39
Gambar 29.	Hasil karakterisasi analisis termal dimana (a) pola grafik TG/DTA dari komposit TiO ₂ NRs - ZnO dan (b) pola grafik TG/DTA dari TiO ₂	41
Gambar 30.	Difraktogram sinar-X hasil analisis dimana (a) komposit TiO ₂ NRs - ZnO, (b) TiO ₂ NRs, dan (c) ZnO ...	43
Gambar 31.	Struktur kimia kompleks rutenium tipe N3 yang digunakan sebagai <i>dye</i> pada sistem DSSC	45

Gambar 32.	Spektrum Uv-vis kompleks rutenium N3 dan TiO ₂	46
Gambar 33.	Penampakan <i>sandwich layer</i> DSSC hasil preparasi menggunakan fotoanoda komposit TiO ₂ NRs - ZnO.....	46
Gambar 34.	Kurva <i>I-V</i> dari DSSC berbasis komposit TiO ₂ NRs - ZnO pada berbagai perbandingan komposisi.....	47



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Standar ICSD TiO ₂	57
Lampiran 2. Standar ICSD ZnO	59
Lampiran 3. Perhitungan ukuran kristal	60
Lampiran 4. Perhitungan efisiensi DSSC	65
Lampiran 5. Perhitungan celah pita energi	67

