



**STRUKTUR KRISTAL DAN MORFOLOGI  
TITANIUM DIOKSIDA ( $\text{TiO}_2$ ) *POWDER*  
SEBAGAI MATERIAL FOTOKATALIS**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Ahsanal Holikin  
NIM 041810201063**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**STRUKTUR KRISTAL DAN MORFOLOGI  
TITANIUM DIOKSIDA ( $\text{TiO}_2$ ) *POWDER*  
SEBAGAI MATERIAL FOTOKATALIS**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**Ahsanal Holikin  
NIM 041810201063**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- ✚ **Allah SWT** yang telah memberi limpahan hidayah, nikmat, dan barokah kepada seluruh umatnya;
- ✚ Ibunda Sulastri dan Ayahanda Arman yang telah memberikan semangat dan kasih sayang;
- ✚ kedua kakak tercinta Suwardiyanto dan Sucik Agustini yang telah memberikan bimbingan dan motivasi;
- ✚ Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

*“Janganlah kamu menuntut kepada Tuhanmu karena keterlambatan permintaanmu (kepada-Nya). Akan tetapi tuntutanlah dirimu sebab keterlambatan adabmu”*  
(terjemahan)<sup>\*)</sup>

*“Barang siapa yang mau bertawakkal (berserah) diri kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupi kebutuhannya”*  
(terjemah Surah Ath-Tholak ayat 3)<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup>Syaikh Ibnu ‘Atha’illah As-Sukandari. 1996. *Kuliah Ma’rifat*. Surabaya : Tiga Dua Surabaya.

<sup>\*\*)</sup>Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur’an dan Terjemah*. Semarang: CV. Asy Syifa’ Semarang.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AHSANAL HOLIKIN

NIM : 041810201063

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Struktur Kristal dan Morfologi Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Powder sebagai material Fotokatalis* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Februari 2011

Yang menyatakan,

Ahsanal Holikin  
NIM 041810201063

**SKRIPSI**

**STRUKTUR KRISTAL DAN MORFOLOGI  
TITANIUM DIOKSIDA (TiO<sub>2</sub>) *POWDER*  
SEBAGAI MATERIAL FOTOKATALIS**

Oleh

Ahsanal Holikin

NIM 041810201063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Edy Supriyanto. S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Suwardiyanto, S.Si, M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Struktur Kristal Dan Morfologi Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Powder Sebagai Material Fotokatalis* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua  
(Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris  
(Dosen Pembimbing Anggota)

Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si  
NIP 196712151998021001

Suwardiyanto, S.Si, M.Si  
NIP 197501291998021001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc, Ph.D  
NIP 196008011984031002

Sutisna, S.Pd, M.Si  
NIP 197301152000031001

Mengesahkan

Dekan,

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

## RINGKASAN

**Struktur Kristal dan Morfologi Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Powder Sebagai Material Fotokatalis;** Ahsanal Holikin, 041810201063; 2010; 35 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengerahutan Alam Universitas Jember.

Perkembangan perindustrian dewasa ini berdampak pada semakin banyaknya limbah organik yang dihasilkan setiap industri. Untuk menanggulangi limbah organik yang mencemari lingkungan, maka digunakan teknologi baru untuk mengatasi pencemaran tersebut dengan menggunakan fotokatalis TiO<sub>2</sub>. Fotokatalis adalah suatu proses reaksi kimia yang dibantu oleh cahaya dan material katalis. Permukaan TiO<sub>2</sub> mempunyai kemampuan menginisiasi reaksi kimiawi apabila diberi cahaya ultra violet ( $\lambda < 405 \text{ nm}$ ). Teknologi fotokatalisis merupakan kombinasi dari proses fotokimia dan katalis yang terintegrasi sehingga reaksi transformasi kimia dapat berlangsung. Reaksi transformasi tersebut berlangsung pada permukaan bahan katalis semikonduktor yang diinduksi oleh sinar. Dari beberapa jenis semikonduktor yang ada sampai saat ini, serbuk TiO<sub>2</sub> memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, stabil dan tidak beracun. Aktivitas fotokatalis TiO<sub>2</sub> dipengaruhi oleh morfologi, fasa kristal, kristalinitas, dan luas permukaan. Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pemanasan TiO<sub>2</sub> pada suhu 200°C sampai dengan 400°C. Pemanasan dilakukan untuk mendapatkan karakterisasi hubungan pengaruh temperatur terhadap kristalinitas TiO<sub>2</sub> dan pengaruh temperatur terhadap morfologi (ukuran pori) TiO<sub>2</sub>. Hasil akhir penelitian ini diharapkan struktur kristal dan morfologi TiO<sub>2</sub> powder dapat diaplikasikan sebagai bahan fotokatalis.

Untuk mendapatkan karakterisasi hubungan pengaruh temperatur terhadap kristalinitas TiO<sub>2</sub>, maka serbuk TiO<sub>2</sub> dipanaskan selama satu jam dengan suhu yang bervariasi, yaitu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C dan diidentifikasi strukturnya dengan difraksi sinar-X *Philip*. Pengukuran pola difraksi sampel



dilakukan dengan berkas sinar-X dari *tube anoda* Cu K $\alpha$  dengan panjang gelombang  $\lambda = 1,54056\text{\AA}$ , yang beroperasi pada 40 kV dan 30 mA. Jarak *scanning*  $2\theta$  pada  $5^\circ - 90^\circ$  dengan *time per step* 1,0 detik. Penentuan analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Piranti SEM yang digunakan merk JEOL tipe JSM. 6360 LA dan menghasilkan citra butiran TiO<sub>2</sub> dengan pembesaran 20.000 kali.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan difraksi sinar-X diperoleh bentuk struktur TiO<sub>2</sub> *powder* adalah polikristal dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan meskipun dipanaskan pada temperatur 200°C sampai 400°C. Bidang kristal (101) merupakan bidang kristal yang dominan di dalam bahan TiO<sub>2</sub> *powder* dengan intensitas paling tinggi. Pada karakterisasi morfologi TiO<sub>2</sub> diperoleh informasi terhadap perbedaan ukuran butiran dan ukuran pori. Pada temperatur 300°C, TiO<sub>2</sub> mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil kurang dari 10 nm dan ukuran pori yang besar. Namun pada temperatur 400°C TiO<sub>2</sub> memiliki ukuran partikel yang besar dan ukuran pori yang hampir sama dengan suhu 300°C. Pada temperatur pemanasan 300°C merupakan temperatur optimum dari bahan TiO<sub>2</sub> yang dapat diaplikasikan sebagai bahan fotokatalis.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Struktur Kristal dan Morfologi Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) Powder Sebagai Material Fotokatalis”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains (S1) Jurusan Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D., selaku dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Dr. Edy Supriyanto. S.Si, M.Si., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Suwardiyanto, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan ide, bimbingan, motivasi dan saran selama penyusunan skripsi ini dan Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc, Ph.D dan Sutisna, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji;
4. teman-teman yang membantu terselesainya skripsi ini.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan.

Jember, Februari 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang masalah</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.4 Batasan masalah</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Katalis</b> .....	5
<b>2.2 Struktur Kristal Titanium Oksida</b> .....	9
<b>2.3 Fotokatalis</b> .....	13
<b>2.4 Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) Sebagai Fotokatalis</b> .....	15
<b>2.5 Absorpsi</b> .....	17

2.6 Difraksi Sinar-X .....	19
2.7 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	21
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	24
3.2.1 Alat .....	24
3.2.2 Bahan .....	24
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.3.1 Pemanasan TiO <sub>2</sub> .....	25
3.3.2 Karakterisasi Struktur TiO <sub>2</sub> .....	25
3.3.3 Karakterisasi Morfologi TiO <sub>2</sub> .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Struktur Kristal TiO <sub>2</sub> .....	27
4.2 Morfologi TiO <sub>2</sub> .....	29
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	34
<b>LAMPIRAN</b> .....	36

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi katalis heterogen .....	9
2.2 Data struktur kristal TiO <sub>2</sub> .....	13
4.1 Data bidang dan ukuran kristal TiO <sub>2</sub> pada suhu 200°C, 250 °C, 300°C, 350°C dan 400°C .....	29

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Kemampuan katalis menyerap dan melepaskan bahan organik C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	8
2.2 Struktur kristal TiO <sub>2</sub> bulk rutile, anatase, brokite .....	10
2.3 Parameter struktur kristal rutile .....	11
2.4 Parameter struktur kristal anatase .....	12
2.5 Ilustrasi proses fotokatalisis dimulai dari terbentuknya pasangan elektron dan hole dalam pita energi semikonduktor .....	14
2.6 Besarnya energi celah, posisi pita valensi (bawah), pita konduksi (atas) dan potensial redoks .....	15
2.7 Langkah-langkah awal mekanisme fotokatalis TiO <sub>2</sub> .....	16
2.8 Difraksi sinar-X oleh atom-atom material kristal .....	20
2.9 Skema diagram sistem peralatan <i>scanning electron microscopy</i> (SEM) dan komponen-komponennya .....	22
2.10 Pola penetrasi elektron berenergi tinggi ke dalam suatu sampel dan jenis emisi radiasi yang dihasilkan .....	23
2.11 Emisi <i>secondary electron</i> oleh suatu pola topografi permukaan sampel ....	23
3.1 Diagram alir penelitian .....	25
4.1 Pola difraksi dari Titanium Dioksida pada suhu: A=200°C, B=250°C, C=300°C, D=350°C dan E=400°C .....	28
4.2 Citra SEM TiO <sub>2</sub> pada suhu A= 200°C, B= 250°C, C= 300°C, D= 350°C dan E= 400°C dengan pembesaran 20.000 kali pada bar skala 1 μm .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>A.</b> Database pengukuran Difrakto gram Sinar-X untuk kristal TiO <sub>2</sub> .....	36
<b>B.</b> Difrakto gram TiO <sub>2</sub> pada temperature 200°C .....	37
<b>B.1</b> Data instrumentasi pengukuran sudut 2θ menggunakan Difraksi Sinar-X pada temperatur 200°C .....	38
<b>C.</b> Difrakto gram TiO <sub>2</sub> pada temperature 250°C .....	40
<b>C.1</b> Data instrumentasi pengukuran sudut 2θ menggunakan Difraksi Sinar-X pada temperatur 250°C .....	41
<b>D.</b> Difrakto gram TiO <sub>2</sub> pada temperature 300°C .....	43
<b>D.1</b> Data instrumentasi pengukuran sudut 2θ menggunakan Difraksi Sinar-X pada temperatur 300°C .....	44
<b>E.</b> Difrakto gram TiO <sub>2</sub> pada temperature 350°C .....	46
<b>E.1</b> Data instrumentasi pengukuran sudut 2θ menggunakan Difraksi Sinar-X pada temperatur 350°C .....	47
<b>F.</b> Difrakto gram TiO <sub>2</sub> pada temperature 400°C.....	49
<b>F.1</b> Data instrumentasi pengukuran sudut 2θ menggunakan Difraksi Sinar-X pada temperatur 400°C .....	50
<b>G.</b> Perhitungan .....	52