



**PENGUBAHAN STRUKTUR KRISTAL TITANIUM DIOKSIDA
(TiO₂) *RUTILE* MENJADI SRUKTUR KRISTAL TITANIUM
DIOKSIDA (TiO₂) *ANATASE* MENGGUNAKAN METODE
SINTESIS KIMIA PADAT
(*Solid State Synthesis*)**

SKRIPSI

Oleh

**ANIS WULANDARI
NIM 021810301019**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2008**



**PENGUBAHAN STRUKTUR KRISTAL TITANIUM DIOKSIDA
(TiO_2) *RUTILE* MENJADI STRUKTUR KRISTAL TITANIUM
DIOKSIDA (TiO_2) *ANATASE* MENGGUNAKAN METODE
SINTESIS KIMIA PADAT
(*Solid State Synthesis*)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh

ANIS WULANDARI
NIM 021810301019

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2008

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- ❖ *Kedua orang tuaku, Ibunda Kartinah dan Ayahanda Kadimin (Alm.) yang senantiasa mencurahkan kasih sayang yang tiada batas serta doa tulus sepanjang hayat. Semoga aku bisa mejadi kebanggan kalian.*
- ❖ *Omku Drs. Eko Agus Santoso dan Bulikku Yusmiati, yang telah menjadi orang tua kedua bagiku. Semoga aku bisa memberikan yang terbaik untuk kalian.*
- ❖ *Masku Andung Tri B dan Adikku Antin Triyana yang senantiasa menjadi pelangi dalam kehidupanku.*
- ❖ *Om Tom dan Bulik Rom serta Keluarga besar H. Soekarno yang senantiasa mendeckapku dalam kehangatan keluarga.*
- ❖ *Almamaterku tercinta.*

MOTTO

{ Dan, di antara mereka ada orang yang telah berikrar kepada Allah: "Sesungguhnya jika Allah memberikan sebagian karunia-Nya kepada kami, pastilah kami akan bersedekah dan pastilah kami termasuk orang-orang yang saleh. Maka setelah Allah memberikan kepada mereka sebagian karunia-Nya, mereka kikir dengan karunia itu, dan berpaling, dan mereka memanglah orang-orang yang selalu membelakangi (kebenaran).}
(Q.S. At-Taubah:75-76)*)

Dalam setiap cobaan ada makna yang ganda, yaitu kita diingatkan akan kejadian masa silam yang pernah kita lakukan, atau kualitas diri yang hendak ditingkatkan. Dari sana, cobaan merupakan proses hidup yang lebih mendewasakan. Kesadaran akan kesalahan sebagai cobaan merangkum cita dan citra diri yang tidak rela berbahagia di atas duka siapa saja)**

***)Departemen Agama Republik Indonesia, 1998. Al Quran dan terjemahannya. Semarang : PT Kumudarmoro Grafindo.**

***)Anis Wulandari. Mahasiswi Jurusan Kimia Angkatan 2002 FMIPA. Universitas Jember.**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: ANIS WULANDARI

NIM : 021810301019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Pengubahan Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Rutile Menjadi Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Anatase Menggunakan Metode Sintesis Kimia Padat (Solid State Synthesis)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,
Yang menyatakan,

ANIS WULANDARI
NIM 021810301019

SKRIPSI

**PENGUBAHAN STRUKTUR KRISTAL TITANIUM DIOKSIDA (TiO_2)
RUTILE MENJADI STRUKTUR KRISTAL TITANIUM DIOKSIDA (TiO_2)
ANATASE MENGGUNAKAN METODE SINTESIS KIMIA PADAT
(*Solid State Synthesis*)**

Oleh

Anis Wulandari
NIM 021810301019

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : SUWARDIYANTO, S. Si, M. Si

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. MUKH. MINTADI, M. Sc

PENGESAHAN

Karya Ilmiah Skripsi Berjudul *Pengubahan Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Rutile Menjadi Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Anatase Menggunakan Metode Sintesis Kimia Padat (Solid State Synthesis)* telah diuji dan disahkan oleh fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua
(Dosen Pembimbing Utama)

Suardiyanto, S. Si, M. Si
NIP 132 206 032

Dosen Penguji I

Tanti Haryati, S.Si
NIP 132 310 659

Sekretaris
(Dosen Pembimbing Anggota)

Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc
NIP 131 945 804

Dosen Penguji II

Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D
NIP 132 056 180

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph. D
NIP. 131 592 357

RINGKASAN

Pengubahan Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Rutile Menjadi Struktur Kristal Titanium Dioksida (TiO₂) Anatase Menggunakan Metode Sintesis Kimia Padat (*Solid State Synthesis*), Anis wulandari, 021810301019, 2008, 40 Halaman, Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Titanium Dioksida (TiO₂) merupakan material penting untuk diterapkan dalam teknologi. Mekanisme yang terjadi didasarkan pada reaksi reduksi-oksidasi (redoks) pada permukaan material. Struktur kristal TiO₂ ada 3 macam yaitu, rutile, anatase, dan brookite. Rutile merupakan fasa yang stabil secara termodinamik pada temperatur tinggi, anatase cenderung lebih stabil pada temperatur rendah, dan brookite hanya ditemukan pada material dan sistem kristal ortorombik. Anatase dan brookite merupakan polimorf metastabil yang bisa berubah menjadi rutile dengan adanya pemanasan. Tetapi perubahan ini bersifat tidak reversibel. Tipe rutile memiliki *band-gap* 3,0 eV dan dapat menyerap sinar dengan range yang lebih luas, sehingga secara logika terlihat bahwa tipe rutile sesuai digunakan untuk fotokatalisis. Sedangkan tipe anatase memiliki *band-gap* 3,2 eV. Tetapi pada kenyataannya tipe anatase memiliki aktifitas yang lebih tinggi. Pengubahan struktur kristal TiO₂ rutile menjadi anatase menggunakan teknik sintesis kimia padat, diharapkan menjadi metode alternatif yang jauh lebih murah dan sederhana. Selain itu dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui bagaimana pengaruh perbandingan mol TiO₂ rutile dengan Na₂CO₃ dan temperatur pemanasan dalam proses sintesis TiO₂ amorf, serta pengaruh temperatur kalsinasi terhadap kualitas TiO₂ anatase hasil sintesis.

Untuk mengubah struktur kristal TiO₂ rutile menjadi anatase dilakukan dengan mensintesis Natrium Titanat menggunakan metode sintesis kimia padat.

Reaktan yang digunakan adalah Na_2CO_3 dan TiO_2 rutile dengan perbandingan mol 1 : 2; 2 : 1; dan 1 : 1. Campuran dipanaskan pada temperatur 500 - 900°C selama 4 - 24 jam. Natrium titanat hasil sintesis kemudian dihidrolisis sampai netral sehingga diperoleh TiO_2 amorf, dan dilanjutkan dengan kalsinasi pada temperatur 400°C, 500°C, dan 600°C selama 2 jam. Keberhasilan dari tahapan sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan difraksi sinar-X.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah terbentuk 4 macam hasil sintesis dari tahapan hidrolisis Natrium Titanat yaitu TiO_2 berstruktur rutile (untuk semua perbandingan reaktan dan lama pemanasan, serta temperatur pemanasan sampai 700°C); TiO_2 rutile dengan kristalinitas rendah (Na_2CO_3 : TiO_2 adalah 1 : 2, lama pemanasan 4 jam dan temperatur pemanasan 800°C); $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$ (Na_2CO_3 : TiO_2 adalah 1 : 2, lama pemanasan 4 - 24 jam pada temperatur 750°C - 900°C, serta Na_2CO_3 : TiO_2 adalah 1 : 1, lama pemanasan 4 - 24 jam pada temperatur 800°C); dan TiO_2 amorf (Na_2CO_3 : TiO_2 adalah 1 : 1 dan 2:1, lama pemanasan 24 jam pada temperatur 850°C - 900°C). TiO_2 amorf kemudian dikalsinasi untuk memperoleh TiO_2 anatase pada temperatur 400°C, 500°C, dan 600°C. Kualitas TiO_2 anatase yang terbaik diperoleh dari kondisi perbandingan mol (Na_2CO_3 : TiO_2) 2 : 1 pemanasan 850°C dan temperatur kalsinasi 600°C.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph. D, selaku Dekan Fakultas MIPA, Universitas Jember;
2. Drs. Siswoyo, M. Sc, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan ijin penelitian untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Suwardiyanto, S. Si, M. Si, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Mukh. Mintadi, M. Sc, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan ide, meluangkan waktu, pikiran, perhatian, dan kesabaran dalam membimbing penulis selama menyelesaikan skripsi ini;
4. Tanti Haryati, S. Si, Novita Andarini, S. Si, M. Si, dan Drs. Siswoyo, M. Sc, Ph. D, selaku Dosen Penguji yang telah bersedia meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Semua guru, pengajar, dan pendidik penulis dari SD sampai Perguruan Tinggi;
6. Staff administrasi dan teknisi jurusan Kimia yang telah banyak membantu;
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Kimia dan kos Puri Bidari yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu, yang tiada lelah memberikan motivasi dan perhatian selama ini;
8. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan kontribusi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan.

Jember,

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Titanium Oksida (TiO₂)	5
2.1.1 Struktur Kristal dan Aktifitas Fotokatalis Titanium Oksida..	5
2.2 Struktur Pita dan Energi Band – gap Pada Material Padat	11
2.3 Fotokatalis	12
2.4 Strukur Energi Titanium Oksida dan Efekfoton	14
2.5 Sintesis Kimia Padat (Solid State Synthesis)	15

2.5.1 Langkah-langkah dalam aturan sintesis kimia padat.....	16
2.6 Difraksi Sinar-X (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	17
2.6.1 Difraksi Sinar-X.....	17
2.6.2 Hukum Bragg.....	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan tempat Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat.....	22
3.2.2 Bahan.....	22
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Kerja.....	23
3.4.1 Sintesis Natrium Titanat.....	23
3.4.2 Denatriasi Natrium Titanat.....	24
3.4.3 Sintesis TiO ₂ Berstruktur Anatase.....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Natrium Titanat.....	25
4.2 Denatriasi Natrium Titanat.....	28
4.3 Kalsinasi TiO₂ Amorf.....	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Variasi kondisi sintesis $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$	31
4.2 Variasi kondisi sintesis TiO_2 amorf.....	33
4.3 Penurunan berat TiO_2 akibat kalsinasi.....	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1.a Struktur kristal rutil (Polihedra).....	8
2.1.b Struktur kristal rutil (Ball Stick).....	8
2.2.a Struktur kristal anatase (Polihedra).....	10
2.2.b Struktur kristal anatase (Ball Stick)	10
2.3. Perbedaan energi pada insulator, semikonduktor, dan konduktor.....	11
2.4. Sinar-X yang mengenai sampel	18
2.5. Hamburan sinar-X pada kisi-kisi kristal.....	19
2.6. Derivasi hukum Bragg pada difraksi sinar X.....	20
4.1 Difraktogram TiO ₂ rutil dengan pengotor anatase.....	25
4.2 Difraktogram TiO ₂ rutil.....	26
4.3 Difraktogram TiO ₂ anatase.....	26
4.4 Difraktogram TiO ₂ dengan kristalinitas rendah.....	31
4.5 Difraktogram Na ₂ Ti ₃ O ₇	32
4.6 Difraktogram TiO ₂ amorf.....	32
4.7 Salah satu Difraktogram TiO ₂ anatase hasil sintesis	35
4.8 Difraktogram TiO ₂ anatase hasil sintesis dengan variasi temperatur pemanasan; perbandingan mol; dan temperatur kalsinasi.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Difraktogram TiO ₂ Rutile.....	42
B Database Difraktogram Sinar X untuk Kristal TiO ₂ rutile.....	43
C Database Difraktogram Sinar X untuk Kristal TiO ₂ anatase.....	44
D Difraktogram Na ₂ Ti ₃ O ₇	45
E Difraktogram Na ₂ Ti ₃ O ₇	46
F Difraktogram TiO ₂ Amorf.....	47
G Difraktogram TiO ₂ Amorf.....	48
H Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 850°C, kalsinasi 400°C.....	49
I Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 850°C, kalsinasi 500°C.....	50
J Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 850°C, kalsinasi 600°C.....	51
K Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 900°C, kalsinasi 400°C.....	52
L Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 900°C, kalsinasi 500°C.....	53
M Difraktogram TiO ₂ Anatase hasil sintesis, perbandingan mol 2:1, pemanasan 900°C, kalsinasi 600°C.....	54
N Perhitungan.....	55
O Data Penurunan Berat TiO ₂ Akibat Kalsinasi.....	56