

**PREPARASI KOMPOSIT TiO_2 - SiO_2 DENGAN METODE SOL-GEL DAN
APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI *METHYL ORANGE***

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



Oleh :

ABDUL GHANI

07630014

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2013



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 wr. wb.

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

Nama : Abdul Ghani
NIM : 07630014
Judul Skripsi : Preparasi Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi *Methyl Orange*

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

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Mei 2013
Pembimbing

Pedy Artsanti, M.Sc



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Abdul Ghani

NIM : 07630014

Judul Skripsi : Preparasi Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi *Methyl Orange*

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.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 1 Juli 2013

Konsultan

Khamidinal, M.Si

NIP. 19691104 200003 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Abdul Ghani

NIM : 07630014

Judul Skripsi : Preparasi Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi *Methyl Orange*

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.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 25 Juni 2013
Konsultan

Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820329 201101 1 005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Ghani
NIM : 07630014
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

**PREPARASI KOMPOSIT $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ DENGAN METODE SOL-GEL DAN
APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI *METHYL ORANGE***

merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, 10 Mei 2013



Penulis,

Abdul Ghani
NIM. 07630014



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1858/2013

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Preparasi Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Metode Sol Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi *Methyl Orange*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Abdul Ghani
NIM : 07630014
Telah dimunaqasyahkan pada : 13 Juni 2013
Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji I

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji II

Irwan Nugraha, S.Si, M.Sc
NIP.19820329 201101 1 005

Yogyakarta, 27 Juni 2013
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

MOTTO

“Apapun yang menjadi penghalang, seberat apapun perang batin kita, kita selalu punya pilihan. Pilihan kitalah yang menjadikan diri kita, dan kita selalu bisa memilih untuk melakukan yang benar.”

(Peter Parker)

“Kita tidak boleh menerima nasib buruk dan menganggapnya sebagai jalan hidup yang telah ditentukan untuk kita. Pasrah menerimanya sebagai sebuah kutukan. Kalau kita ingin hidup bebas, kita harus belajar terbang.”

(Soe Hok Gie)

“Kesadaran adalah matahari, kesabaran adalah bumi, keberanian menjadi cakrawala, dan perjuangan adalah pelaksanaan kata-kata.”

(W.S. Rendra)

PERSEMBAHAN

Bersama syukur kepada Allah SWT dan shalawat atas Rasulullah SAW.

Karya ini kupersembahkan untuk:

Alm. Abaku, Ibuku dan Adikku

Kerabatku

Serta untuk Almamaterku

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, hidayah, inayah dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, yang berjudul **“Preparasi Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi *Methyl Orange*”** dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian prasyarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Sains pada program studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak, penulisan skripsi ini tidak dapat selesai dengan baik. Oleh karena itu ucapan terima kasih disampaikan sebesar-besarnya dan semoga Allah memberikan ridho-Nya kepada:

1. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech., selaku Ketua Program Studi Kimia dan dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan motivasi dalam akademik.
3. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik sampai semester VIII (delapan) yang telah membimbing dan memberikan motivasi dalam akademik.
4. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktunya dalam membantu, membimbing, mengarahkan dan memberikan dorongan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

5. Seluruh dosen dan karyawan prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terima kasih atas ilmu yang telah diajarkan dan bantuannya selama ini.
6. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., serta Ibu Isnii Gustanti, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu membantu dan berbagi pengetahuan, serta pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Ibu dan adikku tercinta, yang selalu mendo'akan penulis serta memberikan dorongan baik moril maupun materiil yang tidak ternilai harganya.
8. Semua teman-teman kimia angkatan 2007, terkhusus Samsul dan Agung sebagai teman berdiskusi saat penulis menemui kesulitan dalam pelaksanaan penelitian.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan, pengetahuan dan pengalaman sehingga dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 10 Mei 2013
Yang Menyatakan

Abdul Ghani
07630014

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK.....	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori.....	7
1. Titanium Dioksida (TiO ₂)	7
2. Fotokatalis TiO ₂	9
3. Silikon Dioksida (SiO ₂)	11
4. Komposit TiO ₂ -SiO ₂	12
5. Metode Sol Gel.....	12

6. Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	14
7. Karakterisasi Komposit TiO ₂ -SiO ₂	15
a. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FT-IR).....	15
b. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	17
c. Spektrofotometer UV-Visible	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Alat dan Bahan.....	21
1. Alat Penelitian	21
2. Bahan Penelitian	21
C. Prosedur Penelitian.....	22
1. Preparasi Komposit TiO ₂ -SiO ₂	22
2. Karakterisasi Komposit TiO ₂ -SiO ₂	22
a. Spektrofotometri Inframerah (FT-IR)	22
b. Difraksi Sinar-X (XRD)	23
3. Uji Aktivitas Komposit TiO ₂ -SiO ₂ terhadap Larutan <i>Methyl Orange</i>	23
a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan <i>Methyl Orange</i>	23
b. Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan <i>Methyl Orange</i> ...	23
c. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi pH Larutan	23
d. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi Waktu.....	24
D. Analisis Hasil	24
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl Orange</i>	24
2. Pembuatan Kurva Kalibrasi <i>Methyl Orange</i>	25
3. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi pH Larutan.....	25

4. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi Waktu	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Preparasi Komposit TiO ₂ -SiO ₂	26
B. Karakterisasi Komposit TiO ₂ -SiO ₂	28
1. Spektrofotometri Inframerah (FT-IR).....	28
2. Difraksi Sinar-X (XRD).....	29
C. Uji Aktivitas Komposit TiO ₂ -SiO ₂ terhadap Larutan <i>Methyl Orange</i>	31
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan <i>Methyl Orange</i>	31
2. Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan <i>Methyl Orange</i>	32
3. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi pH Larutan.....	33
4. Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -SiO ₂ dengan Variasi Waktu	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	40
B. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur Kristal TiO_2	8
Gambar 2.2. Ilustrasi skematis proses foto-eksitasi dan de-eksitasi pada suatu semikonduktor TiO_2	10
Gambar 2.3 Struktur molekul <i>Methyl Orange</i>	14
Gambar 2.4 Diagram Spektrofotometer FTIR.....	17
Gambar 2.5 Difraksi Sinar-X.....	18
Gambar 2.6 Diagram Spektrofotometer UV-Visible	20
Gambar 4.1 Model struktur $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$	27
Gambar 4.2 Spektra FTIR komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$	28
Gambar 4.3 Difraktogram Sinar-X Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$	30
Gambar 4.4 Kurva hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi dari larutan <i>Methyl Orange</i>	31
Gambar 4.5 Kurva kalibrasi larutan <i>Methyl Orange</i>	32
Gambar 4.6 Grafik prosentase penurunan konsentrasi <i>Methyl Orange</i> dengan variasi pH larutan.....	34
Gambar 4.7 Perbandingan aktivitas komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan dan tanpa paparan sinar UV	36
Gambar 4.8 Mekanisme kerja fotokatalis.....	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Serapan gugus fungsional komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, TiO_2 , dan SiO_2	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Spektra FTIR Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$	47
Lampiran 2. Difraktogram Sinar-X Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$	48
Lampiran 3. Data JCPDS Kristal TiO_2 Fase <i>Anatase</i>	50
Lampiran 4. Data JCPDS Kristal TiO_2 Fase <i>Rutile</i>	51
Lampiran 5. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl Orange</i>	52
Lampiran 6. Kurva Standar <i>Methyl Orange</i>	53
Lampiran 7. Hasil Uji Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi pH Larutan dengan Penyinaran Lampu UV	54
Lampiran 8. Hasil Uji Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi Waktu	55
Lampiran 9. Perhitungan Komposisi <i>Anatase</i> dan <i>Rutile</i>	56

ABSTRAK

PREPARASI KOMPOSIT $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ DENGAN METODE SOL-GEL DAN APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI *METHYL ORANGE*

Abdul Ghani
07630014

Dosen Pembimbing: Pedy Artsanti, M.Sc

Telah dilakukan studi preparasi komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan metode sol-gel dan aplikasinya untuk fotodegradasi *Methyl Orange*. Pembuatan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ bertujuan untuk meningkatkan peluang kontak TiO_2 dengan zat warna *Methyl Orange* sehingga diharapkan semakin banyak zat warna *Methyl Orange* yang terdegradasi.

Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dibuat melalui proses sol-gel dengan bahan awal TiCl_4 dan silika gel. Identifikasi gugus fungsi dan karakterisasi fasa kristalin komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dilakukan dengan Spektrofotometri Inframerah (FT-IR) dan Difraksi Sinar-X (XRD). Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ diuji aktivitasnya untuk fotodegradasi *Methyl Orange* 5 ppm dengan variasi pH larutan pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6, serta variasi waktu penyinaran sinar UV selama 1, 3, 6, 18, 24 jam.

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik IR serapan Ti-O-Si ditunjukkan pada bilangan gelombang $961,19\text{ cm}^{-1}$. Karakterisasi XRD diketahui bahwa komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ membentuk fasa kristalin TiO_2 *anatase* dan TiO_2 *rutile*. Fasa *anatase* diketahui dengan adanya puncak difraksi pada $2\theta = 24,83; 37,04; 48,8; 54,44; \text{ dan } 62,86$. Sedangkan fasa *rutile* ditunjukkan oleh $2\theta = 27,54; 36,18; 41,36; 56,7; 69,12; \text{ dan } 69,84$. Kondisi optimum fotodegradasi zat warna *Methyl Orange* menggunakan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terjadi pada pH 3 dan waktu penyinaran UV selama 24 jam dengan penurunan konsentrasi zat warna sebesar 30.65%.

Kata kunci: Fotodegradasi, komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, *Methyl Orange*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berkembangannya ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini mendorong tumbuhnya perindustrian. Pertumbuhan jumlah industri membawa akibat meningkatnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri. Limbah cair sebagai hasil samping dari aktivitas industri mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun yang keberadaannya dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses-proses biologis yang terjadi di dalamnya (Krim dkk, 2006). Salah satu bahan berbahaya yang biasanya terdapat dalam air limbah yaitu zat warna. Zat warna merupakan senyawa berwarna yang banyak digunakan pada industri tekstil (Garg dkk, 2003). Zat warna pada limbah industri tekstil merupakan salah satu pencemar organik yang bersifat *non-biodegradable* yang membahayakan karena bersifat karsinogen, zat warna ini sulit diuraikan oleh panas dan bakteri (Sugiharto, 1987).

Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menangani permasalahan limbah tekstil. Mulai dari metode adsorpsi menggunakan karbon aktif atau zeolit hingga metode modern, seperti ozonisasi, radiasi pengion, dan teknologi plasma. Namun metode adsorpsi dianggap kurang efektif karena zat warna yang diadsorpsi terakumulasi dalam adsorben sehingga dapat menimbulkan masalah baru (Wijaya dkk, 2006). Sedangkan metode modern tidak cukup efisien karena membutuhkan biaya

yang relatif tinggi dalam pengoperasiannya (Fatimah dkk, 2005). Oleh karena itu diperlukan metode penanggulangan limbah tekstil dengan cara yang efisien dan ekonomis agar industri tekstil dapat mengelola limbahnya dengan baik.

Metode alternatif pengolahan limbah zat warna yang cukup efektif saat ini adalah proses fotokatalitik, karena selain mudah dipisahkan, polutan zat warna juga dapat terurai menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan aman untuk lingkungan. TiO_2 merupakan semikonduktor yang paling banyak digunakan sebagai fotokatalis dalam aplikasi reaksi fotokatalitik karena keunggulannya dibandingkan jenis semikonduktor yang lain (Litter, 1996). Namun dalam perkembangannya aplikasi fotokatalis TiO_2 tidak lagi dilakukan sebagai bahan murni melainkan diimbangkan pada suatu material pendukung seperti karbon aktif atau zeolit, dan juga dalam bentuk material komposit (Tahir dan Wijaya, 2004).

Pengembangan fotokatalis TiO_2 pada suatu material pendukung dilakukan untuk memaksimalkan aktivitas fotokatalitik. Pada penelitian yang dilakukan Wijaya dkk (2006) pengembangan TiO_2 pada zeolit dilaporkan dapat menghasilkan distribusi TiO_2 yang merata dengan ukuran yang relatif kecil sehingga menghasilkan luas permukaan yang relatif besar. Hal ini dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik TiO_2 .

Salah satu material berpori yang dapat digunakan sebagai material pengemban TiO_2 adalah silika. Silika merupakan salah satu bahan anorganik yang memiliki kelebihan sifat, yaitu memiliki kestabilan tinggi terhadap pengaruh mekanik, temperatur, dan kondisi keasaman (Sriyanti dkk, 2005). Silika juga merupakan bahan yang lebih fleksibel serta sebagai bahan optik transparan, oleh

karena itu dimungkinkan pembuatan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ (Hidayat, 2005). Luas permukaan dari silika membantu dispersi partikel TiO_2 dan menghambat pertumbuhan kristal TiO_2 .

Dalam penelitian ini, dilakukan studi preparasi dan karakterisasi komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$, serta aplikasinya untuk fotodegradasi zat warna *Methyl Orange*. Diharapkan dengan pembuatan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya sehingga pencemaran lingkungan oleh zat warna *Methyl Orange* dapat diminimalkan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diambil identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Diperlukan alternatif penanganan limbah zat warna yang dapat mengubah menjadi senyawa yang lebih aman bagi lingkungan.
2. Kemampuan fotokatalis TiO_2 dapat ditingkatkan melalui peningkatan kemampuannya dalam kontak dengan limbah, yaitu dengan melakukan modifikasi dengan dikompositkan.
3. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan optimum proses degradasi seperti pH larutan dan waktu penyinaran sinar UV perlu untuk dipelajari.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Prekursor kristal TiO_2 berasal dari Titanium Tetraklorida (TiCl_4) dan Prekursor SiO_2 adalah silika gel.
2. Metode yang digunakan untuk preparasi komposit TiO_2 - SiO_2 menggunakan metode sol-gel.
3. Karakterisasi komposit TiO_2 - SiO_2 menggunakan FT-IR dan XRD.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana preparasi komposit TiO_2 - SiO_2 dengan metode sol-gel?
2. Bagaimana karakterisasi komposit TiO_2 - SiO_2 menggunakan FT-IR dan XRD?
3. Bagaimana aktivitas fotokatalisis komposit TiO_2 - SiO_2 terhadap degradasi *Methyl Orange* dengan variasi pH larutan?
4. Bagaimana aktivitas fotokatalisis komposit TiO_2 - SiO_2 terhadap degradasi *Methyl Orange* dengan variasi waktu penyinaran UV?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui preparasi komposit TiO_2 - SiO_2 dengan metode sol-gel.
2. Mengetahui karakterisasi komposit TiO_2 - SiO_2 menggunakan FT-IR dan XRD.

3. Mengetahui aktivitas fotokatalisis komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terhadap degradasi *Methyl Orange* dengan variasi pH larutan.
4. Mengetahui aktivitas fotokatalisis komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terhadap degradasi *Methyl Orange* dengan variasi waktu penyinaran UV.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas pengolahan limbah zat warna *Methyl Orange* dengan metode fotodegradasi menggunakan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$.
2. Menambah referensi dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan, terutama polutan zat warna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dapat dipreparasi menggunakan metode sol-gel.
2. Karakterisasi terhadap komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ memberikan hasil sebagai berikut:
 - a. Spektra IR yang dihasilkan membuktikan bahwa komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terbentuk dengan munculnya pita serapan pada bilangan gelombang $961,19\text{ cm}^{-1}$ yang diindikasikan sebagai ikatan Si-O-Ti.
 - b. Spektra difraksi sinar-X menunjukkan bahwa pada komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ terbentuk fasa kristalin TiO_2 *anatase* dan TiO_2 *rutile*. Fasa *anatase* ditunjukkan dengan adanya puncak difraksi pada $2\theta = 24,83; 37,04; 48,8; 54,44; \text{ dan } 62,86$. Sedangkan fasa *rutile* terlihat pada $2\theta = 27,54; 36,18; 41,36; 56,7; 69,12; \text{ dan } 69,84$.
3. Hasil uji aktivitas fotokatalis pada degradasi zat warna *Methyl Orange* dengan variasi pH larutan diperoleh penurunan konsentrasi tertinggi yaitu 30.12 % terjadi pada pH 3.
4. Hasil uji aktivitas fotokatalis pada degradasi zat warna *Methyl Orange* dengan variasi waktu penyinaran menunjukkan semakin lama waktu penyinaran maka degradasi zat warna *Methyl Orange* semakin meningkat. Penurunan konsentrasi *Methyl Orange* terbanyak yaitu 30,65 % dengan lama penyinaran 24 jam.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, yang perlu dilakukan untuk menyempurnakan penelitian ini adalah:

1. Perlu kajian lebih lanjut pada metode pembuatan komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$.
2. Pengukuran konsentrasi sisa *Methyl Orange* sebaiknya dilakukan menggunakan alat lain seperti HPLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, dan Sumartono. 2007. TiO_2 and $\text{TiO}_2/\text{Active Carbon}$ Photocatalysts Immobilized on Titanium Plates. *Indo. J. Chem.* 7 (3). 238-242.
- Ardiani, P. 2010. Efektivitas Katalis TiO_2 dengan Pengemban $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ pada Fotodegradasi Zat Warna *Rhodamine B*. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Atmaji, P., Wahyu, P., Edi, P.P. 1999. Daur Ulang Limbah Hasil Pewarnaan Industri Tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Vol.1. No.4.
- Ayuningtyas, A.K. 2011. Reduksi Logam Berat Chromium (VI) dengan Fotokatalis Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Bakhtiyar, I. 2011. Sintesis TiO_2 Mesopori dengan Metode Hidrotermal untuk Fotodegradasi Congo Red. *Skripsi*. Fakultas Saintek. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Barka, N., Assabbane, A., Nounah, A., Dussaud, J., Ait Ichou, Y. 2008. Photocatalytic Degradation of Methyl Orange with Immobilized TiO_2 Nanoparticles: Effect of pH and Some Inorganic Anions. *Phys. Chem. News*. 41. 85-88.
- Berry, Mason, dan Dietrich. 1983. *Mineralogy: Concept, Descriptions, Determinations*. Second Edition. New York: W.H Freeman Company.
- Brown, G.N., Birks, J.W., and Koval, C.A. 1992. Development and Characterization of a Titanium-Dioxide Based Semiconductor Photoelectrochemical Detector. *Anal. Chem.* 64. 427-434.
- Carp O., Huisman C. L., Reller A. 2004. Induced Reactivity of Titanium dioxide. *Progress in Solid State Chemistry*. 32. 33-177.
- Chen, Y., Wang, K., Lou, L. 2004. Photodegradation of Dye Pollutants on Silica Gel Supported TiO_2 Particles Under Visible Light Irradiation. *J. Photochem. Photobio. A: Chemistry*. 163. 281-287.
- Cotton, F.A., Wilkinson, G., Murill, C.A., dan Bochmann, M. 1999. *Advanced Inorganic Chemistry*. 6th ed. John Willey and Sons Inc. Van Couver.
- Day, R. A., dan Underwood, A. L., 1999, *Analisis Kimia Kuantitatif*. Alih bahasa: Iis Sopyan. Jakarta: Erlangga.

- Dhamayanti, Y., Wijaya, K., Tahir, I. 2005. Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan Fe_2O_3 -Montmorillonit dan Sinar Ultraviolet. *Prosiding Seminar Nasional*. FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Fatimah, I., dan Huda, T. 2005. Sintesis dan Aplikasi Montmorillonit Termomodifikasi TiO_2 Sebagai Fotokatalis pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil. *Prosiding Seminar Nasional Kimia II*. Yogyakarta. 337-346.
- Fatimah, I., dan Wijaya, K. 2005. Sintesis TiO_2 /Zeolit sebagai Fotokatalis pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka secara Adsorpsi-Fotodegradasi. *Teknoin*. 10 (4). 257-267.
- Fujishima, A., Hashimoto, K., dan Watanabe, T. 1999. TiO_2 , *Photocatalysis Fundamental and Applications*, Tokyo: BKC Inc.
- Gandjar, I.G. dan Rahman, A. 2007. *Kimia Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gunlazuardi, J. 2001. Fotokatalisis pada Permukaan TiO_2 : Aspek Fundamental dan Aplikasinya, Seminar Nasional Kimia Fisika II, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Garg, V.K., Gupta, R., Yadav, A.B., Kumar, R. 2003. Dye Removal From Aqueous Solution by Adsorption on Treated Sawdust. *Bioresource Technology*. 89 (2) 121-124.
- Hayati, E.K. 2007. *Buku Ajar Dasar-Dasar Analisis Spektroskopi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Hidayat, S. 2005. Sintesis Material Photovoltaic TiO_2 - SiO_2 melalui Proses Sol-Gel dengan Pengontrol Hidrolisis Asetil Asetonat. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W., dan Bahnemann, D.W. 1995. Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis. *J. Chem. Rev.* 95 (1). 69-96.
- Hu, C., Tang, Y., Yu, J.C., Wong, P.K. 2003. Photocatalytic Degradation of Cationic Blue X-GRL Adsorbed on TiO_2 - SiO_2 Photocatalyst. *Applied Catalysis B: Environmental*. 40. 131-140.
- Jenkins, R. 1988. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*. New York: John Wiley and Sons.

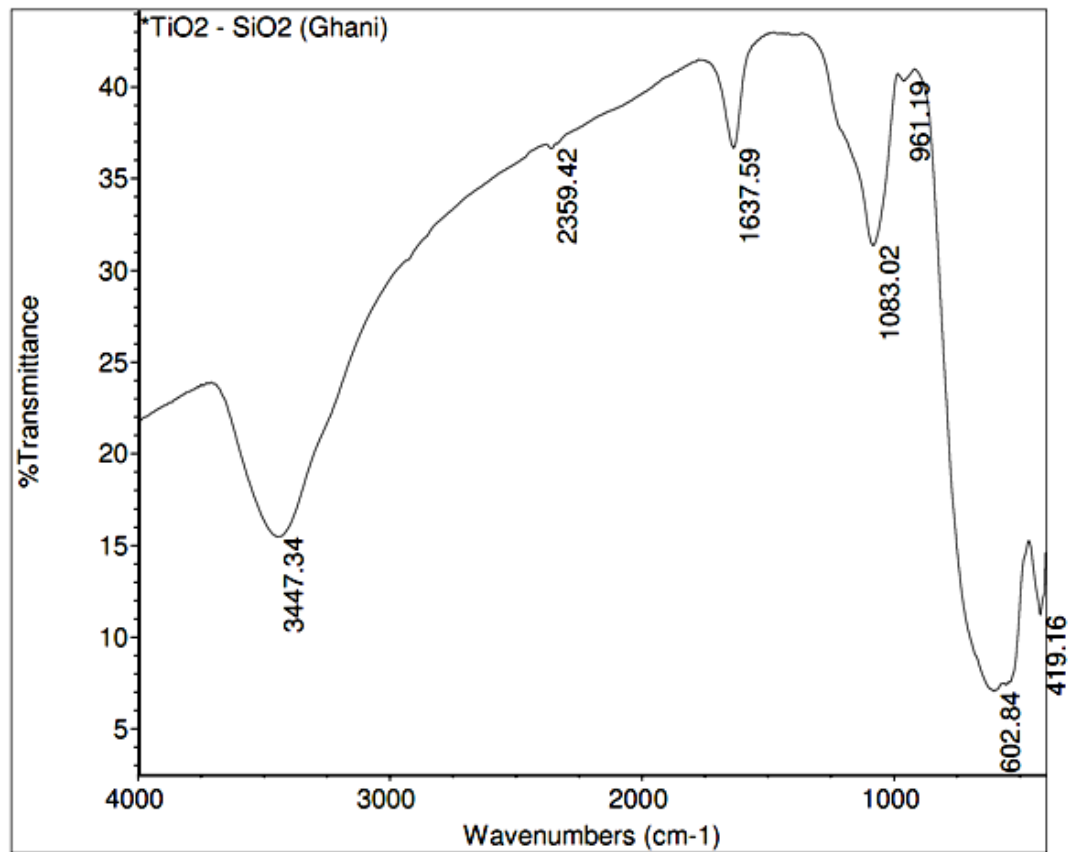
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Alih bahasa: A. Saptorahardjo. Jakarta: UI Press.
- Kong F.T., Dai S.Y., Wang K.J. 2007. Review of Recent Progress in Dye-Sensitized Solar Cells. *Advances in OptoElectronics*: 2007 (Article ID 75384).
- Krim, L., Sahmoune, N., and Goma, B. 2006. Kinetics of Chromium Sorption on Biomass Fungi from Aqueous Solution. *American Journal of Environmental Sciences*. 2 (1): 31-36.
- Linsebigler, A.L., Lu, G., Yates, J.t. 1995. Photocatalysis on TiO₂ Surfaces: Principles, Mechanism, and Selected Result. *Chem. Rev.* 95 (3). 735-758.
- Litter, M.I., Navio, J.A. 1996. Photocatalytic Properties of Iron Doped Titania Semiconductor. *J. Photochem. Photobio. A: Chemistry*. 98. 171-181.
- Londeree, D.J. 2002. Silica-Titania Composites For Water Treatment. *Thesis*. University Of Florida: Florida.
- Manurung, R., Hasibuan, R., Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob–Aerob. *Jurnal kimia e-USU*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Mudjijono, S.W. Hisyam, D. Marwanto. dan A. Masykur. 1998. Fotodegradasi Zat Warna Menggunakan Katalisator TiO₂. *Proseding Seminar Nasional II Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia*. Yogyakarta.
- Murat M, Amokrane A, Bastide JP, Montanaro L. 1992. Shynthesis of zeolit from thermally activated kaolinite. Some observation on nucleation and growth. *Clay Miner.* 27. 119-130.
- Nasikin, M. dan Susanto, B.H. 2010. *Katalisis Heterogen*. Jakarta: UI-Press.
- Niederberger M, Pinna N. 2009. *Metal Oxide Nanoparticles in Organic Solvents, Synthesis, Formation, Assembly and Application*. Springer. Verlag London Limited.
- Nilchi, A., Darzi, S.J., Garmarodi, S.R., Sol-Gel Preparation of Nanoscale TiO₂/SiO₂ Composite for Eliminating of Con Red Azo Dye. *Material Science and Application*. 2. 476-480.
- Nogueira, R. F. P., and Jordim, W. F. 1993. Photodegradation of Methylene Blue using Solar Light and Semiconductor TiO₂. *J. Chem-Educ.* 70 (10). 861-862.

- Oguri, Y., Riman, R.E., Bowen, H.K., 1988. *Processing of Anatase Prepared From Hydrothermally Treated Alkoxy-Derived Hydrous Titania*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge.
- Polleros, D.R. 1999. *Experimental Organic Chemistry*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Pusfitasari, D.E. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO dengan Metode Sol-Gel berdasarkan Variasi Suhu, Thesis Sains dan Teknologi Program Studi Kimia ITB.
- Qodri, A.A. 2011. Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dengan Fotokatalis Komposit $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$. *Skripsi*. Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Rainho, J. P., Rocha, J., Carlos, L. D., and Almeida, R. M. 2001. ^{29}Si Nuclear Magnetic Resonance and Vibrational Spectroscopy Studies of SiO_2 - TiO_2 Powders Prepared by The Sol Gel Process. *J. Mater. Res.* 16 (8). 2369-2376.
- Rajh, T., Ostafin, A. E., Micic, O. I., Tiede, D. M., and Thurnauer, M. C. 1996. Surface Modification of Small Particle TiO_2 Colloids with Cysteine for Enhanced Photochemical Reduction. An EPR Study. *J. Phys. Chem.* 100 (11). 4538-4545.
- Retyantoro, P. 2011. *Sintesis TiO_2 Mesopori dengan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru*. *Skripsi*. Fakultas Saintek. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Schmidt, H. K. 1988. Organically Modified Silicates as Inorganic - Organic Polymers. *American Chemical Society*. 333-343.
- Sitorus, M., 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sopyan, I., Wanatabe, M., Murasawa, S., Hashimoto, K., and Fujishima, A. 1996. Efficient TiO_2 Powder and Film Photocatalysts With Rutile Crystal Structure. *Chemistry Letters*. 25 (1). 69-70.
- Sriyanti, Taslimah, Nuryono, dan Narsito. 2005. Pengaruh Keasaman Medium dan Imobilisasi Gugus Organik pada Karakter Silika Gel dari Abu Sekam Padi. *JSKA*. Vol.VIII. No.3.

- Subechi, A. A. 2011. Studi Degradasi Metilrn Biru oleh Komposit kitosan-TiO₂. *Skripsi*. Fakultas Saintek. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Tahir, I., Wijaya, K. 2004. Pembuatan dan Uji Fotoaktivitas Komposit TiO₂-Bentonit untuk Degradasi Senyawa Pewarna Metilen Biru. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dasar*. Jakarta.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Thahjanto, R.T. dan Gunlazuardi, J. 2001. Preparasi Lapisan Tipis TiO₂ sebagai Fotokalis: Keterkaitan antara Ketebalan dan aktivitas Fotokatalis. *Makara*. 5 (2). 81-91.
- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono, S., dan Kurniaysih, D. 2006. Utilisasi TiO₂-Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *Teknoin*. 11 (3). 199-209.
- Winarsih. 2005. Sintesis Material Semikonduktor SiO₂-TiO₂/[Mn] dengan Penambahan Sensitiser Kompleks Mn (II) pada Material SiO₂-TiO₂. *Skripsi*. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Zhu, J., Yang, J., Bian, Z.H., Ren, J., Liu, Y.M, Cao, Y., Li, H.X., He, Y.H., Fan, K.F. 2007. Nanocrystalline anatase TiO₂ photocatalys prepared via a facile low temperature nonhydrolytic sol-gel reaction of TiCl₄ and benzyl alcohol. *Journal Chemical Environment*. 76: 82-92.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Spektra FTIR Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$



Thu Jun 21 15:33:08 2012 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *TiO₂ - SiO₂ (Ghani)

Region: 4000.00 400.00

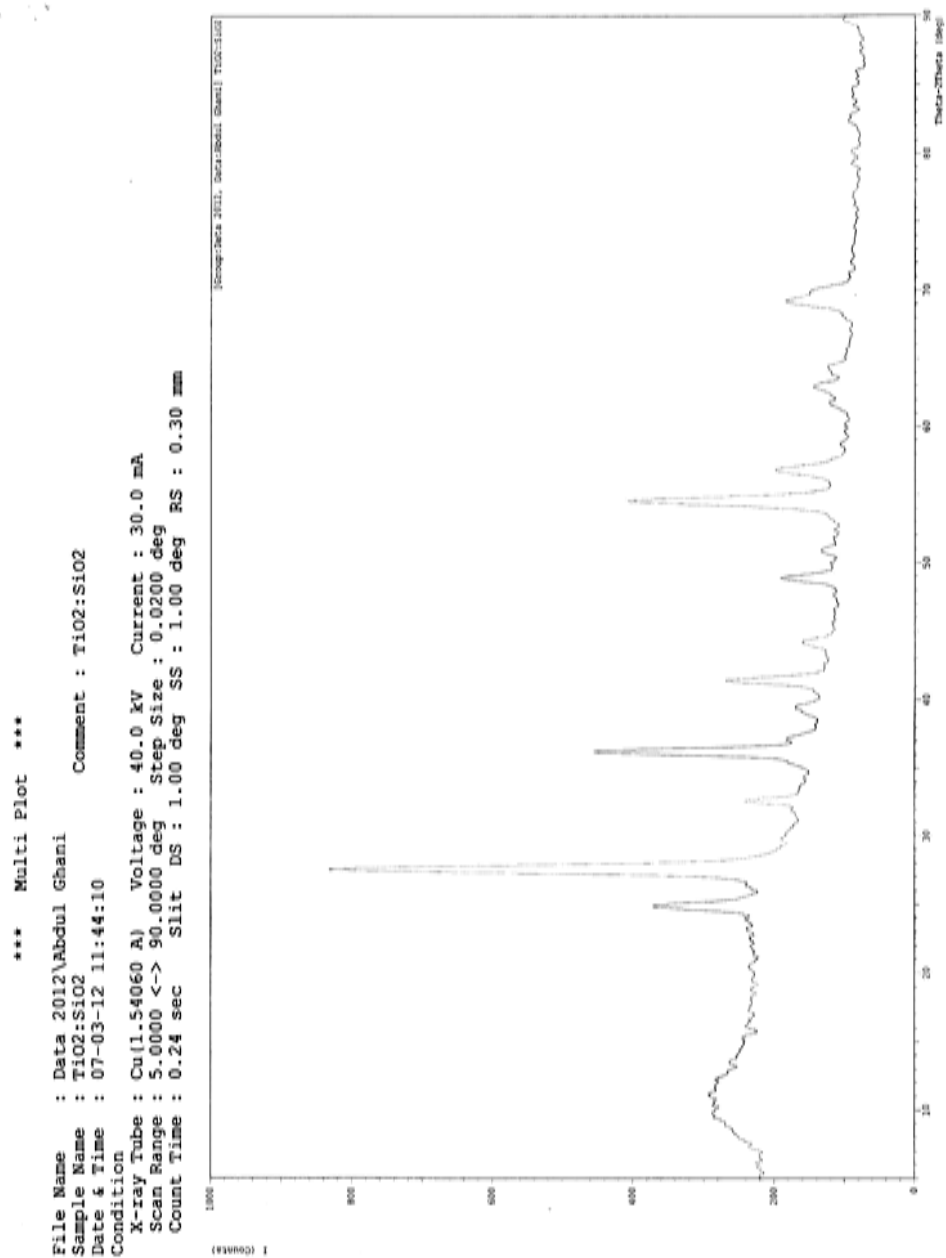
Absolute threshold: 43.860

Sensitivity: 90

Peak list:

Position:	602.84	Intensity:	7.029
Position:	419.16	Intensity:	11.189
Position:	3447.34	Intensity:	15.448
Position:	1083.02	Intensity:	31.350
Position:	2359.42	Intensity:	36.644
Position:	1637.59	Intensity:	36.662
Position:	961.19	Intensity:	40.323

Lampiran 2: Difraktogram Sinar-X Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$



*** Basic Data Process ***

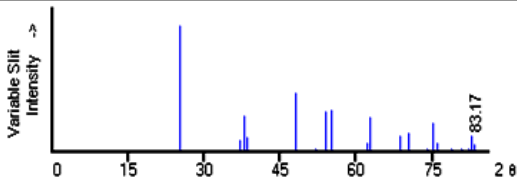
Group Name : Data 2012
 Data Name : Abdul Ghani
 File Name : Abdul Ghani.PKR
 Sample Name : TiO₂:SiO₂
 Comment : TiO₂:SiO₂

#	Strongest	3 peaks						
no.	peak	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	Integrated	Int
	no.	(deg)	(Å)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
1	14	27.5412	3.23608	100	0.63540	421	14625	
2	17	36.1862	2.48034	50	0.56360	211	6435	
3	24	54.4474	1.68384	49	0.66150	207	8029	

#	Peak	Data	List					
	peak	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	Integrated	Int
	no.	(deg)	(Å)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
1	8.0200	11.01521	4	0.44000	15	612		
2	8.3800	10.54279	5	0.00000	19	0		
3	8.9400	9.88361	6	0.00000	24	0		
4	9.7800	9.03652	8	0.00000	35	0		
5	10.3600	8.53188	8	0.00000	32	0		
6	11.1400	7.93618	9	0.00000	37	0		
7	11.8200	7.48110	7	0.00000	29	0		
8	12.2400	7.22532	7	0.00000	30	0		
9	12.8000	6.91045	5	0.58660	19	856		
10	13.4900	6.55849	4	0.54000	17	828		
11	24.8335	3.58244	24	0.64300	100	3550		
12	25.5800	3.47956	3	0.20000	13	239		
13	26.3600	3.37835	4	0.56000	18	861		
14	27.5412	3.23608	100	0.63540	421	14625		
15	28.5800	3.12077	4	0.20000	16	405		
16	32.5900	2.74536	13	0.47000	53	1537		
17	36.1862	2.48034	50	0.56360	211	6435		
18	37.0400	2.42511	6	0.82000	27	1350		
19	39.3500	2.28790	6	0.68000	25	923		
20	41.3640	2.18103	22	0.55200	93	2926		
21	44.1400	2.05009	6	0.56000	27	815		
22	48.8050	1.86448	13	0.57000	55	1829		
23	50.8350	1.79469	4	0.53000	15	513		
24	54.4474	1.68384	49	0.66150	207	8029		
25	56.7120	1.62186	15	0.74400	63	2853		
26	61.6750	1.50272	4	0.59000	18	555		
27	62.2600	1.49000	4	0.32000	17	263		
28	62.8616	1.47717	8	0.77670	34	1191		
29	63.8200	1.45728	4	0.20000	17	191		
30	64.2800	1.44796	5	0.58000	19	627		
31	69.1200	1.35791	15	0.85340	64	2664		
32	69.8400	1.34566	10	0.76000	40	1456		
33	82.3250	1.17032	3	0.41000	13	434		
34	89.6400	1.09281	5	0.60000	22	827		

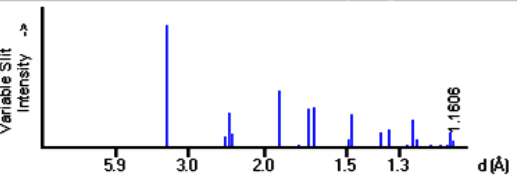
Lampiran 3: Data JCPDS Kristal TiO₂ Fase *Anatase*

78-2486	Quality: C	TiO ₂
CAS Number:		Titanium Oxide
Molecular Weight: 79.90		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 136.27		Ref: Howard, C.J., Sabine, T.M., Dickson, F., Acta Crystallogr., Sec. B: Structural Science, 47, 462 (1991)
Dx: 3.895 Dm:		
Sys: Tetragonal		
Lattice: Body-centered		
S.G.: I4 ₁ /amd (141)		
Cell Parameters:		
a 3.784 b c 9.514		
α β γ		
I/Cor: 4.96		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 063711		
Mineral Name:		
Anatase, syn		



2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l
25.307	100 *	1	0	1	55.068	32	2	1	1	76.044	6	3	0	1
36.951	9	1	0	3	62.113	6	2	1	3	78.661	0	2	0	6
37.792	27	0	0	4	62.689	26	2	0	4	80.736	1	0	0	8
38.570	11	1	1	2	68.756	12	1	1	6	82.167	2	3	0	3
48.043	45	2	0	0	70.298	14	2	2	0	82.682	11	2	2	4
51.966	0	2	0	2	74.052	1	1	0	7	83.167	5	3	1	2
53.886	31	1	0	5	75.051	21	2	1	5					

78-2486	Quality: C	TiO ₂
CAS Number:		Titanium Oxide
Molecular Weight: 79.90		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 136.27		Ref: Howard, C.J., Sabine, T.M., Dickson, F., Acta Crystallogr., Sec. B: Structural Science, 47, 462 (1991)
Dx: 3.895 Dm:		
Sys: Tetragonal		
Lattice: Body-centered		
S.G.: I4 ₁ /amd (141)		
Cell Parameters:		
a 3.784 b c 9.514		
α β γ		
I/Cor: 4.96		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 063711		
Mineral Name:		
Anatase, syn		

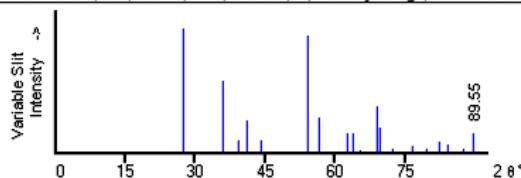


d(A)	Int-v	h	k	l	d(A)	Int-v	h	k	l	d(A)	Int-v	h	k	l
3.5165	100 *	1	0	1	1.6663	32	2	1	1	1.2505	6	3	0	1
2.4307	9	1	0	3	1.4931	6	2	1	3	1.2153	0	2	0	6
2.3785	27	0	0	4	1.4808	26	2	0	4	1.1892	1	0	0	8
2.3323	11	1	1	2	1.3642	12	1	1	6	1.1721	2	3	0	3
1.8922	45	2	0	0	1.3380	14	2	2	0	1.1661	11	2	2	4
1.7582	0	2	0	2	1.2791	1	1	0	7	1.1606	5	3	1	2
1.7000	31	1	0	5	1.2646	21	2	1	5					

Lampiran 4: Data JCPDS Kristal TiO₂ Fase *Rutile*

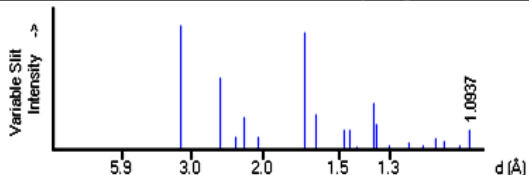
78-2485	Quality: C	TiO ₂
CAS Number:		Titanium Oxide
Molecular Weight: 79.90		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 62.43		Ref: Howard, C.J., Sabine, T.M., Dickson, F., Acta Crystallogr., Sec. B: Structural Science, 47, 462 (1991)
Dx: 4.250	Dm:	
Sys: Tetragonal		
Lattice: Primitive		
S.G.: P4 ₂ /mm (136)		
Cell Parameters:		
a 4.593	b	c 2.958
α	β	γ
I/Cor: 3.60		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 063710		
Mineral Name:		
Rutile, syn		

2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l	2θ	Int-v	h	k	l
27.436	100 *	1	1	0	62.759	15	0	0	2	76.538	4	2	0	2
36.080	57	1	0	1	64.047	14	3	1	0	79.831	2	2	1	2
39.190	9	2	0	0	65.510	1	2	2	1	82.337	8	3	2	1
41.240	25	1	1	1	69.004	37	3	0	1	84.250	6	4	0	0
44.043	9	2	1	0	69.802	19	1	1	2	87.480	2	4	1	0
54.321	93	2	1	1	72.418	2	3	1	1	89.551	15	2	2	2
56.626	28	2	2	0	74.401	1	3	2	0					



78-2485	Quality: C	TiO ₂
CAS Number:		Titanium Oxide
Molecular Weight: 79.90		Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)
Volume[CD]: 62.43		Ref: Howard, C.J., Sabine, T.M., Dickson, F., Acta Crystallogr., Sec. B: Structural Science, 47, 462 (1991)
Dx: 4.250	Dm:	
Sys: Tetragonal		
Lattice: Primitive		
S.G.: P4 ₂ /mm (136)		
Cell Parameters:		
a 4.593	b	c 2.958
α	β	γ
I/Cor: 3.60		
Rad: CuKα1		
Lambda: 1.54060		
Filter:		
d-sp: calculated		
ICSD #: 063710		
Mineral Name:		
Rutile, syn		

d(Å)	Int-v	h	k	l	d(Å)	Int-v	h	k	l	d(Å)	Int-v	h	k	l
3.2482	100 *	1	1	0	1.4793	15	0	0	2	1.2437	4	2	0	2
2.4874	57	1	0	1	1.4526	14	3	1	0	1.2004	2	2	1	2
2.2968	9	2	0	0	1.4237	1	2	2	1	1.1701	8	3	2	1
2.1873	25	1	1	1	1.3599	37	3	0	1	1.1484	6	4	0	0
2.0543	9	2	1	0	1.3463	19	1	1	2	1.1141	2	4	1	0
1.6874	93	2	1	1	1.3039	2	3	1	1	1.0936	15	2	2	2
1.6241	28	2	2	0	1.2740	1	3	2	0					



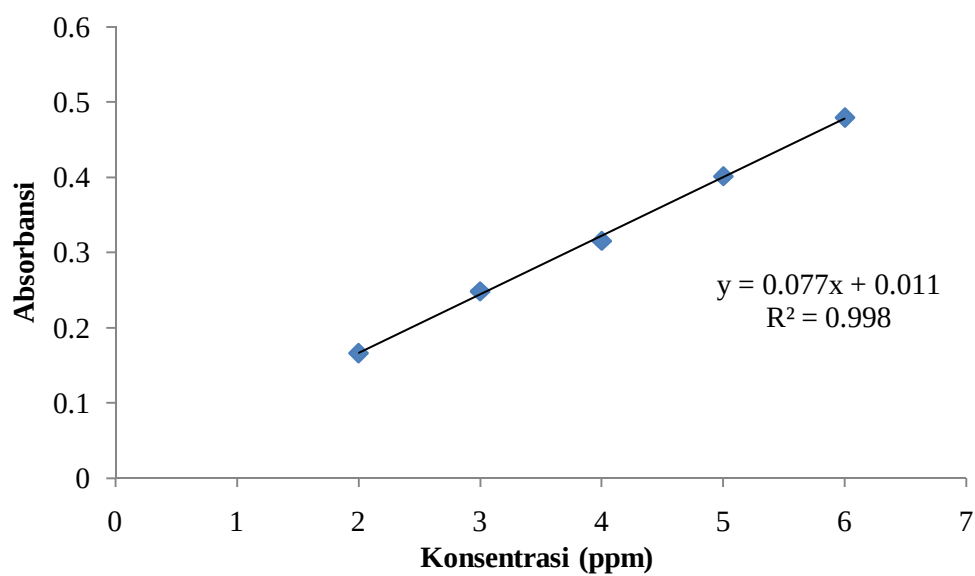
Lampiran 5: Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methyl Orange*

Panjang Gelombang	Absorbansi
400	0.344
410	0.397
420	0.445
430	0.487
440	0.526
450	0.560
455	0.573
460	0.581
461	0.582
462	0.583
463	0.583
464	0.583
465	0.582
466	0.582
467	0.581
468	0.580
469	0.578
470	0.577
480	0.540
490	0.473
500	0.384
520	0.197
540	0.075
560	0.028
580	0.017
600	0.016

Lampiran 6: Kurva Standar *Methyl Orange*

Panjang gelombang (nm)	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
464	2	0.167
	3	0.249
	4	0.316
	5	0.402
	6	0.480

Grafik Hubungan Absorbansi dengan konsentrasi *Methyl Orange*



Lampiran 7: Hasil Uji Fotodegradasi *Methyl Orange* dengan Variasi pH Larutan dengan Penyinaran Lampu UV

Co (ppm) awal	T (jam)	pH larutan	Absorbansi	Co (ppm) akhir	% degradasi
5	24	2	0.295	3.688	26.23
5	24	3	0.280	3.494	30.12
5	24	4	0.320	4.013	19.74
5	24	5	0.330	4.143	17.14
5	24	6	0.335	4.208	15.84

Berat komposit TiO₂-SiO₂ 0,1 gram, distirer ± 60 rpm

1. Perhitungan konversi absorbansi ke konsentrasi dengan menggunakan persamaan garis pada kurva kalibrasi:

$$y = 0.077x + 0.011$$

$$[Konsentrasi (C)] = \frac{Absorbansi (y) - 0.011}{0.077}$$

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 [C] &= \frac{0.280 - 0.011}{0.077} \\
 &= \frac{0.269}{0.077} \\
 &= 3.494
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan degradasi

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Degradasi} &= \frac{5 - 3.494}{5} \times 100\% \\
 &= \frac{1.506}{5} \times 100\% \\
 &= 30.12 \%
 \end{aligned}$$

Lampiran 8: Hasil Uji Fotodegradasi *Methyl Orange* dengan Variasi Waktu

Hasil Uji Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ dengan Penyinaran Lampu UV

Co (ppm) awal	T (jam)	pH larutan	Absorbansi	Co (ppm) akhir	% degradasi
5	1	3	0.374	4.714	5.71
5	3	3	0.364	4.584	8.31
5	6	3	0.348	4.377	12.47
5	18	3	0.296	3.701	25.97
5	24	3	0.278	3.465	30.65

Berat komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ 0,1 gram, distirer $\pm$ 60 rpm

Hasil Uji Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ tanpa Penyinaran Lampu UV

Co (ppm) awal	T (jam)	pH larutan	Absorbansi	Co (ppm) akhir	% teradsorpsi
5	1	3	0.376	4.740	5.19
5	3	3	0.373	4.701	5.97
5	6	3	0.377	4.727	5.45
5	18	3	0.380	4.792	4.16
5	24	3	0.380	4.792	4.16

Berat komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ 0,1 gram, distirer $\pm$ 60 rpm

Lampiran 9: Perhitungan Komposisi *Anatase* dan *Rutile*

$$\begin{aligned}
 X_A &= \frac{1}{1 + \frac{1,2651 \times I_R}{I_A}} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{1 + \frac{1,2651 \times 14625}{3550}} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{1 + 5,212} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{6,212} \times 100\% \\
 &= 0,16098 \times 100\% \\
 &= 16,098\% \approx 16,10\% \\
 &= 16,10\%
 \end{aligned}$$

Maka persentase TiO_2 fase *anatase* adalah sebesar 16.10%