



**IMMOBILISASI  $\text{TiO}_2$  DALAM Matriks  $\text{SiO}_2$   
DENGAN METODE SOL-GEL UNTUK MENDEGRADASI  
LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Angga Pradana  
NIM 061810301045**

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



**IMMOBILISASI  $\text{TiO}_2$  DALAM Matriks  $\text{SiO}_2$   
DENGAN METODE SOL-GEL UNTUK MENDEGRADASI  
LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Angga Pradana**  
**NIM 061810301045**

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

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Indra Yuliawati dan Ayahanda Bambang Sumantoro yang tercinta;
2. adik-adik tersayang Dwi Candra Ayuli dan Adelia Angelica;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember.

## **MOTO**

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu di antara kamu, dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)\*

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al Qur'anul Karim: Terjemah dan Tafsir per Kata*. Bandung: Sygma Publishing.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Angga Pradana

NIM : 061810301045

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berjudul “Immobilisasi  $\text{TiO}_2$  Dalam Matriks  $\text{SiO}_2$  dengan Metode Sol-Gel Untuk Mendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil” 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, 6 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Angga Pradana

NIM 061810301045

## **SKRIPSI**

### **IMMOBILISASI TiO<sub>2</sub> DALAM Matriks SiO<sub>2</sub> DENGAN METODE SOL-GEL UNTUK MENDEGRADASI LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**

Oleh

Angga Pradana  
061810301045

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Novita Andarini, S.Si, M.Si

## PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “Immobilisasi  $\text{TiO}_2$  dalam Matriks  $\text{SiO}_2$  dengan Metode Sol-Gel Untuk Mendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Suardiyanto, S.Si, M.Si  
NIP 19750129 199802 1 001

Novita Andarini, S.Si, M.Si  
NIP 19721112 200003 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Tri Mulyono, S.Si, M.Si  
NIP 19681020 199802 1 002

Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc  
NIP 19641026 199103 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

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

## RINGKASAN

**Immobilisasi  $\text{TiO}_2$  dalam Matriks  $\text{SiO}_2$  dengan Metode Sol-Gel untuk Mendegradasi Limbah Cair Pewarna**; Angga Pradana, 061810301045; 2011; 40 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

$\text{TiO}_2$  selama ini hanya digunakan untuk pewarna cat, pernis, pelapis, plastik, tinta, dan keramik. Padahal sistem  $\text{TiO}_2$  mempunyai potensial redoks +2,8 Volt, dimana dengan potensial sebesar itu hampir kebanyakan senyawa organik dapat dioksidasi. Keadaan ini dapat dimanfaatkan untuk mengoksidasi polutan organik menjadi produk yang tidak berbahaya. Fotokatalis berbasis Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) yang banyak berkembang saat ini digunakan untuk memperbaiki berbagai metode pengolahan limbah cair pewarna tekstil sebelumnya seperti adsorpsi, biodegradasi, dan ozonisasi. Pada kenyataannya, penggunaan  $\text{TiO}_2$  serbuk dalam mendegradasi zat warna tidak efisien. Hal ini disebabkan serbuk  $\text{TiO}_2$  yang telah terdispersi dalam zat warna sulit untuk diregenerasi dan aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2$  semakin menurun pada konsentrasi  $\text{TiO}_2$  yang tinggi karena adanya peristiwa turbulensi. Selain itu  $\text{TiO}_2$  memiliki daya adsorpsi yang rendah, sehingga aktivitas fotodegradasi  $\text{TiO}_2$  serbuk tidak optimal. Kelemahan dari penggunaan  $\text{TiO}_2$  serbuk tersebut dapat diperbaiki salah satunya dengan cara mengimobilisasikannya dengan metode sol-gel ke dalam matriks  $\text{SiO}_2$  yang memiliki struktur berpori dan memiliki daya adsorpsi yang besar. Tujuan penelitian ini adalah (i) mengetahui pengaruh komposisi terhadap kualitas dan aktivitas fotokatalis  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ , (ii) mengetahui pengaruh suhu kalsinasi terhadap kualitas dan aktivitas fotokatalis  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ , (iii) mengetahui pengaruh jumlah lapisan terhadap kualitas dan aktivitas fotokatalis  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ .

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap yaitu : (i) immobilisasi  $\text{TiO}_2$  ke dalam matriks  $\text{SiO}_2$ , (ii) uji aktifitas, (iii) analisis data. Proses immobilisasi  $\text{TiO}_2$  ke dalam matriks  $\text{SiO}_2$  dilakukan dengan cara mencampurkan TEOS dengan



HNO<sub>3</sub>, aquades, dan alkohol. Campuran yang dihasilkan kemudian ditambah dengan TiO<sub>2</sub> dengan variasi komposisi 3:1; 1:1; dan 1:3, dan diaduk selama 24 jam. Sol yang dihasilkan dilapiskan di atas permukaan kaca. Setelah lapisan kering kemudian dilakukan pemanasan dengan variasi suhu yaitu tanpa pemanasan, 300 °C, 400 °C, dan 500 °C. Uji aktifitas, dilakukan dengan menggunakan zat warna Red MX-8B 50 ppm yang ditambahkan dengan fotokatalis SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>, dan disinari UV selama 24 jam. larutan hasil uji aktivitas selanjutnya ditentukan konsentrasi akhirnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk mengetahui aktivitas fotokatalis dan % degradasi larutan.

Dari hasil penelitian diketahui komposisi fotokatalis memberikan pengaruh yang besar terhadap aktivitas fotokatalis. Semakin banyak jumlah TiO<sub>2</sub> dalam fotokatalis maka aktivitas fotokatalis semakin besar. Untuk variasi suhu kalsinasi, semakin tinggi suhu kalsinasi, aktivitas fotokatalis sedikit menurun. Dengan variasi jumlah lapisan, semakin banyak lapisan akan sedikit menaikkan aktivitas fotokatalis. Sedangkan untuk kualitas fotokatalis, variasi komposisi, lapisan, dan suhu kalsinasi, tidak memberikan perbedaan kualitas fotokatalis. Dari beberapa fotokatalis yang diuji, fotokatalis dengan variasi komposisi SiO<sub>2</sub>:TiO<sub>2</sub> 1:3, uumlah lapis 3 lapis, dan tanpa pemanasan memiliki aktivitas yang paling baik yaitu sebesar  $4.40 \times 10^{-7}$  mg/cm<sup>2</sup>s dengan persen degradasi zat warna sebesar 97 %.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Immobilisasi  $\text{TiO}_2$  dalam Matriks  $\text{SiO}_2$  dengan Metode Sol-Gel Untuk Mendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil”. 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, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Suwardiyanto, S.Si, M.Si, Tanti Haryati, S.Si, M.Si, dan Novita Andarini, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta perhatiannya untuk memberikan dukungan, dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Tri Mulyono, S.Si, M.Si, dan Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik, dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. dosen-dosen FMIPA umumnya, dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;
6. teman-teman angkatan 2006, terima kasih untuk semua kekompakan, segala bantuan, semangat, dan kenangan yang telah diberikan;
7. teman satu tim penelitian, Gunawan Wicaksono, terima kasih untuk kerjasama dan kekompakannya;
8. adik-adik angkatan 2007, 2008, 2009, dan 2010;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</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> .....	5
<b>2.1 Fotokimia</b> .....	5
<b>2.2 Fotokatalis</b> .....	5
<b>2.3 TiO<sub>2</sub> Sebagai Fotokatalis</b> .....	6
<b>2.4 Sol Gel</b> .....	9
<b>2.5 Spektrofotometri UV-Vis</b> .....	14

2.5.1 Spektroskopi .....	14
2.5.2 Hukum Lambert-Beer .....	15
2.5.3 Penyimpangan Hukum Lambert-Beer .....	18
2.5.4 Spektrofotometri UV-Vis .....	18
<b>2.6 Pewarna Red MX-8B .....</b>	<b>19</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 Alat .....	22
3.2.2 Bahan .....	22
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Skema Kerja Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.4.1 Immobilisasi TiO <sub>2</sub> ke dalam matriks SiO <sub>2</sub> .....	24
3.4.2 Uji aktivitas fotokatalis lapis tipis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	25
<b>3.5 Prosedur Kerja .....</b>	<b>25</b>
3.5.1 Immobilisasi TiO <sub>2</sub> ke dalam matriks SiO <sub>2</sub> .....	25
3.5.2 Uji aktivitas fotokatalis Fotokatalisis lapis tipis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	26
3.5.3 Analisis data .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Pembuatan Fotokatalis SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Aktivitas Fotokatalis SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> .....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	30
4.2.2 Aktivitas Fotokatalis .....	32
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Besarnya celah energi pada semikonduktor .....	7
2.2 Reaksi pada fotokatalis TiO <sub>2</sub> .....	8
2.3 Reaksi Hidrolisis .....	10
2.4 Reaksi kondensasi air .....	12
2.5 Reaksi kondensasi alkohol .....	13
2.6 Fenomena interaksi gelombang cahaya dengan spesies kimia .....	16
2.7 Kurva Kalibrasi .....	17
2.8 Diagram spektrofotometer .....	19
2.9 Struktur procion red MX-8B .....	21
3.1 Diagram alir penelitian .....	23
3.2 Skema Immobilisasi TiO <sub>2</sub> ke dalam matriks SiO <sub>2</sub> .....	24
3.3 Skema uji aktivitas fotokatalis lapis tipis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	25
4.1 Fotokatalis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	29
4.2 Spektra zat warna .....	30
4.3 Kurva Kalibrasi .....	31
4.4 Aktivitas Fotokatalis .....	33
4.5 Persen degradasi .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Nilai Absorbansi Procion Red MX-8B Setelah Diuji dengan Fotokatalis Berbagai Variasi .....	41
2. Penentuan Konsentrasi Procion Red MX-8B Setelah Diuji dengan Fotokatalis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> .....	44
3. Persentase Kemampuan Fotokatalis SiO <sub>2</sub> -TiO <sub>2</sub> dalam Mendegradasi Larutan Procion Red MX-8B .....	48
4. Aktivitas Fotokatalis dalam Mendegradasi Larutan Procion Red MX-8B .....	51