



**IMMOBILISASI TiO_2 DAN Fe_2O_3 DALAM Matriks SiO_2 DENGAN
METODE SOL-GEL SEBAGAI PENDEGRADASI
LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**

SKRIPSI

Oleh

**Hendra Setiawan
NIM 071810301006**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**IMMOBILISASI TiO_2 DAN Fe_2O_3 DALAM Matriks SiO_2 DENGAN
METODE SOL-GEL SEBAGAI PENDEGRADASI
LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**

SKRIPSI

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

Oleh

Hendra Setiawan
NIM 071810301006

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Sriasih dan Ayahanda Alm. Tayib yang tercinta;
2. saudara tersayang Agung Adi Wardhana;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember.

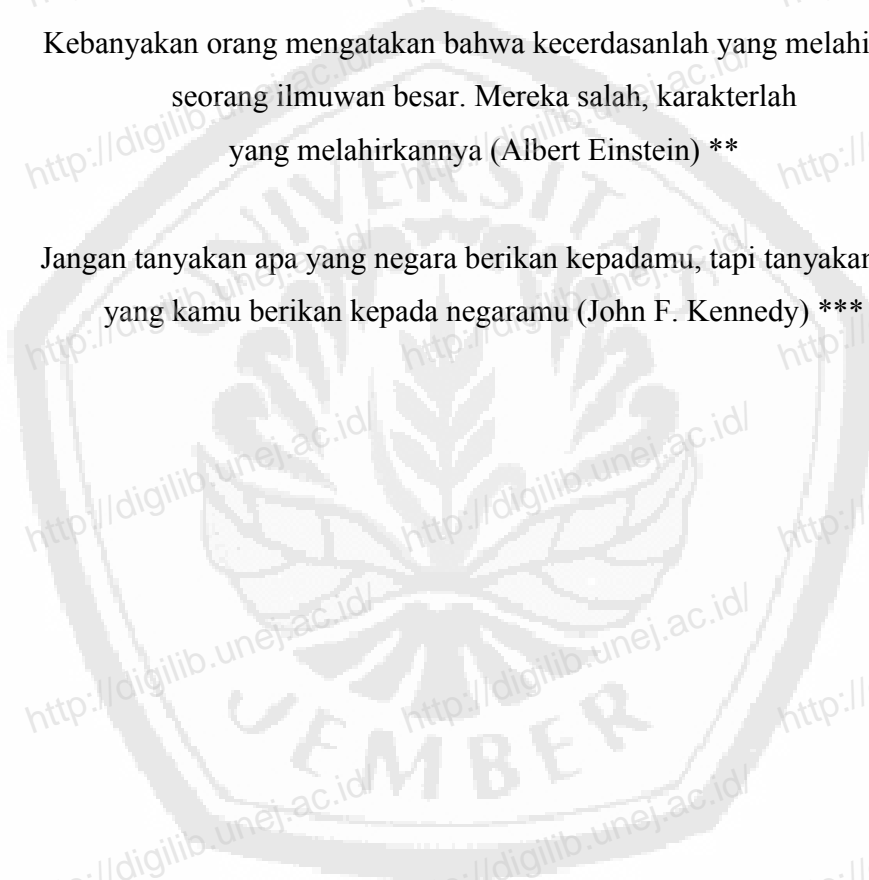


MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu diantara kamu, dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat (terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11) *

Kebanyakan orang mengatakan bahwa kecerdasanlah yang melahirkan seorang ilmuwan besar. Mereka salah, karakterlah yang melahirkannya (Albert Einstein) **

Jangan tanyakan apa yang negara berikan kepadamu, tapi tanyakan apa yang kamu berikan kepada negaramu (John F. Kennedy) ***



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

** Kutipan Albert Einstein, fisikawan dan ilmuwan modern.

*** Kutipan dari Pidato John F. Kennedy, Presiden ke-35 Amerika Serikat.

PERYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendra Setiawan

NIM : 071810301006

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya ilmiah berjudul “Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam Matriks SiO_2 dengan Metode Sol-Gel Sebagai Pendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan merupakan 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Mei 2012

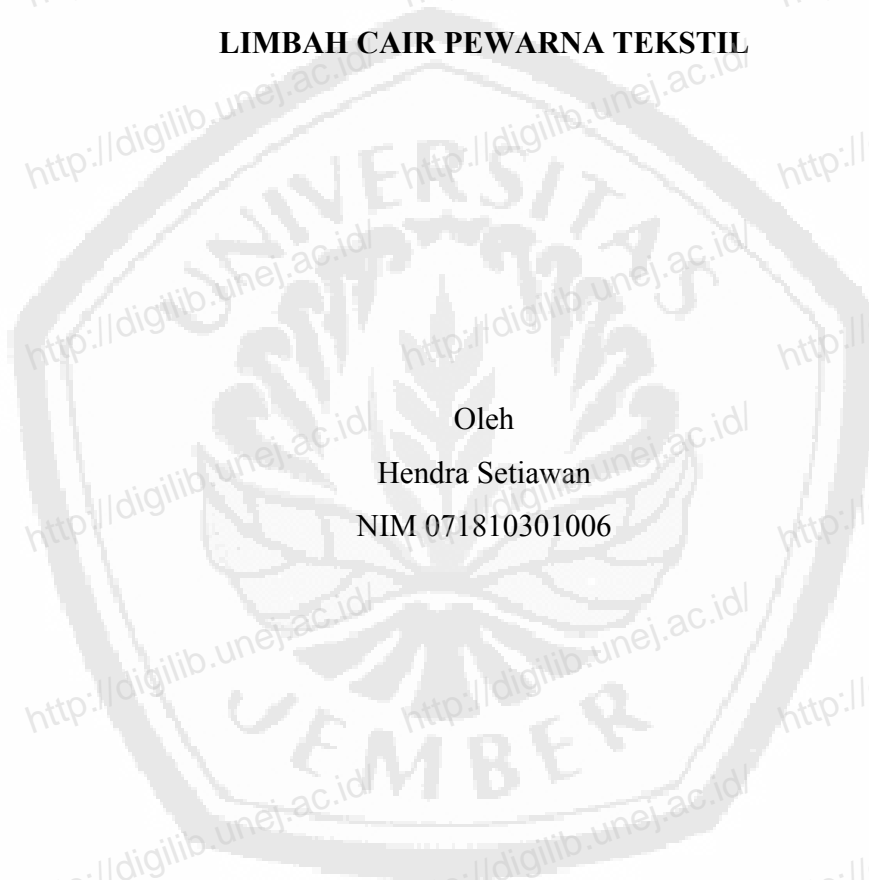
Yang menyatakan,

Hendra Setiawan

NIM 071810301006

SKRIPSI

**IMMOBILISASI TiO_2 DAN Fe_2O_3 DALAM Matriks SiO_2 DENGAN
METODE SOL-GEL SEBAGAI PENDEGRADASI
LIMBAH CAIR PEWARNA TEKSTIL**



Oleh

Hendra Setiawan

NIM 071810301006

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam Matriks SiO_2 dengan Metode Sol-Gel Sebagai Pendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Novita Andarini, S.Si, M.Si

Tanti Haryati, S.Si, M.Si

NIP 19721112 200003 2 001

NIP 19801029 200501 2 002

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Mukh, Mintadi, M.Sc

Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D

NIP 19641026 199103 1 001

NIP 19660529 199303 1 003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D

NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam Matriks SiO_2 dengan Metode Sol-Gel Sebagai Pendegradasi Limbah Cair Pewarna Tekstil; Hendra Setiawan, 071810301006; 2012; 49 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Selama ini pemanfaatan TiO_2 hanya terkonsentrasi pada bidang pewarna cat, pernis, pelapis, plastik, tinta, dan keramik. Padahal TiO_2 memiliki potensial redoks +2,53 Volt, dimana dengan potensial redoks sebesar itu hampir semua senyawa organik dapat dioksidasi. Keadaan ini dapat dimanfaatkan untuk mengoksidasi polutan organik menjadi produk yang lebih ramah lingkungan. Fotokatalis berbasis TiO_2 yang banyak berkembang saat ini, digunakan untuk memperbaiki beberapa metode pengolahan limbah konvensional yang dirasa masih kurang efektif, seperti metode koagulasi, karbon aktif, klorinasi, dan ozonisasi. Pada kenyataannya penggunaan TiO_2 serbuk dalam mendegradasi limbah masih kurang efektif. Penggunaan TiO_2 dalam sistem suspensi menyebabkan serbuk TiO_2 yang telah terdispersi dalam zat warna sulit untuk diregenerasi, selain itu dalam konsentrasi TiO_2 tinggi, aktivitas fotokatalis juga akan semakin menurun karena adanya peristiwa turbulensi. Rendahnya daya adsorpsi dari TiO_2 juga menjadikan suatu alasan bahwa penggunaan TiO_2 serbuk tidak optimal dalam pengolahan limbah. Selain TiO_2 , semikonduktor lain yang sering kali digunakan untuk mendegradasi limbah adalah Fe_2O_3 , semikonduktor ini memiliki kemampuan degradasi limbah yang cukup baik namun mudah mengalami pelarutan oksida, sehingga aktivitas fotokatalisnyapun menurun. Kelemahan dari metode penggunaan TiO_2 dan Fe_2O_3 serbuk dapat diperbaiki dengan mengimobilisasikan dengan metode sol-gel pada matriks SiO_2 yang memiliki struktur berpori dan daya adsorpsi yang besar. Selain itu dengan mengimobilisasi komposit $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ diharapkan dapat mengatasi kelemahan satu sama lain, yaitu meningkatkan waktu rekombinan karena adanya penghambatan rekombinan dari Fe_2O_3 sehingga aktivitas fotokatalisnya semakin meningkat. Tujuan penelitian ini adalah (i) mengetahui pengaruh komposisi lapis tipis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$

terhadap aktivitas fotokatalis dalam mendegradasi limbah cair pewarna tekstil, (ii) mengetahui pengaruh suhu kalsinasi pembuatan lapis tipis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ terhadap aktivitas fotokatalis dalam mendegradasi limbah cair pewarna tekstil, (iii) Mengetahui struktur kristal dari fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu : (i) immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 ke dalam matriks SiO_2 , (ii) uji fisik, (iii) uji aktivitas, (iv) penentuan struktur kristal, (v) analisa data. Proses immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam matriks SiO_2 dilakukan dengan cara mencampurkan TEOS dengan HNO_3 , etanol, aquades, serta bubuk TiO_2 dan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ sesuai dengan variasi komposisi 95% $\text{TiO}_2\text{-5}\%\text{Fe}_2\text{O}_3$, 90% $\text{TiO}_2\text{-10}\%\text{Fe}_2\text{O}_3$, dan 85% $\text{TiO}_2\text{-15}\%\text{Fe}_2\text{O}_3$. Campuran kemudian diaduk dengan pengaduk magnetik selama 24 jam dan dipoleskan pada permukaan kaca. Setelah lapisan kering, dilanjutkan dengan pemanasan pada variasi 100°C , 200°C , 300°C , dan tanpa pemanasan. Uji aktivitas dilakukan menggunakan larutan pewarna Procion Red MX-8B yang telah ditambahkan fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dan disinari UV selama 24 jam. Larutan hasil uji kemudian ditentukan konsentrasinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui aktivitas fotokatalis dan persen degradasi. Lapis tipis fotokatalis juga diuji dengan metode XRD untuk mengetahui struktur kristalnya.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa Komposisi fotokatalis memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap aktivitas fotokatalis. Aktivitas fotokatalis paling besar adalah dengan penambahan Fe_2O_3 sebanyak 10%, jika jumlah Fe_2O_3 terlalu sedikit maka aktivitas fotokatalis kecil, begitu pula jika jumlahnya terlalu besar maka aktivitas juga akan menurun. Untuk variasi suhu kalsinasi, semakin tinggi suhu kalsinasi maka aktivitas fotokatalis akan mengalami penurunan yang cukup signifikan. Sedangkan berdasarkan data difraktogram menunjukkan bahwa terdapat 3 macam kristal dengan kristalinitas yang cukup baik yaitu TiO_2 anatase, SiO_2 , dan Fe_2O_3 . Dari beberapa fotokatalis yang diuji, variasi komposisi $\text{SiO}_2\text{-90}\%\text{TiO}_2\text{-10}\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ tanpa pemanasan memiliki aktivitas fotokatalis paling baik, yaitu $5.736 \times 10^{-7} \text{ mg/cm}^2\text{s}$, dan persen degradasi sebesar 99, 111%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam Matriks SiO_2 dengan Metode Sol-Gel Sebagai Pendegradasi 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.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

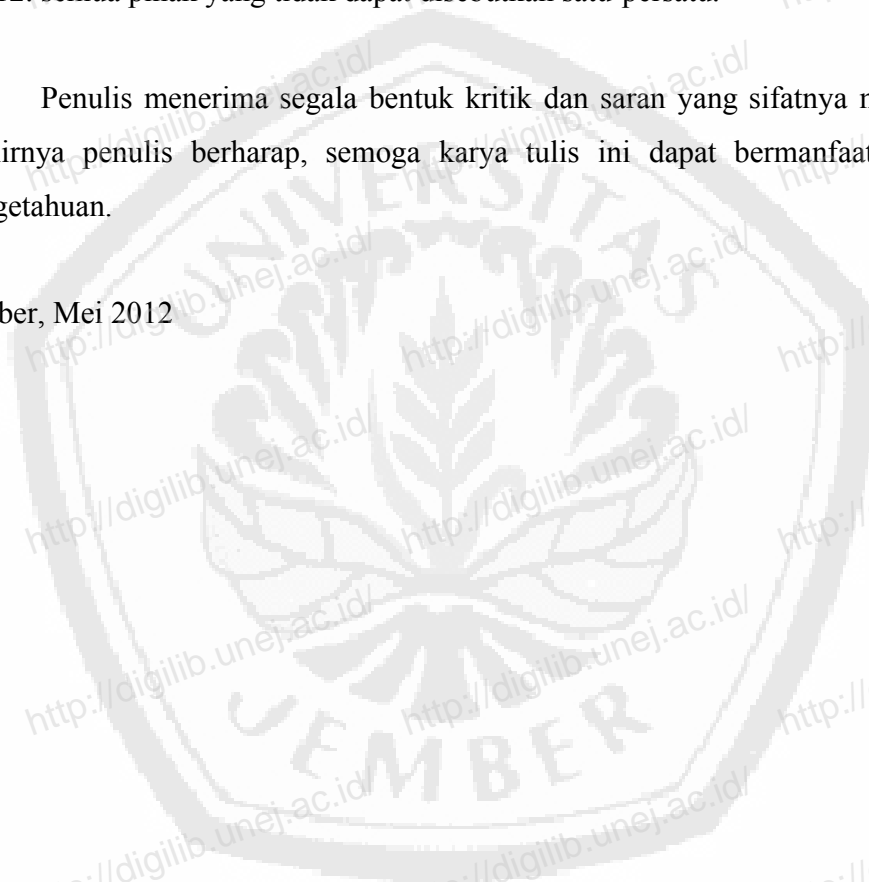
1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Suwardiyanto S,Si, M.Si, Novita Andarini S.Si, M.Si, dan Tanti Haryati S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta perhatiannya untuk memberikan dukungan, dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Drs. Mukh. Mintadi , M.Sc dan Drs. Siswoyo , M.Sc, Ph.D, 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 telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;
6. teman-teman angkatan 2007, terima kasih untuk semua kekompakan, segala bantuan, semangat, dan kenangan yang telah diberikan;
7. rekan-rekan aktivis LPM Alpha, HMI, PPMI, dan LSI yang telah banyak memberikan bantuan dan pengalaman;
8. teman satu penelitian M. Abd. Aziz, Fendi Saputra, dan Siti Mardiyah, terima kasih atas kerjasama dan kekompakannya;

9. Didik Pribadi, Umarul Faruq, Dera Ratna Kumala, dan teman-teman lain atas dukungan, semangat, serta kerelaannya untuk meminjamkan laptop dan komputer guna penyusunan skripsi ini;
10. kakak-kakak angkatan 2005 dan 2006;
11. adik-adik angkatan 2008, 2009, 2010, dan 2011;
12. 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, Mei 2012

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	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fotokimia	5
2.2 Fotokatalis	5
2.3 TiO₂ Sebagai Fotokatalis	6
2.4 Besi (III) Oksida	10
2.5 Metode Sol Gel	11
2.6. Spektrofotometri UV-Vis	12

2.6.1 Spektroskopi	12
2.6.2 Hukum Lambert-Beer	13
2.6.3 Penyimpangan Hukum Lambert-Beer	15
2.6.4 Spektrofotometri UV-Vis	16
2.7. Difraksi sinar-X	17
2.8. Pewarna Red MX-8B	20

BAB 3. METODOLOGI 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 Skema Kerja Penelitian	24
3.4.1 Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 ke dalam matriks SiO_2	24
3.4.2 Uji Fisik Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	25
3.4.3 Uji Aktivitas Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	26
3.4.4 Penentuan Struktur Kristal $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	27
3.5 Prosedur Kerja	27
3.5.1 Immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 ke dalam matriks SiO_2	27
3.5.2 Uji Fisik Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	28
3.5.3 Uji Aktivitas Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	28
3.5.4 Penentuan Struktur Kristal $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	28
3.5.5 Analisis Data	29

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Fotokatalis $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$	30
4.2. Aktivitas Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	34
4.2.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Kalibrasi	34

4.2.2. Aktivitas Fotokatalis 37

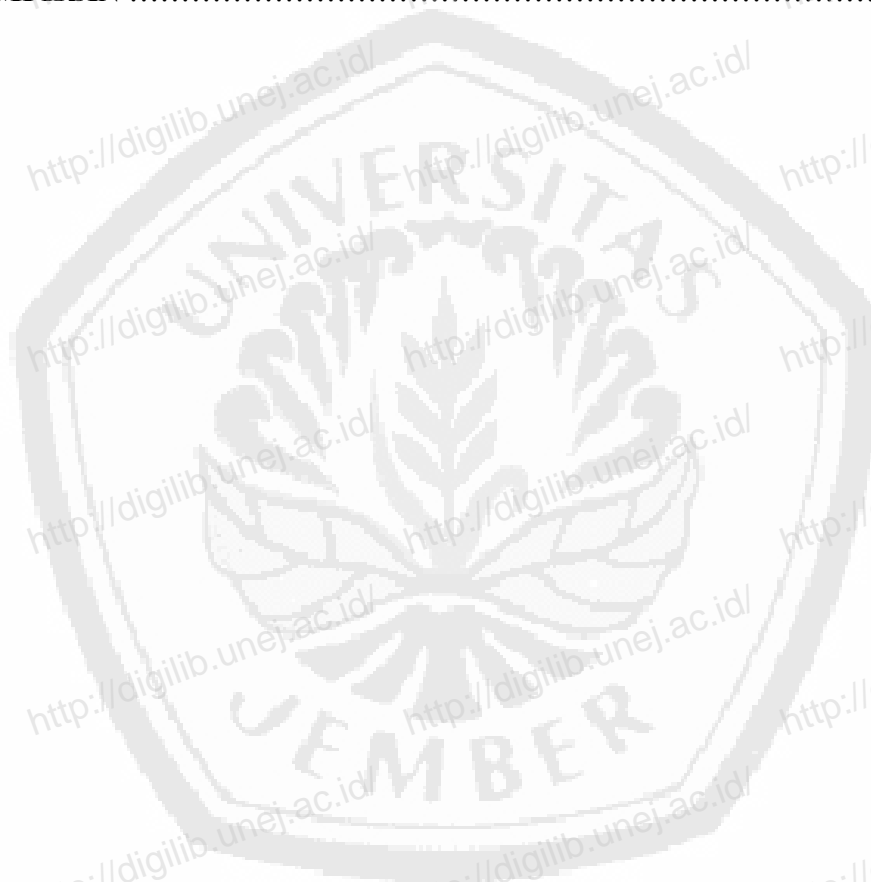
BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan 49

5.2. Saran 49

DAFTAR PUSTAKA 50

LAMPIRAN 54



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Jenis-jenis bahan filter sesuai dengan spektrum $K\alpha$	17
2.2 Nama dan jenis zat pewarna tekstil	19
3.1 Perbandingan Jumlah TEOS, TiO_2 , dan $Fe(NO_3)_3$	23
4.1 Data difraktogram $SiO_2-TiO_2-Fe_2O_3$	42



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Besarnya celah energi pada semikonduktor 8
2.2	Reaksi pada fotokatalis TiO_2 9
2.3	Fenomena interaksi gelombang cahaya dengan spesies kimia 13
2.4	Kurva kalibrasi 14
2.5	Diagram spektrofotometer 16
2.6	Deriviasi hukum dalam difraksi sinar-X 18
2.7	Struktur procion red MX-8B 20
3.1	Diagram alir penelitian 22
3.2	Skema immobilisasi TiO_2 dan Fe_2O_3 ke dalam matriks SiO_2 23
3.3	Skema uji fisik fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 24
3.4	Skema uji aktivitas fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 24
3.5	Skema penentuan struktur kristal fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 25
4.1	Reaksi hidrolisis 28
4.2	Reaksi kondensasi air 29
4.3	Reaksi kondensasi alkohol 30
4.4	Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 31
4.5	Susunan fotokatalis dalam uji aktivitas 32
4.6	Spektra zat warna 33
4.7	Kurva kalibrasi 34
4.8	Aktivitas fotokatalis 36
4.9	Difraktogram fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-90\%TiO}_2\text{-10\%Fe}_2\text{O}_3$ tanpa pemanasan 41
4.10	Difraktogram fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-95\%TiO}_2\text{-5\%Fe}_2\text{O}_3$ dengan suhu kalsinasi 300°C 42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Nilai Absorbansi Procion Red MX-8B Setelah Diuji dengan Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Berbagai Variasi	50
2. Penentuan Konsentrasi Procion Red Mx-8B Setelah Diuji dengan Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$	52
3. Persentase Kemampuan Fotokatalis $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dalam Mendegradasi Larutan Procion Red MX-8B	55
4. Aktivitas Fotokatalis dalam Mendegradasi Larutan Procion Red MX- 8B	57

