

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ UNTUK FOTODEGRADASI Cr(VI)
DAN PENGUKURAN KOK LIMBAH CAIR B3**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

LIA SAFRINA S

09053130021

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

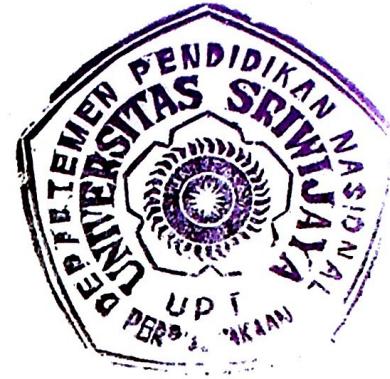
2010

S
546.512 og
Saf
S
e-10685
2010

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ UNTUK FOTODEGRADASI Cr(VI)
DAN PENGUKURAN KOK LIMBAH CAIR B3**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

LIA SAFRINA S

09053130021

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIJAWA

2010

Lembar Pengesahan

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ UNTUK FOTODEGRADASI Cr(VI)
DAN PENGUKURAN KOK LIMBAH CAIR B3**

SKRIPSI

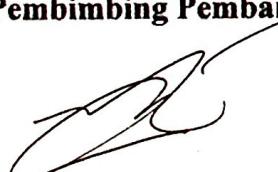
**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

OLEH :

**LIA SAFRINA S
09053130021**

Indralaya, Mei 2010

Pembimbing Pembantu


**Nova Yuliasari, S.Si., M.Si
NIP. 19730726 199903 2 001**

Pembimbing Utama


**Nurlisa Hidayati, S.Si., M.Si
NIP. 19721109 200003 2 001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia**



“Pengetahuan tidaklah cukup jika tidak diamalkan. Niat tidaklah cukup jika tidak dilakukan”

“Kita menilai diri dari apa yang kita pikir bisa kita lakukan, padahal orang lain menilai kita dari apa yang sudah kita lakukan. Untuk itu apabila anda berpikir bisa, segeralah lakukan” (Mario T)

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

- ④ Ayah, Ibuku tercinta yang menjadi semangat dalam hidupku, yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan nasehatnya.
- ④ Adik-adikku, dan Keluarga Besarku yang selalu memberikan motivasi kepadaku.
- ④ Orang-orang yang menyayangiku.
- ④ Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul **“Studi Aplikasi Humin-TiO₂ Untuk Fotodegradasi Cr(VI) dan Pengukuran KOK Limbah Cair B3”** dapat terselesaikan yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian, penulisan dan akhirnya terselesaikan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Nurlisa Hidayati, S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama dan Ibu Nova Yuliasari S.Si., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya dari awal penelitian hingga penulisan skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya dan selaku pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya selama penulis kuliah.
3. Bapak Risfidian Mohadi, S.Si., M.S, dan seluruh staf dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI serta karyawan yang telah banyak membantu penulis.

4. Ibu dan Bapak tercinta yang selalu memberikan untaian doanya serta selalu memberikan motivasi, nasihat dan arahan kepadaku.
5. Sahabat Timku (Opet, Rohma dan Febri), terimakasih atas bantuan, kesabaran, semangat serta doanya.
6. Sahabat-sahabatku (Tina, Sisca, Puput, Ranty, Wiwin, Tya, Kiky, Rita, Aditya), terima kasih atas perhatian dan persahabatan selama ini. Semoga kita terus menjaga hubungan ini.
7. Saudariku Ayu, Adisti, Citra, Putri, Sari, Astri, Putri. Anak kost dudul (Wenny, Sherly, Muna), terima kasih atas waktu kebersamaan, perhatian, dan persahabatannya.
8. Teman -teman Angkatan 2005 baik yang sudah dahulu selesai dan yang masih terus berjuang, terima kasih untuk segala bantuan.

Semoga Allah senantiasa memberikan taufiq dan hidayahnya kepada semua yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini lebih sempurna dan bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, April 2010

Penulis

STUDY APPLICATION HUMIN-TiO₂ FOR PHOTODEGRADATION OF Cr(VI) AND WASTE WATER COD DETERMINATION

By :

**LIA SAFRINA
09053130021**

ABSTRACT

Research about application TiO₂-humin for photodegradation Cr(VI) to Cr(III) by column methode and for determination of COD at textile dyeing waste water have been investigated. Humin was interaction with TiO₂, and properties of this material were characterized with FT-IR and SEM. Process photodegradation Cr(VI) done use calculation of total Cr by means of Atomic Adsorption Spectrophotometer and calculate value Cr(VI) to use Spektronik 20D. Parameter determined to process photodegradation Cr(VI) covering interaction time, heavy of humin-TiO₂ and pH, the same things do at determination assessed COD. Process of photodegradation Cr(VI) using method of column got by optimum time interaction 30 minute, heavy of humin-TiO₂ 0,5 gr, at pH 9 is the best condition. Process of degradation assessed COD getting of optimum time interaction during 60 minute, optimum weight of 1 gr humin-TiO₂, best condition at degradation assessed COD became at pH 4.



**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ UNTUK FOTODEGRADASI Cr(VI)
DAN PENGUKURAN KOK LIMBAH CAIR B3**

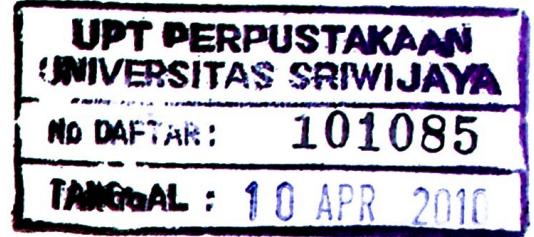
OLEH :

**LIA SAFRINA
09053130021**

ABSTRAK

Penelitian tentang studi aplikasi humin-TiO₂ untuk fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III) telah dilakukan dengan metode kolom dan dilakukan pengukuran KOK pada limbah cair penenunan songket. Humin diinteraksikan dengan TiO₂. Analisis gugus fungsional humin-TiO₂ ditentukan dengan menggunakan FT-IR dan analisis permukaan morfologi menggunakan SEM. Proses fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III) dilakukan menggunakan perhitungan Cr total dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom dan menghitung nilai Cr(VI) yang tertinggal dengan Spektronik 20D. Parameter yang ditentukan untuk proses fotodegradasi Cr(VI) meliputi waktu interaksi, berat humin-TiO₂ dan pH optimum dilakukan juga pengukuran nilai KOK. Proses fotodegradasi Cr(VI) menggunakan metode kolom didapatkan waktu interaksi optimum 30 menit, berat humin-TiO₂ 0,5 g, kondisi terbaik didapat pada pH 9. Penurunan nilai KOK didapatkan waktu interaksi optimum 60 menit, berat optimum humin-TiO₂ 1 g dan kondisi terbaik terjadi pada pH 4.





DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBERAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Material Organik Humin.....	5
2.2 Limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya).....	7
2.3 Adsorpsi.....	9
2.4 Fotokatalisis.....	12
2.5 Titanium (Ti).....	14
2.6 Kromium (Cr).....	15

2.7	Spektroskopi FT-IR.....	16
2.8	Spektrofotometri Visible.....	18
2.9	Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	21
2.10	Scanning Electron Microscopy (SEM).....	22
2.11	Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK).....	23
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1	Waktu dan Tempat.....	25
3.2	Bahan dan Alat.....	25
3.3	Prosedur Penelitian.....	26
	3.3.1 Pembuatan Katalis Humin-TiO ₂	26
	3.3.2 Karakterisasi Katalis Humin-TiO ₂	26
	3.3.2.1 Analisis Spektrofotometer Inframerah....	26
	3.3.2.2 Analisis Permukaan Morfologi dengan SEM.....	26
	3.3.3 Prototipe Aplikasi Kolom Pendegradasi.....	27
	3.3.3.1 Variasi Waktu Interaksi Optimum.....	27
	3.3.3.2 Variasi Berat Optimum.....	28
	3.3.3.3 Variasi pH Larutan Optimum.....	29
	3.3.4 Pembuatan Komplek Cr(VI) / <i>Chromiun Hexavalent</i>	29
	3.3.5 Aplikasi Katalis Humin - TiO ₂ Menurunkan KOK Limbah Cair B3.....	30
	3.3.5.1 Pembuatan Larutan Standar Induk KOK.....	30
	3.3.5.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Analisis KOK....	30
	3.3.5.3 Penentuan Waktu Interaksi Optimum.....	31

3.3.5.4 Variasi Berat Optimum.....	31
3.3.5.5 Penentuan pH Larutan Optimum.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Identifikasi Gugus Fungsional Katalis Humin-TiO ₂ dengan Spektroskopi FT-IR.....	32
4.2 Hasil Identifikasi Morfologi Permukaan dengan SEM.....	33
4.3 Penggunaan Katalis Humin - TiO ₂ Untuk Proses Fotodegradasi.....	35
4.3.1 Penentuan Waktu Interaksi Optimum.....	35
4.3.2 Penentuan Berat Optimum Katalis Humin-TiO ₂	36
4.3.3 Penentuan pH Larutan Optimum.....	38
4.4 Penggunaan Katalis Humin-TiO ₂ Untuk Penurunan KOK.....	39
4.4.1 Penentuan Waktu Interaksi Optimum.....	39
4.4.2 Penentuan Berat Optimum Katalis Humin-TiO ₂	41
4.4.3 Penentuan pH Larutan Optimum.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Bilangan Gelombang Utama Spektroskopi FT - IR Senyawa Humat.....	18
Tabel 2 . Spektrum Tampak dan Warna Komplementer.....	21

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1 . Model Kompleks <i>Clay Mineral-Humat</i> dengan Ikatan Koordinasi Polivalen Kation dan Ikatan Hidrogen.....	12
Gambar 2 . Perbandingan Spectra IR : Humin (a) dengan Humin-TiO ₂ (b).....	32
Gambar 3 . Foto SEM Katalis Humin-TiO ₂ Waktu Stirer 2 jam dengan Perbesaran 500x	34
Gambar 4 . Foto SEM Katalis Humin-TiO ₂ Waktu Stirer 2 jam dengan Perbesaran 2500x	34
Gambar 5 . Foto SEM Katalis Humin-TiO ₂ Waktu Stirer 2 jam dengan Perbesaran 5000x	34
Gambar 6 . Foto SEM Katalis Humin-TiO ₂ Waktu Stirer 2 jam dengan Perbesaran 10000x	34
Gambar 7 . Pengaruh Waktu Interaksi Humin - TiO ₂ pada Proses Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	35
Gambar 8 . Pengaruh Berat Humin-TiO ₂ Terhadap Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	37
Gambar 9 . Pengaruh pH Larutan Terhadap Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	38
Gambar 10 . Penentuan Waktu Interaksi Optimum pada Penurunan Nilai KOK.....	40
Gambar 11 . Pengaruh Berat Katalis Humin-TiO ₂ Terhadap Penurunan Nilai KOK.....	42
Gambar 12 . Pengaruh pH Larutan Terhadap Penurunan Nilai KOK.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 . Spektrum FT-IR Sampel Humin.....	50
Lampiran 2 . Spektrum FT-IR Sampel Humin-TiO ₂ Stirer 2 Jam.....	51
Lampiran 3 . Data Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan Standar K ₂ Cr ₂ O ₇ dengan Spektrofotometer 20D.....	52
Lampiran 4 . Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar Cr(VI) dengan Spektrofotometer 20D.....	53
Lampiran 5 . Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar Cr dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	54
Lampiran 6 . Analisis Data Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	55
Lampiran 7 . Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar KHF.....	58
Lampiran 8 . Analisis Data Perhitungan Nilai KOK.....	59
Lampiran 9 . Gambar Katalis Humin-TiO ₂ , Kolom Fotodegradasi, Larutan Kompleks Cr(VI), Larutan Hasil Fotodegradasi.....	61



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan industri dan semakin ketatnya peraturan mengenai limbah industri serta tuntutan untuk mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan, maka teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien menjadi sangat penting. Industri tekstil merupakan industri yang maju dan berkembang pesat, hal ini diikuti dengan bertambahnya limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut baik volume maupun jenisnya.

Limbah industri tekstil banyak jenisnya tergantung pada bahan baku yang digunakan. Pada umumnya limbah cair industri tekstil mengandung bermacam-macam senyawa, baik organik maupun anorganik yang termasuk ke dalam limbah B3 (bahan beracun berbahaya), karena limbah cair tersebut terutama berasal dari cairan bekas proses pewarnaan dan proses pencelupan serta proses-proses lain yang berhubungan dengan industri tersebut. Karakteristik utama dari limbah industri tekstil adalah tingginya kandungan zat warna sintetik yang banyak mengandung logam-logam berat seperti kromium dan zat warna organik reaktif, yang apabila dibuang ke lingkungan akan membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia. (Junaidi, 2006).

Penanganan limbah B3 memerlukan perhatian khusus karena dilihat dari komposisinya, proses pengolahannya harus bisa menurunkan dua komponen penyumbang besar dalam limbah. Jadi pengolahan harus dapat menurunkan kandungan logam berat dan zat-zat yang merugikan lainnya. Dalam penelitian ini

diusulkan suatu metode pengolahan limbah yang lebih efektif dalam menurunkan kadar toksik dari limbah B3 yang dihasilkan dengan cara mendengradasi senyawa-senyawa berbahaya dan beracun dengan katalis humin-TiO₂ dengan bantuan cahaya dan menurunkan derajat pencemaran air yang dapat ditimbulkan oleh masuknya bahan organik dan anorganik dari luar dengan cara menentukan nilai KOK (Kebutuhan Oksigen Kimia) dari limbah B3.

Kebutuhan Oksigen Kimia merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. KOK dinyatakan dalam ppm (*part per milion*) atau ml O₂/ liter. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan nilai KOK untuk mengetahui seberapa besar limbah industri tekstil dapat mencemari lingkungan disekitarnya.

Hasil-hasil penelitian terdahulu tentang fotodegradasi didapatkan bahwa oksida logam transisi sangat baik digunakan untuk fotokatalis. Oksida logam transisi yang biasa digunakan sebagai fotokatalis adalah TiO₂, ZrO₂, ZnO dan lain-lain (Rao, 2003). Salah satu penerapan teknologi fotokatalisis TiO₂ yang banyak berkembang adalah usaha untuk meminimalkan zat organik berbahaya yang disebabkan oleh pencemaran limbah industri maupun limbah rumah tangga.

Penelitian yang dilakukan untuk memaksimalkan kerja dari TiO₂ juga banyak dilakukan dengan cara mendistribusikannya pada media pendukung, salah satunya dengan mengimpregnasikannya pada karbon aktif (Agus dkk, 2009). Senyawa humin dari tanah gambut sendiri memiliki keunggulan dalam menghilangkan zat-zat pencemar dengan melalui proses adsorpsi oleh situs-situs aktif senyawa humin, humin juga stabil baik dalam medium asam maupun basa,

sehingga aplikasinya untuk penanganan limbah cair B3 di lingkungan dapat dilakukan dengan efektif karena strukturnya yang stabil. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan jumlah total logam pencemar dari larutan yang digunakan yaitu Cr untuk melihat proses adsorbsi, dilakukan juga penentuan jumlah Cr(VI) dari larutan setelah interaksi pada proses fotodegradasi yang terjadi sehingga selisih perhitungan benar-benar merupakan logam Cr(III).

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu industri tekstil yang semakin berkembang di Kota Palembang yaitu industri songket, songket semakin diminati penggunaannya karena merupakan salah satu kerajinan khas dari Kota Palembang. Industri ini memiliki kandungan zat warna sintetik dan mengandung logam-logam berat seperti kromium dan zat warna organik yang berasal dari cairan bekas proses pewarnaan dan proses pencelupan serta proses-proses lain yang berhubungan dengan proses pembuatan songket tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis katalis humin-TiO₂, dimana senyawa humin diperoleh dari hasil isolasi tanah gambut dari Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatra Selatan dengan menggunakan suatu metode yang direkomendasikan oleh *International Humic Acid Society (IHSS)*. Senyawa humin memiliki kestabilan terhadap pH lingkungan asam maupun basa. Hasil isolasi dijadikan sebagai *adsorben* sedangkan TiO₂ sebagai agen fotokatalis. Humin-TiO₂ digunakan sebagai pendegradasi senyawa-senyawa berbahaya dan beracun dengan menggunakan kolom dan dengan bantuan cahaya, juga digunakan untuk

menurunkan derajat pencemaran air yang dapat ditimbulkan oleh masuknya bahan organik dan anorganik dari luar dengan cara menentukan nilai KOK limbah yang dihasilkan industri songket. Katalis humin-TiO₂ hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR dan SEM, dan diuji kegunaannya sebagai fotokatalis sekaligus pengadsorb limbah cair B3, sehingga diharapkan hasil akhir dari pengelolaan limbah cair B3 akan lebih ramah lingkungan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Karakterisasi Humin-TiO₂ menggunakan Spektroskopi FT-IR dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).
2. Mempelajari humin-TiO₂ sebagai katalis untuk proses fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III) dengan bantuan sinar UV.
3. Menghitung nilai KOK limbah zat warna songket sebelum dan setelah penambahan humin-TiO₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diusulkan suatu metode pengolahan limbah yang lebih efektif dalam menurunkan kadar senyawa beracun dari limbah B3 yang dihasilkan dengan cara mendegradasi dan menentukan nilai pencemaran senyawa-senyawa berbahaya dan beracun dengan katalis humin-TiO₂, sehingga hasil pengolahan limbahnya akan menghasilkan konsentrasi yang mampu terus terdegradasi sehingga lebih aman bila berada di lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009, Kromium, <http://www.google.com/id.wiki.org/wiki/kromium>. Diakses pada 12 September 2009.
- Anonim, 2009, Limbah B3 dan Kesehatan, <http://www.google.com/audit/limbah>. Diakses pada 17 Oktober 2009.
- Anonim, 2009, Titanium, <http://www.google.com/id.wiki.org/wiki/titanium>. Diakses pada 12 September 2009.
- Ansari, Reza., 2006, Application of Polyaniline and its Composites for Adsorption/Recovery of Chromium (VI) from Aqueous Solutions, Chemistry Department, Faculty of Science, Guilan University, Rasht, IRAN, *Acta Chim. Slov.*, 2006, 53, 88-94.
- Asminar, Rahmiati, dan Sunarko Achmad. 2008. Analisis Unsur Cu,Cr,Fe,Mg dan Zn Dalam Paduan AlMgSi-1. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN. Tangerang. ISSN 1978-9858, *Prosiding Seminar Pengelolaan Perangkat Nuklir tahun 2008, PTBN-BATAN, Serpong 29 Juli 2008*.
- Day, R.A. dan A.L., Underwood, 1992. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Terjemahan Handayana Pudjaatmaka, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Febrianto, M., 2010, *Sintesis Hibrid Anorganik–Organik Mikrostruktur TiO₂-Humin dan Pemanfaatannya Pada Proses Fotodegradasi Metilen Biru*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Unsri, Inderalaya.
- Fujishima, A., Rao, T. N. and Tryk, D. A., 2000. Titanium dioxide photocatalysis, *Journal of Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev.*, 1.
- Gaskill, A., Compilation and Evaluation of RCRA Method Performance Data, Work Assignment No.2 , *EPA Contract No.68-01-7075, September 1986. Revision 1, July 1992*.
- Halmann, M., 1996, *Photodegradation of Water Pollutants*. New York: CRC Press.
- Hendayana, S., dkk, 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi kesatu, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Huang, M., Mao, S., Feick, H., Yan, H., Wu, Y., Kind, H., Weber, E., Russo, R. and Yang, P., 2001. Room Temperature Ultraviolet Nanowire Nanolasers, *Science*, 292, 1897-1899.

Junaidi, Patria Bima, D.H., 2006, Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta), Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip, Semarang, *Jurnal PRESIPITASI, Vol.1 No.1 September 2006, ISSN 1907-187X*

Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerjemah oleh Saptohardjo, A., Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Kohl, S., and Rice, J.A, 2008, *The Binding of Organic Contaminants To Humin*, <http://www.ecc.ksu.edu/HSRC/96proceed/kohl.html>, Diakses pada 13 Februari 2010.

Konstantinou I, Sakkas V, Albanis T., 2002. Photocatalytic degradation of the herbicide propanil and molinate over aqueous TiO₂ suspensions: Identification of intermediates and the reaction pathway. *Applied Catalysis B: Environmental.*; 39:75-90.

Lachheb H, Puzenat E, Houas A, Ksibi M, Elaloui E, Guillard C, Hermann J. 2002. Photocatalytic degradation of various types of dyes (Alizarin S, Crocein Orange G, Congo Red, Methylene Blue) in water by UV-irradiated titania. *Applied Catalysis B: Environmental.* 39:75-90.

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, *EPA-600/4-82-055, December 1982, Methods 218.4 and 218.5., Revision 1, July 1992.*

Ming-Liang Chen, Jang-Soon Bae, and Won-Chun Oh., 2006, Characterization of AC/TiO Composite Prepared with Pitch Binder and Their Photocatalytic Activity. *Bull. Korean Chem. Soc.*, Vol. 27, No. 9 1423.

Nababan Ester, 2005, *Study Interaksi Tanah Gambut Sebagai Pengikat Logam Cr (VI) Dari Limbah Cair Pabrik Pelapisan Seng*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Unsri, Inderalaya.

Nur Hadi, 2006, Modification of Titanium Surface Species of Titania by Attachment of Silica Nanoparticles, Ibnu Sina Institute for Fundamental Science Studies, Universiti Teknologi Malaysia. *Materiala Science and Engineering B* 133 (2006) 49-54

Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Translation Editor by Cooper, I.L., Ellis Horwood Limited, John Wiley & Sons, New York.

Pavasupree, S., Ngamsinlapasathian. S., Nakajima. M., Suzuki, Y., Yoshikawa, S. and Kawahata, R., 2006, Synthesis, Characterization, Photocatalytic Activity and Dye Sensitized Solar Cell Performance of

- Nanorods/Nanoparticles TiO_2 with Mesoporous Structure, *Journal Photochem, Photobio., A: Chem.*, in press.
- Rao, C. N. R., and Nath, M., 2003. Inorganic Nanotubes, *Dalton Trans.*, 1:1-24.
- Rice, James A, dan MacCarthy, Patrick, 1988, Comments on the Literature of the Humin Fraction of Humus, *Geoderma*, 43:65-73.
- Saefudin Agus, Darmawan Adi, Asmiyawati Chairil. 2009. *Sintesis Terpilar TiO_2 Menggunakan Surfaktan Dodesilamin, Karakterisasi Dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna*. Kimia Anorganik Jurusan Kimia Universitas Diponegoro, Semarang. http://www.google.com/jurnal_JC2004102/fotodegradasi/indigocarmin.html, Diakses pada 23 Maret 2010.
- Slamet, Syakur Riyadi, dan Danumulyo Wahyu. 2003. Pengolahan Limbah Logam Berat Chromium(VI) Dengan Fotokatalis TiO_2 . Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, Indonesia. *Makara, Teknologi*, Vol. 7, No.1., April 2003.
- Stevenson, F.J., 1994, *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc, New York.
- SNI 06-6989.2-2004, Air dan Air Limbah, *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri*, lcs 13.060.50 Badan Standardisasi Nasional.
- Shaw, D.J., 1983, *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, Butterworth and Co. Ltd, New York.
- Vogel, 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro*, Edisi Kelima, Direvisi oleh Svehla, G., Diterjemahkan oleh Setiono, L., Pandjaatmaka, A.H., Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Widarko, I., 2008, *Studi Adsorpsi Cu(II), Cd(II) dan Cr(VI) Pada Humin Yang Diisolasi Dari Tanah Gambut Kabupaten Ogan Komering Ilir*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Unsri, Inderalaya.
- Yulianti, I., 2004, *Penggunaan Serbuk Pelepah Kelapa Sawit Untuk Menurunkan COD, BOD Dan Kadar Amonia Dari Limbah Pabrik Karet*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Unsri, Inderalaya.