

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ DENGAN METODE BATCH
UNTUK PENURUNAN KOK LIMBAH CAIR PENENUNAN SONGKET
DAN FOTODEGRADASI Cr(VI)**

SKRIPSI

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



**Oleh:
OPETI
09053130001**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

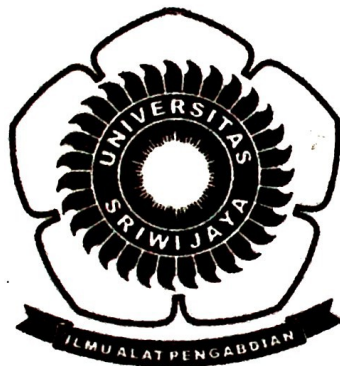
S
546.512 07
opc
e-10/737
2do

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ DENGAN METODE BATCH
UNTUK PENURUNAN KOK LIMBAH CAIR PENENUNAN SONGKES
DAN FOTODEGRADASI Cr(VI)**



SKRIPSI

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



**Oleh:
OPETI
09053130001**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

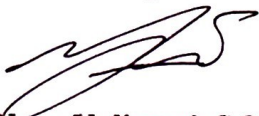
**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ DENGAN METODE BATCH
UNTUK PENURUNAN KOK LIMBAH CAIR PENENUNAN SONGKET
DAN FOTODEGRADASI Cr(VI)**

SKRIPSI

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

**Oleh :
OPETI
09053130001**

Pembimbing Pembantu,



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


**Inderalaya, Agustus 2010
Pembimbing Utama,**



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



**Mengetahui,
Kepala Jurusan Kimia**


**Dra. Fatma, M.S
NIP. 19620713 199102 2 001**

*"Sesungguhnya Beserta Kesulitan Itu Ada Kemudahan"
(Al-Insyiroh : 5)*

*"... Pengetahuan Tidaklah Cukup, Kita harus Mengamalkannya.
Niat Tidaklah Cukup, Kita Harus melakukannya..."*

Ku Persembahkan Skripsi ini untuk:

- *Allah SWT, Tuhanku yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang serta Nabi Muhammad SAW sebagai Pedomanku*
- *Bapak dan ibuku tercinta yang menjadi semangat dalam setiap langkah ku yang selalu memberikan kasih sayang, do'a dan perhatiannya*
- *Saudara-saudaraku (Cak'veta, adek Evoy dan Adek'vina)*
- *Seseorang yang Selalu ada di hatiku*
- *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya serta salawat dan salam ditujukan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW sebagai panutan hidup, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Studi Aplikasi Humin-TiO₂ dengan Metode Batch untuk Penurunan KOK Limbah Cair Penenunan Songket dan Fotodegradasi Cr(VI)**, yang merupakan salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana sains di bidang studi kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya 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 bimbingan, petunjuk, saran, dan nasehat kepada penulis. Selain itu penulis juga mengucapkan rasa 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 Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah banyak memberikan saran serta nasehatnya kepada penulis selama kuliah.
4. Bapak Risfidian Mohadi, M.Si, Semua dosen, staf serta seluruh analis laboratorim di jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

5. Kedua orang tuaku, yang telah memberikan kasih sayang, semangat dan do'anya yang akan selalu menjadi motivatorku..I luv U forever.
6. Saudara-saudaraqu : Cak'Veta, adek Evoy, adek vina, adek Ali, dek"Ya...Thanks ya atas dukungan dan do'a kalian selama ini..Moga kalian semua kelak jadi orang sukses.
7. Sahabat-sahabat terbaikku : Ira, bo'win, bo'ta, Lia, Sisca, Puput, Tina, Ranty yang selalu memberikan supportnya..kebersamaan kita akan selalu kukenang.
8. Sahabat-sahabat dekatku:Icha, rani, tris, yuk'may, uwixs, k-tink..Thanks yo atas dukungannya selama ini..sukses juga buat kalian.
9. Sahabat-sahabatku di MIKI UNSRI (Tya,vipy, lilit, veby, eva, rina, alyn, iqbal, febry, bang andri, Mb'Catur) makasih yo buat spiritnyo.
10. Teman-temanku angkatan '05 kakak-kakak tingkat angkatan '02, '03, '04 dan adik-adik tingkat angkatan '06, '07, '08 , thanks atas kebersamaan dan do'anya...Terus berjuang buat MIKI UNSRI.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal dengan pengorbanan yang mereka berikan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat pada skripsi ini, maka penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dan berharap semua tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Juli 2010

Penulis

**STUDY APPLICATION OF HUMIN-TiO₂ USING BY BATCH METHODE
COD DETERMINATION WASTE WATER SONGKET
AND PHOTODEGRADATION OF Cr(VI)**

By :

OPETI

09053130001

ABSTRACT

Research about study application of humin-TiO₂ using for determination COD at songket dyeing waste water and photodegradation Cr(VI) to Cr(III) have been investigated by batch methode. Photodegradation Cr(VI) to Cr(III) done use calculation of total Cr by means of Atomic Adsorption Spectrophotometer and calculate value Cr(VI) to use Spectronic 20D. Parameter that determined in photodegradation process Cr(VI) covering interaction time, heavy of humin-TiO₂ and pH. The same parameters do at determination assessed COD. Process of photodegradation Cr(VI) using methode of batch got by optimum time interaction 60 minutes, heavy of humin-TiO₂ 0,2 gram, at pH 9 is the best condition. Process of degradation assessed COD getting of the optimum condition is 80 minute, 1 gram humin-TiO₂ and pH 9.

**STUDI APLIKASI HUMIN-TiO₂ DENGAN METODE BATCH
UNTUK PENURUNAN KOK LIMBAH CAIR PENENUNAN SONGKET
DAN FOTODEGRADASI Cr(VI)**

Oleh :

**OPETI
09053130001**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang studi aplikasi humin-TiO₂ dengan metode batch untuk penurunan KOK pada limbah cair penenunan songket dan fotodegradasi Cr(VI). Konsentrasi Cr(III) hasil fotodegradasi Cr(VI) diperhitungkan dari selisih antara konsentrasi Cr total hasil analisis Spektrofotometer Serapan Atom dan Cr(VI) hasil analisis Spektrometri 20D. Parameter proses fotodegradasi Cr(VI) meliputi waktu interaksi, berat humin-TiO₂ dan pH optimum. Parameter-parameter tersebut dilakukan juga untuk pengukuran nilai KOK. Proses fotodegradasi Cr(VI) menggunakan metode batch didapatkan waktu interaksi optimum 60 menit, berat humin-TiO₂ 0,2 gram pada pH 9. Penurunan nilai KOK didapatkan waktu interaksi optimum 80 menit, berat optimum humin-TiO₂ 1 gram pada pH 9.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	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. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Material Organik Humin	5
2.2. Logam Titanium (Ti).....	7
2.3. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).....	9
2.4. Adsorpsi	13
2.5. Fotokatalisis	17

2.6. Logam Krom	19
2.7. Katalis Humin-TiO ₂	20
2.8. Spektrofotometri Visible	23
2.9. Spektrofotometri Serapan atom (AAS)	26
2.10. Kebutuhan Oksigen Kimia	27
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Tempat dan Waktu penelitian.....	29
3.2. Alat dan Bahan	29
3.3. Prosedur Kerja.....	30
3.3.1. Pengambilan dan persiapan Humin-TiO ₂	30
3.3.2. Aplikasi Humin-TiO ₂ untuk Menurunkan KOK Limbah Cair penenunan Songket	30
3.3.2.1. Pembuatan Larutan Standar Induk KOK	30
3.3.2.2. Pembuatan Kurva Kalibrasi Analisis KOK.....	31
3.3.2.3. Penentuan Waktu Interaksi Optimum.....	31
3.3.2.4. Penentuan Berat Optimum	31
3.3.2.5. Penentuan pH Larutan Optimum	32
3.3.3. Pembuatan Larutan.....	32
3.3.3.1 Larutan Induk Cr (VI).....	32
3.3.3.2 Larutan Standar Cr (VI).....	32
3.3.4. Pembuatan Komplek Cr (VI) / <i>Chromium Hexavalent</i> ...	33
3.3.5. Metode Batch.....	33
3.3.5.1. Variasi Waktu Interaksi Optimum	34
3.3.5.2. Variasi Berat Optimum	34

3.3.5.3. Variasi pH larutan Optimum.....	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1. Penggunaan Humin-TiO ₂ Untuk Penurunan KOK	36
4.1.1. Penentuan Waktu Interaksi Optimum.....	36
4.1.2. Penentuan Berat Optimum	38
4.1.3. Penentuan pH Optimum	39
4.2. Penggunaan Katalis Humin-TiO ₂ Untuk Proses Fotodegradasi Cr (VI) Menjadi Cr	41
4.2.1. Penentuan Waktu Interaksi Optimum	41
4.2.2. Penentuan Berat Optimum Humin-TiO ₂	42
4.2.3. Penentuan pH Larutan Optimum	43
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Bilangan Gelombang Utama Spektroskopi FTIR Senyawa Humat	21
Tabel 2. Perbandingan Serapan Gugus Fungsional Dari Humin dan TiO ₂ -Humin.....	23
Tabel 3. Spektrum Tampak dan Warna Komplementer.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Model Kompleks <i>Clay Mineral</i> -Humat dengan Ikatan Koordinasi Polivalen Kation dan Ikatan Hidrogen	16
Gambar 2. Spektra FTIR humin-TiO ₂ pada berbagai waktu Interaksi.....	21
Gambar 3. Foto SEM humin-TiO ₂ pada perbesaran 10.000x dan 20.000x...	23
Gambar 4. Penentuan Waktu Interaksi Optimum pada Penurunan Nilai KOK	37
Gambar 5. Pengaruh Berat Katalis Humin-TiO ₂ Terhadap Penurunan Nilai KOK.....	38
Gambar 6. Pengaruh pH Larutan Terhadap Penurunan Nilai KOK.....	40
Gambar 7. Pengaruh Waktu Interaksi Humin-TiO ₂ pada Proses Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	41
Gambar 8. Pengaruh Humin-TiO ₂ Terhadap Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	42
Gambar 9. Pengaruh pH Larutan Terhadap Fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III).....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Sintesis Humin-TiO ₂ (Rohmawati, 2010)	49
Lampiran 2. Data Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan Standar K ₂ Cr ₂ O ₇ dengan Spektrofotometer 20D	50
Lampiran 3. Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar KHF.....	51
Lampiran 4. Analisis Data Perhitungan Nilai KOK	52
Lampiran 5. Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar Cr(VI) dengan Spektronik Visibel 20D.....	54
Lampiran 6. Perhitungan Regresi Linier dan Kurva Kalibrasi Data Larutan Standar Cr dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)	55
Lampiran 7. Analisis Data Fotodegradasi Cr(VI) Menjadi Cr(III).....	56
Lampiran 8. Gambar Humin-TiO ₂ , Larutan Komplek Cr(VI), Larutan Hasil fotodegradasi, dan alat.....	60



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lingkungan merupakan faktor eksternal yang secara langsung berhubungan dengan makhluk hidup sekitarnya. Gangguan pada lingkungan berupa pencemaran bila semakin bertambah jumlahnya, menambah dampak negatif dari hasil kegiatan manusia. Limbah yang dihasilkan baik dari industri maupun rumah tangga dapat mengurangi kualitas lingkungan.

Limbah cair B3 yang dihasilkan dari berbagai proses yang mengandung bahan kimia berbahaya dan beracun berupa logam-logam berat seperti krom dan zat warna organik lainnya yang membahayakan bagi kesehatan manusia apabila dibuang ke lingkungan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Limbah Cr(VI) dapat berasal dari laboratorium maupun dari limbah industri elektroplating, industri penyamakan kulit, industri pigmen warna dan industri lainnya. Limbah Cr(VI) menjadi populer karena sifat karsinogenik yang dimilikinya. Industri tekstil pada umumnya banyak menggunakan zat-zat pewarna dalam proses produksinya, misal dalam industri tekstil penenunan songket. Jenis bahan pewarna yang digunakan dalam industri tekstil tersebut dewasa ini sangat beraneka ragam dan biasanya tidak terdiri dari satu jenis zat warna. Salah satu zat warna yang terkandung dalam limbah penenunan songket adalah procion. Zat warna procion merupakan zat warna yang mempunyai kereaktifan rendah dan termasuk zat warna reaktif panas. Bahan-bahan kimia berbahaya dan beracun ini tidak bisa

diurai hanya dengan aerasi atau *activated sludge*, oleh karena itu bahan-bahan mengandung senyawa kimia berbahaya dan beracun ini harus diolah atau didetoksikasi sebelum dibuang menjadi limbah tak berbahaya.

Pengolahan limbah diharapkan dapat menurunkan kandungan anorganik seperti logam berat dan zat-zat organik yang merugikan. Metode yang diusulkan untuk menangani permasalahan limbah B3 ini yaitu fotodegradasi katalisis untuk menurunkan kandungan zat pencemar anorganik yaitu logam Cr(VI) dan zat warna organik dari limbah penenunan songket.

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 TiO_2 , ZrO_2 , ZnO dan lain-lain (Rao, 2003). Pemilihan TiO_2 sebagai bahan fotokatalis untuk fotodegradasi karena TiO_2 dapat secara luas digunakan untuk reaksi fotodegradasi banyak senyawa (Pavasupree, *et al.*, 2006). Humin dari tanah gambut sendiri memiliki keunggulan dalam menghilangkan zat-zat pencemar dengan melalui proses adsorpsi oleh situs-situs aktif senyawa humin, serta humin dapat dengan mudah diperoleh dan murah. Humin juga relatif stabil baik dalam medium asam maupun basa, sehingga aplikasinya untuk penanganan limbah cair B3 di lingkungan dapat dilakukan dengan efektif.

Kemampuan adsorpsi humin terhadap logam Cr (VI) telah dilakukan oleh Widarko (2008) tetapi humin hanya dipergunakan untuk mengadsorpsi dan tidak mereduksi logam krom. Penggunaan katalis serbuk TiO_2 murni yang dipreparasi dari bahan awal TiCl_4 memiliki aktivitas tertinggi dalam mereduksi limbah Cr(VI)

menjadi Cr(III), dengan konversi sekitar 80% (Slamet, dkk., 2003). Penelitian mengenai absorpsi humin-TiO₂ untuk penurunan KOK telah dilakukan oleh Safrina (2010) tanpa menggunakan lampu UV dengan didapat efisiensi penurunan KOK sekitar 5%.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan humin-TiO₂ untuk fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III) dan penurunan KOK dari limbah penenunan songket.

1.2. Rumusan Masalah

Krom merupakan logam berat yang berbahaya jika terakumulasi terhadap makhluk hidup dalam jumlah besar. Senyawanya mudah larut dalam air sehingga mudah terdistribusi dalam lingkungan. Cr(VI) yang dihasilkan dari larutan K₂Cr₂O₇ merupakan ion logam yang tingkat toksisitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan Cr (III). Selain itu salah satu limbah B3 adalah zat warna organik dari industri tekstil penenunan songket, dimana pengolahan limbah yang biasa dilakukan pada industri – industri tersebut hanya berupa pengendapan selanjutnya limbah cair dibuang ke perairan.

Hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa humin sangat berpotensi untuk menyerap ion logam berat yang terdapat didalam campuran limbah seperti ion logam krom. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji lebih lanjut aktifitas katalitik humin-TiO₂ terhadap limbah B3 tersebut dengan bantuan sinar UV. Parameter proses fotodegradasi meliputi variasi waktu interaksi, berat humin-TiO₂ dan

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan waktu interaksi optimum, berat humin-TiO₂ dan pH larutan limbah untuk penurunan KOK limbah cair penenunan songket dengan metode batch.
2. Menentukan waktu interaksi optimum, berat humin-TiO₂ dan pH larutan krom untuk fotodegradasi Cr(VI) menjadi Cr(III) dengan metode batch.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan manfaat dari katalis humin-TiO₂ sebagai adsorben dan sebagai fotodegradasi Cr (VI) menjadi Cr (III) serta berpotensi membantu industri-industri dalam menangani limbah cair B3 yang mengandung logam berat dan senyawa organik merugikan yang merupakan masalah lingkungan sehingga lahan gambut yang banyak terdapat di Sumatera Selatan dapat optimal pemanfaatannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, G.R., Mc Knight, D. M., Wershow, R. L. & Mac Carthy, P., 1985, *Humic Substances in Soil, Sediment and Water: Geochemistry, Isolation, and Characterization*, John Wiley & Sons, New York.
- Anonim², 2009, Limbah B3 dan Kesehatan, <http://www.google.com/audit/limbah>. Diakses pada 20 Desember 2009.
- Anonim¹, 2009, Titanium, <http://www.google.com/id.wiki.org/wiki/titanium>. Diakses pada 05 Oktober 2009.
- Ansari, R., 2006, Application of Polyaniline and its Composites for Adsorption/Recovery of Chromium (VI) from Aqueous Solutions, Chemistry Departement, Faculty of Science, Guilan University, Rasht, IRAN, *Acta Chim, Slov*, 2006, 53, 88-94.
- Asminar., Sunarko, A., 2008, Analisa Unsur Cu, Cr, Fe, Mg dan Zn Dalam Paduan AlMgSi-1. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN. Tangerang. ISSN 1978-9858, *Prosiding Seminar pengolahan Perangkat Nuklir tahun 2008, PTBN-batan, Serpong 29 Juli 2008*.
- Cotton, W., 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, terjemahan Sahati Suharto, UIP, Jakarta.
- Day, R.A. dan A.L., Underwood, 1992. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Terjemahan Handayana Pudjaatmaka, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Firindyta, F., suhartana, Widodo, D.S., *Pengaruh pH pada Proses Krom(VI) menjadi Krom(III) dengan menggunakan Besi(II) Sulfat*, Kimia Anorganik, Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fujishima, A., Rao, T. N. and Tryk, D. A., 2000, Titanium dioxide photocatalysis, *Journal of Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev.*, 1, pp. 1-21.
- Halmann, M., 1996, *Photodegradation of Water Pollutants*. New York: CRC Press.
- 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, pp. 1897-1899.
- Jain, R. and Sikarwar, S., 2008, *Departement of Environmental Chemistry*, Jiwaji University, Gwalior-474011, Madhya Pradesh, India.

- Khan, A.Y., 2003, Titanium Dioxide Coated Activated Carbon: A Regenerative Technology For Water Recovery, *A Thesis Presented to the Graduate School of the University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering*, University Of Florida.
- Kohl, S., and Rice, J.A, 2008, *The Binding of Organic Contaminants To Humic*, <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., and Herman, 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.
- Ming-Liang, C., Jang-Soon, B., and Won-Chun, O., 2006. Characterization of AC/TiO Composite Prepared with Pitch Binder and Their Photocatalytic Activity. *Bull. Korean Chem. Soc.*, Vol. 27, No. 9 1423.
- Nababan, E., 2005, *Studi Iinteraksi Tanah Gambut Sebagai Pengikat Ion Logam Cr (VI) Dari Limbah Cair Pabrik Pelapisan Seng*, Jurusan Kimia Unsri, Inderalaya.
- 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 TiO₂ with mesoporous structure, *J. Photochem. Photobio. A: Chem.*, in press.
- Rao, C. N. R. and Nath, M., 2003. Inorganic Nanotubes, *Dalton Trans.*, 1, pp. 1-24
- Rice, J.A., dan MacCarthy, P., 1988, Comments on the Literature of the Humic Fraction of Humus, *Geoderma*, 43:65-73
- Rohmawati., 2010, *Fotodegradasi Zat Pewarna Alizarin Red Menggunakan TiO₂-Humic dan Sinar UV*, Skripsi Jurusan Kimia Unsri, Inderalaya.

- Safrina, L., 2010, *Studi Aplikasi Humin-TiO₂ Untuk Fotodegradasi Cr(VI) dan Pengukuran KOK Limbah Cair B3*, Skripsi Jurusan Kimia Unsri, Inderalaya.
- Shaw, D.J., 1983, *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, Butterworth and Co. Ltd, New York.
- Sianturi, U. S., 2008, *Sintesis hibrid ikrokompisit V₂O₅-asam humat*, Jurusan Kimia Unsri, Inderalaya.
- Slamet., Syakur, R., dan Wahyu, D., 2003. Pengolahan Limbah Logam Berat Chromium(VI) Dengan Fotokatalis TiO₂. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, Indonesia. *Makara, Teknologi, Vol.7, No.1., April 2003.*
- SNI 06-6989.2-2004, Air dan Air Limbah, *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri*, lcs 13.060.50 Badan Standardisasi Nasional
- Tan, K.H., 1995, *Dasar-Dasar Kimia Tanah*, Diterjemahkan oleh Goenadi, D.H & Radjagukguk. B., Gadjah mada University Press, Yogyakarta.
- Stevenson, F.J., 1994, *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc, 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.
- Wahyuni, E. T., Hadipranoto, N., Tahir, I., 2004, *Effect of Cr(VI) Ions on The Effectiveness of Chlrophenol Fhotodegradation*. Chemistry Departement, Faculty of Mathematics and natural Sciences Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- 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 Kelapa Sawit untuk Menurunkan COD, BOD dan Kadar Amonia dari Limbah Pabrik Karet*, Jurusan Kimia FMIPA Unsri, Inderalaya.