

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucodendron* Linn) UNTUK ADSORPSI ION LOGAM TIMBAL (Pb^{2+})

SKRIPSI

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



Oleh
RIMA ELLIESTINA
08061003048

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2011

S
546.607
Rim
P
2011

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucodendron* Linn) UNTUK ADSORPSI ION LOGAM TIMBAL (Pb^{2+})



SKRIPSI

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



Oleh
RIMA ELLIESTINA
08061003048

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2011

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (*Melaleuca Leucodendronn* Linn) UNTUK ADSORPSI ION LOGAM TIMBAL (Pb^{2+})

SKRIPSI

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

Oleh
RIMA ELLIESTINA
08061003048

Indralaya, Februari 2011

Pembimbing Utama

Dra. Fatma, MS

NIP. 19620713 199102 2 001

Pembimbing Pembantu

Addy Rachmat, M.Si

NIP. 19740928 200012 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



Dra. Fatma, MS

NIP. 19620713 199102 2 001

“Tidakkah kamu perhatikan sesungguhnya Allah telah menundukkan untuk (kepentingan)mu apa yang di langit dan apa yang di bumi dan menyempurnakan untukmu nikmat-Nya lahir dan batin. Dan diantara manusia ada yang membantah tentang (Keesaan) Allah tanpa ilmu pengetahuan atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan” (QS. Luqman [31] : 20)

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- *Allah swt, Tuhanku yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta Nabi Muhammad saw sebagai Panutanku*
- *Kedua Orangtuaku, Mama & Bapak Tercinta yang telah membesarkanku dengan penuh kasih sayang & dukungan serta doanya yang terus diberikan tanpa henti kepadaku...*
- *Papa (Alm) Tercinta yang telah menjadi pembimbingku disepanjang usiaku...*
- *Adikku Tersayang "Adib" semoga bisa lebih baik dari ayuk y...☺*
- *Keluarga Besarku : Nenek, Makwo²ku (khususnya Muwo Er) sebagai ibu ke-2 bagiku, Cik²ku (Cik Evi, Cik Wiet), Om, Tante, Sepupu²ku dan semuanya... Terima Kasih atas dukungan Moril & Materilnya...☺*
- *Almamaterku... .*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya serta shalawat dan salam saya haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (*Melaleuca Leucodendron Linn*) Untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb²⁺)**, yang merupakan salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini disusun berdasarkan studi pustaka dan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA dan Laboratorium Kesubursn Tanah Jurusan Ilmu Tanah FP Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dra. Fatma, MS selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, sebagai Pembimbing Akademik, serta sebagai Pembimbing Utama dan kepada Bapak Addy Rachmat, M.si selaku Pembimbing Pembantu yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, saran, dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, MT, selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Bapak dan Ibu Dosen, staf, serta seluruh analis laboratorium (khususnya Mbak Niar) Jurusan Kimia FMIPA dan Mbak Ismaini analis laboratorium Kesuburan Tanah FP Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu.

3. Sahabat²ku Genk ALIM + KONG (Nyak, Bocor, Via, Nyun, n Cie) terima kasih telah berbagi suka & duka selama ini dan semoga seterusnya sampai akhir hayat tetap bisa berbagi y...☺
4. Teman²Arang_ku : S3, Uun, N Vhe smoga slalu dalam ingatan kita tentang arang-arang ini...Heheeee☺
5. Teman²ku yang lebih dahulu mencapai sukses sebagai Ssi (Leni, Ntonk, Nana, Ade, Doan), Para Ukhti² Kuli Tanah (Nten, S.Nur, cMul, cNunk, Ucy, Mamie), Maey N Team Membran, Badarwi Onenk n Mumund (Se-P.A), Wahid, Jepit, Vellan, Opunk, Ridho, Rizal, Madon & Para Akhi²-Ukhti² MIKI 06, N Anak² Batak MIKI 06 terima kasih banyak telah menerimaku sebagai teman kalian dengan segala kekuranganku...☺
6. Kk Tingkatku Angkatan 2004 N 2005, serta Adik Tingkatku Angkatan 2007 N 2008 terima kasih atas bantuannya...
7. Semua Pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal dengan pengorbanan yang mereka berikan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan, kepada Allah SWT penulis mohon ampun. Penulis juga mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dan berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin ya Robbal 'Alamin...☺

Palembang, Januari 2011

Penulis

UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM WOOD GELAM

(*Melaleuca leucodendronn* LINN) FOR ADSORPTION

OF PLUMBUM METAL ION (Pb^{2+})

By

RIMA ELLIESTINA

08061003048

ABSTRACT

An investigation of the utilization of activated carbon from wood gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) for adsorption of plumbum (Pb^{2+}) and aplicated waste water in Pertamina Ltd. In this research, optimum condition of adsorption Pb^{2+} were determined from particle size of activated carbon, contact time, concentrations of metal ionic Pb^{2+} solution, and pH. Pb^{2+} remain were using AAS. The result showed that the optimum adsorption of activated carbon is particle size 140 mesh, contact time 90 minutes, concentration 18 mg/L, and pH 7. The adsorptivity of activated carbon in optimum condition to metal ionic Pb^{2+} is 4.0797 mg/g. Adsorptivity activated carbon in aplicated waste water in Pertamina Ltd at the optimum condition is 3.5 mg/g.

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucodendronn* Linn) UNTUK ADSORPSI ION LOGAM TIMBAL (Pb^{2+})

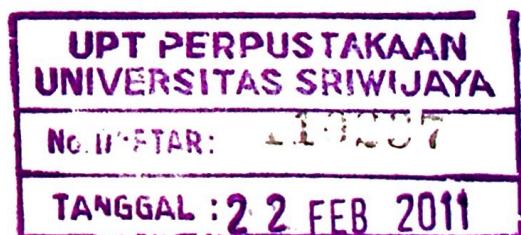
Oleh
RIMA ELLIESTINA
08061003048

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan karbon aktif dari kayu gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) untuk adsorpsi ion logam timbal (Pb^{2+}) dan aplikasi limbah cair PT. Pertamina. Pada penelitian ini ditentukan kondisi optimum penyerapan karbon aktif terhadap ion logam Pb^{2+} meliputi ukuran partikel karbon aktif, waktu kontak, konsentrasi larutan ion logam Pb^{2+} , dan pH. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan SSA. Hasil penelitian daya serap karbon aktif menunjukkan bahwa penyerapan optimum karbon aktif terhadap ion logam Pb^{2+} pada ukuran partikel 140 mesh, waktu kontak 90 menit, konsentrasi 18 mg/L dan pH 7. Daya serap karbon aktif pada kondisi optimum terhadap ion logam Pb^{2+} yaitu sebesar 4.0797 mg/g. Daya serap karbon aktif pada aplikasi limbah cair PT. Pertamina dengan kondisi optimum sebesar 3.5 mg/g.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSEMPAHAN.....	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. Pohon Gelam	5
2.2. Timbal (Pb)	6
2.3. Karbon Aktif	9
2.4. Proses Pembuatan Karbon Aktif	11
2.5. Adsorpsi	15
2.6. Mutu Karbon Aktif	17
2.7. Kegunaan Karbon Aktif	18
2.8. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	19
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.2.1. Alat yang digunakan	21
3.2.2. Bahan yang digunakan	21



3.3. Pengambilan Sampel & Pembuatan Arang	
(Proses Karbonisasi)	21
3.4. Pembuatan Karbon Aktif	22
3.5. Karakteristik Karbon Aktif (SII No.0258-88)	22
3.5.1. Kadar Air	22
3.5.2. Kadar Abu	22
3.5.3. Daya Serap terhadap Iodium	23
3.6. Pembuatan Larutan Induk & Larutan Standard	23
3.6.1. Pembuatan Larutan Induk	23
3.6.2. Pembuatan Larutan Standard	23
3.7. Penentuan Sifat Adsorpsi Karbon Aktif	23
3.7.1. Penentuan Ukuran Partikel Adsorben	23
3.7.2. Penentuan Waktu Kontak Optimum	24
3.7.3. Penentuan Daya Serap Adsorben pada Variasi Konsentrasi Larutan Ion Logam Pb^{2+}	24
3.7.4. Penentuan Daya Serap Adsorben pada Variasi pH Larutan Ion Logam Pb^{2+}	24
3.8. Aplikasi terhadap Limbah Cair	
PT. Pertamina pada Kondisi Optimum	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Karakteristik Karbon Aktif	26
4.2. Ukuran Partikel Karbon Aktif	28
4.3. Waktu Kontak Optimum	29
4.4. Daya Serap Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Larutan Ion Logam Pb^{2+}	30
4.5. Daya Serap Karbon Aktif pada Variasi pH Larutan Ion Logam Pb^{2+}	31
4.6. Aplikasi terhadap Limbah Cair	
PT. Pertamina pada Kondisi Optimum	32



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Adsorpsi Fisika dan Kimia	16
Tabel 2. Analisis Karakteristik Karbon Aktif	26
Tabel 3. Daya Serap Karbon Aktif pada Aplikasi terhadap Limbah Cair PT. Pertamina	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Karbon Aktif	28
Gambar 2. Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Daya Serap Karbon Aktif	29
Gambar 3. Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Ion Logam Pb ²⁺ terhadap Daya Serap Karbon Aktif	30
Gambar 4. Pengaruh Variasi pH Larutan Ion Logam Pb ²⁺ terhadap Daya Serap Karbon Aktif	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Syarat Mutu Karbon Aktif Menurut SII No. 0258-88.....	38
Lampiran 2. Data Kadar Air Karbon Aktif	39
Lampiran 3. Data Kadar Abu Karbon Aktif	39
Lampiran 4. Data Penentuan Daya Serap Terhadap Iodium	40
Lampiran 5. Data Penentuan Daya Serap Karbon Aktif terhadap Larutan Ion Logam Pb^{2+} dengan Variasi Ukuran Partikel...	43
Lampiran 6. Data Penentuan Daya Serap Karbon Aktif terhadap Larutan Ion Logam Pb^{2+} dengan Variasi Waktu Kontak	46
Lampiran 7. Data Penentuan Daya Serap Karbon Aktif terhadap Larutan Ion Logam Pb^{2+} dengan Variasi Konsentrasi	49
Lampiran 8. Data Penentuan Daya Serap Karbon Aktif terhadap Larutan Larutan Ion Logam Pb^{2+} dengan Variasi pH	52
Lampiran 9. Data Penentuan Daya Serap Karbon Aktif terhadap Limbah Cair PT. Pertamina	55
Lampiran 10. Gambar Alat.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya kemajuan industri, teknologi serta transportasi mampu meningkatkan kesejahteraan bagi manusia, tetapi juga menimbulkan pencemaran lingkungan baik di udara, air maupun tanah. Kebanyakan industri-industri dan transportasi membuang limbah atau bahan-bahan yang tidak terpakai, yang sering kali bersifat bahan beracun dan berbahaya bagi manusia (Darmono, 1995).

Pada tingkat konsentrasi tertentu logam dapat mencemari lingkungan bahkan beberapa diantaranya dapat bersifat racun dan berbahaya bagi manusia seperti Pb. Terdapatnya logam-logam berat yang bersifat toksik seperti Cu, Zn, Cr, Pb dan Hg yang berasal dari industri dapat mengganggu pemanfaatan sumber daya air. Logam-logam tersebut dapat masuk kedalam tubuh walaupun dalam jumlah yang relatif sedikit, tetapi dalam kurun waktu lama akan menimbulkan gangguan sel tubuh seperti kerusakan pada sistem syaraf, hati, ginjal dan sebagainya (Palar, 1994).

Penggunaan timbal yang semakin meluas menyebabkan meningkatnya pencemaran yang diakibatkan oleh timbal. Menurut data dari WHO diperkirakan asupan timbal harian yang bersumber dari makanan sekitar 100-300 μg . Pencemaran timbal juga dapat bersumber dari air minum yang terkontaminasi oleh timbal dari pipa-pipa yang berlapis timbal, peralatan makan keramik, cat rumah, kosmetika serta pencemaran timbal yang terpenting yaitu dari emisi gas kendaraan bermotor yang menggunakan bensin bertimbal (Karyadi, 1996).

Industri pengolahan minyak merupakan salah satu penghasil bahan buangan yang dapat menimbulkan akibat serius apabila tidak ditangani dengan tepat. PT. Pertamina UP III Plaju merupakan salah satu dari sekian banyak industri migas di Indonesia yang dalam proses industrinya menghasilkan limbah. Limbah merupakan hasil samping dari kegiatan operasi di PT. Pertamina UP III Plaju yang berasal dari unit proses BBM, kilang minyak dan unit lainnya. Limbah dari unit-unit proses tersebut harus ditanggulangi agar tidak mencemari lingkungan disekitarnya, maka perlu dibangun sistem pengolahan limbah secara terpadu dengan beberapa unit proses pengolahan limbah *Oil Catcher (OC)* (Kusumawanto dan Frihannedy, 2005).

Pengolahan limbah cair dari PT. Pertamina UP III Plaju secara terpadu, dari uji pendahuluan dilaboratorium masih mengandung logam-logam berat Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} . Ion logam tersebut terukur dengan konsentrasi rendah dan ion logam Pb^{2+} yang terukur sebesar 1,325 ppm, oleh karena itu untuk aplikasi terhadap limbah cair tersebut perlu ditambahkan larutan logam Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi masing-masingnya 100 ppm. Penambahan logam Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} tersebut dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya serap karbon aktif dari kayu gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) pada aplikasi limbah cair PT. Pertamina dan mengurangi pencemaran lingkungan air oleh ion logam Pb^{2+} .

Pohon gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) merupakan salah satu tumbuhan rawa yang banyak dijumpai di daerah Sumatera Selatan. Unsur karbon merupakan bahan organik terbanyak dalam pohon gelam sehingga pohon gelam



mempunyai potensi untuk dijadikan karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dari hampir semua bahan yang mengandung karbon baik tumbuhan, hewan, barang tambang maupun bahan dari limbah industri seperti kayu, tulang, batu bara, sekam padi, ampas tebu, dan lain-lain (Detnom & Mazzoni, 1986).

Pemanfaatan kayu gelam sebagai karbon aktif sebelumnya telah dilakukan oleh Sarwasih (2004) dengan variasi konsentrasi aktivator KOH, Harmilia (2009) menggunakan karbon aktif sebagai adsorpsi Fenol dan Naima (2009) untuk adsorpsi ion logam krom dengan efisiensi penyerapan 67,28 %, maka maka pada penelitian ini digunakan karbon aktif dari kayu gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) untuk adsorpsi ion logam Timbal (Pb^{2+}) dengan menentukan kondisi optimum. Proses adsorpsi kemudian diujikan terhadap limbah cair PT. Pertamina.

1.2. Perumusan Masalah

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam timbal semakin meningkat. Pengolahan limbah cair dari PT. Pertamina UP III Plaju secara terpadu dari uji pendahuluan dilaboratorium masih mengandung logam Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} . Ion logam tersebut terukur dengan konsentrasi rendah dan ion logam Pb^{2+} yang terukur sebesar 1,325 ppm, oleh karena itu untuk aplikasi terhadap limbah cair PT. Pertamina perlu ditambahkan larutan logam Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi masing-masingnya 100 ppm. Penambahan logam Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , dan Zn^{2+} tersebut dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya serap karbon aktif dari kayu gelam (*Melaleuca leucodendronn* Linn) pada aplikasi limbah cair PT. Pertamina dan mengurangi pencemaran lingkungan air oleh ion

logam Pb^{2+} . Penelitian ini mempelajari penggunaan kayu gelam (*Melaleuca leucodendron* Linn) sebagai karbon aktif dengan parameter penelitian yaitu karakteristik karbona aktif, daya serap karbon aktif dengan variasi ukuran partikel karbon aktif, waktu kontak, konsentrasi, pH, dan aplikasi terhadap limbah cair PT. Pertamina.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan karakteristik karbon aktif dari kayu gelam meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap iodium.
2. Menentukan daya serap optimum karbon aktif dari kayu gelam, meliputi variasi ukuran partikel, waktu kontak, konsentrasi dan pH terhadap larutan ion logam Pb^{2+} .
3. Menentukan daya serap karbon aktif dalam penyerapan logam timbal yang diaplikasikan pada limbah cair PT. Pertamina.

1.4. Manfaat Penelitian

Meningkatkan pemanfaatan kayu gelam sebagai karbon aktif dan diharapkan dapat digunakan untuk menangani berbagai masalah limbah cair yang mengandung ion logam Pb^{2+} .

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, E., 1980, *Beberapa Catatan tentang Minyak Kayu Putih di Indonesia*, Proyek Penyusunan Kertas Kerja Hasil Hutan Non Kayu, Jakarta.
- Alberty, A. R & Daniels, F., 1992, *Kimia Fisika*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Barrow, G. M., 1996, *Physical Chemistry*, McGraw-Hill Book Company, 6th Ed, New York.
- Cantle, J.E., 1982. *Atomic Absorption Spectrofotometry : Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry 5*, Elsevier Scienctific Publishing Company, New York.
- Clayton, G & Clayton, F., 1994, *Hygiene and Toxicology*, 4th Ed, Volume II. Jhon Willey & Sons, New York.
- Cookson, J.C., 2002, *Adsorption Mechanism of the Chemistry of Organic on Activated Carbon*, Ann Arbor Science Publ, Michigan.
- Cotton, F.A & Wilkinson, G., 1995, *Kimia Anorganik Dasar*, UI-Press, Jakarta.
- Day, Jr R.A & Underwood, A.L., 1993, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi ke-4, Erlangga, Jakarta.
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*, cetakan I, Universitas Indonesia, Bogor.
- Demayo, A. M. C. Taylor & S.W. Reeder, 1980, *Lead*, Dalam Guidelines for surface Water Quality, Vol.I. Inorganic Chemical Substance, Inland water Directorate, Ottawa.
- Detnom, R.T & Mazzoni, A.F., 1986, *Activated Carbon, What is it, How is Work*, Majalah Water Technology, November, Vol 9 No 8.
- Fessenden, R.J & Fessenden, J.S., 1999, *Kimia Organik*, Edisi III, Erlangga, Jakarta.
- Fitriani, D., 2002, *Adsorpsi Ion Logam Timbal dengan Sabut Kelapa pada Limbah Industri Pelapisan Seng*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Hardi & Hamilton, 1998, *Industrial Toxicology*, 5th Ed, Publishing Science Goup Inc.

Harmilia, Elva D., 2009, *Pemanfaatan Karbon Aktif Kayu Gelam (Melaleuca leucodendron Linn) sebagai Penyerapa Fenol*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Hasani, A., 1996, *Pengaruh Bahan Aktivasi H₃PO₄ & NaOH Terhadap Mutu Karbon Aktif*, Buletin LIPI, No 1 Vol ii.

Hendrayana, S. dkk., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi I, IKIP Semarang Press : Semarang.

Heyne, K., 1987, *Tumbuhan Berguna Indonesia*, Jilid I, Bahan Litbang Kehutanan.

Indriati, Mas Ayu F.A., 1999, *Analisis Timbal (Pb) pada Rambut Polisi lalu lintas di Kotamadya Palembang dengan metode Spektrometri Serapan Atom*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Jankowska, H.A., Swiatkowska, J., Choma, 1991, *Active Carbon*, Ellis Harwood Series, First Edition.

Karyadi, E., 1996, *Mewaspada Keracunan Timbal*, Kompas, 3 Oktober 1996, Jakarta.

Kirk, R.E. & D.F. Othmer, 1993, *Carbon*, Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 5, 3th Ed, Jhon Willey & Sons Inc. New York.

Kurniawan, A. 1997, *Studi Pengaruh Temperatur karbonisasi & Konsentrasi Zat Pengaktif terhadap Mutu Karbon Aktif dari Serbuk Gergaji*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Kusumawanto, Angky. W & Frihannedy, Vico. D., 2005, *Studi Sistem Pengolahan Limbah Cair di PT. Pertamina UP III Plaju*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Manahan, S.F., 1990, *Hazardous Waste Chemistry Toxicology and Treatment*. Lewis Publishers, New York.

McKay, G., 1996, *Use of Adsorben for the Removal of Pollutants from Wastewater*. Departement of Chemical Engineering Hongkong University of Science and Technology. Kowloon.

Naima, D., 2009, *Pemanfaatan Karbon Aktif Kayu Gelam (Melaleuca leucodendron Linn) untuk Adsorpsi Ion Logam Krom*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Oscik, J., 1989, *Adsorption*, Jhon Wiley & Sons, New York.

- Palar, H., 1994, *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Sarwasih, N., 2004, *Pembuatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (Melaleuca leucodendron Linn) dengan Aktivator KOH*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- SII 0258-88, *Mutu dan Uji Arang Aktif*, Departemen Perindustrian RI.
- Snell, F.d. & C.L. Hilton, 2008, *Encyclopedia of Chem Analysis*, Jhon Wiley & Sons. Volume 8, New York.
- Sugiyarto, Kristian H & Suyanti, Retno D., 2010, *Kimia Anorganik Logam*, Edisi I, Graha Ilmu, Jakarta.
- Sukardjo, 1992, *Kimia Anorganik*, Bina Aksara : Yogyakarta.
- Sutedjo, M.M., 1990, *Pengembangan Kultur Tanaman Berkhasiat Obat*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Terisia, N., 2002, *Pengaruh Temperatur Aktivasi, Lama Aktivasi, dan Konsentrasi H_3PO_4 dalam pembuatan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (Melaleuca Leucodendron Linn)*, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Vogel, 1990, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Edisi V, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta.
- Yosnaini, 1998, *Studi Pembuatan & Aktivasi Karbon Aktif dari kulit Buah Kopi*. FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya.