

**PERAN FRAKSI HUMAT DALAM REMEDIASI TANAH
TERKONTAMINASI TIMBAL (Pb)**

Oleh

DIAN JUNIARTI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2011

S
631-510.7
014
P
2011

**PERAN FRAKSI HUMAT DALAM REMEDIASI TANAH
TERKONTAMINASI TIMBAL (Pb)**



Oleh

DIAN JUNIARTI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2011

SUMMARY

DIAN JUNIARTI. Role of Humic Fraction in Remediation of Pb-Contaminated Soil
(Under supervision of **SABARUDDIN AND MARSI**).

The purpose of current research to study the capability of humic fraction in suppressing the solubility of lead (Pb). This current research has been done from July 2010 until September 2010 at Chemistry, Biology and Soil Fertility Laboratory of soil Science Department, Agricultural Faculty, Sriwijaya University in Indralaya. Soil samples were collected along the road side of Mayjen Yusuf Singa Dekane with spacing 3,5 km between Musi II bridge and Ogan Keramasan bridge. Analysed of Pb content in soil was conducted at Industrial Research and Standardization Institute of Palembang. This experiment applied Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and three replications.

The result of current research show that the number of vehicles that produce Pb emissions at research sites is 18.855 vehicles day⁻¹, it was counted from 07.00 A.M until 05.00 P.M. The application of humic fraction in soil contaminated of Pb significantly reduced soluble Pb of content in soils. Humic fraction with dosage 5.000 kg ha⁻¹ can reduced soluble of Pb content in soils optimally. The solubility of Pb in soil significantly depend on pH, Cation Exchangeable Capacity and C-organik in soils.

RINGKASAN

DIAN JUNIARTI. Peran Fraksi Humat dalam Remediasi Tanah Terkontaminasi Timbal (Pb) (Dibimbing oleh **SABARUDDIN** dan **MARSI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan fraksi humat dalam menekan kelarutan timbal (Pb) dalam tanah. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2010 hingga bulan September 2010 di Laboratorium Kimia, Biologi dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Contoh tanah diambil dari beberapa titik atau lokasi di sepanjang tepi jalan Mayjen Yusuf Singa Dekane antara jembatan Musi II dan jembatan Ogan Keramasan Kota Palembang, dengan rentang jarak 3,5 km. Analisis kandungan Pb dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan dan 3 ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang menghasilkan emisi Pb yang melewati lokasi penelitian pada pukul 07.00 hingga 17.00 Wib adalah sebanyak 18.855 kendaraan hari⁻¹. Aplikasi fraksi humat pada tanah yang terkontaminasi timbal (Pb) berpengaruh nyata dalam menekan kelarutan timbal (Pb) dalam tanah. Fraksi humat dengan takaran 5.000 kg ha⁻¹ dapat menurunkan mobilitas logam Pb secara optimal. Kelarutan Pb dalam tanah secara nyata ditentukan oleh pH, KTK dan C-organik tanahnya.

**PERAN FRAKSI HUMAT DALAM REMEDIASI TANAH
TERKONTAMINASI TIMBAL (Pb)**

**Oleh
DIAN JUNIARTI**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

**pada
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2011

Skripsi berjudul

**PERAN FRAKSI HUMAT DALAM REMEDIASI TANAH
TERKONTAMINASI TIMBAL (Pb)**

Oleh
DIAN JUNIARTI
05061002006

Telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian

Pembimbing I


Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D.

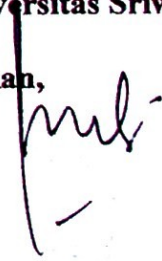
Pembimbing II


Ir. H. Marsi, M.Sc., Ph.D.

Indralaya, Mei 2011


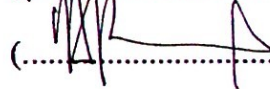


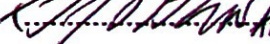
Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Dekan,

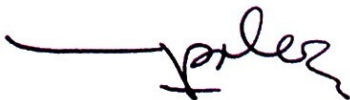

Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP 195210281975031001

Skripsi berjudul “ Peran Fraksi Humat dalam Remediasi Tanah Terkontaminasi Timbal (Pb) ” oleh Dian Juniarti, telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 11 Mei 2011.

Komisi Penguji

1. Ir. Sabaruddin, M. Sc., Ph. D.	Ketua	()
2. Ir. H. Marsi, M. Sc., Ph. D.	Sekretaris	()
3. Ir. Warsito, M. P.	Anggota	()
4. Dr. Ir. Siti Masreah Bernas, M. Sc.	Anggota	()
5. Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M. S.	Anggota	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah



Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.P.
NIP 196204211990 03 1 002

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Ilmu Tanah



Dr. Ir. Dwi Setyawan, M. Sc.
NIP 196402261989 03 1 004

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Indralaya, Mei 2011

Yang membuat pernyataan,



Dian Juniarti

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 5 juni 1989 di Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari keluarga Bapak Achmad Subendi dan Ibu Mahdalena.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada Tahun 2000 di SD Negeri 253 Palembang dan SMP Negeri 19 Palembang pada Tahun 2003 selanjutnya penulis melanjutkan ke Madrasah Aliyah Negeri 3 Palembang dan selesai pada Tahun 2006. Dan pada Tahun 2006 pula penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang melalui seleksi penerimaan mahasiswa baru (SPMB).

Penulis pernah menjadi Asisten Praktikum pada Mata Kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada semester ganjil pada Tahun 2007 dan 2008, asisten Biologi Tanah, Mikrobiologi Tanah dan Kesuburan Tanah pada Tahun 2008, asisten Pengelolaan Tanah dan air pada Tahun 2009 serta asisten Fisika Tanah dan Teknologi Pupuk dan Pemupukkan pada Tahun 2009.

Indralaya, Mei 2011

Penulis

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil 'alamin, atas berkat rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **“PERAN FRAKSI HUMAT DALAM REMEDIASI TANAH TERKONTAMINASI TIMBAL (Pb)”**, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada

1. Kedua Orangtua yang senantiasa mendukung baik moril maupun materil dan selalu mendoakan yang terbaik. .
2. Bapak Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing I dan Bapak Ir. H. Marsi, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Ir. Warsito, M.P., Ibu Dr. Ir. Siti Masreah Bernas, M.Sc., dan Bapak Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M.S., selaku dosen penguji, yang juga telah banyak memberikan saran dan koreksi untuk perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Warsito, M.P. selaku staf dosen Jurusan Tanah, Bapak Dr. Adipati Napoleon, M.P. selaku Ketua Jurusan Tanah dan Ibu Dra. Dwi Probowati. S, M.S selaku Sekretaris Jurusan Tanah Universitas Sriwijaya yang selalu menyakinkan bahwa saya mampu.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama mengikuti perkuliahan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

6. Teman-teman 1 angkatan 2006, Nopa, Anggi, Dewi, Seruni, Jelly, Sera, Yuli, Ribbie, Putri, Nasrul, Padli, Aldo, Chandra, Desta, Juki, Ishak, Arvin, Edi, Dede Gulo, Parlin, Sudarso, Agung, Kiki, Yusuf dan Ricky, kalian adalah teman-teman terbaik.
7. Adikku Indra yang bersedia diajak kemana-mana demi merampungkan skripsi ini.
8. Kak Muhammad Agung Laksono, terimakasih untuk semua.

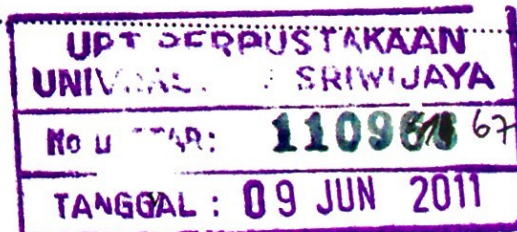
Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, namun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat mencapai tujuannya dan bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Mei 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	4
C. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pb dalam Tanah.....	6
B. Karakteristik Fraksi Humat.....	7
C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelarutan Pb.....	9
D. Toksisitas Pb dan Dampaknya.....	10
E. Peran Fraksi Humat dalam Remediasi Pb.....	11
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	15
A. Tempat dan Waktu.....	15
B. Bahan dan Alat.....	15
C. Metode Penelitian.....	16
D. Cara Kerja.....	17



110967

E. Peubah Yang Diamati.....	20
F. Analisis Data.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
A. Karakteristik Tanah, Kompos dan Fraksi Humat yang Digunakan untuk penelitian.....	22
B. Pengaruh Fraksi Humat terhadap Kelarutan Pb.....	25
C. Pengaruh Takaran Fraksi Humat terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Hubungannya dengan Kelarutan Pb.	28
1. Reaksi Tanah (pH).....	28
2. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah.	31
3. C-organik Tanah.....	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
A. Kesimpulan.....	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah, Kompos dan Fraksi Humat.	23
2. Pengaruh Fraksi Humat terhadap Kelarutan Pb	25
3. Pengaruh Fraksi Humat terhadap Reaksi Tanah (pH).....	29
4. Pengaruh Fraksi Humat terhadap KTK.....	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Reaksi antara gugus karboksilat dengan Pb	27
2. Grafik Hubungan antara Takaran Fraksi Humat dengan Pb Terlarut pada 60 HSI	28
3. Grafik Hubungan antara Takaran Fraksi Humat dengan pH pada 60 HSI	30
4. Grafik Hubungan antara pH dengan Pb Terlarut pada 60 HSI	31
5. Grafik Hubungan antara Takaran Fraksi Humat dengan KTK pada 60 HSI	33
6. Grafik Hubungan antara KTK dengan Pb Terlarut pada 60 HSI	34
7. Grafik Hubungan antara Takaran Fraksi Humat dengan C-organik pada 60 HSI	35
8. Grafik Hubungan antara C-organik dengan Pb Terlarut pada 60 HSI	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah.....	43
2. Perhitungan Total Emisi Pb (E_{Pb}) di Lokasi Penelitian.....	44
3. Data Analisis Konsentrasi Pb dan Sidik Ragamnya pada 60 HSI.....	45
4. Data Analisis pH Tanah pada 15, 30, 45 dan 60 HSI dan Sidik Ragamnya.....	47
5. Data Analisis KTK Tanah pada 45 dan 60 HSI dan Sidik Ragamnya.....	51
6. Data Analisis C-organik Tanah pada 15, 30, 45 dan 60 HSI dan Sidik Ragamnya.	53

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah yang terkontaminasi timbal (Pb) merupakan masalah yang serius akhir-akhir ini karena adanya dampak secara langsung maupun tidak langsung terhadap organisme yang hidup di atas permukaan tanah (manusia, tumbuhan dan hewan), maupun di dalam tanah (makroorganisme dan mikroorganisme tanah). Secara alami, suatu ekosistem memiliki mekanisme dalam mengurangi bahaya yang ditimbulkan oleh kontaminasi Pb. Bila Pb masuk dalam ekosistem secara berlebihan, maka akan terjadi akumulasi, bersifat toksik dan mengganggu keseimbangan ekosistem tersebut. Ekosistem secara alami akan bereaksi untuk mengurangi gangguan tersebut sampai tercapai titik keseimbangan yang baru.

Beberapa sumber Pb dalam tanah adalah pengolahan dan penyulingan biji tambang mineral dan batubara, proses-proses dalam pabrik dan sisa-sisa buangan dari aktivitas-aktivitas tersebut serta hasil pembakaran bahan bakar yang terjadi pada industri dan terutama akibat gas buangan oleh kendaraan bermotor (Lutfi, 2004). Penggunaan Pb dalam bahan bakar minyak (BBM) bertujuan untuk meningkatkan oktan. Namun demikian, penggunaan Pb dalam BBM menimbulkan masalah lingkungan. Kendaraan bermotor mengeluarkan asap yang mengandung partikel Pb sehingga dapat meningkatkan kadar Pb dalam atmosfer, mencemari lingkungan sekitarnya termasuk tanah.

Berdasarkan penelitian Sabaruddin *et al.* (2010), rata-rata jumlah kendaraan yang melewati Jalan Mayjen Yusuf Singa Dekane antara jembatan Musi II dan

jembatan Ogan Keramasan Palembang yang berjarak 3,5 km adalah 12.000 kendaraan per hari. Emisi Pb yang dilepaskan oleh kendaraan yang melintasi jalan tersebut dengan asumsi kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin sebanyak 75% dan solar 25% serta efisiensi penggunaan bakar bensin dan solar berturut-turut adalah 1 L 10 km⁻¹ dan 1 L 15 km⁻¹ adalah sebesar 626,85 dan 104,29 g hari⁻¹. Selain itu, hasil penelitian Sabaruddin *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa kandungan Pb dalam tanah di lokasi penelitian sebesar 20,01 mg kg⁻¹ telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Balai Penelitian Tanah Indonesia (2002) yaitu sebesar 12,75 mg kg⁻¹.

Unsur Pb merupakan salah satu bahan polutan yang toksik terhadap organisme yang hidup di atas permukaan tanah (manusia, tumbuhan dan hewan), maupun di dalam tanah (makroorganisme dan mikroorganisme tanah), maka perlu dilakukan upaya remediasi pada tanah yang terkontaminasi Pb. Pemanfaatan senyawa organik untuk mengurangi dampak toksik pada tanah dewasa ini mulai menjadi perhatian peneliti karena lebih bersifat ramah lingkungan. Proses khelasi dengan memanfaatkan senyawa organik dapat menurunkan kelarutan Pb dalam tanah (Hasim, 2007). Menurut Stevenson (1982), khelasi oleh bahan organik dapat mengatur ketersediaan logam dalam tanah. Mekanisme pengikatan logam berat oleh bahan organik terjadi melalui gugus fungsional yang bermuatan negatif yang mampu mengkhelat logam berat sehingga tidak mobil di dalam tanah (Budianta *et al.*, 2003; Stevenson, 1982). Melalui proses khelasi, logam dalam tanah dapat membentuk suatu senyawa kompleks dengan fraksi humat yang terkandung di dalam bahan

organik. Reaksi ikatan ini merupakan ikatan antara senyawa organik khususnya berupa asam-asam humat dan fulvat dengan ion logam (Ariyanto, 2006).

Hasil penelitian Sabaruddin *et al.* (2010) lebih jauh menunjukkan bahwa penambahan bahan organik sebanyak 30 ton ha⁻¹ dapat menurunkan kandungan Pb dalam tanah secara nyata pada 2 dan 4 MSI (minggu setelah inkubasi), jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (0 ton ha⁻¹). Penurunan kandungan Pb dalam tanah masih terjadi pada perlakuan bahan 60 ton dan 90 ton ha⁻¹ pada 2 dan 4 MSI, namun besar penurunan lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan 30 ton BO ha⁻¹. Namun demikian, penggunaan bahan organik untuk mengurangi dampak toksik Pb pada tanah sering terkendala karena jumlah yang diperlukan per satuan luas sangat besar. Kebutuhan bahan organik ini dapat dikurangi jumlahnya bila hanya memberikan senyawa aktif berupa fraksi humat ke dalam tanah (Marsi, 1992). Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa kandungan fraksi humat dalam kompos jerami padi yang diekstraksi dengan 0,1 M Na₄P₂O₇ adalah sebesar 16,7%, maka takaran bahan organik sebesar 30 ton ha⁻¹ adalah setara dengan 5.000 kg fraksi humat ha⁻¹.

Fraksi humat merupakan bagian terbesar dari kandungan bahan organik tanah yang dapat mencapai 70–80% dari total bahan organik tanah (Schnitzer, 1986). Sifat kimia senyawa humat yang penting diantaranya adalah karena gugus fungsionalnya yang bermuatan negatif mampu memperbaiki sifat kimia tanah, terutama dalam membentuk senyawa kompleks dengan ion logam (Stevenson, 1982 ; Gambrell, 1994).

Peranan bahan humat dalam memperbaiki kualitas tanah diantaranya adalah dapat menurunkan mobilitas logam yang bersifat fitotoksik bagi tanaman dengan membentuk senyawa kompleks logam-humat (Stevenson, 1982; Gambrell, 1994). Menurut Angehrn *et al.* (1989) kemampuan Pb tinggi untuk membentuk kompleks dengan zat humat larut. Humat karboksilat ($-\text{COOH}$) dan kelompok ($-\text{OH}$) fenolik yang terutama terlibat dalam pembentukan kompleks logam humat (Sparks & Wells, 1997; Datta *et al.*, 2001). Gugus karboksil dan gugus phenol, keduanya memiliki ion negatif sehingga mampu mengikat ion positif logam berat dan membentuk sebuah kompleks organo logam atau senyawa khelat. Kekuatan kompleks logam-humat dipengaruhi oleh pH tanah (Ladonin & Margolina, 1997; Adriano, 2001; Evangelou & Marsi, 2001). Mequeda (1990) menyatakan bahwa gambut, batubara, kompos, pupuk kandang, limbah organik adalah material-material sumber fraksi humat. Jumlah fraksi humat merupakan peubah yang penting dalam menilai kualitas suatu bahan organik sebagai amelioran (Linharnes & Martin, 1988). Berdasarkan uraian diatas penelitian ini dilaksanakan untuk mempelajari peranan fraksi humat dalam menekan kelarutan Pb dalam tanah.

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kemampuan fraksi humat dalam menekan kelarutan timbal (Pb) dalam tanah.

C. Hipotesis

1. Aplikasi fraksi humat berpengaruh nyata dalam menurunkan kelarutan Pb dalam tanah.
2. Diduga fraksi humat dengan dosis 5.000 kg ha^{-1} dapat menurunkan mobilitas logam Pb dalam tanah secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano, D.C. 2001. Trace Elements in terrestrial environments. Biogeochemistry, bioavailability and risks of metals. 2nd ed. Springer-Verlag, New York.
- Afriansyah. 2010. Sifat Kimia Tanah. Available at : <http://dsafriansyah.blogspot.com/2010/04/sifat-kimia-tanah.html>. (diakses tanggal 18-04-2011).
- Alloway, B.J and D.C. Ayres. 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution. Blackie Academic & Professional, London.
- Almunandi. 1998. Studi pemanfaatan tandan dari buah pinang sebagai absorban C, Cr dan Zn dalam limbah industri pembuatan seng. Jurnal penelitian sains. 3 : 86 - 98.
- Angehrn, B. C., L. Thoni and J. Hertz. 1989. An attempt to evaluate some factors affecting the heavy metal accumulation in a forest stand. Inr. J. Environ. Anal. Chem. 35 : 69 - 79.
- Ariyanto, D.P. 2001. Pengaruh Jarak Buangan Air Limbah Industri di Daerah Jaten – Karanganyar terhadap Kadar Cu dan Cr dalam Air dan Tanah Permukaan Saluran Air Pungkuk. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta (tidak dipublikasikan).
- Ariyanto, D.P. 2006. Ikatan Antara Asam Organik Tanah Dengan Logam. Modul Mata Kuliah Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. UGM.
- Ariyanto, D.P., W. Indro and W. Hery. 2005. Pengaruh Jarak Buangan Air Limbah Industri di Daerah Jaten-Karanganyar terhadap Kadar Chromium dalam Air dan Tanah Permukaan Saluran Air Pungkuk. Caraka Tani 5(2) : 20 - 29.
- Babich, H and G. Stotzky. 1978. Effect of cadmium on the biota : influence of environmental factors. Edv. Appl. Microbiol. 23:55-117.
- Balai Penelitian Tanah Indonesia. 2002. Penelitian inventarisasi dan pengendalian dampak lingkungan. Laporan Akhir. Bagian proyek penelitian dan pengembangan kesuburan tanah dan iklim.
- Bohn, H.L., B.L.Mc Neal and G.A.O Connor. 1985. Soil Chemistry. John Wiley and Sons (Eds.). New York.

- Budianta, D., Marsi dan Marwantinah. 2003. Manfaat kompos untuk meremediasi logam berat kadmium dalam tanah. *J. Peng. Ling. Dan SDA* 1(2): 93 - 104.
- Buffle, J. 1984. Natural Organic Matter and Metal-Organic Interaction in Aquatic systems. *In* H. Sigel (ed.). *Metal ions in biological systems. Circulation of metals in the environment.* Vol. 18. Mercer Dekker, New York.
- Cattani, I., H.Zhang., G.M.Beone., A.M.Del Re., R.Bocceli and M.Trevisan. 2009. The Role of Natural Purified Humic Acid in Modifying Mercury Accessibility in Water and Soil. *Journal of Environmental Quality.* 32(2): 493 - 501.
- Datta, A., S.K Sanyal and S.Saha. 2001. A study of natural and syntentic humic acids and their complexing ability towards cadmium. *Plant Soil* 235 : 115 - 125.
- Evangelou, V.P and Marsi. 2001. Composition and metal ion complexation behavior of humic fractions derived from corn tissue. *Plant Soil* 229 : 13 - 24.
- Evans, L. 1989. Chemistry of metal retention by soils. *Environ. Sci. Tech.* 23 : 1046 - 1056.
- Flaig, W., H. Beutelspacer and E. Rietsz. 1975. Chemical composition and physical properties of humic substances. *In* J.E.Gieseking (Ed.), *Soil Component, Vol.1. Organik Complements,* Springer-Verlag. New York.
- Gambrell, R.P. 1994. Trace and toxic metals in wetlands. A review. *Environ. Qual. J.* 25 : 713 - 718.
- Gofar, N., Marsi dan S.J Priyatna. 1997. "Potensi kimia fraksi humat hasil dekomposisi bahan organik limbah pertanian sebagai senyawa organik aktif dalam pupuk pertanian". *Prosiding Seminar Nasional Pupuk- HITI.* Lampung.
- Hanafiah, K. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Rajawali Press, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis.* Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2005. *Ilmu Tanah.* Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hasim. 2007. Bagaimana Eceng Gondok Dapat Menyerap Logam Berat ? . Available at : <http://bima.ipb.ac.id.html>. (diakses tanggal 26-04-2009).
- Ladonin, D.V and S.E Margolina,. 1997. Interaction between humic acids and heavy metals. *Eurasian Soil Sci.* 30 : 710 - 715.

- Levonmaki, L., H.Kainen and T. Kairesalo. 2006. Effect Organic Amendment and Plant Roots on the Solubility and Mobilization of Lead in Soils at a Shooting Range. *Journal of Environmental Quality*. 35(4) : 1026 - 1031.
- Linharnes, L.S and J.P Martin. 1988. Decomposition in Soil of The Humic Acid Type Polymers of *Eurotium Chinolatum*, *Aspergillus glaucus Sp.* And Other Fungi. *Soil Sci. Am. J.* 42 : 738 - 743.
- Lutfi, A. 2004. Pencemaran lingkungan. Dalam (eds.) Struktur atom dan system periodik. Sukarmin. Subandiyah, H. Jakarta.
- Maqueda, C. 1990. Adsorption of chlordimeform by humic substances from different soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 150 : 113 - 121.
- Marsi. 1992. Illite, humic fraction, and humic-illit complexes : their metal complexation mechanisme. Ph.D Dissertation. University of Kentucky. Lexington, Ky. USA. *Dalam* : Marsi. 1998. Pemanfaatan fraksi humat sebagai alternatif perbaikan sifat kimia dan kesuburan tanah pada lahan pertanian marginal. Prosiding Seminar Ilmiah FP Unsri dalam Rangka Dies Unsri ke-36, ISBN : 979-8385-15-8.
- Minardi. 2006. Peran Asam Humat dan Fulvat dari Bahan Organik dalam Pelepasan P terjerap pada Andisol. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang (tidak dipublikasikan).
- Naidu, R and R.D. Harter. 1998. Effectiveness of different organic ligand on sorption and extrability of cadmium by soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62 : 644 - 650.
- Nayak, D.C., C. Varadachari and K. Gosh. 1990. Influence of organic acidic functional group of humic substance in complexation with clay minerals. *Soil Science*. 149 : 268 - 271).
- Nora F. Y. Tam, Yuk-Shan Wong and Craig G. Simpson. 1998. Removal of Copper by Free and Immobilized Microalgae, *Chlorella vulgaris*, In: *Water Treatment with Algae*, Yuk-Shan and Nora F. Y. Tam (eds.), Springer-Verlag and Landes Bioscience , p. 17.
- Nuryani, S. 2007. Peningkatan Eisiensi Pemupukkan N pada Tanaman Tebu Melalui Rekeyasa Khelat Urea-Humat. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(2) : 93 - 102.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta.
- Prabowo, A.M. 1996. Reaksi kimia asam malat dan peranannya sebagai pencegah keracunan aluminium pada tanah-tanah masam. *J. Agrivita* 20 (1) : 27 - 33.

- Priyanto, B dan J.Prayitno. 2000. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. Available at : www.sinobiological.com. (diakses tanggal 01-02-2010).
- Perry, H.R and G. Don. 1984. Chemical engineers handbook. Sixth edition. McGraw Hill Inc., Singapore.
- Putra, E. 2008. Humus, Material Organik Penyubur Tanah. Nugroho blog 2009. Available at : [Blog at WordPress.com](http://Blog.atWordPress.com). (diakses tanggal 08-12-2009).
- Rahman, A. 2006. Kandungan logam berat timbale (Pb) dan kadmium (Cd) pada beberapa jenis crustacean di pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal BIOSCIENTIAE*. 3(2) : 93 - 101.
- R. O. Jenkins, P. J. Craig, D. P. Miller, L. C. A. M. Stoop, N. Ostah and T. A. Morris. 1998. *Appl.Organometal. Chem.* 12, 449-445.
- Sabaruddin., D.Budianta and M. Hayati. 2010. Effect of Organic Matter Amendment on Lead Contamination in Roadside Soil and Plant. *Journal of Tropical Soil*. 15(1): 25 - 32.
- Schnitzer, M. 1986. Binding of Humic Substances by Soil Mineral Colloid. *In* P.M.Huang and M. Schnitzer (Ed.) *Interaction of Soil Minerals with Natural Organik and Microbes*. Soil Sci. Am.J. Spec Publ No.17. Madison, WI. USA.
- Schnitzer, M. 1991. Soil organic matter – the next 75 years. *Soil Sci.* 151 : 41 - 58.
- Senesi, N., G. Brunetti., P. La Cava and T.M. Miano. 1994. Adsorption of alachor by humic acids from sewage sludge and amended and non-amanded. *Soil Science*. 157 : 176 - 184.
- Soepardi, G. 1983. *Masalah Kesuburan Tanah di Indonesia*. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian, Bogor.
- Sparks, K.M and D. Wells. 1997. The interaction of a humic acid with heavy metals. *Aust. J. Soil Res.* 35 : 89 - 101.
- Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. John Willey & Sons. New York.
- Stevenson, F.J., A. Fitch and M.S. Brar. 1993. Stability constant of Cu (II) humate complexes determined by modified potentiometric titration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55 : 1586 – 1591.

- Suyasning. 2008. Temukan Kadar Kualitas Premium di Indonesia. Available at : <http://www.kompas.com/kompos-cetak/0107/08/ipitek/timb22.htm>. Diakses tanggal 16-01-2009).
- Suyono, M dan B. Sugiarto. 1997. Kapasitas Pertukaran Timbal dan Kadmium dalam Air oleh Asam Humat Tletong (Suatu studi penanganan cemaran Pb dan Cd). Lembaga Penelitian IKIP. Surabaya.
- Tan, K. H. 1992. Principles of Soil Chamestry. Marcel-Dekker Inc., New York.
- Tan, K.H. 1998. Dasar-Dasar Kimia Tanah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tan, K. H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Tejada, M., M.T.Hernandez and C.Garcia. 2007. Application of Two Organic Wastes in a Soil Polluted by Lead: Effects on the Soil Enzymatic Activities. Journal of environmental Quality. 36(1): 216-225.
- Trubetskoj, O.A., Y. Kudrayavceva and S.Shirshova. 1991. Characterization of Soil Humic Matter by Polyacrilamide Gel Electrophoresis in The Presence of Denaturing Agents Soil Biology. Biochem. 23 : 1179 - 1181.
- Tsutsuki, K. 1993. Organik Matter and Soil Fertility. Obihiro Asia and the pacific seminar on education for rural development. Obihiro, Hokaido, Japan, sep, 5 - 15, 1993. Obihiro University of Agriculture and Vet. Medicine, Obihiro. Japan.
- United Status Army Environmental Center (USAEC). 1998. Result of a greenhouse study investigating the phytoextraction of lead from contaminated soils obtained from the sanflower army ammunition plant (SFAAP). SFIM-AEC-ET-CR-98036. US army environmental center, Aberdeen proving ground, Maryland.
- Utami, S., S. Nuryani dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian 10 (2) : 63 - 69.