



**PENGARUH PENAMBAHAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT
PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH LOGAM Pb DAN Cd SERTA
UJI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*) SEBAGAI
HIPERAKUMULATOR**

SKRIPSI

Oleh:

**Distiana Wulanjari
NIM 101510501038**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PENGARUH PENAMBAHAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT
PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH LOGAM Pb DAN Cd SERTA
UJI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*) SEBAGAI
HIPERAKUMULATOR**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh:

**Distiana Wulanjari
NIM 101510501038**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Gathot Susilo dan Ibunda Sumiati, S.Pd tercinta, terima kasih atas do'a yang mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan, dan curahan kasih sayang yang diberikan selama ini.
2. Kakakku tercinta Wahyu Ari Nurdiana dan adikku tersayang Mufti Satriya Prambudi, terima kasih atas semangat, dukungan, dan selalu menghiburku hingga saat ini.
3. Guru – guruku sejak taman kanak – kanak sampai dengan perguruan tinggi, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Fakultas Pertanian – Universitas Jember.

MOTO

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). (terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-7) *)

Kita adalah apa yang berulang – ulang kita lakukan. Karena itu, keunggulan bukanlah suatu tindakan yang sering kali kita lakukan, tapi kebiasaan. *Aristoteles*

Celakalah bagi orang – orang yang curang (dalam menakar dan menimbang).
(terjemahan Surat *Al-Muthaffifin* ayat 1) *)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Distiana Wulanjari

NIM : 101510501038

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Penambahan Guano sebagai Agen Pengkhelat pada Tanah Tercemar Limbah Logam Pb dan Cd serta Uji Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) sebagai Hiperakumulator” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 April 2014

Yang menyatakan,

Distiana Wulanjari
NIM 101510501038

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT
PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH LOGAM Pb DAN Cd SERTA
UJI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*) SEBAGAI
HIPERAKUMULATOR**

Oleh:

Distiana Wulanjari
NIM 101510501038

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Arie Mudjiharjati, MS
NIP 195007151977032001

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si
NIP 196505231993022001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Penambahan Guano sebagai Agen Pengkhelat pada Tanah Tercemar Limbah Logam Pb dan Cd serta Uji Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) sebagai Hiperakumulator” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian – Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Rabu, 19 Maret 2014

tempat : Fakultas Pertanian – Universitas Jember

Tim Penguji:

Penguji I,

Ir. Arie Mudjiharjati, MS
NIP 195007151977032001

Penguji II,

Penguji III,

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si
NIP 196505231993022001

Ir. Sutrisno, MS
NIP 194908291976031003

Mengesahkan,

Dekan

Dr. Ir. Jani Januar, MT
NIP 195901021988031002

RINGKASAN

Pengaruh Penambahan Guano sebagai Agen Pengkhelat pada Tanah Tercemar Limbah Logam Pb dan Cd serta Uji Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) sebagai Hiperakumulator; Distiana Wulanjari, 101510501038; 2014: 35 halaman; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Sektor industri dewasa ini menjadi pendongkrak perekonomian masyarakat. Namun hal ini juga memberikan dampak berupa pencemaran lingkungan. Salah satu pencemaran yang harus ditangani secara intensif adalah pencemaran limbah logam berat sisa industri dalam tanah melalui proses remediasi. Penambahan bahan organik pada proses remediasi juga dapat mendukung keberhasilan remediasi. Pengembangan bahan organik dalam proses remediasi adalah penggunaan pupuk guano. Pupuk guano merupakan hasil pengomposan timbunan kotoran kelelawar. Keunggulan guano ini selain sebagai bahan organik, juga memiliki kandungan P tinggi, sehingga berfungsi sebagai sumber fosfat alam. Penambahan guano diharapkan mampu mengkhelat limbah logam berat dalam tanah serta menjadi sumber unsur hara makro primer.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi penambahan guano dan limbah terhadap logam Pb dan Cd terekstrak dalam tanah, serta dosis yang efektif untuk mengikat limbah logam Pb dan Cd. Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi remediasi untuk pemulihan produktivitas lahan – lahan tercemar limbah logam Pb dan Cd.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2013 bertempat di UPT Agrotechnopark Universitas Jember, Laboratorium Kesuburan Tanah Universitas Jember, dan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor untuk analisis kandungan logam berat. Metode penelitian ini disusun menggunakan percobaan faktorial 3x3 dengan 3 ulangan. Rancangan dasar yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan 9 kombinasi perlakuan. Beda antar perlakuan diuji dengan duncan pada taraf kepercayaan 5%. Bahan yang digunakan diantaranya adalah tanah inceptisol, limbah tercemar logam berat,

pupuk guano, aquadest, dan bibit sawi daging umur 12 hari. Langkah penelitian ini adalah: (1) Membuat media tanam dari campuran tanah, limbah, dan pupuk sesuai dengan perlakuan, kemudian ditambah aquadest hingga kapasitas lapang. (2) Menginkubasi media selama 2 minggu. (3) Menanami media dengan bibit sawi daging umur 12 hari hingga panen. (4) Menganalisis tanah dan jaringan setelah panen.

Hasil analisis menyebutkan terdapat perbedaan yang nyata terhadap pemberian guano. Penambahan guano 100 g/pot lebih efisien dibandingkan dengan penambahan guano 200 g/pot karena mampu menurunkan pencemaran lebih besar pada peningkatan dosis limbah, sehingga serapan logam berat dalam jaringan tanaman dan nilai BAF (*Bioaccumulation factor*) menurun. Penurunan ini terjadi akibat peningkatan persentase khelasi antara guano dengan logam Pb dan Cd. Sehingga semakin besar persentase pengkhelatannya, semakin kecil serapan logam oleh tanaman. Penambahan guano juga mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah hingga 94,72 ppm P_2O_5 , dan meningkatkan pH tanah menjadi normal (7,7). Gejala visual yang tampak pada tanah adalah adanya proses penggumpalan logam berat akibat peningkatan pH tanah, klorosis pada daun, dan kekerdilan akibat terhambatnya serapan hara dari dalam tanah. Gejala visual yang tampak pada tanaman mengindikasikan bahwa sawi daging bukan hiperakumulator terhadap logam Pb dan Cd.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah: (1) Terdapat interaksi yang nyata penambahan guano sebagai agen pengkhelat terhadap logam Pb dan Cd terekstrak dalam tanah tercemar limbah logam Pb dan Cd. (2) Penambahan guano 100 g/pot lebih efisien mengikat limbah logam Pb dan Cd. (3) Tanaman sawi daging (*Brassica juncea*) bukan hiperakumulator limbah logam berat Pb dan Cd.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Guano sebagai Agen Pengkhelat pada Tanah Tercemar Limbah Logam Pb dan Cd serta Uji Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) sebagai Hiperakumulator”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Jani Januar, M.T., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D., DIC., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi;
3. Ir Arie Mudjiharjati, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota., dan Ir. Sutrisno, M.S., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Dr. Ir. Suharto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ayahanda Gathot Susilo dan Ibunda Sumiati, S.Pd sekeluarga yang telah memberikan do'anya hingga terselesaikannya skripsi ini;
6. Rekan kerjaku Yunita Rizki Azizah, Dwi Erwin Kusbianto, dan Agung Haryo Seto yang telah berjuang bersama;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Maret 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Hipotesis	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Limbah Logam Berat	4
2.2.1. Logam Berat Timbal (Pb)	6
2.2.2. Logam Berat Kadmium (Cd)	6
2.2. Pupuk Guano	7
2.3. Pembentukan Kompleks Pengkelatan oleh Bahan Organik	9
2.4. Fitoremediasi	11
2.3.1. Tanaman Hiperakumulator	12
2.3.2. Sawi Daging (<i>Brassica juncea</i>)	13

BAB 3. METODOLOGI	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	15
3.2.1. Bahan Penelitian	15
3.2.2. Alat Penelitian.....	15
3.3. Rancangan Percobaan	15
3.4. Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1. Tahap Analisis Pendahuluan.....	16
3.4.1.1. Analisis Tanah Inceptisol.....	16
3.4.1.2. Analisis Limbah Tercemar Logam Pb dan Cd.....	17
3.4.1.3. Analisis Pupuk Guano	17
3.4.2. Tahap Aplikasi.....	18
3.4.3. Tahap Analisis Setelah Panen.....	18
3.4.3.1. Analisis Tanah.....	18
3.4.3.2. Analisis Jaringan Tanaman.....	19
3.4.3.3. Analisis Berat Basah dan Berat Kering Tanaman....	19
3.4.3.4. Penghitungan Nilai <i>Bioaccumulation Factor</i> (BAF)	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Hasil Analisis Pendahuluan	20
4.1.1. Hasil Analisis Tanah Inceptisol.....	20
4.1.2. Hasil Analisis Limbah Tercemar Logam Pb dan Cd.....	20
4.1.3. Hasil Analisis Pupuk Guano.....	20
4.2. Kemampuan Guano dalam Mengkhelat Logam Berat	21
4.2.1. Pengkhelatan Guano terhadap Logam Berat Pb (Timbal)....	22
4.2.2. Pengkhelatan Guano terhadap Logam Berat Cd (Kadmium)	23
4.3. Kemampuan Tanaman Menyerap Logam Berat	26
4.3.1. Kemampuan Tanaman Menyerap Logam Berat Pb.....	26
4.3.2. Kemampuan Tanaman Menyerap Logam Berat Cd	28
4.4. Ketersediaan P dalam Tanah	28

4.5. Gejala Visual	29
4.5.1. Gejala Visual pada Tanah.....	29
4.5.2. Gejala Visual pada Tanaman.....	31
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan Alami Logam Berat dalam Tanah	5
2.2 Perbandingan Kandungan Hara Guano Nitrogen, Guano Fosfat, dan Batuan Fosfat Asal Guano	9
2.3 Jenis Tanaman yang Berpotensi sebagai Hiperakumulator	13
3.1 Metode Analisis Tanah Inceptisol	17
3.2 Metode Analisis Limbah Tercemar Logam Pb dan Cd	17
3.3 Metode Analisis Pupuk Guano	17
3.4 Metode Analisis Tanah Setelah Panen	18
3.5 Metode Analisis Jaringan Tanaman Setelah Panen	19
4.1 Kandungan Unsur Hara dan Logam Toksik pada Tanah Inceptisol	20
4.2 Kandungan Logam Berat Asal Limbah Pabrik Kertas PT. Adiprima	20
4.3 Kandungan Unsur Hara dan Logam Toksik pada Pupuk Guano	21
4.4 Hasil Analisis Logam Berat Pb Terekstrak dalam Tanah Setelah Panen..	22
4.5 Hasil Analisis Logam Berat Cd Terekstrak dalam Tanah Setelah Panen	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses Pembentukan Pupuk Guano	8
2.2 Sawi Daging	13
4.1 Grafik Pengkhelatan Guano terhadap Logam Pb	23
4.2 Grafik Pengkhelatan Guano terhadap Logam Cd	26
4.3 Grafik Kandungan Logam Pb dalam Jaringan	26
4.4 Grafik Perbandingan Nilai BAF Penambahan Guano terhadap Limbah Logam Pb	27
4.5 Grafik Perbandingan Nilai BAF Penambahan Guano terhadap Limbah Logam Cd	28
4.6 Grafik P Tersedia dalam Tanah	29
4.7 Grafik Rerata pH Tanah Pasca Panen	30
4.8 Pengendapan Limbah Logam Pb dan Cd pada Akar.....	30
4.9 Gejala Klorosis pada Daun	31
4.10 Grafik Tinggi Tanaman pada 4 MST	31
4.11 Grafik Panjang Akar Tanaman	32
4.12 Panjang Akar pada Media Tercemar	33
4.13 Proses Guano Mengkhelat dan Mengendapkan Logam Pb dan Cd serta Gejala Visual pada Tanaman Sawi.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian	39
B. Diagram Alir Penelitian	40
C. Jadwal Penelitian	41
D. Teknik – Teknik Analisis	42
E. Dokumentasi Kegiatan	60