



**UJI KEMAMPUAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT LOGAM
Pb DAN Cu PADA TANAH TERCEMAR**

SKRIPSI

Oleh :

**Yunita Rizki Azizah
091510501063**

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



**UJI KEMAMPUAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT LOGAM
Pb DAN Cu PADA TANAH TERCEMAR**

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

Oleh :

**Yunita Rizki Azizah
091510501063**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Ayahanda Mohamad Azis, B.A. dan Ibunda Siti Maesaroh, S.Pd yang telah tulus memberikan kasih sayang, motivasi, dan doa yang tiada hentinya ;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah tulus membimbing, mengajarkan, dan membekali ilmu pengetahuan yang tak kenal lelah ;
3. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember tercinta.

MOTTO :

*Whatever you can do or dream you can, begin it.
Boldness has genius, power, and magic in it
(Goethe)*)*

Hidup di dunia tanpa menyadari arti dunia ibarat berkunjung di perpustakaan
besar, tanpa menyentuh buku-bukunya
(Dan Brown)*)

*) Pearson, P. 1998. *Stop Self-Sabotage* Tinggalkan Cara Hidup yang Merusak dan Dapatkan Hidup yang Luar Biasa. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

**) Brown, D. 2010. *The Lost of Symbol*. Bentang Pustaka. Yogyakarta.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : YUNITA RIZKI AZIZAH

NIM : 091510501063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “Uji Kemampuan Guano Sebagai Agen Pengkhelat Logam Pb Dan Cu Pada Tanah Tercemar” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan itu tidak benar.

Jember, 14 Mei 2014

Yang menyatakan,

Yunita Rizki Azizah
NIM. 091510501063

SKRIPSI

UJI KEMAMPUAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT LOGAM Pb DAN Cu PADA TANAH TERCEMAR

Oleh:

Yunita Rizki Azizah
091510501063

Pembimbing :

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

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

PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “Uji Kemampuan Guano Sebagai Agen Pengkhelat Logam Pb Dan Cu Pada Tanah Tercemar” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Selasa, 20 Mei 2014

tempat : Ruang Sidang Fakultas Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si

NIP. 196505231993022001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Arie Mudjiharjati, MS.

NIP. 195007151977032001

Ir. Sutrisno, MS.

NIP. 194908291976031003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Pertanian,

Dr. Ir. Jani Januar, MT.
NIP. 195901021988031002

RINGKASAN

Uji Kemampuan Guano Sebagai Agen Pengkhelat Logam Pb dan Cu Pada Tanah Tercemar: Yunita Rizki Azizah, 091510501063; 2014; 20 halaman; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Limbah logam berat termasuk jenis limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang bersifat toksik dan dapat mencemari lingkungan. Salah satu jenis logam berat dan toksik yang sangat berpotensi mencemari lingkungan adalah logam Pb dan Cu. Berdasarkan ambang batas kritis tanah tercemar logam Pb dan Cu berturut-turut adalah 60-125 mg kg⁻¹ dan 100-400 mg kg⁻¹. Salah satu upaya untuk menurunkan tingkat cemaran logam dalam tanah yaitu remediasi. Penggunaan bahan organik berupa pupuk guano termasuk salah satu upaya remediasi. Pupuk guano berasal dari timbunan kotoran kelelawar yang telah mengendap lama di dalam gua. Guano memiliki keunggulan sebagai sumber fosfat alam dengan kandungan P yang tinggi. Penggunaan guano diharapkan mampu mengkhelat logam Pb dan Cu. Sehingga aktivitas logam tersebut dapat berkurang di dalam tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi perlakuan kombinasi antara guano dengan logam, untuk mengetahui kemampuan guano dalam mengkhelat logam Pb dan Cu, dan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans poir*) sebagai tanaman hiperakumulator digunakan untuk mengetahui besarnya serapan logam dalam jaringan tanaman akibat pemberian guano. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui potensi pupuk guano dalam menetralkan logam toksik terutama Pb dan Cu, sehingga dapat dijadikan alternatif dalam upaya bioremediasi.

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap percobaan di laboratorium dan di lapangan secara berkesinambungan. Percobaan pertama adalah tahap analisis pendahuluan yang dilakukan di laboratorium. Tahap ini meliputi identifikasi pupuk guano, identifikasi tanah inceptisol, dan pembuatan larutan artifisial logam Pb dan Cu.

Percobaan tahap kedua adalah tahap uji kemampuan guano mengkhelat logam di laboratorium. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok faktorial dengan menggunakan uji lanjut Duncan 5%. Penelitian disusun sebanyak $2 \times 4 \times 3 = 24$ satuan percobaan. Langkah kerja penelitian ini adalah : (1) Mencampur guano dengan logam ke dalam plastik klip. (2) Menginkubasi selama 30 hari dalam keadaan kapasitas lapang. (3) Menganalisa kandungan logam terekstrak.

Percobaan tahap ketiga adalah tahap uji kemampuan guano mengkhelat logam aplikasi di lapangan. Perlakuan konsentrasi logam yang digunakan berdasarkan hasil analisis tahap kedua. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok faktorial. Beda perlakuan diuji dengan uji Duncan 5%. Penelitian disusun sebanyak $2 \times 3 \times 3 = 18$ satuan percobaan. Langkah kerja penelitian ini adalah : (1) Membuat campuran media tanam diantaranya tanah inceptisol, larutan logam artifissial, dan guano (dosis sesuai dengan perlakuan) yang ditambahkan dengan aquadest hingga kapasitas lapang. (2) Menginkubasi selama 1 minggu. (3) Melakukan transplanting bibit tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* poir) umur 12 hari hingga panen. (4) Menganalisa tanah dan jaringan tanaman.

Hasil penelitian menyebutkan bahwa tidak terjadi interaksi antara guano dengan logam. Pada uji Duncan 5% menunjukkan pemberian dosis guano dan perlakuan logam berbeda tidak nyata. Nilai persentase pengkhelatan logam oleh guano 100 g lebih tinggi dibandingkan dosis guano 200 g. Pemberian dosis guano 100 g lebih efisien dibandingkan dosis guano 200 g karena mampu menurunkan pencemaran. Besarnya persentase pengkhelatan logam oleh guano tidak berbanding terbalik dengan serapan logam berat dalam jaringan tanaman dan nilai BAF (*Bioaccumulation factor*). Pemberian guano tidak meningkatkan nilai pH tanah karena adanya pengaruh penggunaan larutan artifissial logam. Akibatnya, kandungan P tersedia belum optimum. Hal ini juga berdampak pada biomassa tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* poir) yang hasilnya $\leq 1,00$ gr/tanaman. Gejala visual yang tampak pada tanaman diantaranya kenampakan daun dan batang tanaman terlihat kecil dan panjang, tidak terlihat klorosis, dan masih

terlihat hijau. Tanaman mampu menyelesaikan siklus hidupnya dengan paparan konsentrasi logam yang tinggi. Hal ini dikarenakan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans poir*) merupakan tanaman hiperakumulator logam Pb dan Cu.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah : (1) Aplikasi pupuk guano pada tanah tercemar limbah logam berat seperti Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dapat menurunkan tingkat cemaran. Pemberian dosis guano 100 g lebih efisien mengkhelat logam Pb dan Cu sebesar 90,20 % dan 65,55% dibandingkan dengan dosis guano 200 g. (2) Tidak adanya interaksi antara faktor perlakuan dosis guano dan jenis logam. (3) Besarnya persentase pengkhelatan logam oleh guano tidak berbanding terbalik dengan kandungan serapan logam dalam jaringan.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kemudahan, kesabaran, kekuatan, serta hikmah yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi dengan judul : **UJI KEMAMPUAN GUANO SEBAGAI AGEN PENGKHELAT LOGAM Pb DAN Cu PADA TANAH TERCEMAR** yang disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi agroteknologi dan mencapai gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M. Si., dan Ibu Ir. Arie Mudjiharjati, MS., selaku Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu untuk mendidik, memberikan ilmu, dorongan dan pengarahan dengan penuh kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini ;
2. Bapak Ir. Sutrisno, MS., selaku Penguji yang telah memberikan ilmu dan pengarahan kepada penulis ;
3. Bapak Dr. Ir. Jani Januar, MT., Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember ;
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP., selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang selalu memberikan masukan dan bimbingan selama melaksanakan kuliah di Fakultas Pertanian Universitas Jember ;
5. Ayahanda Mohamad Azis, BA. dan Ibunda Siti Maesaroh, S.Pd. tercinta atas seluruh cinta kasih, kesabaran, motivasi, nasehat, dan doa yang diberikan kepada penulis ;
6. Adik-adikku tersayang Ikhlasul Amal Rizki Aziz, Syahru Ramadhan Rizki Aziz, dan Putri Cahyani Alhajuti atas motivasi dan doa yang diberikan kepada penulis.
7. Atok tersayang Alm. Abdul Wahab dan Alm. Mohammad Thoha dan Mbah tersayang Almh. Rr. Safiyah dan Mudawammah atas motivasi dan doa yang diberikan kepada penulis ;

8. Gilang Fajar Ramadhan, terima kasih untuk kasih sayang, waktu, dan segalanya hingga saat ini dan semoga dapat seterusnya hingga doa dan impian kita dikabulkan oleh Allah SWT, Amien ;
9. Sahabatku-sahabatku terkasih Deasy Dwi Purnama Sari, Mbak Yuditha, Mbak Firly Mutia, dan Mbak Nur Muchlisoh Army ;
10. Teman-teman semasa kuliah yang telah berjuang bersama-sama Wiyanti Desi Wulandari, Kusyafitri Mei Harfiani, Almaghfira Putri Khaerunnissa, Nurul Rama Dhany, Acclivity Noveltine Libertyca, Risky Mulana An-Nur, Haikal Wahono, Andi Satrio Ageng, Redy Praharyanto, Rifqi Budi Kurnia, Isti Liescahyani, Yusuf Prasetyo, dan Dita Meidianti ;
11. Partner selama menyelesaikan penelitian Distiana Wulanjari, Agung Haryo Seto, dan Dwi Erwin Kusbiantoro ;
12. Bapak Joko Purnomo dan Mas Jimi, selaku selaku teknisi Laboratorium Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah banyak meluangkan waktu membantu penulis selama menyelesaikan penelitian ;
13. Sahabat-sahabat kost yang selalu menemani setiap saat, Fitria Nur Indah Sari, Nur Hayati, Lucky Yuristika, Siscawati Rizki Lasmo, Ika Mirnawati, Enny Adithia, Rizki Wahyu Ramadhania, dan Retno Rachmayanti ;
14. Semua teman-teman Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember angkatan 2009, semoga kita dapat berjumpa kembali dengan kesuksesan kita ;
15. Dan semua pihak yang telah berjasa selama ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSYARATAN GELAR	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pupuk Guano.....	4
2.1.1 Definisi Pupuk Guano.....	4
2.1.2 Asal Mula Guano dan Proses Pembentukannya	6
2.2 Mekanisme Khelasi.....	8
2.3 Limbah Logam Berat	9
2.3.1 Logam Berat Timbal (Pb).....	12
2.3.2 Logam Berat Tembaga (Cu)	13
2.4 Fitoremediasi	13
2.4.1 Tanaman Hiperakumulator	14

2.4.2 Kangkung Darat (<i>Ipomoeae reptans poir</i>).....	15
2.5 Hipotesis	16
BAB 3. METODOLOGI	17
3.1 Analisis Pendahuluan.....	17
3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.1.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.1.2 Alat Penelitian	17
3.1.2 Bahan Penelitian.....	17
3.1.3 Tahapan Pelaksanaan.....	18
3.1.3.1 Identifikasi Pupuk Guano	18
3.1.3.2 Identifikasi Tanah Inceptisol.....	18
3.1.3.3 Pembuatan Larutan Artifisial Logam	19
3.1.3.3.1 Pembuatan Larutan Artifisial Logam Pb ...	19
3.1.3.3.2 Pembuatan Larutan Artifisial Logam Cu ...	20
3.2 Uji Kemampuan Guano Mengkhelat Logam (Uji Laboratorium).....	20
3.2.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.2.2.1 Alat	20
3.2.2.2 Bahan.....	20
3.2.2.3 Rancangan Percobaan	21
3.2.2.4 Uji Lanjut.....	22
3.2.2.5 Tahapan Pelaksanaan	22
3.3 Uji Kemampuan Guano Mengkhelat Logam (Aplikasi Lapangan)	23
3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.2.1 Alat	23
3.3.2.2 Bahan.....	23
3.3.3 Rancangan Percobaan	23
3.3.4 Uji Lanjut.....	24

3.3.5 Tahapan Pelaksanaan	24
3.3.5.1 Analisis Media.....	25
3.3.5.2 Analisis Jaringan Tanaman	25
3.3.5.3 Perhitungan Nilai <i>Bioaccumulation Factor</i> (BAF).....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Analisis Pendahuluan	27
4.1.1 Hasil Analisis Pupuk Guano	27
4.1.2 Hasil Analisis Tanah Inceptisol	27
4.2 Kemampuan Guano dalam Mengkhelat Logam	28
4.2.1 Kemampuan Guano dalam Mengkhelat Logam Artifissial di Laboratorium.....	29
4.2.2 Kemampuan Guano dalam Mengkhelat Logam Artifissial di Tanah.....	31
4.2.2.1 Penghelatan Logam Berat Artifissial Pb Oleh Guano.....	32
4.2.2.1 Penghelatan Logam Berat Artifissial Cu Oleh Guano.....	34
4.2.3 Logam Berat Terekstrak dalam Jaringan Tanaman	37
4.2.3.1 Logam Berat Pb Terekstrak dalam Jaringan Tanaman	38
4.2.3.2 Logam Berat Cu Terekstrak dalam Jaringan Tanaman	40
4.3 Nilai pH dan Ketersediaan P dalam Tanah	41
4.4 Biomassa dan Gejala Visual Logam Berat Pada Tanaman.....	44
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Guano Nitrogen, Guano Fosfat, dan Batuan Fosfat Berasal dari Guano	5
2.2 Kandungan Hara Pupuk Kandang	5
2.3 Kandungan Logam dalam Tanah	11
2.4 Kandungan Unsur Pencemar dan Logam Berat dalam Tanah Tercemar Limbah Industri Tekstil di Persawahan Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung	12
3.1 Jenis Analisis Pendahuluan Pupuk Guano	18
3.2 Jenis Analisis Pendahuluan Tanah Inceptisol	19
3.3 Kombinasi Perlakuan Guano dan Logam Tahap 2	21
3.4 Jenis Analisis Tahap Uji Kemampuan Guano Dalam Mengkhelat Logam	22
3.5 Kombinasi Perlakuan Guano dan Logam Tahap 3	24
3.6 Jenis Analisis Media Tahap Uji Kemampuan Guano Dalam Mengkhelat Logam Dalam Tanah.....	25
3.7 Jenis Analisis Jaringan Tanaman Tahap Uji Kemampuan Guano Dalam Mengkhelat Logam Dalam Tanah	26
4.1 Hasil Analisis Kandungan Pupuk Guano.....	27
4.2 Hasil Analisis Kandungan Tanah Inceptisol.....	28
4.3 Tabel Satu Arah Konsentrasi Logam Pb Terekstrak Oleh Guano (H+ 30)	30
4.4 Tabel Satu Arah Konsentrasi Logam Cu Terkestrak Oleh Guano (H+ 30)	30
4.5 Tabel Satu Arah Konsentrasi Logam Pb Terekstrak Dalam Tanah	33
4.6 Tabel Satu Arah Konsentrasi Logam Cu Terekstrak Dalam Tanah.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses Pembentukan Guano	7
2.2 Pembentukan Ikatan Khelat	9
2.2 Kangkung Darat (<i>Ipomoea reptans poir</i>)	15
4.1 Persentase Pengkhelatan Logam Oleh Guano H+ 30	31
4.2 Persentase Pengkhelatan Logam Pb Oleh Guano Dalam Tanah.....	34
4.3 Persentase Pengkhelatan Logam Cu Oleh Guano Dalam Tanah	36
4.4 Serapan Logam Pb Dalam Jaringan Tanaman	38
4.5 Nilai BAF Perlakuan Logam Pb	40
4.6 Serapan Logam Cu Dalam Jaringan Tanaman	41
4.7 Nilai BAF Perlakuan Logam Cu	41
4.8 Nilai pH (Setelah Inkubasi H+ 30)	42
4.9 Nilai pH Tanah Akibat Pemberian Guano	43
4.10 Kandungan P Tersedia Dalam Tanah.....	43
4.11 Biomassa Tanaman Kangkung Darat (<i>Ipomoea reptans poir</i>)	45
4.12 Gejala Visual Tanaman Kangkung Darat (<i>Ipomoea reptans poir</i>) Perlakuan Logam Pb	46
4.13 Gejala Visual Tanaman Kangkung Darat (<i>Ipomoea reptans poir</i>) Perlakuan Logam Cu.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Bagan Alir/Flow Chart.....	53
B. Jadwal Penelitian	54
C. Teknik-Teknik Analisis	58
D. Dokumentasi Kegiatan	89