

**SEBARAN SPASIAL Cu DAN Zn DALAM TANAH ULTISOL SIDOSARI
LAMPUNG SELATAN 21 TAHUN SETELAH
PERLAKUAN LIMBAH INDUSTRI**

(Skripsi)

Asri Foresta Pakpahan



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

SEBARAN SPASIAL Cu DAN Zn DALAM TANAH ULTISOL SIDOSARI LAMPUNG SELATAN 21 TAHUN SETELAH PERLAKUAN LIMBAH INDUSTRI

Oleh

Asri Foresta Pakpahan

Limbah berlogam berat berbahaya bagi manusia dan lingkungan dan dapat meninggalkan bahan sisa dalam lingkungan seperti tanah, air, dan udara. Logam berat memiliki ambang batas toleransi yang aman untuk manusia dan lingkungan dan akan menjadi racun jika melewati ambang batas tersebut. Sifat logam yang *mobile* mengakibatkan logam berat dapat mudah berpindah tempat di dalam lingkungan atau masuk ke dalam tubuh tanaman, hewan dan manusia. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang distribusi atau persebaran spasial logam berat. Dalam penelitian ini dipelajari sebaran spasial Cu dan Zn 21 tahun setelah perlakuan limbah industri pada tanah Ultisol Sidosari, Lampung Selatan.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan untuk mempelajari bagaimana sebaran spasial Cu dan Zn 21 tahun setelah perlakuan limbah industri pada tiga petak perlakuan dosis limbah berbeda, yaitu 0 Mg ha⁻¹ (tanpa limbah), 15 Mg ha⁻¹ (sedang) dan 60 Mg ha⁻¹ (tinggi). Pengambilan contoh tanah, dilakukan dengan pengeboran pada beberapa titik di lapisan atas (*top soil*) pada petak

percobaan dengan jarak 50 cm antar titik pengamatan. Contoh tanah yang diperoleh digunakan untuk mengukur konsentrasi Cu dan Zn menggunakan pengekstrak DTPA, pengukuran pH tanah, dan pengukuran C-organik tanah. Data yang diperoleh disajikan dalam grafik tiga dimensi dan dibandingkan secara kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 21 tahun setelah perlakuan terjadi redistribusi konsentrasi Cu dan Zn pada tiap petak perlakuan. Pada perlakuan 0 Mg ha⁻¹ terjadi penambahan konsentrasi Cu dan Zn masing-masing 912% dan 258%. Sedangkan pada petak perlakuan 15 Mg ha⁻¹ dan 60 Mg ha⁻¹ terjadi penurunan Cu dan Zn yaitu masing-masing 94%; 57% dan 90%;15%, masing-masing untuk Cu dan Zn. Data menunjukkan bahwa terjadi sebaran Cu dan Zn yang menyebabkan tingginya konsentrasi Cu dan Zn pada redistribusi Cu dan Zn, tinggi pada beberapa bagian dan rendah di bagian lain. Namun, secara umum konsentrasi Cu dan Zn tertinggi teramati pada petak perlakuan limbah tinggi (60 Mg ha⁻¹) diikuti pada petak perlakuan sedang (15 Mg ha⁻¹) dan terendah pada perlakuan kontrol. Redistribusi Cu dan Zn diduga karena proses pencucian dan penyerapan oleh tanaman selama 21 tahun serta melalui aliran massa, difusi dan perpindahan massa tanah akibat olah tanah.

Kata Kunci : Cu, distribusi, limbah industri, logam berat, sebaran spasial ,Zn

**SEBARAN SPASIAL Cu DAN Zn DALAM TANAH ULTISOL SIDOSARI
LAMPUNG SELATAN 21 TAHUN SETELAH
PERLAKUAN LIMBAH INDUSTRI**

Oleh

Asri Foresta Pakpahan

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **SEBARAN SPASIAL Cu DAN Zn DALAM TANAH
ULTISOL SIDOSARI LAMPUNG SELATAN 21
TAHUN SETELAH PERLAKUAN LIMBAH
INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : **Asri Foresta Pakpahan**

NPM : 1514121135

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Menyetujui

1. Komisi pembimbing,



Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.
NIP 196011091985031001



Ir. Hery Novpriansyah, M.Si
NIP 196611151990101001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.



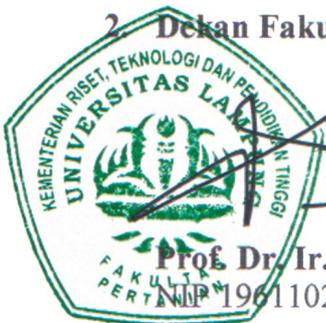
Pembimbing II : Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 November 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“SEBARAN SPASIAL Cu DAN Zn DALAM TANAH ULTISOL SIDOSARI LAMPUNG SELATAN 21 TAHUN SETELAH PERLAKUAN LIMBAH INDUSTRI”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain, telah saya cantumkan sumbernya secara jelas. Semua yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti aturan penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan bukan karya saya sendiri, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Oktober 2019



Asri Foresta Pakpahan
1514121135

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pangaribuan, Tapanuli Utara, pada 31 Agustus 1997 sebagai anak ketujuh dari tujuh bersaudara dari pasangan bapak August Pakpahan dan ibu Herlina Napitupulu. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2009 di SDN 173191 Lumban Sormin, Kecamatan Pangaribuan, Kabupaten Tapanuli Utara. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Santo Ignasius Medan dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Santo Thomas 1 Medan dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2016 penulis melaksanakan praktik pengenalan pertanian (*Home Stay*) di Desa Agropeni, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2018 di Desa Labuhan Ratu I, Kecamatan Way Jepara, Lampung Timur, dan pada tahun yang sama melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanah Taman Bogo, Lampung Timur.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung penulis mengikuti organisasi Persekutuan Okumene Mahasiswa Fakultas Pertanian (POMPERTA). Penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah dan mata kuliah Biologi pada tahun 2018. Pada tahun 2019 penulis kembali menjadi asisten dosen mata kuliah Pengantar Ilmu Tanah, Analisis Tanah dan Tanaman, dan Kimia Tanah. Penulis pernah menjadi anggota Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) di Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkat dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “ Sebaran Spasial Cu dan Zn dalam Tanah Ultisol Sidosari Lampung Selatan 21 Tahun Setelah Perlakuan Limbah Industri” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi dan juga sebagai pembahas dan penguji yang telah memberi saran dan masukan kepada penulis dalam penulisan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M. S, M. Agr.Sc. selaku Ketua Bidang Ilmu Tanah
4. Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph. D. selaku pembimbing utama atas bimbingan, ide, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini dan mengizinkan untuk bergabung dalam proyek penelitian.
5. Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi ini.

6. Yuyun Fitriana, S.P, M.P., Ph.D. selaku pembimbing akademik yang telah memberi bimbingan dan membantu penulis dalam berkonsultasi mengenai kegiatan akademik selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Ibu tercinta, Herlina Napitupulu yang selalu mendoakan dan memberi semangat kepada penulis dalam kegiatan perkuliahan.
8. Kepada kakak dan abang penulis yang selalu bersedia mendengar dan memberi masukan kepada penulis.
9. Kepada pak Warto yang telah membantu penulis dalam kegiatan analisis dan memberi masukan kepada penulis.
10. Kepada seluruh dosen dan staf di Jurusan Agroteknologi.
11. Kepada Mila Mil'atu Rohma, Anggi Winanda, Rahma Meuly, Dwi Marsenta, Ekes Filadola, Cemi Wulan, Mikha Yuanita Siburian, Qudus Sabha, Asep Awaludin, Muhammad Fajrin, dan Pangestu Wicaksono yang telah menjadi teman yang baik bagi penulis.
12. Kepada Muhammad Afif Hidayatullah dan Mia Milanti sebagai teman sepenelitian.
13. Kepada teman-teman AGT 2015 kelas C.
14. Kepada teman-teman Agroteknologi 2015.

Bandar Lampung, 28 Oktober 2019.

Asri Foresta Pakpahan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Logam Berat dan Sumbernya.....	7
2.2 Pergerakan Logam Berat dalam Tanah	8
2.3 Sebaran Logam Berat dalam Tanah	10
III. BAHAN DAN METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metodologi	13
3.4 Analisis Tanah.....	16
3.5 Interpretasi Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Perubahan Cu dan Zn 21 Tahun Setelah Perlakuan	17
4.1.1 Perubahan Cu	17
4.1.2 Perubahan Zn	21
4.2 Distribusi Cu dan Zn	24
V. SIMPULAN DAN SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengambilan contoh tanah untuk pengamatan sebaran logam berat....	15
2. Perubahan kandungan Cu di tanah Ultisol Sidosari Lampung Selatan dalam 21 tahun (1998-2019).....	18
3. Perubahan kandungan Zn di tanah Ultisol Sidosari Lampung Selatan dalam 21 tahun (1998-2019).....	21
4. Perubahan pH tanah di tanah Ultisol Sidosari Lampung Selatan dalam 21 tahun (1998-2019).....	24
5. Curah hujan di Provinsi Lampung (2011-2019).....	33
6. Data hasil analisis C-organik di tanah Ultisol Sidosari Lampung Selatan.....	33
7. Batas kandungan logam yang direkomendasikan untuk konsumsi.....	33
8. Kisaran kadar kecukupan hara mikro (mg/kg) pada beberapa tanaman penting.....	34
9. Konsentrasi Cu pada masing-masing titik pengamatan L ₀ B ₀ K ₀	35
10. Konsentrasi Zn pada masing-masing titik pengamatan L ₀ B ₀ K ₀	36
11. Konsentrasi Cu pada masing-masing titik pengamatan L ₁ B ₀ K ₀	37
12. Konsentrasi Zn pada masing-masing titik pengamatan L ₁ B ₀ K ₀	38
13. Konsentrasi Cu pada masing-masing titik pengamatan L ₂ B ₀ K ₀	39
14. Konsentrasi Zn pada masing-masing titik pengamatan L ₂ B ₀ K ₀	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Denah tata letak percobaan Sidosari Lampung Selatan	14
2. Titik pengambilan contoh tanah pada petak percobaan	15
3. Distribusi Cu pada petak percobaan 21 tahun setelah perlakuan limbah industri	19
4. Perbedaan warna filtrat	20
5. Distribusi Zn pada petak percobaan 21 tahun setelah perlakuan limbah industri	23

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti dengan peningkatan komponen lainnya seperti industri, teknologi, dan informasi. Hal ini untuk mendukung dan memenuhi kebutuhan manusia dalam hal sandang, pangan dan papan. Peningkatan kegiatan industri merupakan komponen yang penting, namun terkadang kegiatan industri yang tidak sesuai aturan dapat berdampak buruk terhadap manusia dan lingkungan. Salah satu hasil samping kegiatan industri yang menjadi perhatian adalah limbah industri berlogam berat.

Pengertian limbah dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah sisa proses produksi atau bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian. Limbah berlogam berat merupakan salah satu jenis limbah yang sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan jika tidak dikelola secara baik dan benar. Pengelolaan yang tidak benar akan meninggalkan bahan sisa di lingkungan seperti tanah, aliran air, dan udara.

Logam berat yang terdapat di lingkungan akan bersifat racun jika telah melampaui batas wajar. Logam berat dapat meracuni manusia secara langsung maupun tidak langsung. Misalkan logam Pb yang terdapat pada asap kendaraan dapat secara langsung meracuni manusia melalui udara, dan secara tidak langsung dapat meracuni manusia melalui logam berat yang diserap oleh tanaman dan yang terbawa dalam aliran air (Anggaraini, 2007 ; Salam, 2017).

Logam berat memiliki sifat yang *mobile* sehingga mudah bergerak untuk berpindah akibat perubahan lingkungan. Selain itu, logam berat mudah bergerak dalam air, tanah dan udara. Dalam tanah, logam berat dapat masuk ke dalam larutan tanah sehingga memungkinkan untuk diserap oleh tanaman. Dalam tanaman, logam berat akan menghasilkan residu yang dapat mengganggu kesehatan bila dikonsumsi oleh manusia atau hewan (Hardiani, 2009).

Logam berat secara umum dapat muncul secara alami (*lithogenic*) dan melalui pengaruh atau campur tangan manusia (*anthropogenic*). Di tanah pertanian, penumpukan logam berat dalam tanah disebabkan oleh kegiatan pertanian seperti pemupukan, penggunaan pestisida dengan kandungan logam berat, penggunaan alat pertanian serta limbah industri rumah tangga. Darmono (2001) menyatakan kontaminasi logam berat pada tanah pertanian tergantung pada : (1) jumlah logam yang terdapat pada batuan tempat tanah terbentuk; (2) jumlah mineral tanah yang ditambahkan sebagai pupuk ; (3) jumlah deposit logam yang jatuh dari atmosfer ke dalam tanah; (4) Jumlah yang terangkut dari proses panen atau pun merembes ke dalam tanah yang lebih dalam.

Logam berat dalam tanah akan mengalami berbagai reaksi kimia dan pergerakan dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah. Tanah Ultisol pada umumnya memiliki sifat tanah yang masam dan memiliki jumlah muatan negatif yang rendah. Darmono (1995) menyatakan bahwa pH tanah akan mempengaruhi ketersediaan logam berat dalam tanah, secara umum pH rendah menyebabkan tingginya kelarutan Cu dan Zn dalam tanah. Menurut Salam dan Helmke (1998) peningkatan pH tanah akan menurunkan konsentrasi logam berat larut dalam tanah, sebab peningkatan pH tanah berkorelasi negatif dengan kelarutan logam berat. Logam berat juga akan bergerak secara vertikal dan horizontal melalui proses pencucian, aliran massa dan difusi, dan pergerakan tanah. Akibatnya, logam berat dapat mengalami penyebaran.

Tanah Ultisol merupakan salah satu jenis tanah yang tersebar luas di negara Indonesia. Nama Ultisol dipilih untuk menunjukkan bahwa tanah ini telah mengalami pelapukan tingkat akhir. Kata Ultisol berasal dari kata Yunani yaitu ultimus yang berarti “akhir” atau “terakhir”. Tanah Ultisol dapat ditemui di beberapa daerah di Indonesia seperti Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Jenis tanah ini memiliki luas sebaran 25% dari total luas daratan di Indonesia (Notohadiprawiro, 2006 ; Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Tanah Ultisol memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Menurut Wahyuningtyas (2011) hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu kesuburan alami tanah Ultisol umumnya hanya terdapat pada horison A yang tipis dengan kandungan bahan organik yang rendah. Unsur hara makro seperti P dan K juga seringkali rendah, pH tanah masam, kandungan Al dan liat yang tinggi serta tingkat erosivitas tanah yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Apakah terjadi perubahan sebaran spasial Cu dan Zn pada 21 tahun setelah perlakuan limbah industri di Sidosari, Lampung Selatan.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari sebaran spasial Cu dan Zn pada tanah Ultisol Sidosari, Lampung Selatan, 21 tahun setelah perlakuan limbah industri.

1.4 Kerangka Pemikiran

Logam berat merupakan golongan logam yang memiliki kriteria yang sama dengan logam-logam lainnya, perbedaannya hanya pada berat jenis dan dampak yang ditimbulkan jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Dalam dosis yang cukup besar jenis logam berat akan bersifat racun bagi organisme hidup, tetapi dalam beberapa kasus, logam berat juga dibutuhkan oleh organisme hidup.

Salah satunya adalah logam besi (Fe) yang berguna untuk mengikat oksigen dalam darah. Sedangkan logam berat lainnya seperti merkuri (Hg) dapat mengakibatkan keracunan jika terdapat pada tubuh manusia (Palar, 1994).

Keberadaan logam berat dalam media tanah perlu mendapatkan perhatian yang serius karena tiga hal, meliputi : (1) sifat racun dan potensi karsinogeniknya; (2) mobilitas logam dalam media bisa dengan cepat berubah dari yang tadinya *immobile*, dan (3) mempunyai sifat konservatif dan cenderung kumulatif dalam tubuh manusia (Hardiani, 2009).

Logam berat yang terdapat dalam lingkungan berasal dari berbagai sumber yaitu: (1) longgokan bumi yang tersingkep, sehingga naik ke permukaan bumi; (2) pelapukan batuan yang mengandung logam berat dan melonggokkan logam berat secara residual di dalam sporolit yang kemudian berada di dalam tanah; (3) penggunaan bahan alami untuk pupuk atau pembenah tanah (*Soil Conditioner*), dan/atau (4) pembuangan sisa dan limbah pabrik serta sampah (Notohadiprawiro, 2006).

Salam (2017) menyatakan logam berat dapat bergerak dan masuk ke dalam sistem tanah, air, dan udara. Pergerakan logam berat dalam tanah lebih sulit dibandingkan di sistem udara dan air. Menurut Junita (2013) terjadi persebaran logam Cu sejauh 30 m dari lokasi TPA Pakusari Jember. Fernando (2018) menyatakan terjadi peningkatan kandungan Cu pada kedalaman 15- 30 cm di tanah Ultisol pada lahan percobaan di Sidosari, Lampung Selatan 20 tahun setelah perlakuan limbah industri, kapur dan bahan organik daun singkong.

Palar (1994) menuturkan perpindahan atau pengangkutan bahan pencemar di dalam tanah dapat melalui pengaliran (*flow out*), peresapan (*absorption*), dan pelumeran (*leaching*). Pada lahan penelitian ini pengaplikasian limbah dilakukan secara merata pada kedalaman 0 – 15 cm pada Juli 1998, serta dilakukan kegiatan pertanian berupa pembajakan, penanaman tanaman, dan pemanenan.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disajikan, maka hipotesis dari penelitian ini adalah setelah 21 tahun terjadi perubahan persebaran spasial logam berat Cu dan Zn pada kedalaman 0-20 cm..

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat dan Sumbernya

Logam berat merupakan bagian dari golongan logam yang memiliki bobot jenis $> 5 \text{ g cm}^{-3}$ dengan nomor atom 22 - 34 dan 40 - 50 serta unsur Lantanida dan Aktinida, serta memiliki respon biokimia khas pada organisme hidup (Palar, 1994). Logam berat mempunyai afinitas yang tinggi terhadap senyawa-senyawa sulfida sehingga mendorong logam berat untuk berikatan dengan gugus sulfur. Logam berat pada umumnya bersifat racun terhadap organisme hidup, contohnya air raksa (Hg), timah hitam (Pb), dan Khrom (Cr). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mempengaruhi fungsi fisiologis tubuh organisme. Tetapi, beberapa jenis logam berat dibutuhkan oleh manusia. Misalnya unsur Fe yang berikatan dengan Hb darah yang meskipun dalam jumlah yang sedikit akan membentuk haemoglobin yang berfungsi untuk pengikat oksigen dalam darah.

Logam berat terdapat dalam lingkungan tanah. Menurut Salam (2017) pencemaran logam berat di lingkungan berasal dari dua sumber yaitu sumber alami dan antropogenik. Sumber alami logam berat diperoleh dari ongkongan alami di dalam bumi dan pelapukan batuan mineral yang mengandung logam berat yang kemudian menghasilkan residu di dalam tanah.

sedangkan sumber antropogenik berasal dari kegiatan industri manusia yang menghasilkan atau menggunakan bahan logam berat.

Darmono (2001) menyebutkan adanya pencemaran lingkungan disebabkan emisi logam dari industri. Emisi logam di lingkungan berasal dari berbagai sumber yaitu: bahan baku batu bara dan minyak bumi, produksi logam *non-ferrous*, pembakaran sampah, produksi semen, dan penggunaan logam dalam proses industri.

Rochyatun (2007) menyatakan penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi, organisme hidup dalam lingkungan tercemar logam berat, dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam dalam lingkungan akan semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh makhluk tersebut.

2.2 Pergerakan Logam Berat dalam Tanah

Logam berat yang terdapat di dalam tanah atau sedimen dapat mengalami proses pertukaran ion dan jerapan, terutama pada partikel halus dengan permukaan yang luas dan gugus bermuatan negatif, seperti tanah liat (kaolinit, klorit,

montmorilonit), zat-zat humik (asam humik, asam fulfik, humin) dan oksida-oksida Fe dan Mn (Apdy, 2016).

Logam berat juga diserap oleh tanaman. Menurut Ridhowati (2013) absorpsi logam berat dapat dibagi menjadi dua cara: pertama, *passive uptake* yaitu dengan cara pertukaran ion pada dinding sel dengan ion logam berat dan pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti thiol, hidroksi, fosfat, dan hidroksil-karboksil secara bolak balik dan cepat. Kedua, *active uptake* yaitu masuknya logam berat ke dalam membran sel melalui sistem transport membran. Logam berat di dalam tanah juga dapat bergerak secara vertikal dan horizontal melalui prinsip aliran massa, difusi, pencucian dan pengolahan tanah.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2013) terdapat akumulasi dan distribusi Pb, Cu dan Cd pada bagian-bagian tanaman mangrove di perairan pesisir Sulawesi Selatan juga pada penelitian yang dilakukan oleh Jalius dkk.(2008) yang menyatakan bahwa pada gonad kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Teluk Jakarta terdapat kandungan Pb, Cr, dan Cd yang berpengaruh terhadap proses spermatogenesis.

2.3 Sebaran Logam Berat dalam Tanah

Di dalam tanah, logam berat dapat larut. Kelarutan logam berat dipengaruhi oleh aktivitas adsorpsi-desorpsi, reduksi-oksidasi, dan pengendapan-pelarutan. Adsorpsi dipengaruhi oleh muatan negatif koloid tanah yang bergantung pada bahan organik, pH tanah, potensial redoks, dan lain-lain. Proses reduksi-oksidasi melibatkan elektron (e^-) sehingga terjadi perpindahan atau pertukaran elektron antara oksidator dan reduktor, dan perbedaan bilangan oksidasi logam berat serta berpengaruh terhadap reaksi adsorpsi dan penyerapan (Utomo dkk., 2016; Salam, 2017).

Logam berat larut juga dapat bergerak di dalam tanah. Logam berat dalam lingkungan tanah bersifat mobil. Logam berat dapat bergerak melalui peristiwa aliran massa dan/atau difusi. Melalui aliran massa logam berat dapat dipindahkan bersamaan dengan pergerakan air. Tingginya laju air perkolasi menyebabkan logam berat dapat terakumulasi ke dalam tanah dan dapat masuk ke dalam air bawah tanah melalui proses pencucian. Logam berat juga dapat bergerak secara difusi akibat perbedaan konsentrasi dalam tanah sehingga mengakibatkan perpindahan kation logam berat dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah untuk mencapai kesetimbangan. Semakin tinggi perbedaan konsentrasinya, semakin banyak jumlah logam berat yang dapat dipindahkan (Salam, 2017). Aliran massa, difusi, dan pencucian dapat mengubah sebaran logam berat dalam tanah.

Selain bergerak melalui aliran massa, difusi, dan pencucian, logam berat dalam tanah juga dapat bergerak melalui pengolahan tanah atau pemanenan. Pengolahan tanah dapat memindahkan logam berat secara vertikal dan horizontal di dalam lahan. Pemanenan, terutama pencabutan tanaman dapat juga memindahkan masa tanah berlogam berat dari suatu tempat ke tempat lain. Proses fisika ini juga dapat mengubah sebaran logam berat dalam tanah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari Juli sampai Agustus 2019. Pengambilan contoh tanah dilakukan di Desa Sidosari Kecamatan Natar Lampung Selatan. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah bor tanah, pisau lapang, meteran, katong plastik, alat tulis, mortar, neraca analitik, *shaker*, kertas saring Whatman No. 42, alat-alat gelas, botol sampel, pH-meter, dan perangkat alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) Thermo Scientific model ICE 3300.

Bahan yang digunakan adalah aquades, larutan standar logam, TEA (*trietanolamine*), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, HCl, dan larutan pengekstrak DTPA (*Dietilene Triamine Pentaacetic Acid*).

3.3 Metodologi

Contoh tanah diambil dari lahan penelitian yang dibuat pada tahun 1998 dan diperlakukan limbah industri sendok logam, kapur, dan kompos daun singkong. Percobaan tersebut disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK faktorial) dengan 3 faktor dan 3 kelompok.

Faktor pertama adalah dosis limbah, yaitu:

$$L_0 = \text{Limbah } 0 \text{ Mg ha}^{-1}$$

$$L_1 = \text{Limbah } 15 \text{ Mg ha}^{-1}$$

$$L_2 = \text{Limbah } 60 \text{ Mg ha}^{-1}$$

Faktor kedua adalah dosis kompos daun singkong, yaitu:

$$B_0 = \text{Kompos daun singkong } 0 \text{ Mg ha}^{-1}$$

$$B_1 = \text{Kompos daun singkong } 5 \text{ Mg ha}^{-1}$$

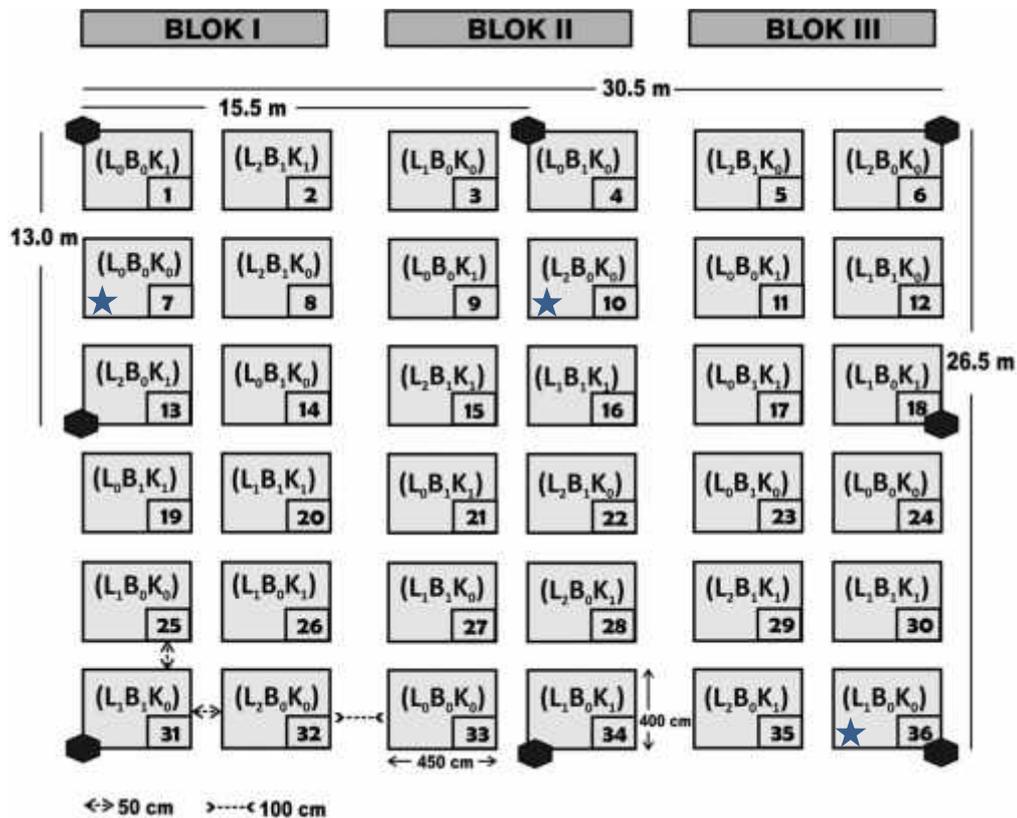
Faktor ketiga adalah dosis kapur (CaCO_3), yaitu:

$$K_0 = \text{kapur } 0 \text{ Mg ha}^{-1}$$

$$K_1 = \text{kapur } 5 \text{ Mg ha}^{-1}$$

Faktor-faktor tersebut dikombinasikan ($3 \times 2 \times 2$) menghasilkan 12 perlakuan dengan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 petak percobaan. Masing-masing petak percobaan berukuran 4,5 m x 4 m, dengan jarak antarpetak

0,5 m, dan jarak antarkelompok 1 m. Tata letak percobaan disajikan pada Gambar 1.



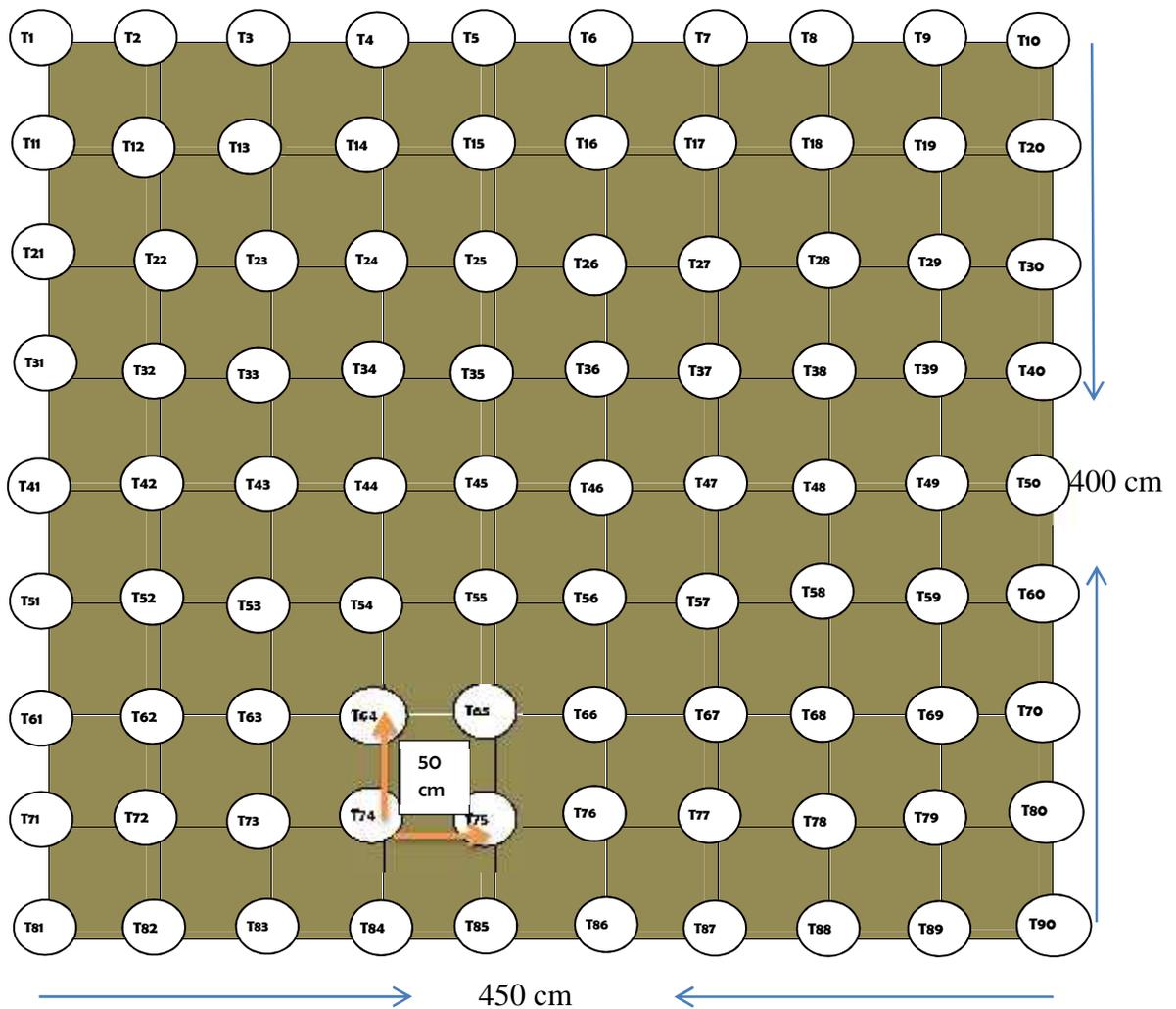
Gambar 1. Denah tata letak percobaan Sidosari, Lampung Selatan.

(L = limbah, $L_0 = 0 \text{ Mg ha}^{-1}$, $L_1 = 15 \text{ Mg ha}^{-1}$, $L_2 = 60 \text{ Mg ha}^{-1}$;
 B = kompos daun singkong, $B_0 = 0 \text{ Mg ha}^{-1}$, $B_1 = 5 \text{ Mg ha}^{-1}$,
 dan K = kapur (CaCO_3), $K_0 = 0 \text{ Mg ha}^{-1}$, $K_1 = 5 \text{ Mg ha}^{-1}$,
 ★ = petak percobaan untuk pengambilan contoh tanah).

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, pengambilan contoh tanah dilakukan pada lapisan atas (*topsoil*) dengan kedalaman 0-20 cm. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiga petak percobaan (Tabel 1) dengan jarak setiap 50 cm sehingga terdapat 90 titik bor per satuan percobaan. Titik sampling untuk masing-masing petak disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Pengambilan contoh tanah untuk pengamatan sebaran logam berat.

No	Perlakuan	Limbah	Kapur (CaCO ₃)	Kompos Daun		Jumlah Titik
				Singkong	Mg ha ⁻¹	
1	L ₀ B ₀ K ₀	0	0	0	0	90 (K 1-90)
2	L ₁ B ₀ K ₀	15	0	0	0	90 (R 1-90)
3	L ₂ B ₀ K ₀	60	0	0	0	90 (T 1-90)



Gambar 2. Titik pengambilan contoh tanah pada petak percobaan.

Contoh tanah yang diperoleh kemudian dikeringudarkan dan dihaluskan sebelum analisis laboratorium.

3.4 Analisis Tanah

Analisis Cu dan Zn dilakukan dengan pengekstrak DTPA menggunakan AAS. Larutan DTPA dibuat dengan cara menimbang 1,96 g DTPA dan 14,92 g TEA, dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 1000 ml dan dilarutkan dengan aquades sampai \pm 900 ml. Setelah larut, larutan dimasukkan ke dalam labu takar 1000 ml dan ditambahkan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 1,47 g dan dikocok, kemudian pH diatur hingga 7,3 dengan HCl 6 N. Setelah itu, volume dihimpitkan dengan aquades menjadi 1000 ml.

Prosedur kerja analisis ketersediaan logam berat Cu dan Zn dilakukan sebagai berikut: (1) sebanyak 10 g contoh tanah (BKO 105⁰ C) yang telah dihaluskan ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol kocok, (2) sebanyak 20 ml larutan DTPA dimasukkan ke dalam botol kocok berisi contoh tanah, (3) dilakukan pengocokan selama 2 jam, (4) suspensi disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 42, (5) filtrat hasil saringan dianalisis dengan AAS (Sulaeman, dkk., 2005).

3.5 Interpretasi Data

Hasil pengamatan disajikan pada grafik tiga dimensi dengan sumbu X, Y, dan Z dengan X dan Y adalah jarak dari titik 0 dan Z adalah konsentasi Cu atau Zn. Grafik ketiga perlakuan dibandingkan secara kualitatif. Perbedaan antara titik-titik tersebut dibandingkan secara kualitatif.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- (1) Selama 21 tahun setelah perlakuan limbah industri terjadi redistribusi Cu pada petak 0 Mg ha^{-1} dan 15 Mg ha^{-1} yaitu konsentrasi di kisaran $0-10 \text{ mg}^{-1}$, sedangkan pada petak 60 Mg ha^{-1} konsentrasi berkisar $30-60 \text{ mg kg}^{-1}$, lebih rendah dari konsentrasi awal.
- (2) Selama 21 tahun setelah perlakuan limbah industri terjadi distribusi Zn pada petak 0 Mg ha^{-1} dan 15 Mg ha^{-1} yaitu konsentrasi berkisar $0-10 \text{ mg kg}^{-1}$, sedangkan pada petak 60 Mg ha^{-1} konsentrasi berkisar $40-60 \text{ mg kg}^{-1}$, lebih rendah daripada konsentrasi awal.
- (3) Terjadi peningkatan konsentrasi Cu dan/atau Zn pada bagian tertentu dan penurunan konsentrasi Cu dan/atau Zn pada bagian tertentu pada masing petak perlakuan limbah berlogam berat akibat translokasi vertikal dan horizontal Cu dan Zn.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap petak yang memiliki perlakuan lain sehingga diperoleh data yang lebih aktual tentang distribusi Cu dan Zn dan dibandingkan dengan data penelitian 21 tahun lalu atau tahun lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abumaizar, R.J. and Smith, E.H. 1999. Heavy metal contaminants removal by soil washing. *Journal of Hazardous Materials* B70: 71-86.
- Anggraini, D. 2007. Analisis Kadar Logam Berat Pb, Cd, Cu Dan Zn Pada Air Laut, Sedimen Dan Lokan (*Geloina coaxans*) di Perairan Pesisir Dumai Provinsi Riau. Publikasi 31 Januari 2007.
<http://docshare.tips/file/30332/303329957.pdf>. Diakses pada 4 Januari 2019.
- Apdy, A.R.A.R. 2016. Kadar Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Seng (Zn) Pada Tanah di Sekitar Rumah Susun Pantai Losari Kota Makassar. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar. 97 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Jumlah curah hujan dan hari hujan di stasiun pengamatan BMKG, 2011-2015.
<https://www.bps.go.id/statictabel/2017/02/08/1959/jumlah-curah-hujan-dan-jumlah-hari-hujan-di-stasiun-pengamatan-bmkg-2011-2015.html>. Diakses 10 Agustus 2019.
- Chandra, D., Banuwa, I.S., Afrianti, N.A. dan Afandi. 2018. Pengaruh sistem olah tanah dan pemberian herbisida terhadap kehilangan unsur hara dan bahan organik akibat erosi pada pertanaman jagung musim tanam ketiga di laboratorium lapang terpadu universitas lampung. *J. Agrotek Tropika*. 6(1): 56-65.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press. Jakarta. 140 hlm.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI-Press. Jakarta. 179 hlm.
- Evanko, C.R. dan Dzomback. 1997 *Remediation of Metals-Contaminated Soil and Groundwater*, Ground-water Remediation Technologies Analysis Center, Departmen of Civil and Environmental Engineering Carnegie Mellon University, Pittsburg. PA.

- Fernando, N. 2018. Translokasi Logam Cu Dan Zn dalam Tanah Ultisol 20 Tahun Setelah Perlakuan dengan Limbah Industri dan Kapur. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 68 hlm.
- Ginanjari, K. 2009. Fraksi Labil Tembaga dan Seng dalam Tanah pada 10 Tahun setelah Perlakuan dengan Limbah Industri. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 68 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2014. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Rajagrafindo Persada. Depok.
- Hardiani, H. 2009. Potensi tanaman dalam mengakumulasi logam Cu pada media tanah terkontaminasi limbah padat Industri kertas. *BS*. 44(1) : 27 – 40.
- Julius., Setiyanto, D.D., Sumantadinata, K., Riani, E. dan Ernawati, Y. 2008. Akumulasi logam berat dan pengaruhnya terhadap spermatogenesis kerang hijau (*Perna viridis*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 15(1) : 77-83.
- Junita, L.N. 2013. Profil Penyebaran Logam Berat di Sekitar TPA Pakusari Jember. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember. 70 hlm.
- Komala, P.S., Primasari, B., dan Rival, F. 2008. Pengaruh sistem *open dumping* di lokasi pembuangan akhir (LPA) terhadap kandungan logam berat pada air tanah dangkal di sekitarnya. *J. TeknikA*. 29(1) : 1-8.
- Komarawidjaja, W. 2017. Paparan limbah cair industri mengandung logam berat pada lahan sawah di desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *J Tenkologi Lingkungan*. 18(2): 173- 181.
- Notohadiprawiro, T. 2006. *Ultisol, Fakta dan Implikasi Pertaniannya*. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta. 148 hlm.
- Prasetyo, B.H, dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah Ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2):39-47.
- Ridhowati, S. 2013. *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Rochyatun, E, dan Rozak, A. 2007. Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *MAKARA, SAINS*. 11(1): 28-36.

- Salam, A.K., and Helmke, P.A. 1998. The pH dependence of free ionic activities and total dissolved concentrations of copper and cadmium in soil solution. *Geoderma*. 83: 281-291.
- Salam, A.K. 2017. *Management of Heavy Metal in Tropical Soil Environment*. Global Madani Press. Bandar Lampung. 257 hlm.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di perairan pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Hutan*. 7(1): 12-24.
- Sulaiman, Supratno, Eviati, Prasetyo, B.H., Santoso, D., Widowati, L.R., Aprillani, S.E., Manalu, F., Supardi, D., dan Nuraini. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 136 hlm.
- Sun, B., Zhao, F.J., Lombi, E., and McGrath, S.P. 2000. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. *Environmental Pollution*. 113: 111-120.
- Utomo, M., Sudarsono, Rusman, B., Sabrina, T., Lumbanraja, J., dan Wawan. 2016. *Ilmu Tanah Dasar- dasar dan Pengelolaan*. Prenadamedia Group. Jakarta. 433 hlm.
- Wahyuningtyas, R.S. 2011. Mengelola tanah Ultisol untuk mendukung pertumbuhan tegakan. *Galam*. 5(2): 85 -99.