

**EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK
UNTUK REMEDIASI LOGAM BERAT LAHAN PERTANIAN
DI DESA SRUWEN KECAMATAN TENGARAN
KABUPATEN SEMARANG**



Tesis

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan**

**Yulis Hindarwati
30000214420046**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2018

TESIS

**EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK
UNTUK REMEDIASI LOGAM BERAT LAHAN PERTANIAN
DI DESA SRUWEN KECAMATAN TENGARAN
KABUPATEN SEMARANG**

Disusun oleh

Yulis Hindarwati
30000214420046

Mengetahui
Komisi/Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc **Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc**

Dekan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 19611228 198603 1004

Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc
NIP. 19751029 199903 1 004

LEMBAR PENGESAHAN

**EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK
UNTUK REMEDIASI LOGAM BERAT LAHAN PERTANIAN
DI DESA SRUWEN KECAMATAN TENGARAN
KABUPATEN SEMARANG**

Disusun oleh

Yulis Hindarwati
NIM: 30000214420046

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada Tanggal 29 Juni 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda Tangan

Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M. Sc

.....

Anggota

1. Dr. Munifatul Izzati, M.Sc

.....

2. Dr. rer. Nat. Thomas Triadi Putranto, S.T., M. Eng

.....

3. Dr. Ir. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc

.....

4. Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.

.....

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dan Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dan hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, 29 Juni 2018

Yulis Hendarwati

RIWAYAT HIDUP



Yulis Hendarwati, lahir di Pati pada tanggal 25 Juli 1969. Menamatkan pendidikan dasar di SD Negeri Raci 01 pada tahun 1982. Pendidikan menengah di SMP Negeri Juana tahun 1992 dan SMA Nasional Pati tahun 1985.

Sarjana Non Gelar D III di Sekolah Tinggi Farming Semarang jurusan Farming pada tahun 1991. Gelar kesarjanaan Strata 1 Pertanian pada tahun 1995 jurusan Budidaya Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Slamet Riyadi Surakarta. Penulis adalah Pegawai Negeri Sipil (PNS). Bulan April 1996 - Juli 2011 bekerja di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) Pati. Sejak bulan Agustus 2011 sampai dengan sekarang bekerja di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Pada tahun 2015 penulis mendapat izin belajar untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 2 pada Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul “ **Efisiensi penggunaan pupuk organik untuk remediasi logam berat lahan pertanian di Desa Sruwen Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang** ”, sebagai salah satu syarat dalam pembuatan untuk memperoleh derajat Sarjana S-2 Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

Tesis ini penulis susun dengan harapan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya informasi tentang logam berat pada lahan sawah. Informasi yang ditampilkan dalam tesis ini meliputi kualitas lahan pertanian, efisiensi pupuk organik untuk remediasi logam berat pada lahan pertanian, kandungan logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} pada tanah dan akumulasinya dalam gabah, serta produktivitas padi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini, kepada :

1. Dr. Ir. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc. dan Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan II, atas segala saran dan bimbingan selama penulisan tesis.
2. Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc., Dr. Munifatul Izzati, M.Sc., Dr. rer. Nat. Thomas Triadi Putranto, S.T., M. Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam penyusunan tesis.
3. Prof. Dr. Ir. Purwano, DEA selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro; Prof. Dr. Hadiyanto, S.M.Sc., dan Dr. Eng. Maryono, S.T., M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi atas dukungan dan fasilitas selama perkuliahan sampai dengan penyusunan tesis.

4. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memberikan ijin belajar S2.
5. Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah dan staff yang telah memberikan dukungan dan dorongan dalam menempuh Program Magister.
6. Bapak Tukiri dan Paidi selaku petani pemilik lahan sawah yang memberikan kesempatan penulis dalam melakukan penelitian.
7. Suami, anak-anak, orang tua beserta segenap keluarga yang senantiasa mendoakan dan memotivasi kepada penulis.
8. Teman-teman Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, khususnya Angkatan - 44, dan teman-teman Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) Pati yang telah memotivasi penulis dalam menyusun tesis.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian sampai tersusunnya tesis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Mohon maaf penulis sampaikan kepada pihak-pihak terkait, apabila dalam penyusunan tesis ini terdapat kesalahan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam pengelolaan lahan pertanian.

Semarang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan penelitian	5
1.4 Hipotesis	6
1.5 Manfaat penelitian.....	6
1.6 Penelitian terdahulu	6
1.7 Kerangka pikir penelitian.....	9
II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Pengelolaan lahan pertanian.....	12
2.2 Pencemaran logam berat pada pertanian.....	13
2.2.1 Sumber pencemaran logam berat pada pertanian	14
2.2.2 Dampak pencemaran logam berat pada pertanian	16
2.2.2.1 Pencemaran pada tanah	16
2.2.2.2 Pencemaran pada tanaman	18
2.2.2.3 Pencemaran pada air.....	19
2.3 Pemupukan organik dan anorganik.....	20
2.3.1 Pemanfaatan limbah untuk remediasi lahan pertanian.....	21
2.4 Area studi	22

III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.1.2 Waktu dan Penelitian	27
3.2 Bahan dan Alat.....	27
3.3 Metode	27
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.3.2 Tahapan penelitian	28
3.3.3 Teknik pengumpulan data.....	30
3.3.3.1 Pengambilan contoh awal	31
3.3.3.2 Pengambilan contoh akhir.....	32
3.3.3.3 Pengamatan agronomis	33
3.3.3.4 Analisis data	33
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Karakteristik kondisi persawahan di Desa Sruwen Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang	39
4.1.1 Kualitas tanah.....	40
4.1.2 Kualitas sumber air pengairan	44
4.2 Efisiensi pupuk organik dalam meremediasi logam berat pada lahan	47
4.2.1 Kandungan unsur hara pada pupuk organik dan anorganik.....	48
4.2.2 Kandungan logam berat pada pupuk organik dan anorganik.....	51
4.2.3 Efisiensi pupuk organik dan anorganik.....	56
4.3 Logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} pada tanah dan akumulasinya pada gabah ..	58
4.3.1 Kandungan logam berat Pb^{2+} pada tanah	58
4.3.2 Kandungan logam berat Cd^{2+} pada tanah.....	62
4.3.3 Kandungan logam berat Cu^{2+} pada tanah.....	65
4.3.4 Akumulasi kandungan logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} pada gabah	67
4.4 Produktivitas padi dengan pemupukan organik dan anorganik	73
V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85

5.3. Informasi teknologi	85
RINGKASAN	86
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Ringkasan penelitian terdahulu	7
Tabel 2	Batas kandungan logam berat dalam pangan	16
Tabel 3	Batas normal dan batas kritis logam berat dalam tanah	17
Tabel 4	Kandungan logam berat dalam tanah berbagai negara	17
Tabel 5	Persyaratan logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} dalam tanah dan tanaman	19
Tabel 6	Titik dan ketinggian lokasi penelitian	24
Tabel 7	Kualitas sifat fisika dan kimia tanah	42
Tabel 8	Kandungan logam berat pada tanah awal	43
Tabel 9	Kualitas sumber air pengairan di Desa Sruwen	44
Tabel 10	Kualitas sedimen yang terdapat pada saluran air pengairan	46
Tabel 11	Kandungan unsur hara pada pupuk organik	48
Tabel 12	Kandungan unsur hara pada pupuk anorganik	49
Tabel 13	Manova kandungan logam berat Pb^{2+} pada tanah	59
Tabel 14	Manova kandungan logam berat Cd^{2+} pada tanah	62
Tabel 15	Manova kandungan logam berat Cu^{2+} pada tanah	66
Tabel 16	Manova pertumbuhan tanaman dan komponen hasil terhadap produktivitas padi (GKG)	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Kerangka pikir penelitian	10
Gambar 2	Peta lokasi penelitian.....	25
Gambar 3	Tata letak lahan penelitian.....	26
Gambar 4	Kerangka alir penelitian	35
Gambar 5	Lay out penelitian.....	36
Gambar 6	Titik pengambilan contoh.....	38
Gambar 7	Kandungan logam berat pada pupuk organik di Desa Sruwen	52
Gambar 8	Kandungan logam berat pada pupuk anorganik.....	52
Gambar 9	Penekanan logam berat pada tanah dengan pupuk organik.....	57
Gambar 10	Logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} dalam gabah di Desa Sruwen	68
Gambar 11	BAF logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} dalam gabah di Desa Sruwen.....	71
Gambar 12	Pertumbuhan vegetatif tanaman umur 70 hst	78
Gambar 13	Tanaman kekurangan unsur hara	78
Gambar 14	Jerami segar terapung dan mengumpul	80
Gambar 15	Fluktuasi temperature maksimum minimum tahun 2017	81
Gambar 16	Fluktuasi kelembaban dan curah hujan tahun 2017	81
Gambar 17	Pemasangan jaring penghalau burung.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Uji statistik kandungan logam berat Pb^{2+} dalam tanah.....	101
Lampiran 2	Uji statistik kandungan logam berat Cd^{2+} dalam tanah.....	108
Lampiran 3	Uji statistik kandungan logam berat Cu^{2+} dalam tanah.....	115
Lampiran 4	Uji statistik pertumbuhan dan hasil agronomi	122

ABSTRAK

Logam berat merupakan salah satu problem pencemaran di ekosistem pertanian yang harus mendapatkan perhatian dalam penanganannya. Logam berat yang ada pada tanah akan terserap pada tanaman terutama tanaman padi. Konsentrasi logam berat yang tinggi di tanah berdampak pada peningkatan residu logam berat yang terakumulasi dalam gabah dan pada gilirannya akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Disisi lain, melimpahnya limbah pertanian (jerami) dan peternakan (kotoran ternak) di Desa Sruwen merupakan sumberdaya yang dapat dioptimalkan pemanfaatannya. Pemanfaatan limbah tersebut merupakan salah satu alternatif teknologi remediasi yang efisien pada lahan tercemar untuk meningkatkan kualitas pangan yang rendah logam berat hingga didapat produk yang higienis. Tujuan penelitian untuk mengkaji efisiensi penggunaan pupuk organik untuk remediasi logam berat pada lahan pertanian di Desa Sruwen Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari 2017 - Desember 2017 di Desa Sruwen Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang. Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) digunakan sebagai rancangan penelitian ini, yang terdapat 10 perlakuan dengan tiga kali ulangan. Perlakuan terdiri dari: Kontrol (tanpa perlakuan), Jerami Segar, Jerami Melapuk, Kompos Jerami, Pupuk NPK (Urea, SP-36, dan KCl), NPK + Jerami Segar, NPK + Jerami Melapuk, NPK + Kompos Jerami, NPK + Pupuk Kandang, dan Pupuk Kandang. Ketiga ulangan yaitu: Sawah Atas (SA), Sawah Tengah (ST), dan Sawah Bawah (SB) pada ketinggian 696 m dpl, 690 m dpl, dan 688 m dpl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lahan pertanian di Desa Sruwen mengandung logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} yaitu 27,06 mg/kg; 1,72 mg/kg; 38,20 mg/kg yang masih di bawah ambang batas baku mutu tanah menurut FAO/WHO, dan hanya terdapat logam berat Pb^{2+} yaitu 0,01 ppm pada sumber air pengairan yang juga masih di bawah ambang batas menurut PP. No. 82 tahun 2001. Penggunaan pupuk organik yang paling efisien dalam meremediasi logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} pada lahan pertanian yaitu pupuk kandang dengan persentase 84,5 % ; 77,5 % ; 93,2 %. Logam berat Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} diindikasikan dengan Bio Accumulation Factor (BAF). Pb^{2+} , Cd^{2+} , dan Cu^{2+} pada gabah berturut turut adalah 1,38 ppm ; 1,72 ppm ; dan 0,11 ppm. Produktivitas padi (GKG) tertinggi sebesar 2,41 ton/ha; 2,2 ton/ha; 3,5 ton/ha menggunakan Pupuk Kandang, NPK, dan NPK+Kompos Jerami, meskipun masih di bawah standar deskripsi varietas Ciherang.

Kata kunci: logam berat, pemupukan, lahan pertanian, Sruwen Semarang

ABSTRACT

Heavy metals is one of the pollution problems in the agricultural ecosystem. Heavy metals in the soil will be absorbed by plants especially paddy. High concentrations of heavy metals in the soil have an impact on increasing heavy metal residues which accumulate in the paddy and in turn will affect the health of humans who consume them. On the other hand the abundance of agricultural waste (straw) and livestock (livestock manure) in Sruwen Village are resources that can be optimized for its utilization. Utilization of those wastes are an alternative efficient remediation technology on polluted land to improve low quality food in heavy metals to obtain hygienic products. The purpose of the study was to examine the efficiency of using organic fertilizer for heavy metals remediation on agricultural land in Sruwen Village, Tengaran District, Semarang Regency. The study was conducted in February 2017 - December 2017 in Sruwen Village. Research using Randomized Complete Block Design (RCBD) was designed in this research . There were 10 treatments with three replications. The treatments consisted of: Control (without treatment), Fresh Straw, Weathered Straw, Straw Compost , NPK Fertilizer (Urea, SP-36, and KCl), NPK + Fresh Straw, NPK + Decaying Straw, NPK + Straw Compost, NPK + Fertilizer cages, and manure. The three replications are: Upper Field (SA), Middle Field (ST), and Below Field (SB) at an altitude of 696 meter above sea level (m asl), 690 m asl, and 688 m asl. The results showed that the agricultural land in Sruwen Village contained heavy metals of Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} with the concentration which were 27.06 mg/kg; 1.72 mg/kg; 38.20 mg/kg which was on still below the threshold of soil quality standards by FAO / WHO, and there was only heavy metal Pb^{2+} which was 0.01 ppm at the source of irrigation water which is also still below the threshold according to Government Regulations: 82 of 2001. The most efficient use of organic fertilizers in remediating heavy metals of Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} on agricultural land is manure with percentages of 84.5%; 77.5%; 93.2%. Heavy metals Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} of respectively by Bio Accumulation Factor (BAF). Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} in the paddy were 1.38 ppm; 1.72 ppm; and 0.11 ppm. The highest paddy productivity (GKG) was 2.41 tons/ha; 2.2 tons/ha; 3.5 tons/ha using Manure, NPK, NPK+Straw Compost, although it was still below the standard description of Ciherang variety.

Keywords: heavy metals, fertilizing, agricultural land, Sruwen Semarang.