

**FITOSTABILISASI TANAH SAWAH TERPAPAR Pb DENGAN KHELATOR
Agrobacterium sp. I₃₀ DAN VERMIKOMPOS UNTUK MENDUKUNG
PERTANIAN BERKELANJUTAN**

(Studi Kasus di desa Waru, Kecamatan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar)

TESIS

**Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister
Program Studi Ilmu Lingkungan**



Oleh

Karisma Ana Yasinta

A131608012



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2018

**FITOSTABILISASI TANAH SAWAH TERPAPAR Pb DENGAN KHELATOR
Agrobacterium sp. I₃₀ DAN VERMIKOMPOS UNTUK MENDUKUNG
PERTANIAN BERKELANJUTAN**
(Studi Kasus di desa Waru, Kecamatan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar)

TESIS

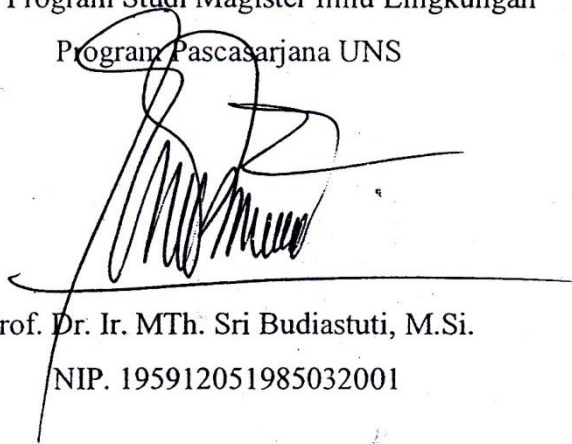
Oleh
Karisma Ana Yasinta
A131608012

| Komisi Pembimbing | Nama | Tanda Tangan | Tanggal | |
|-------------------|---|---|-----------|------------------------|
| Pembimbing 1 | Dr. Ir.MMA. Retno Rosariastuti, M.Si. NIP. 195910181986032001 |  | 24-9-2018 | Ace Yuan Abesris |
| Pembimbing 2 | Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si. NIP. 195912051985032001 |  | 28/9 2018 | Ace - uy tens |

Telah dinyatakan memenuhi syarat

**Pada tanggal 28 September 2018

Kepala Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana UNS


Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si.
NIP. 195912051985032001



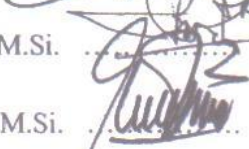

**FITOSTABILISASI TANAH SAWAH TERPAPAR Pb DENGAN KHELATOR
Agrobacterium sp. I₃₀ DAN VERMIKOMPOS UNTUK MENDUKUNG
 PERTANIAN BERKELANJUTAN
 (Studi Kasus di desa Waru, Kecamatan Kebakkramat, Kabupaten Karanganyar)**

TESIS

Oleh
**Karisma Ana Yasinta
 A131608012**



Telah dipertahankan didepan penguji
 dan dinyatakan telah memenuhi syarat
 pada tanggal... *30 Oktober*2018

Tim penguji:

| Jabatan | Nama | Tanda Tangan | Tanggal |
|-----------------|---|--|-----------------------|
| Ketua | Dr. Prabang Setyono, M.Si. NIP. 197205241999031002 |  | <i>29/10</i> /10 |
| Sekretaris | Dr. Mohammad Masykuri, M.Si. NIP. 196811241994031001 |  | <i>29/10</i> /2018 |
| Anggota Penguji | Dr. Ir.MMA. Retno Rosariastuti, M.Si. NIP. 195910181986032001 |  | <i>30/10</i> /10 |
| | Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si. NIP. 195912051985032001 |  | <i>30/10</i> /10 |

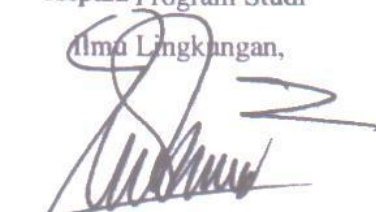
Mengetahui

Direktur Program,
 Pascasarjana

Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd.
 NIP. 196007271987021001

Kepala Program Studi
 Ilmu Lingkungan,



Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si
 NIP. 195912051985032001

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: Fitostabilisasi Tanah Sawah Terpapar Pb Dengan Khelator *Agrobacterium* sp. I₃₀ Dan Vermikompos untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan, adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dengan acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan maupun daftar pustaka. Apabila ternyata dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi, baik tesis atau gelar master saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 16 Oktober 2018

Yang membuat pernyataan



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Karisma Ana Yasinta'.

Karisma Ana Yasinta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis yang berjudul **Fitostabilisasi Tanah Sawah Terpapar Pb Dengan Khelator *Agrobacterium* sp. I₃₀ Dan Vermikompos Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan** dapat diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta. Selama penyusunan tesis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak dan pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr.Muhammad Furqon Hidayatullah,M.Pd selaku Direktur Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Prof. Dr. Ir. MTH. Sri Budiastuti, M.Si., selaku Kepala Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta sekaligus sebagai Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Dr.Ir.MMA. Retno Rosariastuti,M.Si., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak pengarahan dengan penuh kesabaran disela-sela kesibukan yang padat.
4. Dr. Mohammad Masykuri, M.Si. dan Dr. Prabang Setyono, M.Si. selaku dosen penguji penelitian tesis.
5. Bapak Sarjono yang selalu menyediakan waktu untuk membantu kami selama proses penelitian berlangsung, dari pemilihan dan pemeliharaan bibit tanaman, dan selalu membersamai kami dalam diskusi dengan kelompok tani desa Waru, Kebakkramat.
6. Suami yang selalu sabar menanti, mendampingi, dan mendorong hingga terselesaikannya karya ini.

7. Bapak,Ibu,adek-adek penulis (Bp.Jarwo, Ibu Tuning, Bp.Darwo, Ibu Kiswati, Ratna dan Fafa) yang telah memberikan segala bentuk dukungan dan doa sehingga semua proses dapat berjalan lancar.
8. Teman-teman S2 Ilmu Lingkungan, terkhusus untuk kakak-kakak: Riani, Johan,Visnu, Farhati, Siwi, Indri, Faradina, Alfian dan Dina Silvia.
9. Berbagai pihak yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu yang telah membantu menyelesaikan penulisan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan untuk menyempurnakan dan melengkapi tesis ini. Semoga karya ini bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Surakarta, 30 Oktober 2018

Karisma Ana Yasinta

ABSTRAK

Karisma Ana Yasinta. A131608012. **Fitostabilisasi Tanah Sawah Terpapar Pb Dengan Khelator *Agrobacterium* sp. I₃₀ Dan Vermikompos Untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan**, Tesis. Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Agustus 2018. Dibimbing oleh MMA. Retno Rosariastuti dan Mth. Sri Budiastuti.

Limbah cair industri tekstil dengan kandungan logam berat timbal (Pb) yang dialirkan ke sungai serta pupuk anorganik *carrier* Pb digunakan petani desa Waru, Kebakkramat untuk irigasi serta pemupukan lahan pertanian, sehingga mengakibatkan paparan Pb di tanah sawah. Paparan Pb tersebut terserap oleh padi sehingga sangat merugikan karena dapat merusak lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Alternatif solusi mitigasi dampak pencemaran logam berat secara ramah lingkungan telah dilakukan dengan fitoremediasi menggunakan *B. nivea*, *F. globulosa*, *Agrobacterium* sp. I₃, dan bahan organik yang mampu menurunkan kadar Pb di tanah sawah. Proses fitoremediasi tersebut perlu ditindaklanjuti untuk mengetahui cara penstabilan logam Pb yang masih tertinggal melalui mekanisme fitostabilisasi. Tujuan penelitian adalah: 1). mengkaji kadar Pb di tanah sawah sebelum dan setelah dilakukan fitostabilisasi dengan khelator *Agrobacterium* sp. I₃₀ dan vermikompos 2). mengetahui pertumbuhan tanaman padi dengan aplikasi khelator *Agrobacterium* sp. I₃₀ dan vermikompos, 3). mengetahui perlakuan terbaik dalam fitostabilisasi 4). Mempelajari pengetahuan dan sikap petani terhadap program fitostabilisasi sebagai upaya untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan jenis percobaan faktorial. Data abiotik, biotik dan sosial diambil secara *purposive sampling*. Data abiotik dan biotik dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA uji F 95 % (*Fisher Test*). Apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati, dilanjutkan dengan uji DMRT 95 % (*Duncan Multiple Range Test*). Data sosial dianalisis dengan statistik inferensial.

Hasil penelitian adalah: 1) kadar Pb di tanah sawah sebelum perlakuan sebesar 16,183 mg.kg⁻¹, dan setelah perlakuan mengalami penurunan dengan nilai keberadaan Pb dalam tanah rata-rata 7,77 mg.kg⁻¹. 2). Aplikasi *Agrobacterium* sp. I₃₀ dan vermikompos selain sebagai khelator Pb juga dapat meningkatkan pertumbuhan padi. 3). Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah dengan aplikasi vermikompos yang tidak dikombinasikan dengan pupuk anorganik yaitu perlakuan P0B2. Besar serapan Pb di bulir pada P0B2 turun hingga 3,5 kali dari kontrol, yaitu sekitar 72,18 %. 4). Pengetahuan petani desa Waru terhadap pencemaran, bioremediasi dan pertanian berkelanjutan berada pada persentase 76,7 %, yang berarti sudah cukup baik, namun tidak berbanding lurus dengan sikap petani terhadap perbaikan lingkungan dan pertanian berkelanjutan dengan persentase 15,14 % (sikap positif/perbaikan lingkungan).

Kata Kunci: *Agrobacterium* sp. I₃₀, padi, Pb, pertanian berkelanjutan, vermikompos.

ABSTRACT

Karisma Ana Yasinta. A131608012. **Fitostabilization of Rice Fields Polluted by Pb with *Agrobacterium sp. I₃₀* and Vermicompost to Support Sustainable Agriculture**, Thesis. Masters in Environmental Sciences. Sebelas Maret University Surakarta. September 2018. Supervised by MMA. Retno Rosariastuti and Mth. Sri Budiastuti.

Textile industry liquid waste containing heavy metals lead (Pb) and Pb carrier inorganic fertilizers are used by farmers in Waru village, Kebakkramat for irrigation and fertilization of agricultural land, resulting in exposure to Pb in rice fields. Pb contamination in the soil is absorbed by rice so it is very detrimental because it can damage the environment and harmful to public health. Alternative solutions to mitigate the impact of heavy metal pollution in an environmentally friendly manner have been carried out with phytoremediation using *B. nivea*, *F. globulosa*, *Agrobacterium sp. I₃₀*, and organic material that can reduce Pb levels in rice fields. The phytoremediation process needs to be followed up to find out how to stabilize Pb metal which is still left behind through the phytostabilization mechanism. The purpose of this research is: 1). study the phytostabilization of rice fields exposed to Pb with *Agrobacterium sp. I₃₀* and vermicompost 2). knowing the growth of rice plants with the application of *Agrobacterium sp. I₃₀* and vermicompost, 3). find out the best treatment in fitostabilization 4). Study farmers' knowledge and attitudes towards the phytostabilization program as an effort to support sustainable agriculture.

This research is an experimental study using Complete Randomized Block Design (RCBD) with a type of factorial experiment. Abiotic, biotic and social data were taken by purposive sampling. Abiotic and biotic data were statistically analyzed using ANOVA 95% F test (Fisher Test). If the treatment has a significant effect on the observed variables, followed by 95% DMRT (Duncan Multiple Range Test). Social data analyzed with inferential statistics.

The results of the study are: 1). Application of *Agrobacterium sp. I₃₀* and vermicompost as chelator or adsorbent agent can help the mechanism of heavy metal phytostabilization Pb run on rice fields that have been exposed to Pb. 2). Application of *Agrobacterium sp. I₃₀* and vermicompost besides being Pb chelators can also increase rice growth. 3). The best treatment in this study was the application of vermicompost which was not combined with inorganic fertilizer, P0B2 treatment. The amount of Pb uptake in grain in P0B2 decreased by 3.5 times from the control, which was around 72.18%. 4). Knowledge of Waru village farmers towards pollution, bioremediation and sustainable agriculture is at 76.7%, which means it is good enough, but not directly proportional to the attitude of farmers towards environmental improvement and sustainable agriculture with a percentage of 15.14% (positive attitude / environmental improvement)

Key words: *Agrobacterium sp. I₃₀*, Pb, rice, sustainable agriculture, vermicompost.

MOTTO

Kamu adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah.

(Q. S. Al-Imran: 110)

In life, lots of people know what to do, but few people actually do what they know.

Knowing is not enough! You must take action

(Anthony Robbin)

Bila engkau ingin berdoa, sementara waktu yang kau miliki begitu sempit, padahal dadamu dipenuhi oleh begitu banyak keinginan, maka jadikan seluruh isi doamu istighfar, agar Allah memaafkanmu. Bila Dia memaafkanmu, maka semua keperluanmu akan dipenuhi oleh-Nya tanpa engkau meminta.

(Ibnu Qayyim Rahimahullah)

Pekerjaan kita yang terbesar bukanlah melihat apa yang tampak secara redup-redup dari kejauhan, melainkan melakukan apa yang tampak jelas di depan mata kita

(Thomas Carlyle)

Barangkali musuh dan kendala terbesar dalam hidup kita saat akan mencoba tumbuh, bangkit dari keterpurukan atau bersegera melakukan kebaikan adalah diri kita sendiri. Sehingga janganlah tergesa-gesa menyalahkan orang lain atau lingkungan. Introspeksi-Sadari-dan jangan sombong.

(Penulis)

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN..... | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| MOTTO | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 4 |
| C. Tujuan Penelitian | 5 |
| D. Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 6 |
| A. Tinjauan Pustaka..... | 6 |
| 1. Logam Berat Timbal (Pb)..... | 6 |
| 2. Paparan Timbal (Pb) di Tanah Sawah | 7 |
| 3. Pupuk Anorganik <i>Carrier</i> Logam Berat Pb..... | 9 |
| 4. Perbaikan Lingkungan untuk Mendukung <i>Sustainable Agriculture</i> (Pertanian Berkelanjutan) | 10 |
| 5. Fitostabilisasi Tanah Terpapar Logam Berat..... | 14 |
| 6. Tanaman Padi | 18 |
| 7. <i>Agrobacterium Sp I₃₀</i> sebagai Khelator Logam Berat..... | 20 |
| 8. Pupuk Organik (Vermikompos) sebagai Khelator Logam Berat ... | 21 |
| 9. Sikap Peduli Masyarakat Terhadap Perbaikan lingkungan | 23 |

| | |
|--|----|
| 10. Asas Lingkungan Hidup | 25 |
| B. Penelitian yang Relevan..... | 26 |
| C. Kerangka Berpikir..... | 29 |
| D. Hipotesis | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 31 |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian | 31 |
| B. Tahapan Pelaksanaan Penelitian | 33 |
| 1. Jenis dan Rancangan Penelitian..... | 33 |
| 2. Alat dan Bahan..... | 35 |
| 3. Populasi dan Sampel..... | 36 |
| 4. Teknik Pengambilan Sampel | 36 |
| 5. Variabel Penelitian..... | 36 |
| 6. Langkah Penelitian | 37 |
| 7. Teknik Analisis Data | 44 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 47 |
| A. Analisis Karakter Kimia dan Biologi Tanah | 47 |
| 1. Kemasaman Tanah (pH)..... | 47 |
| 2. Bahan Organik (BO) Tanah..... | 49 |
| 3. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah | 50 |
| 4. Total Koloni Bakteri Tanah..... | 52 |
| B. Kadar Pb Sebelum dan Sesudah Perlakuan di Tanah Sawah Terpapar Pb..... | 53 |
| C. Pengaruh <i>Agrobacterium Sp I₃₀</i> dan Vermikompos dalam Pertumbuhan Padi | 57 |
| 1. Tinggi Tanaman..... | 57 |
| 2. Jumlah anakan | 59 |
| 3. Berat Kering padi..... | 60 |

| | |
|---|----|
| D. Mengkaji perlakuan terbaik dari aplikasi Khelator Agrobacterium Sp I30 dan Vermikompos dalam Fitostabilisasi untuk Menekan Serapan Pb hingga Bulir Padi..... | 62 |
| 1. Kadar Pb dalam jaringan padi | 62 |
| 2. Serapan Pb dalam jaringan padi | 66 |
| E. Pemahaman dan Sikap Petani Terhadap Bahaya Pencemaran Logam Pb dan Fitostabilisasi | 71 |
| F. Environmental Value Added (EVA) Fitostabilisasi Tanah Sawah Terpapar Pb..... | 81 |
| G. Diseminasi dan Publikasi Hasil Penelitian | 84 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 85 |
| A. Kesimpulan | 85 |
| B. Saran..... | 85 |
| DAFTAR PUSTAKA | 87 |
| LAMPIRAN..... | 95 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| 1. Penelitian yang Relevan | 26 |
| 2. Jadwal Penelitian | 33 |
| 3. Rancangan Penelitian | 34 |
| 4. Analisis Jaringan Tanaman dan Karakter Tanah | 43 |
| 5. Hasil Perhitungan Validitas Isi Instrumen Kuosioner | 45 |
| 6. Hasil Perhitungan Reliabilitas Instrumen Data Sosial Masyarakat | 46 |
| 7. <i>Environmental Value Added</i> setelah fitostabilisasi dengan <i>Agrobacterium</i> sp. I ₃₀ (B1) | 82 |
| 8. <i>Environmental Value Added</i> setelah fitostabilisasi dengan Vermikompos (B2) | 82 |
| 9. Diseminasi dan Publikasi Hasil Penelitian | 84 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| 1. Kerangka Segitiga Konsep Pembangunan Berkelanjutan | 11 |
| 2. Morfologi Padi..... | 19 |
| 3. Vermikompos atau Kascing..... | 23 |
| 4. Skema <i>Theory of Planned Behavior</i> | 24 |
| 5. Diagram Kerangka Berpikir | 29 |
| 6. Peta Lokasi Penelitian | 32 |
| 7. Denah Lahan Penelitian..... | 41 |
| 8. pH Tanah Sawah Waru..... | 47 |
| 9. Bahan Organik Tanah..... | 49 |
| 10. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah | 50 |
| 11. Total Mikroba Tanah | 52 |
| 12. Kadar Pb dalam Tanah | 54 |
| 13. Removal Effectivity Pb | 56 |
| 14. Tinggi tanaman Padi..... | 57 |
| 15. Jumlah Anakan | 59 |
| 16. Berat Kering Akar, Tajuk dan Bulir | 60 |
| 17. Kadar Pb di Jaringan Padi | 63 |
| 18. Serapan Pb di Jaringan Padi | 66 |
| 19. Indikator Kuisisioner Pengetahuan | 73 |
| 20. Indikator Kuisisioner Sikap..... | 73 |