



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Padang Selasa Nomor 524 Bukit Besar Palembang Kode Pos 30139
Telepon (0711) 352132, 354222 Faksimili (0711) 317202, 320310
Homepage: www.pps.unsri.ac.id Email: info@mail.pps.unsri.ac.id

KEPUTUSAN
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Nomor : 151 /UN9.2/DT/2019

tentang

TIM PENGUJI UJIAN DISERTASI TERTUTUP MAHASISWA
PADA PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU LINGKUNGAN PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

- Menimbang :
- bahwa sehubungan dengan surat Ketua Program Doktor (S3) Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya nomor: 123/UN9.2.2/KM/2019 tanggal 2 Mei 2019 perihal permohonan izin pelaksanaan Ujian Disertasi Tertutup dan penerbitan SK, maka dinyatakan bahwa **Sdr. Wartono, NIM 20013681419001** telah memenuhi syarat akademik untuk menyelesaikan studinya
 - bahwa mahasiswa Program Doktor Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya yang akan menyelesaikan studinya harus menempuh kegiatan ujian disertasi tertutup;
 - bahwa dalam rangka persiapan dan pelaksanaan kegiatan ujian disertasi tertutup Program Doktor (S3) Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, maka dipandang perlu membentuk tim untuk pelaksanaan kegiatan tersebut;
 - bahwa sehubungan dengan butir a, b, c dan d diatas perlu diterbitkan Surat Keputusan sebagai pedoman dan landasan hukum dalam pelaksanaannya

- Mengingat :
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 - Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
 - Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi & Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia;
 - Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia nomor 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
 - Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 334/M/KP/XI/2015 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Sriwijaya;
 - Surat Dirjen Dikti Nomor 720/D/T/2007 tentang Ijin Penyelenggaraan Program Studi Ilmu Lingkungan (S3) pada Universitas Sriwijaya;
 - Keputusan Rektor Unsri Nomor 0760/UN9/KP/2016 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya Masa Tugas Tahun 2016-2020.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : **KEPUTUSAN DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA TENTANG SUSUNAN TIM PENGUJI UJIAN DISERTASI TERTUTUP PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU LINGKUNGAN PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Kesatu : Menunjuk Tim Penguji ujian disertasi tertutup Program Studi Doktor (S3) Ilmu Lingkungan dengan personalianya sebagai berikut:

Promotor : Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr.
Co-Promotor I : Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.
Co-Promotor II : Dr. Suheryanto, M.Si.
Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si.
2. Dr. Ir. M. Hatta Dahlan, M.Eng.
3. Dr. Ir. Restu Juniah, M.T.
4. Dr. Harry Widjajanti, M.Si.
5. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.
6. Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D. (Universitas Lampung)

Untuk menguji mahasiswa

Nama : Wartono
NIM : 20013681419001
Judul Disertasi : Bioremediasi Tanah Sawah Tercemar Pestisida Menggunakan Bakteri Indigen untuk Pertanian Berkelanjutan.

Kedua : Segala biaya yang mungkin timbul sebagai akibat dari penetapan keputusan ini, dibebankan kepada anggaran yang disediakan oleh PPs Unsri.

Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan segala sesuatu akan diubah dan/atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Palembang
pada Tanggal: 6 Mei 2019
Direktur,

Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.
NIP 19610114 199001 1 001

Tembusan

- Rektor (sebagai laporan)
- Wadir 1 dan Wadir 2
- KPS Doktor Ilmu Lingkungan
- Dosen Pembimbing
- Yang bersangkutan



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PROGRAM PASCASARJANA**

Jalan Padang Selasa 524 Bukit Besar Palembang 30139
Telepon (0711) 352132, 354222 Faksimili (0711) 320310, 317202
Homepage: www.pps.unsri.ac.id Email: ppsunsri@mail.pps.unsri.ac.id

Nomor : **361** /UN9.2/KM/2019
Lampiran : 1 (satu) berkas
Hal : Undangan Ujian Akhir Disertasi (Tertutup)
Program Studi (S3) Ilmu Lingkungan PPs Unsri

3 Mei 2019

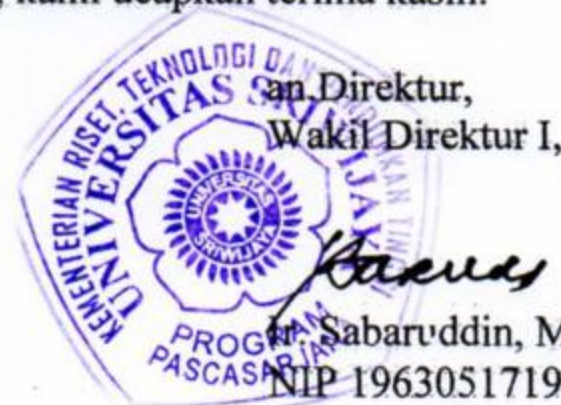
Kepada Yth :

1. **Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr.**
2. **Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.**
3. **Dr. Suheryanto, M.Si.**
4. **Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si.**
5. **Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D.**
6. **Dr. Ir. M. Hatta Dahlan, M.Eng.**
7. **Dr. Ir. Restu Juniah, M.T.**
8. **Dr. Harry Widjajanti, M.Si.**
9. **Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.**

Mohon dengan hormat kesediaan Bapak untuk hadir menjadi penguji pada Ujian Akhir Disertasi (Tertutup) mahasiswa Program Studi Doktor (S3) Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, yang akan diselenggarakan pada:

Hari/Tanggal : Rabu/ 8 Mei 2019
Waktu : 09.00 WIB s.d selesai
Tempat : Ruang Seminar I, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya
Jln. Padang Selasa No. 524 Bukit Besar, Palembang 30139
Acara : Ujian Akhir Disertasi (Tertutup)
Promovendus : Wartono
NIM : 20013681419001
Bidang Kajian Utama : Agri-Industri-Energi
Judul Disertasi : Bioremediasi Tanah Sawah Tercemar Pestisida Menggunakan Bakteri Indigen untuk Pertanian Berkelanjutan
Promotor : Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr.
Co-Promotor : 1. Dr. Ir. A. Napoleon, M.S.
2. Dr. Suheryanto, M.Si.

Sebagai bahan ujian, kami sertakan berkas ujian dan draft disertasi mahasiswa yang bersangkutan. Demikianlah, atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami ucapkan terima kasih.



an Direktur,
Wakil Direktur I,

Dr. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D.
NIP 1963051719890031002

Tembusan:

1. Wadir I PPsUnsri (sebagai laporan)
2. Wadir II PPs Unsri (sebagai laporan)
3. Ketua PS Ilmu Lingkungan PPs Unsri

Catatan :

- Pakaian Promotor, Co-Promotor dan Penguji : Laki-laki : Jas, Perempuan : Blazer

DISERTASI

**BIOREMEDIASI TANAH SAWAH TERCEMAR PESTISIDA
MENGUNAKAN BAKTERI INDIGEN UNTUK
PERTANIAN BERKELANJUTAN**



**WARTONO
20013681419001**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

DISERTASI

**BIOREMEDIASI TANAH SAWAH TERCEMAR PESTISIDA
MENGUNAKAN BAKTERI INDIGEN UNTUK
PERTANIAN BERKELANJUTAN**



**WARTONO
20013681419001**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**BIOREMEDIASI TANAH SAWAH TERCEMAR PESTISIDA
MENGUNAKAN BAKTERI INDIGEN UNTUK
PERTANIAN BERKELANJUTAN**

DISERTASI

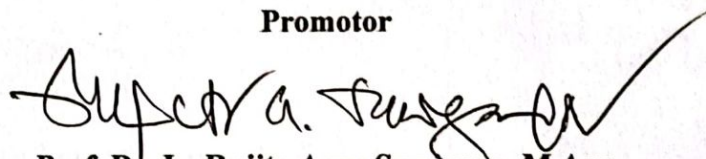
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Doktor Ilmu Lingkungan
Universitas Sriwijaya

Oleh :

WARTONO
NIM. 20013681418010

Palembang, Mei 2019

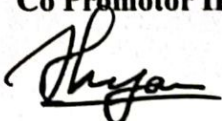
Promotor


Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr.
NIP. 196209091985031006

Co Promotor I


Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S.
NIP. 196204211990031002

Co Promotor II


Dr. Suheryanto, M.Si.
NIP. 196006251989031006

Mengetahui
Program Pascasarjana

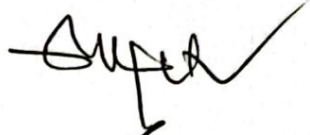

Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P.
NIP. 196101141990011001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Disertasi ini dengan judul “ Bioremediasi Tanah Sawah Tercemar Pestisida Menggunakan Bakteri Indigen untuk Pertanian Berkelanjutan ” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2019.

Palembang, 22 Mei 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Disertasi
Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr. ()
NIP. 196209091985031006

Anggota :


1. Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si. ()
NIP. 196202021991032001

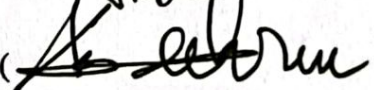
2. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S. ()
NIP. 196204211990031002

3. Dr. Suheryanto, M.S. ()
NIP. 196006251989031006

4. Dr. Ir. M. Hatta Dahlan, M.Eng. ()
NIP. 195910191987111001

5. Dr. Harry Widjajanti, M.Si. ()
NIP. 196112121987102001


6. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si ()
NIP. 196808271994022001

7. Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc., Ph.D. ()
NIP. 19601109 1985031001

Mengetahui,
Direktur Program Pascasarjana


Prof. Dr. Ir. Amm Rejo, M.P.
NIP. 196101141990099001

Ketua Program Studi
Ilmu Lingkungan


Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si.
NIP. 196202021991032001

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Rahmat dan Karunia-Nya jualah sehingga penyusun dapat menyelesaikan disertasi ini yang berjudul “Bioremediasi Tanah sawah tercemar Pestisida Menggunakan Bakteri Indigen untuk Pertanian Berkelanjutan”.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Rujito Agus Suwignyo selaku promotor dan Bapak Dr. A. Napoleon serta Bapak Dr. Suheryanto selaku co-promotor atas bimbingan, saran dan masukan sehingga tersusunnya laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si, Bapak Dr. Ir. M. Hatta Dahlan, M.Eng, Ibu Dr. Harry Widjajanti, M.Si, Ibu Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si. selaku Tim Penguji dan Bapak Prof. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.,PhD selaku penguji tamu yang telah memberikan koreksi, saran serta masukan.
2. Bapak Rektor Universitas Sriwijaya, beserta jajaran dan staf.
3. Bapak Direktur Pascasarjana Universitas Sriwijaya beserta jajaran dan staf.
4. Ibu Ketua, beserta staf Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
5. Bapak, Ibu Pimpinan Instansi baik Pemerintah maupun swasta dan masyarakat yang telah memberikan fasilitasi, informasi maupun data selama penelitian dilaksanakan.
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
7. Pimpinan dan staf Universitas Musi Rawas.
8. Kedua orang tua dan mertua yang ku sayangi.
9. Istri dan anak-anakku tercinta.

Penulis berharap semoga disertasi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pada umumnya dan bagi diri penulis pada khususnya.

Palembang, Mei 2019

Penulis

RINGKASAN

Bioremediasi Tanah Sawah Tercemar Pestisida Menggunakan Bakteri Indigen untuk Pertanian Berkelanjutan

Wartono ; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Rudjito Agus Suwignyo, M.Agr, Dr. Ir. A. Napoleon, M.S, Dr. Suheryanto, M.Si.
xvi + 140, 19 tabel, 13 gambar dan 11 lampiran.

Keberlanjutan lingkungan menjadi suatu keharusan bagi suatu bangsa dalam menyediakan sumberdaya alam untuk pembangunan yang berwawasan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan pestisida mempunyai kontribusi besar untuk keberlanjutan lingkungan pertanian, baik secara ekonomi, sosial maupun ekologi dan peningkatan produksi. Jumlah pestisida yang beredar di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan yang signifikan. Tahun 2018 jumlah pestisida yang beredar dan diizinkan mencapai 4.503 formulasi untuk pertanian dan kehutanan. Manfaat pestisida ternyata menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Jenis pestisida makin banyak digunakan dalam usaha pengendalian organisme pengganggu tanaman, akibatnya bahan aktif pestisida akan mencapai ke dalam tanah dan akan tetap tinggal di tanah dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga dapat membahayakan lingkungan. Residu pestisida dapat terdegradasi secara alami melalui metabolisme bakteri yang berada di dalam tanah yaitu bakteri indigen. Penelitian tentang penggunaan bakteri indigen untuk mendegradasi residu pestisida sudah banyak dilakukan, namun demikian jenis dan kemampuan bakteri indigen yang dapat mengurangi pencemaran pestisida akan berbeda-beda pada setiap spesifikasi lahan, salah satunya adalah pada lahan sawah yang intensif ditanami padi. Salah satu daerah sentra penanaman padi di propinsi Sumatera Selatan adalah Kabupaten Musi Rawas dengan luas lahan sawah 20.158 ha, luas lahan irigasi 12.423 ha sedangkan sisanya adalah sawah tadah hujan. Luas lahan sawah irigasi yang ditanami 2 (dua) kali dalam setahun adalah 7.359 ha dan lahan sawah irigasi yang ditanami 3 (tiga) kali seluas 4.921 ha. Sawah irigasi teknis di Kabupaten Musi Rawas menerapkan budidaya padi secara intensif yang menggunakan pestisida terus menerus sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, salah satunya adalah residu pestisida dalam tanah. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data penggunaan pestisida di Kabupaten Musi Rawas isolat bakteri alami yang mampu mendegradasi residu pestisida pada tanah tercemar pestisida khususnya di Kabupaten Musi Rawas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi residu pestisida pada lahan sawah intensif di Kabupaten Musi Rawas dan mendapatkan isolat bakteri indigen yang toleran pada tanah sawah tercemar residu pestisida serta menurunkan residu pestisida pada tanah yang tercemar pestisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah rata-rata jenis pestisida yang digunakan oleh petani di Kabupaten Musi Rawas pada tanaman padi lahan sawah yaitu insektisida 45,83%, herbisida 25,00%, fungisida 16,67% dan rodentisida 12,50%. Kandungan residu insektisida terdeteksi metomil sebesar 0,04 ppm di Desa Air Lesing, 0,01 ppm di Desa Sumber Rejo dan Desa sumber Karya, untuk residu bahan aktif fipronil hanya ditemukan pada desa air lesing sebesar 0,01 ppm, sedangkan bahan aktif buprofezin tidak terdeteksi pada semua sampel. Isolasi bakteri pada tanah tercemar pestisida ditemukan 19 isolat murni yang resisten terhadap insektisida metomil. Uji pertumbuhan 19 isolat bakteri menunjukkan bahwa semua isolat mampu bertahan hidup pada media yang

mengandung metomil, baik pada konsentrasi rendah maupun tinggi, tetapi kemampuan tumbuh dan perkembangan sel masing-masing isolat berbeda. Jika dilihat dari nilai absorbansi dan jumlah populasi bakteri, isolat yang mampu beradaptasi dengan baik pada konsentrasi tinggi 6 ppm adalah isolat TM1, TM3, dan TM16 dengan waktu masa pertumbuhan pada fase eksponensial yang lebih lama yaitu jam ke-9 sampai dengan jam ke-24. Isolat TM1 mampu beradaptasi lebih cepat pada jam ke-0 sampai dengan jam ke-3 dan memasuki fase pertumbuhan eksponensial sampai pada fase stasioner pada jam ke-18, sampai pada jam ke-30 isolat ini masih mampu tumbuh baik, nilai absorbansi yang masih tinggi yaitu sebesar 0,310 dengan jumlah koloni 131,871 cfu/mL. Isolat TM1 mampu memanfaatkan metomil sebagai sumber energi untuk melakukan pembelahan sel dengan konsentrasi 6 ppm. Selain Isolat TM1 isolat yang mampu memanfaatkan metomil sebagai sumber energi dan mampu bertahan hidup lebih lama adalah isolat TM3 dan TM16, isolat ini mempunyai masa fase eksponensial hampir sama dengan TM1. Berdasarkan hasil uji degradasi, bahwa isolat TM1 sudah mampu mendegradasi metomil secara signifikan pada 3 hari setelah aplikasi yaitu sebesar 97,455% dan semakin meningkat pada 6 dan 9 hari setelah aplikasi. Hal ini disebabkan karena isolat tersebut memanfaatkan metomil sebagai satu-satunya sumber energi, pada saat 0-3 hari setelah aplikasi, metomil sebagai cadangan energi masih cukup banyak yaitu 6 ppm, dan pada 6 - 9 hari setelah aplikasi cadangan metomil sudah menipis sehingga pertumbuhan dan degradasi metomil juga semakin menurun, tetapi proses degradasi belum mencapai 100% hanya mencapai 99,435%. Berdasarkan data tersebut isolat TM1 sudah cukup efektif untuk melakukan proses bioremediasi tanah yang tercemar metomil. Hal tersebut juga didukung oleh faktor lingkungan seperti pH 7-8, kadar air tanah dan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Isolat TM1 merupakan bakteri gram negatif yang dapat menghasilkan enzim oksidase dan katalase, dan dapat melakukan hidrolisis gelatin dan pati, serta metil merah (Zhang *et al.*, 2017). Isolat TM1 menunjukkan kemiripan tertinggi dengan *Acinetobacter baumannii* strain DSM 30007 dengan nomor akses genbank NR-117677 dengan nilai kesamaan 100 %. Kemampuan isolat TM3 dalam mendegradasi metomil sudah terlihat cukup efektif pada 3 hari setelah aplikasi, hal ini terlihat dari penurunan konsentrasi metomil mencapai 75,035 % dari konsentrasi awal sebesar 6 ppm. Isolat ini merupakan bakteri indigen yang mampu memanfaatkan metomil sebagai sumber energi dalam metabolisme. Pada 6 hari setelah aplikasi isolat TM1 masih melakukan degradasi sebesar 0,932 ppm sehingga konsentrasi turun menjadi 0,566 ppm. Sedangkan pada 9 hari degradasi metomil meningkat 15,540 % sehingga total degradasi mencapai 99,616%. Berdasarkan hasil identifikasi sequence 16S rRNA isolat TM3 diidentifikasi sebagai bakteri *Bacillus megaterium* strain NBRC 15308, ATCC 14581 dan strain IAM 13418, dan memiliki kemiripan 100 %. Isolat bakteri TM16 juga mempunyai kemampuan mendegradasi metomil tinggi yaitu 77,947% atau turun sebesar 4,677 ppm dan pada hari ke 6 turun 1,210 ppm menjadi 0,114 ppm atau turun 20,162%. Pada 9 hari setelah aplikasi penurunan pestisida mencapai 99,883%. Isolat bakteri ini memiliki kesamaan dengan isolat TM3 yaitu *Bacillus megaterium* berdasarkan hasil identifikasi sequence 16S RNA strain NBRC 15308, ATCC 14581 dan strain IAM 13418. Penggunaan isolat bakteri tunggal yang paling baik dalam penelitian ini ditunjukkan oleh isolat TM16, walaupun semua organisme dapat menggunakan metomil sebagai sumber karbon tunggal dan memiliki kemampuan bioremediasi. Isolat ini mampu mendegradasi metomil secara efektif dan menunjukkan tingkat pertumbuhan yang baik, efisiensi biodegradasi yang lebih tinggi terhadap metomil bila dibandingkan dengan isolat TM1 dan TM3. Penelitian ini

mengungkapkan bahwa konsentrasi metomil terdegradasi secara signifikan oleh isolat bakteri indigen. Strain bakteri yang paling potensial dengan kemampuan tertinggi untuk mendegradasi metomil dalam penelitian ini, yaitu TM16, diidentifikasi secara morfologis, fenotipik dan molekuler. Isolat tersebut merupakan bakteri gram positif, bakteri berbentuk batang, yaitu *Bacillus megaterium*. Bakteri ini lebih stabil jika hidup pada pH yang berkisar antara 7-8. *Bacillus megaterium* termasuk dalam golongan bakteri mesofilik yaitu bakteri yang dapat tumbuh pada suhu 30-37°C. Selain itu, *Bacillus megaterium* dapat bertahan hidup pH berkisar antara 5,5 hingga 8. Pada pH basa relatif lebih stabil pertumbuhannya dibandingkan pada pH asam. Secara konsorsium degradasi metomil yang terbaik ditunjukkan pada perlakuan konsorsium Bakteri *Acinetobacter baumannii* strain DSM 30007 dan bakteri *Bacillus megaterium* strain NBRC 15308, konsorsium kedua isolat ini mampu mendegradasi sebesar 99.8333% pada 216 jam (9 hari) setelah aplikasi. Hal ini menunjukkan kedua isolat tersebut memiliki perilaku kooperatif antarbakteri dalam suatu habitat dalam bentuk konsorsium. Konsorsium bakteri akan menghasilkan produk yang dapat menguntungkan bersama, sehingga dapat saling mendukung pertumbuhan isolat tunggal dan lainnya. Bioremediasi menggunakan bakteri indigen dapat memperbaiki kondisi lahan sehingga meningkatkan produktifitas dan menjadikan lingkungan pertanian yang berkelanjutan

Kata Kunci : Pestisida, residu, metomil, bakteri indigen, sawah
Kepustakaan : 117 (1973-2018)

SUMMARY

Bioremediation of Paddy Soil Contaminated by Pesticide using Indigenous Bacteria for Sustainable Agriculture

Wartono ; supervised by Prof. Dr. Ir. Rujito Agus Suwignyo, M.Agr,
Dr. Ir. A. Napoleon, M.S, Dr. Suheryanto, M.Si.
xv + 140 paged, 19 tables, 13 figures, and 11 attachments.

The environmental sustainability is one of the requirements for a country providing natural resources for a green development. Based on that statement, the use of pesticide has a big contribution in agricultural sustainability. The agricultural sustainability involves three aspects, which are economic profitability, social equity, an ecologically sustainable development. The number of pesticides in Indonesia has increased significantly every year. In 2018, the number of produced and permitted to be released pesticide up to 4,503 formulation for agriculture and forestry. The use of pesticides has a negative impact on the environment. The excessive use of pesticides in order to handle pests had caused the infiltration of active ingredients of the pesticide to the soil and able to contaminate the environment. The pesticide residues could be degraded naturally through the metabolism of indigenous bacteria living in the soil. Many studies have been carried out on the use of indigenous bacteria to degrade pesticide residues. However, the types and abilities of indigenous bacteria are varies, depend on the type of lands, one of which is intensively cultivated paddy fields. One of the centers of paddy cultivation in South Sumatra is Musi Rawas Regency with a paddy field area of 20,158 hectares; irrigated land area of 12,423 hectares; while the rest are rainfed rice fields. The area of irrigated rice fields which is planted 2 (two) times a year is 7,359 hectares and irrigated rice fields planted 3 (three) times a year covering an area of 4.921 hectares. The pesticides are used intensively in irrigated paddy fields in Musi Rawas regency, thus they can cause environmental pollutions, one of them is the presence of pesticide residues in the soil. Therefore, this study was conducted to get the data of pesticide utilization in Musi rawas Regency and to obtain isolated natural bacterial that were able to degrade pesticide residues in Musi Rawas Regency. The objective of this study were to identify pesticide residue in intensively cultivated paddy fields in Musi Rawas Regency, to obtain isolated indigenous bacteria which is tolerant to contaminated pesticide residue paddy fields, and to reduce the pesticide residue in those paddy fields. The results shows that the average number of types of pesticides used by farmers in Musi Rawas regency on paddy field were insecticide 45.83%, herbicide 25.00%, fungicide 16.67%, and rodenticide 12.50%. The active compound of metomil was 0.04 ppm in Air Lesing Village, 0.01 ppm in Sumber Rejo village, and 0,01 ppm in Sumber Karya village. The residual of 0.01 ppm fipronil active ingredient was only found in the Air Lesing village, while the active ingredients of buprofezin were undetected in all samples. Based on the bacterial isolation, 19 of isolates bacteria found resistant to metomil insecticides. All of the isolated bacteria are methomyl resistance; however, the cell growth of each isolate was different. The absorbance value shows that some isolates bacteria are well adapted at high concentrations of methomyl (6 ppm). They are TM1, TM3, and TM16 with a longer growth period at the exponential phase (9 to 24 hours). TM1 isolate was able to fastly adapt at the 0 to 3 hours of growing time and entering the exponential growth phase until the stationary phase at the 18 hours of growing time. TM1 isolate

is still able to survive with a high absorbance value of 0,310 and the amount of colony 131.871 cfu/mL until 30 hour of growth period. The isolated TM1 was able to utilize methomyl as a food source to carry out the cell differentiation at a concentration of 6 ppm. In addition to TM1 isolate, the isolates that were able to utilize methomyl as an energy source and able to survive longer were TM3 and TM16 isolates. These isolates had similar exponential phase period to TM1. Based on the degradation test, TM1 isolate able to significantly degrade 97.455% methomyl at 3 days after application. This activity increased at 6 and 9 days after the application. The TM1 isolate utilized methomyl as the only source of energy. At 0-3 days after the application, the food source (methomyl) was still quite a lot, which was 6 ppm. In the other hand, at 6-9 days after the application, the metomil reserves have decreased, thus the degradation of methomyl also decreased. However, degradation process did not reach 100% yet but up to 99.435%. Based on these data, TM1 isolate was effective in carrying out the bioremediation process of methomyl contaminated soils. It was also supported by environmental factors such as pH 7-8, soil water content, and the suitable temperature for bacterial growth. The TM1 isolate is a gram negative bacteria which can produce oxidase and catalase enzymes, and can hydrolyze gelatin and starch, as well as methyl red. The TM1 isolate shows the highest similarity with *Acinetobacter baumannii* (strain DSM 30007) with genbank access number of NR-117677 (100% similarity). The ability of TM3 isolate to degrade methomyl is seen to be quite effective after 3 day of applications. This could be seen from the decrease of methomyl concentration which has reached 75.035% or decreased to 1,497 ppm from the initial concentration of 6 ppm. This isolate was also an indigenic bacterium which is able to utilize methomyl as an energy source in its metabolism. At 6 days after the application, TM1 isolate still degraded 0.932 ppm of metomil, thus the methomyl concentration decreased to 0.566 ppm. While at 9 days after application, the methomyl degradation increased by 15.540%, so that the total methomyl degradation reached 99.616%. Based on the results of sequence 16S RNA identification, TM3 isolates identified as *Bacillus megaterium* bacteria strains of NBRC 15308, ATCC 14581, IAM 13418, and had a 100% similarity. TM16 bacterial isolate also had a good ability to degrade methomyl, which was 77.947% or decreased by 4.677 ppm. At the 6 days after application, the methomyl concentration drops to 0,114 ppm or decreases 20.162%. Furthermore, at 9 days after the application, the methomyl degradation has reached 99.883%. These bacterial isolates have similarities with TM3 isolates, *Bacillus megaterium* strains NBRC 15308, ATCC 14581, and IAM 13418. Although all isolates can use methomyl as a single carbon source and have bioremediation ability, the best bacterial isolates in this study shown by TM16 isolate. This isolate able to degrade methomyl effectively and shows a good growth rate. Isolate TM16 shows higher biodegradation efficiency on methomyl as compared to TM1 and TM3 isolates. This study reveals that the indigenous bacteria can significantly degrade the methomyl residue. In this study, the most potential bacterial strain with the highest ability to degrade metomil was TM16 which identified morphologically, phenotypic, and molecular. The isolate is a gram positive bacterium which has a rod-shaped morphology, namely *Bacillus megaterium*. This bacterium is more stable at a pH ranging from 7-8. *Bacillus megaterium* is a mesophilic bacterium that can survive at 30-37°C at pH ranging from 5.5 to 8. The growth of *Bacillus megaterium* is better in alkaline pH than acidic pH. The best consortium for metomil degradation was in DSM 30007 strain of *Acinetobacter baumannii* and NBRC 15308 strain of *Bacillus megaterium*. These consortiums were able to degrade 99.833% of methomyl after 9

days of application. This phenomenon shows that the two isolates have cooperative behavior in the form of a consortium. The bacterial consortium will produce beneficial products for each other, thus they can support the growth of single and other isolates. The bioremediation process by using indigenous bacteria could recover the land condition, thus it will be able to increase the plant's productivity and support a sustainable agricultural environment.

Keywords: pesticides, residues, methomyl, indigenous bacteria, paddy fields

References: 117 (1973-2018)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	5
1.4. Hipotesis	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Kebaruan Penelitian	6
1.7. Kerangka Pikir	7
1.8. Penelitian Terdahulu	8
1.9. Tahapan Penelitian	10
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Pengertian dan Penggolongan Pestisida.....	11
2.2. Penggunaan Pestisida Di Lahan Sawah	14
2.3. Harmonisasi Lingkungan dan Keberlanjutan Lingkungan	14
2.4. Kegiatan Pertanian dan Daya Dukung Lingkungan.....	16
4.5. Dampak Penggunaan Pestisida	17
2.6. Bioremediasi	19
2.7. Bakteri pendegradasi Pestisida	22
2.8. Mekanisme Degradasi Pestisida.....	22
2.9. Kemutakhiran (<i>State Of The Art</i>)	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1. Tahapan Penelitian.....	27
3.2. Pengumpulan Data	27

3.3. Penelitian Tahap 1	27
3.3.1. Tempat dan Waktu	27
3.3.2. Bahan dan Alat	28
3.3.3. Cara Kerja	28
3.3.3.1. Penyebarab Kuisisioner	28
3.3.1.3.2. Penentuan Titik dan Pengambilan Sampel.....	29
3.3.1.3.4. Analisa Residu Pestisida Pada Tanah	29
3.3.1.3.5. Penetapan Residu	30
3.4. Penelitian Tahap 2	31
3.4.1. Tempat dan Waktu	31
3.4.2. Bahan dan Alat	31
3.4.3. Cara Kerja	31
3.4.3.1. Isolasi Bakteri Resisten	31
3.4.3.2. Pemurnian Isolat	32
3.4.3.3. Uji Pertumbuhan	33
3.4.3.4. Identifikasi Isolat	34
3.5. Penelitian Tahap 3	34
3.5.1. Tempat dan Waktu	35
3.5.2. Bahan dan Alat	35
3.5.3. Metode Penelitian	35
3.5.4. Cara Kerja	35
3.3.3.5. Metode Analisis Data.....	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Penelitian Tahap 1	37
4.1.1. Identifikasi Penggunaan Pestisida.....	37
4.1.2. Penggunaan Insektisida.....	39
4.1.3. Penggunaan Herbisida	43
4.1.4. Penggunaan Fungisida	47
4.1.5. Penggunaan Rodentisida	49
4.2. Residu Pestisida	50
4.2. Penelitian Tahap 2	56
4.2.1. Hasil Isolasi Bakteri Resisten	56
4.2.2. Hasil Pemurnian Isolat	57

4.2.3. Seleksi dengan Uji Pertumbuhan	58
4.2.4. Pola Pertumbuhan dan Kemampuan Bakteri Indigen	67
4.3. Penelitian Tahap 3	71
4.3.1. Uji Degradasi Bakteri Indigen Terhadap Metomil	71
4.3.1.1. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM1	74
4.3.2.2. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM3	74
4.3.2.3. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM16	75
4.3.2.4. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM1+TM3	75
4.3.2.5. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM1+TM16	76
4.3.2.6. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM3+TM16	76
4.3.2.1. Kemampuan Degradasi Isolat Bakteri TM1+TM3+TM16.....	77
4.4. Kemampuan Bakteri Indigen Dalam degradasi Metomil pada proses Bioremediasi	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1. Hasil penelitian terdahulu dan posisi penelitian	8
3.1. Jumlah Responden Kuesioner	28
3.2. Pengukuran Nilai OD dan Jumlah Koloni	34
4.1. Distribusi Jumlah Jenis Pestisida yang Digunakan pada Lahan Sawah di Kabupaten Musi Rawas.	37
4.2. Distribusi Penggunaan Jenis Insektisida pada Lahan Sawah di Kabupaten Musi Rawas	40
4.3. Rata-rata Dosis, Frekuensi Aplikasi, dan Jenis Insektisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Kabupaten Musi Rawas	41
4.4. Kandungan Bahan Aktif Insektisida yang Digunakan di Kabupaten Musi Rawas	41
4.5. Distribusi Penggunaan Jenis Herbisida pada Lahan Sawah di Kabupaten Musi Rawas	44
4.6. . Rata-rata Dosis, Frekuensi Aplikasi, dan Jenis Herbisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Kabupaten Musi Rawas	46
4.7. Distribusi Penggunaan Jenis Fungisida pada Lahan Sawah di Kabupaten Musi Rawas	47
4.8. Rata-rata Dosis, Frekuensi Aplikasi, dan Jenis Fungisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Kabupaten Musi Rawas	48
4.9. Distribusi Penggunaan Jenis Rodentisida pada Lahan Sawah di Kabupaten Musi Rawas	49
4.10. Rata-rata Dosis, Frekuensi Aplikasi, dan Jenis Rodentisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Kabupaten Musi Rawas	50
4.11. Hasil Uji Laboratorium Residu Pestisida	51
4.12. Karakteristik Tanah Lokasi Penelitian	53
4.13. Pengamatan Koloni Bakteri Hasil Isolasi	56
4.14. Morfologi Bakteri Hasil Isolasi dan Pewarnaan Gram	58
4.15. Hasil Degradasi Metomil oleh Bakteri	71
4.16. Persentase Degradasi Metomil oleh Bakteri	71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Kerangka Pikir Penelitian	7
1.2 Tahapan Penelitian	10
2.1 Komponen Lingkungan Hidup.....	15
2.2 State of The Art dan Posisi Penelitian	25
2.3 Kerangka Konsep Penelitian.....	26
3.1 Kurva Standar Bakteri.....	34
4.1 Kurva Pertumbuhan TM1-TM6 pada konsentrasi metomil 6 ppm.....	59
4.2 Kurva Pertumbuhan TM7-TM12 pada konsentrasi metomil 6 pp.....	59
4.3 Kurva Pertumbuhan TM13-TM19 pada Konsentrasi metomil 6 ppm.....	59
4.4 Penurunan Konsentrasi Metomil.....	73
4.5. Mekanisme Degradasi Metomil oleh Kombinasi Bakteri Strain MDW-2 dan Strain MD-W3.....	80
4.5. Hubungan Antar Komponen Lingkungan Alam, Buatan dan Sosial	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Quisioner Penggunaan Pestisida di Lahan Sawah	96
2. Bagan Alir Tahapan Analisis Residu Pestisida.....	98
3. Peta Survey	99
4. Peta Titik Pengambilan Sampel	100
6. Dokumentasi Hasil Pemurnian.....	101
7. Dokumentasi Hasil Pewarnaan Gram	104
8. Nilai Pertumbuhan Bakteri.....	107
8. Hasil Uji Laboratorium	117
10. Identifikasi Squence Bakteri	129
11. kromatogram metomil hasil uji laboratorium	133

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beras merupakan makanan pokok penduduk Indonesia yang kebutuhannya semakin meningkat akibat pertumbuhan populasi penduduk. Upaya untuk meningkatkan produksi dilakukan dengan intensifikasi dan ekstensifikasi. Budidaya padi secara intensif tidak lepas dari penggunaan pestisida untuk mengendalikan serangan organisme pengganggu tanaman. Organisme pengganggu tanaman berupa hama, penyakit dan gulma dapat menyebabkan rendahnya produktivitas padi, bahkan dapat menyebabkan gagal panen atau puso (Parveen, 2001). Rata-rata kehilangan hasil tanaman padi karena serangan OPT mencapai 30% dan kehilangan hasil karena hama sekitar 20 – 25% setiap tahun (Zhou *et al.*, 2012), hal ini berakibat pada penurunan pendapatan petani.

Keberlanjutan lingkungan menjadi suatu keharusan bagi suatu bangsa dalam menyediakan sumberdaya alam untuk pembangunan yang berwawasan lingkungan. Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan pestisida mempunyai kontribusi besar untuk keberlanjutan lingkungan pertanian, baik secara ekonomi, sosial maupun ekologi dan peningkatan produksi. Pestisida yang sudah terdaftar pada tahun 2006 sebanyak 1.336 formulasi, tahun 2008 jumlah pestisida yang beredar sebanyak 1.702 formulasi, tahun 2010 sebanyak 2.048 formulasi, atau rata-rata terjadi kenaikan jumlah formulasi sebanyak 13% per tahun. Jumlah pestisida yang beredar dan diizinkan meningkat lagi tahun 2012 menjadi 2.810 formulasi, dan tahun 2018 sudah mencapai 4.503 (Kementrian Pertanian RI, 2018). Pestisida masih menjadi andalan petani untuk menyelamatkan tanaman dari gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT). Penggunaan pestisida oleh petani melebihi dosis yang disarankan dalam kemasannya..

Penggunaan pestisida di bidang pertanian menjadi perhatian serius karena bahaya langsung dan tidak langsung terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Kronmann *et al.*, 2011). Secara global, sekitar 3×10^9 kilogram pestisida diterapkan setiap tahun dan aplikasi pestisida menyebabkan masalah ekologis yang serius (Chevillard *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2015).

Pencemaran pestisida yang terjadi pada lahan pertanian semakin tinggi akibat penggunaan yang tidak mengikuti anjuran dan prosedur yang telah ditetapkan (Rahmansyah dan Sulistinah, 2009). Peningkatan pencemaran juga disebabkan oleh pemanfaatan pestisida yang dilakukan terus menerus dan mengabaikan anjuran dalam penggunaan dosis.

Dampak negatif penggunaan pestisida meliputi dampak lingkungan ekonomi, ekologi, maupun sosial. Dampak lingkungan ekonomi adalah ketergantungan petani untuk menggunakan pestisida sehingga akan menambah biaya produksi. dampak ekologi penggunaan pestisida akan menyebabkan organisme pengganggu tanaman menjadi kebal terhadap suatu pestisida, meningkatnya populasi hama, timbulnya hama baru, terbunuhnya musuh alami hama, dan residu pada tanah serta hasil tanaman. Dampak sosial adalah timbulnya keracunan dan penyakit akibat penggunaan pestisida (Mourato dan Huxtley, 2000).

Lingkungan memiliki tiga fungsi, sebagai penyedia sumber daya alam, sebagai penyerap karbon, dan sebagai estetika (Juniah *et al.*, 2018). Aktifitas fungsi lahan pertanian dengan membuka lahan-lahan baru menyebabkan hilangnya fungsi lingkungan alam. Dampak lain yang timbul akibat kegiatan pertanian adalah kemampuan penyerapan karbon, mengakibatkan hilangnya fungsi lingkungan sebagai asimilator karbon, hilangnya estetika lingkungan, dan hilangnya fungsi lingkungan sebagai penyedia bahan baku dan semakin tipisnya sumber daya alam

Pestisida yang diaplikasikan tidak semuanya mengenai sasaran tetapi hanya sekitar 20 persen sedangkan 80 persen lainnya jatuh ke tanah (Zhou *et al.*, 2012). Hal ini menyebabkan mikroorganisme dalam tanah yang tidak berbahaya ikut mati dan penurunan kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal serta menurunkan produksi.

Hasil penelitian Wayan (2010), menyatakan bahwa dalam beras terdeteksi residu aldrin tetapi bukan disebabkan karena aplikasi pada tanaman, melainkan sudah berada di dalam tanah karena pemakaian sebelumnya yang bersifat persisten dan sistemik sehingga mudah terabsorpsi oleh jaringan akar padi. Residu pestisida pada sampel tanah di Bantul terdeteksi aldrin 4,8-64,8 ppb dan dieldrin tidak terdeteksi - 6,0 ppb (Narwanti *et al.*, 2013). Residu pestisida pada tanah sawah di wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur didominasi oleh jenis Lindan

dan Aldrin (Ardiwinata *et al.*, 1999; Jatmiko *et al.*, 1999). Lebih lanjut Nursyamsi *et al.*, (2010) menyatakan residu Persistent organic pollutants (POPs) pada tanah dan air serta tanaman padi di daerah Jateng termasuk lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, endrin, Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), dan endosulfan dengan kadar residu beberapa telah melampaui batas maksimum.

Alternatif dalam mengatasi residu pestisida adalah dengan melakukan bioremediasi untuk mendegradasi senyawa kimia (Radhika dan Kannahi, 2014). Teknik ini dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk mengubah kontaminan organik menjadi senyawa sederhana dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, masih dibutuhkan banyak penelitian untuk mengembangkan potensi bioremediasi dalam menangani residu pestisida di lingkungan.

Menurut Munir (2006), bioremediasi adalah suatu konsep yang dikembangkan dari ilmu bioteknologi lingkungan dengan menggunakan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Bioremediasi bertujuan untuk mendegradasi zat kontaminan menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun yaitu karbondioksida dan air (Cycon *et al.*, 2013). Bioremediasi sebagai salah satu proses untuk mengendalikan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme.

Bioremediasi terjadi secara alami di alam, kemampuan ini dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme indigenus yang terdapat di tanah serta faktor-faktor lingkungan yang membentuk kestabilan ekosistem. Bakteri dan jamur merupakan mikroba yang sering digunakan dalam proses bioremediasi (Radhika dan Kanahhi, 2014). Proses degradasi terjadi karena mikroorganisme mendekomposisi polutan ke produk yang lebih sederhana secara alami yang tidak berbahaya yaitu karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), atau senyawa beracun non alami (Megharaj *et al.*, 2011).

Secara alami pada tanah yang tercemar pestisida terdapat bakteri yang bisa bertahan hidup dan mampu mendegradasi lingkungan tanah yang tercemar (Tisnadjaja *et al.*, 2001). Strain bakteri dari kelompok taksonomi yang berbeda mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi pestisida (Bestawy *et al.*, 2013). Bakteri *Staphylococcus* sp. *Micrococcus* sp. *Enterobacter* sp. *Bordetella*

sp. *Pseudomonas* spp. dan *Klebsiella* sp mampu menurunkan malathion dan dichlorvos yang diisolasi dan diidentifikasi (Yadav. *et al.*, 2015).

Hasil penelitian Indratin *et al.*, (2012), bahwa telah didapatkan bakteri yang diisolasi dari tanah andosol asal Magelang, dihasilkan 5 (lima) jenis bakteri yang mampu mendegradasi senyawa POPs yaitu *Achoromobacter* sp, *Catenococcus thiocycli*, *Heliothrix oregonensis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*.

Penelitian lain menunjukkan bahwa dari enam isolat bakteri mampu menunjukkan resistensinya pada konsentrasi diazinon 90 ppm dalam medium yang mampu mendegradasi diazinon (Jebria *et al.*, 2012), Kandungan diazinon semakin menurun dengan semakin lama waktu inkubasi.

Daerah sentra penanaman padi di propinsi Sumatera Selatan salah satunya adalah Kabupaten Musi Rawas dengan luas lahan sawah 20.158 ha, luas lahan irigasi 12.423 ha sedangkan sisanya adalah sawah tadah hujan. Luas lahan sawah irigasi yang ditanami 2 (dua) kali adalah 7.359 ha dan lahan sawah irigasi yang ditanami 3 (tiga) kali seluas 4.921 ha (Mura dalam Angka, 2016). Sawah irigasi teknis di Kabupaten Musi Rawas menerapkan budidaya padi secara intensif yang menggunakan pestisida terus menerus sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, salah satunya adalah adanya residu pestisida dalam tanah, oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi penggunaan pestisida dan dilakukan uji laboratorium untuk memastikan ada atau tidaknya residu pestisida dalam tanah untuk dilakukan penanganan melalui bioremediasi menggunakan bakteri indigen.

1.2. Rumusan Masalah

Pestisida memberikan manfaat dalam bidang pertanian, tetapi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan pestisida yang dilakukan secara terus menerus dan tidak mengikuti anjuran maka residunya akan terakumulasi dan mencemari tanah. Jenis pestisida makin banyak digunakan dalam usaha pengendalian organisme pengganggu tanaman, akibatnya bahan aktif pestisida akan mencapai ke dalam tanah dan akan tetap tinggal di tanah dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga dapat membahayakan lingkungan.

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas patut diduga bahwa lahan sawah di Kabupaten Musi Rawas tercemar residu pestisida. Hal ini didasarkan pada

perilaku petani yang menggunakan pestisida setiap melakukan budidaya padi. Kerugian penggunaan pestisida adalah timbulnya residu pestisida pada tanaman sebagai bahan makanan manusia. Residu pestisida sebagian besar terakumulasi di dalam tanah dan akan mempengaruhi kualitas lahan dan hasil padi. Residu pestisida dapat bertahan dalam waktu lama dalam tanah sampai beberapa tahun tergantung jenis pestisidanya dan mempengaruhi kehidupan mikroorganisme dalam tanah.

Cemaran residu pestisida pada lahan sawah tersebut perlu dilakukan penelitian bioremediasi lahan sawah tercemar pestisida dengan menggunakan mikroba indigen spesifik lokasi. Bakteri resisten akan hidup pada lahan tercemar pestisida. Namun demikian permasalahan yang timbul adalah jenis bakteri apa yang dapat bertahan hidup dalam kondisi tanah tercemar pestisida serta bagaimana kemampuan bakteri tersebut dalam mendegradasi residu pestisida. Salah satu cara untuk menurunkan kadar residu pestisida adalah dengan bioremediasi menggunakan bakteri, bioremediasi akan berjalan dengan baik dan efektif apabila menggunakan bakteri yang mampu beradaptasi dengan lingkungan.

Penelitian tentang penggunaan bakteri indigen untuk mendegradasi residu pestisida sudah banyak dilakukan seperti yang telah diuraikan di atas, namun demikian aplikasi jenis dan kemampuan bakteri indigen yang dapat mengurangi pencemaran residu pestisida akan berbeda-beda pada setiap spesifikasi lahan, salah satunya adalah pada lahan sawah yang intensif ditanami padi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri alami yang mampu mendegradasi residu pestisida pada tanah tercemar pestisida khususnya di Kabupaten Musi Rawas.

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah

- 1.3.1. Mengidentifikasi penggunaan pestisida dan residu pestisida pada tanah sawah intensif di Kabupaten Musi Rawas.
- 1.3.2. Mendapatkan isolat bakteri yang resisten pada tanah sawah tercemar residu pestisida
- 1.3.3. Meremediasi tanah sawah tercemar pestisida menggunakan isolat bakteri indigen untuk menurunkan residu pestisida.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- 1.4.1. Penggunaan pestisida di Kabupaten Musi Rawas bervariasi dan tanah sudah tercemar oleh residu pestisida.
- 1.4.2. Tanah sawah yang tercemar residu pestisida terdapat bakteri yang mampu bertahan hidup (resisten).
- 1.4.3. Bioremediasi tanah sawah tercemar pestisida menggunakan bakteri indigen dapat menurunkan residu pestisida.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak terutama :

1.5.1. Praktisi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau acuan untuk menentukan kebijakan dalam melakukan pengawasan penggunaan pestisida dan penggunaan bakteri indigen untuk bioremediasi lahan tercemar pestisida.

1.5.2. Masyarakat

Informasi dalam peran serta masyarakat petani padi sawah untuk lebih arif dan bijaksana dalam menggunakan pestisida untuk pengendalian dan pencegahan organisme pengganggu tanaman.

1.5.3. Keilmuan

Sumber informasi dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dalam mencegah dan mengendalikan pencemaran lahan sawah tercemar pestisida dengan menggunakan bakteri yang sesuai dengan lingkungan hidupnya.

1.6. Kebaruan Penelitian (Novelty)

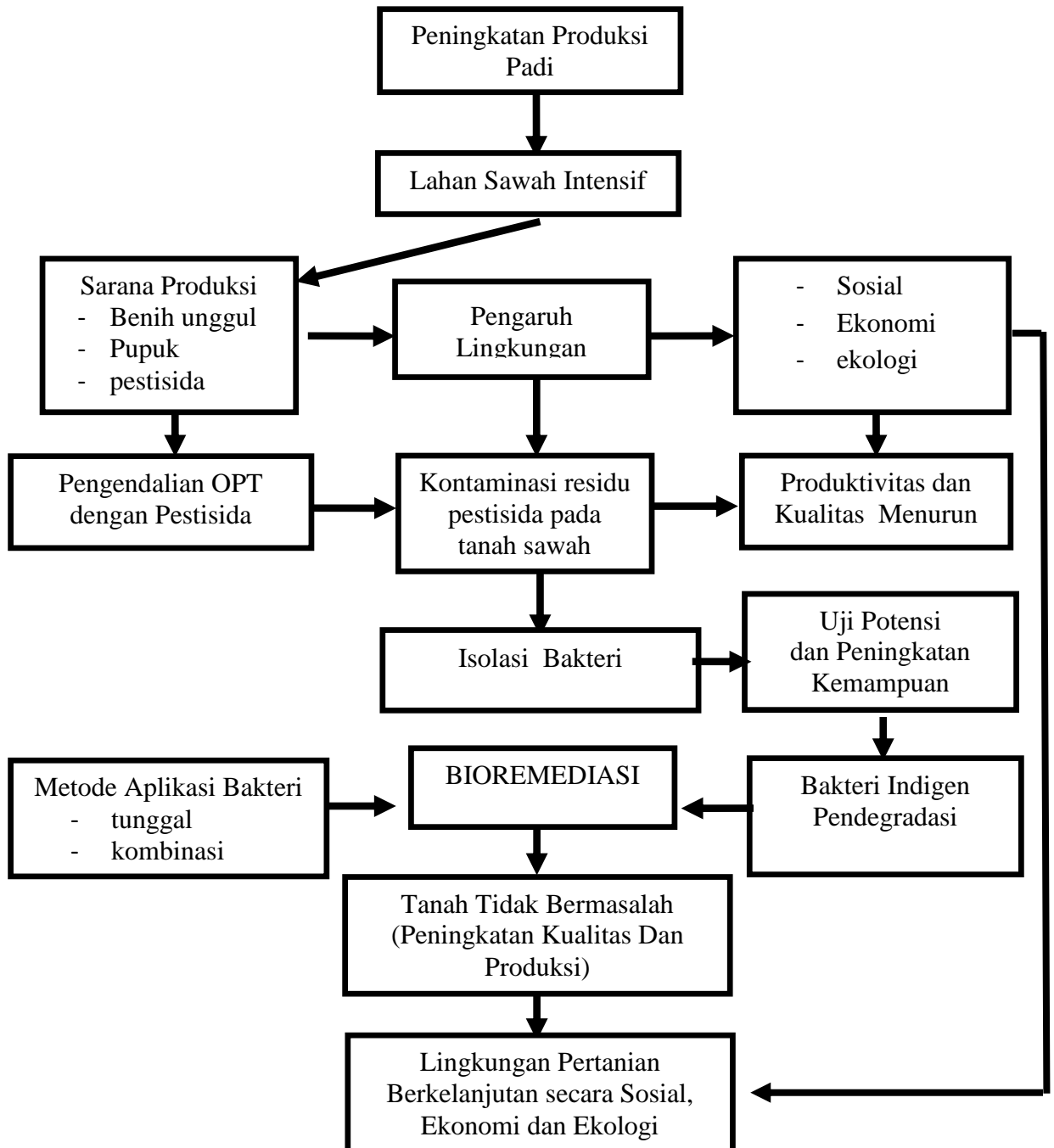
Kebaruan dalam penelitian ini adalah :

1. Ditemukan bakteri yang dapat mendegradasi pestisida pada tanah sawah tercemar pestisida di Kabupaten Musi Rawas.

2. Penurunan kandungan residu pestisida pada tanah sawah dengan metode bioremediasi menggunakan bakteri indigen secara tunggal dan konsorsium.

1.7. Kerangka Pikir

Kerangka pikir dan tahapan penelitian dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1.1. Kerangka Pikir Penelitian

1.8. Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya disajikan pada Tabel

1.1

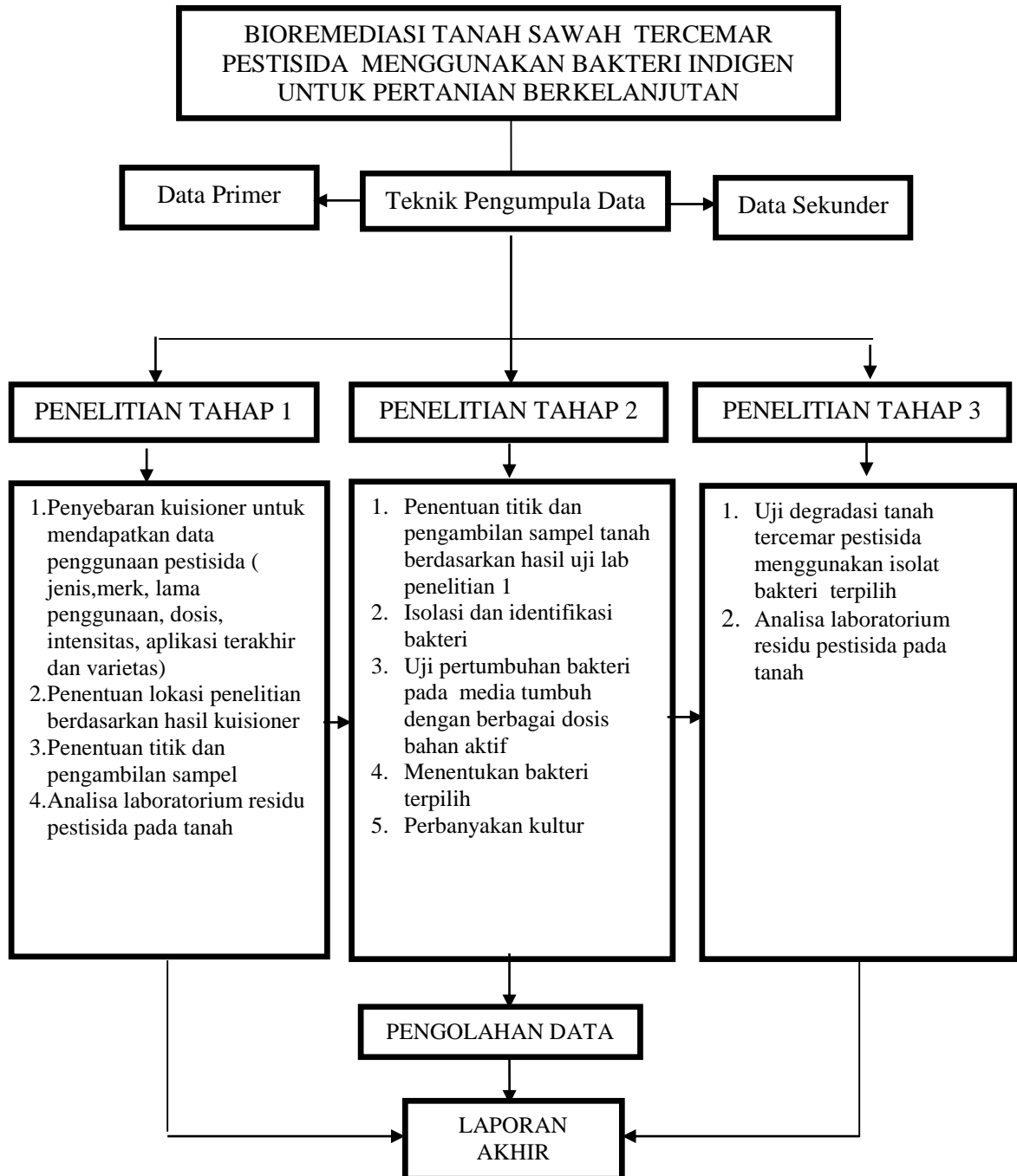
Tabel 1.2. Hasil penelitian terdahulu dan posisi penelitian

No	Referensi	Tahun	Judul	Hasil
	Berg, H.	2001	Pesticide Use in Rice and Rice-Fish Farms in the Mekong Delta, Vietnam.	Sejumlah 64 pestisida berbeda diidentifikasi sekitar 50% adalah insektisida, 25% adalah fungisida dan 25% adalah herbisida. Insektisida utama yang digunakan adalah piretroid (42%) karbamat (23%) dan cartap (19%).
	Asep Nugraha Ardiwinata dan Dedi Nursyamsi	2012	Residu Pestisida di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah	1. kelompok insektisida yang banyak digunakan di lahan padi sawah di Jawa Tengah dari tinggi ke rendah adalah: karbamat (27,6 persen), piretroid (26,8 persen), organofosfat (15,8 persen), neristoksin (3,4 persen), fenil pirazol (3,9 persen) dan lainlain (22,4 persen) 2. residu insektisida organoklorin dan organofosfat telah ditemukan dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air di lahan sawah sentra produksi padi di Jawa Tengah
1.	Xu J L, W U J, Wang Z C, Wang K, Li M, Jiang J , He J And Li S,	2009	Isolation and Characterization of a Metomil-degrading <i>Paracoccus sp.</i> mdw-1	metomil dapat sepenuhnya ditransformasikan menjadi S-methyl-N-ydroxythioacetamide di 10 jam inkubasi dengan isolat <i>Paracoccus sp</i>
2.	Kevin M. O, Magoma G, Ngamau K dan Muniru T	2012	Characterization of metomil and carbofuran degrading-bacteria from soils of horticultural farms in Rift Valley and Central Kenya	strain bakteri yang mampu mendegradasi metomil yaitu genus <i>Flavobacterium</i> dan <i>Alcaligenes</i> mendegradasi metomil sepenuhnya dalam waktu 40 hari
3.	Amritha.G. Kulkarni and B. B. Kaliwal	2014	Bioremediation of Metomil by Soil Isolate – <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> yang diisolasi dari tanah, memiliki kemampuan yang kuat untuk degradasi metomil. Strain ini mengandung plasmid; dan diyakini bertanggung jawab atas degradasi metomil.
4.	F. Malhat1, H. Watanabe and A. Youssef	2015	Degradation profile and safety evaluation of metomil residues in tomato and soil	Hasil penelitian menunjukkan bahwa degradasi metomil rata-rata berada di kisaran 87,1-94,5%,.

	Manjula P. Patil, Arpana H. Jobanputra, Sumer Singh	2016	Isolation, screening and polyphasic characterization of Metomil degrading strain and assessment of its biodegradation potential by GC-MS.	Telah ditemukan bakteri <i>Rhodococcus kroppenstedtii</i> AHJ 3 yang mampu mendegradasi metomil dalam jangka waktu empat minggu pada tanah pertanian kedelai
5.	Zhang C, Zhangong Y, Wen Jin, Xiang W, Yingkun Z, Shijun Z, Xing Y, Gang H, Qing H	2016	Degradation of metomil by the combination of <i>Aminobacter sp.</i> MDW-2 and <i>Afipia sp.</i> MDW-3	Dua strain bakteri diidentifikasi sebagai <i>Aminobacter sp.</i> dan <i>Afipia sp.</i> , masing-masing. Strain MDW-2 dan MDW-3 dapat hidup berdampingan dan menurunkan metomil
6.	T. Roy and N. Das	2017	Isolation, Characterization, and Identification of Two Metomil Degrading Bacteria from a Pesticide-Treated Crop Field in West Bengal, India	Dua bakteri sebagai pendegradasi metomil. <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Bacillus safensis</i> . Hasil penelitian menunjukkan Pertumbuhan tertinggi diamati dalam media MS yang mengandung 0,16% metomil yaitu 96 jam. Ini adalah penelitian pertama spesies <i>Bacillus</i> yang dapat mendegradasi metomyl pestisida karbamat.

1.9. Tahapan Penelitian

Penelitian akan dilakukan dalam tiga tahap seperti ditunjukkan dalam Gambar berikut :



Gambar 1.2. Tahapan Penelitian