

**EKSPLORASI ACTINOMYCETES  
TANAH RAWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI  
*Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Oleh :**

**ALFIYYAH WIDYA NINGRUM**

**08041281722025**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Eksplorasi Actinomycetes Tanah Rawa Sebagai Agen  
Pengendali Hayati *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540

Nama Mahasiswa : Alfiyyah Widya Ningrum

NIM 08041281722025

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 28 Juli 2021

Indralaya, 29 Juli 2021

### Pembimbing:

1. **Dr. Hary Widjianti, M.Si**

NIP. 196112121987102001



2. **Dr. Elisa Nurnawati, M.Si**

NIP. 197504272000122001



## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Eksplorasi Actinomycetes Tanah Rawa Sebagai Agen Pengendali Hayati *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540

Nama Mahasiswa : Alfiyyah Widya Ningrum

NIM : 08041281722025

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, 29 Juli 2021

Ketua :

Dr. Hary Widjajanti M.Si

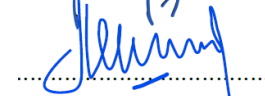


Anggota :

1. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si



2. Dra. Muharni, M.Si



3. Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D



4. Drs. Erwin Nofyan, M.Si



Indralaya, 29 Juli 2021

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Arum Setiawan, M.Si.  
NIP. 197211221998031001

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM : 08041281722025  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

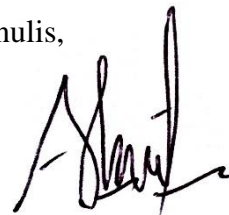
Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 29 Juli 2021

Penulis,



Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM. 08041281722025

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM : 08041281722025  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

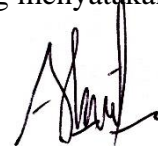
“Eksplorasi Actinomycetes Tanah Rawa Sebagai Agen Pengendali Hayati *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). dengan hak bebas royalti nonekklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/ mengformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasi tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 29 Juli 2021

Yang menyatakan,



Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM. 08041281722025

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**Allhamdulillah rabbi'l'amin Puji dan Syukur atas  
Karunia Allah SWT Sehingga Karya Ini Dapat  
Terselesaikan.**

**Karya Ini Saya Persembahkan Kepada :**

Allah SWT Dan Nabi Muhammad SAW

Kedua Orang Tua

Diriku

Keluarga Besar

Sahabat

Ibu/Bapak Dosen

Almamater

**Saya mengucapkan Terima kasih banyak**

## MOTO

**"Berusahalah yang Terbaik Selagi Mampu untuk  
Menjadi yang Terbaik maka Kamu Tidak Akan  
Menyesalinya"**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Eksplorasi Actinomycetes Tanah Rawa Sebagai Agen Pengendali Hayati *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540”** dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Terimakasih kepada Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si dan ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan maupun saran dengan penuh keikhlasan dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan serta kepada Ibu Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D, Ibu Dra. Muharni, M.Si selaku dosen pembahas, serta Bapak Drs. Erwin Nofyan, M.Si selaku dosen penguji yang telah mengarahkan serta memberi saran kepada penulis dalam menulis.


Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Yth:

1. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Arum Setiawan, M.S.i., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Sarno, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Kak Andi, Kak Bambang, dan Pak Nanang yang telah membantu proses administrasi selama perkuliahan.
6. Ibu Rosmania, S.T., selaku analis Laboratorium Mikrobiologi dan kak Agus Wahyudi, S.S.i., selaku analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi yang telah banyak membantu selama penelitian tugas akhir.
7. Tim dari Mikrobiologi (Alimatussyah'adah, M. Egi Nara, Veni Rizkiana Wijaya Kusuma, Ali Zainal, Sani Marseli, Mawarni C, dan Eca Desriana)

8. yang telah membantu saya selama penelitian tugas akhir dan juga selalu memberikan semangat serta dukungan kepada saya dan juga keceriaan selama penelitian sehingga suasana dilaboratorium bisa menyenangkan. Sahabat saya (Nanda Lian Ade Rama, Rizky Dwi Putri, Fitri Khairunnisaq, Nesa Seftiani, Winda Rutmalita, Riski Tri Laras), Sepupu saya Khoirunnisa Dwi Hapsari yang selalu menemani dan mendengar cerita saya, Emerda Khairati yang telah membantu meminjamkan kendaraan selama penelitian serta teman-teman lainnya yang juga selalu memberikan dukungan serta semangat dan sudah mengisi hari-hari penulis dengan canda tawa. Terima kasih banyak atas kerjasamanya.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Terima kasih banyak atas kebaikannya semoga Allah SWT melipat gandakan segala kebaikan kepada pihak-pihak yang terkait. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Indralaya, 29 Juli 2021



Penulis



**EXPLORATION OF MARSHLAND ACTIOMYCETES  
AS BIOLOGICAL CONTROL AGENT**

*Fusarium oxysporum* IPBCC.07540

**Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM: 08041281722025**

**RESUME**

Swamp is one of the wetlands located between land and water areas. Tanjung Senai swamp is a lowland swamp in South Sumatra which is rich in mineral resources such as organic C, P and others and has an acidic soil pH. Marshland has soil microorganisms as decomposers of organic matter, one of which is actinomycetes. Actinomycetes are a group of gram-positive bacteria that have the ability to produce metabolites such as anti-bacterial, anti-fungal and other anti-microbial compounds that are used as antimicrobial agents. Actinomycetes as a producer of antifungal compounds can inhibit the growth of plant pathogenic fungi such as *Fusarium oxysporum* which is useful to replace chemical fungicides because the control of plant diseases commonly done by farmers, namely using chemical pesticides has a negative impact on the environment, so it is necessary to control plant diseases in an environmentally friendly manner.

The purpose of this study was to obtain isolates of actinomycetes from marshlands that had the potential to inhibit the growth of *Fusarium oxysporum* IPBCC.07,540 and to determine its character and identity. The method used in this study consisted of sampling, isolation and purification, dual culture antagonist test, as well as characterization and identification of actinomycetes with inhibition percentage of more than 70% against *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540.

This research was conducted from January to May 2021, located at the Microbiology Laboratory and the Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

The research results obtained 19 isolates with 4 actinomycetes isolates having a strong percentage of inhibition, namely ACT 8, ACT 10, ACT 11, ACT 13 isolates of 71.18%, 83.72%, 72.88% and 89.83%, respectively. inhibit the growth of the fungus *Fusarium oxysporum* IPBCC.07540. Fourth The isolate was identified as the genus *Streptomyces*.

Keywords: Marshland, Actinomycetes, Biological Control Agents, *Fusarium oxysporum*

**EKSPLORASI ACTINOMYCETES  
TANAH RAWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI**

*Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540

**Alfiyyah Widya Ningrum  
NIM: 08041281722025**

**RINGKASAN**

Rawa merupakan salah satu lahan basah yang berada di antara daerah daratan dan perairan. Rawa Tanjung Senai merupakan lahan rawa lebak di Sumatera Selatan yang kaya akan sumber daya mineral C organik, P dan lainnya serta memiliki pH tanah yang asam. Tanah rawa memiliki mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik salah satunya actinomycetes. Actinomycetes adalah kelompok bakteri gram positif yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa metabolit seperti senyawa anti bakteri, anti jamur dan anti mikroba lainnya yang dimanfaatkan sebagai agen antimikroba. Actinomycetes sebagai penghasil senyawa anti jamur dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen tanaman seperti *Fusarium oxysporum* yang berguna untuk menggantikan fungisida kimia karena pengendalian penyakit tanaman yang biasa dilakukan oleh petani yakni menggunakan pestisida kimia menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sehingga perlu untuk melakukan pengendalian penyakit tanaman secara ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh isolat actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540 dan mengetahui karakter dan identitasnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pengambilan sampel, isolasi dan pemurnian, uji antagonis secara *dual culture*, serta karakterisasi dan identifikasi actinomycetes yang memiliki persentase hambat lebih dari 70% terhadap *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2021, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Hasil penelitian diperoleh isolat actinomycetes sebanyak 19 isolat dengan 4 isolat actinomycetes memiliki persentase hambatan kuat yaitu isolat ACT 8, ACT 10, ACT 11, ACT 13 berturut-turut sebesar 71,18%, 83,72%, 72,88% dan 89,83% dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540. Keempat isolat tersebut teridentifikasi sebagai genus *Streptomyces*.

Kata Kunci: Tanah rawa, Actinomycetes, Agen pengendali Hayati, *Fusarium oxysporum*.

## DAFTAR ISI

|  | Halaman     |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....</b>  | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>   | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>   | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>  | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>  | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>   | <b>vii</b>  |
| <b>RESUME.....</b>   | <b>ix</b>   |
| <b>RINGKASAN .....</b>   | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>   | <b>xvi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>   | <b>xvii</b> |
| <br>   |             |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>  |             |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | 4           |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....   | 4           |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....  | 5           |
| <br>   |             |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>   |             |
| 2.1. Rawa.....   | 6           |
| 2.2. Actinomycetes.....  | 7           |
| 2.3. Actinomycetes sebagai Agen Pengendali Hayati.....   | 10          |
| 2.4. Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> .....   | 13          |
| <br>   |             |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>   |             |
| 3.1. Waktu dan Tempat .....  | 14          |
| 3.2. Alat dan Bahan.....   | 14          |
| 3.3. Cara Kerja .....  | 15          |
| 3.3.1. Sterilisasi Alat .....  | 15          |
| 3.3.2. Pembuatan Media.....  | 15          |
| 3.3.3. Pengambilan Sampel.....   | 16          |
| 3.3.4. Isolasi dan Pemurnian Actinomycetes .....   | 16          |
| 3.3.4.1. Uji Antagonisme antara Isolat Actinomycetes<br>dengan <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540<br>dengan metode <i>Dual Culture</i> ..... | 17          |
| 3.3.5. Karakterisasi Actinomycetes yang Memiliki Presentase<br>Hambatan Kuat dalam Menghambat <i>Fusarium oxysporum</i><br>IPBCC.07.54. ....     | 19          |
| 3.3.5.1. Preparasi Inokulum Actinomycetes .....  | 19          |
| 3.3.5.2. Karakteristik Morfologi Isolat Actinomycetes secara   |             |

|  |           |
|--|-----------|
| Makroskopis .....  | 19        |
| 3.3.5.3. Karakteristik Morfologi Isolat Actinomycetes secara<br>Mikroskopis .....  | 19        |
| 3.3.5.4. Uji Biokimia.....   | 20        |
| 3.3.5.4.1. Uji Hidrolisis Pati.....  | 20        |
| 3.3.5.4.2. Uji Hidrolisis Gelatin .....  | 20        |
| 3.3.5.4.3. Uji Hidrolisis Protein .....  | 20        |
| 3.3.5.4.4. Uji Hidrolisis Urea .....   | 21        |
| 3.3.5.4.5. Uji Pemanfaatan Karbon (Sitrat).....  | 21        |
| 3.3.5.4.6. Uji Katalase .....  | 21        |
| 3.3.6. Identifikasi Actinomycetes yang Memiliki Potensi Kuat dalam<br>Menghambat <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540 .....                      | 21        |
| 3.3.7. Variabel Pengamatan .....   | 22        |
| 3.3.8. Penyajian Data .....  | 22        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>  |           |
| 4.1. Isolasi dan Pemurnian Actinomycetes dari Tanah Rawa .....   | 23        |
| 4.2. Uji Antagonisme antara Isolat Actinomycetes dengan<br><i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC 07.540 dengan Metode<br><i>Dual culture</i> .....       | 24        |
| 4.3. Karakterisasi Isolat Actinomycetes yang Memiliki Potensi<br>Kuat dalam Menghambat Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i><br>IPBCC 07.540 ..... | 30        |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   |           |
| 5.1. Kesimpulan .....  | 36        |
| 5.2. Saran.....  | 36        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA... ..</b>  | <b>37</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>44</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>Colletotrichum capsici</i> oleh Isolat Actinomycetes .....  | 11      |
| Gambar 2.2. Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae capsici</i> oleh Strain <i>Streptomyces</i> dalam Uji Antagonisme ..... | 11      |
| Gambar 2.1. Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i> .....   | 14      |
| Gambar 3.1. Skema Penempatan Koloni Antagonis dan Koloni Fungi Patogendalam Metode <i>Dual Culture</i> .....  | 18      |
| Gambar 3.2. Skema Penempatan Koloni <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540 sebagai Kontrol.....   | 18      |
| Gambar 4.1 <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540 sebagai Kontrol Selama Inkubasi 12 Hari.....  | 27      |
| Gambar 4.2. Hasil Uji Antagonisme Isolat Actinomycetes dalam Menghambat <i>Fusarium oxysporum</i> .....   | 28      |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 4.1. Isolat Murni Actinomycetes.....  | 23      |
| Tabel 4.2. Presentase Penghambatan Pertumbuhan<br><i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540 oleh Isolat Actinomycetes<br>Selama 12 Hari..... | 25      |
| Tabel 4.3. Hasil Pengamatan Makroskopis Isolat ACT 8, ACT 10,<br>ACT 11, dan ACT 13 Selama 14 Hari .....                                  | 30      |
| Tabel 4.4. Karakter Isolat Actinomycetes Berdasarkan Karakter<br>Makroskopis.....   | 31      |
| Tabel 4.5. Hasil Pengamatan Mikroskopis Isolat ACT 8, ACT 10,<br>ACT 11, dan ACT 13 .....   | 33      |
| Tabel 4.6. Karakteristik Isolat Actinomycetes Berdasarkan Karakter<br>Biokimia.....   | 34      |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Komposisi Medium yang Digunakan .....   | 44      |
| Lampiran 2. Pengambilan Sampel Tanah Rawa<br>Tanjung Senai.....   | 47      |
| Lampiran 3. Isolasi Actinomycetes Dari Tanah Rawa<br>Tanjung Senai.....   | 48      |
| Lampiran 4. Uji Antagonisme Isolat Actinomycetes Terhadap<br><i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540. ....   | 49      |
| Lampiran 5. Karakterisasi Isolat Actinomycetes yang Berpotensi<br>Paling Tinggi sebagai Agem Pengendali Hayati Terhadap<br><i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540. .... | 50      |
| Lampiran 6. Jari-jari Fungi <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540<br>pada Uji Antagonisme.....   | 52      |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Rawa merupakan salah satu lahan basah yang berada di antara daerah daratan dan perairan. Rawa Tanjung Senai merupakan lahan rawa lebak yang terdapat di Sumatera Selatan. Tanah rawa lebak Sumatera Selatan kaya akan sumber daya mineral seperti kandungan C organik berkisar 0,12-4,92 %, P tersedia berkisar 10,70-21,40 ppm dengan pH tanah berkisar 4,4-5,3 (Waluyo *et al.*, 2012).

Tanah rawa memiliki mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik (Haryono *et al.*, 2013). Mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik adalah bakteri, actinomycetes, fungi, alga, nematoda dan protozoa (Sastrahidayat, 2012). Menurut Asnani dan Oedjijono (2019), mikroorganisme heterotrof seperti actinomycetes dapat ditemukan di lahan basah kawasan mangrove dengan kelembaban, suhu dan bahan organik dipengaruhi oleh vegetasi mangrove.

Varghese *et al.* (2014), telah berhasil mengisolasi genus, *Nocardia*, *Mieromonosaurus*, *Pseudonocardia*, *Streptosporangium* dan *Nokardiopsis* dari tanah rawa Myristica. Berdasarkan penelitian Akbar *et al.* (2017), morfologi koloni *Streptomyces* pada medium *starch casein nitrate agar* yang diisolasi dari tanah perakaran mangrove Segara Anakan Cilacap memiliki warna miselium substrat kuning muda dengan warna krem pada miselium aerial, berdinding sel kelompok Gram positif, ukuran koloni berkisar 4 sampai 6 mm dengan bentuk sirkuler, elevasinya *raised*, tepinya filiform, permukaan koloninya berupa

*powdery*, serta rantai spora bertipe *straight*. Isolat ini juga mampu menggunakan berbagai sumber karbon diantaranya xylosa, maltosa, fruktosa, laktosa, arabinosa dan mannososa.

Actinomycetes adalah kelompok bakteri gram positif yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa metabolit yang dimanfaatkan sebagai agen antimikroba. Menurut Asnani dan Oedjijono (2019), actinomycetes dikenal sebagai mikroorganisme penghasil antibiotik terbesar yaitu sebesar 70 %. Antibiotik adalah hasil dari metabolisme mikroba yang berkonsentrasi rendah dan dapat menghambat aktivitas mikroba lainnya (Sastrahidayat, 2014). Berdasarkan penelitian Susilowati *et al.* (2007), dua isolat actinomycetes yaitu A3.5 dan F6.1 yang diisolasi dari tanah diberbagai daerah di Indonesia menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas pseudomallei* 02 05 dan *Escherichia coli* K1.1. Selain sebagai penghasil antibakteri actinomycetes juga dapat menghasilkan senyawa antijamur dan antimikroba lainnya.

Actinomycetes sebagai penghasil senyawa anti jamur dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen tanaman yang berguna untuk menggantikan fungisida kimia (Nurjasmi dan Suryani 2017). Berdasarkan penelitian Sari *et al.* (2012), isolat *Streptomyces* spp. efektif sebagai biofungisida terhadap penyakit layu tanaman tomat oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. Berdasarkan penelitian Queendy dan Roza (2019), actinomycetes yang diisolasi dari tanah Arboretum Universitas Riau yang menghasilkan senyawa anti jamur dan dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*.

Pengendalian penyakit tanaman yang biasa dilakukan oleh petani yakni menggunakan pestisida kimia menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sehingga perlu untuk melakukan pengendalian penyakit tanaman secara ramah lingkungan (Sutarini *et al.*, 2015). Pengendalian hayati salah satunya menggunakan aktivitas mikroba spesifik dalam menurunkan aktivitas patogen yang dapat menimbulkan penyakit pada satu atau lebih organisme secara manipulasi lingkungan alamiahnya, maupun inang (Sastrahidayat *et al.*, 2013). Aktivitas yang dilakukan oleh agen pengendali hayati yaitu secara antibiosis, parasitisme, lisis dan kompetisi dalam mengendalikan suatu pathogen (Suada, 2017).

Jamur *Fusarium* sp dikenal sebagai penyebab penyakit layu pada berbagai jenis tanaman budidaya seperti pisang, tomat, kacang ercis, kubis, jahe, semangka, bunga aster dan tanaman anyelir (Chatri, 2016). Menurut Suryaminarsih dan Tri (2020), *Fusarium oxysporum* adalah fungi patogen tular tanah pada tanaman tomat. Infeksi jamur ini di mulai sejak persemaian hingga tanaman tumbuh dewasa sehingga menghasilkan kerugian bagi petani yang gagal panen. Penyakit pada tanaman tomat dapat di kontrol dengan agen pengendali hayati.

Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki ciri-ciri makroskopis seperti memiliki miselium yang berwarna putih dan ungu muda ketika dewasa, warna putih keunguan pada sebalik koloni dan tidak berpigmentasi terhadap media. Ciri-ciri mikroskopis yaitu mikrokonidia berbentuk ovoid atau silindris, konidiofor tidak

bercabang atau bercabang, dan khlamidospora dengan letak interkalar (Andriastiniet *al.*, 2018).

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian mengenai eksplorasi actinomycetes yang diisolasi di tanah rawa sebagai agen pengendali hayati dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540 untuk memberikan data dan infomasi yang dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya.

### **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah isolat actinomycetes yang diisolasi di tanah rawa berpotensi menghasilkan senyawa anti jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540?
2. Bagaimana karakteristik dan identitas isolat actinomycetes yang diisolasi di tanah rawa yang berpotensi kuat menghasilkan senyawa anti jamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka didapatkan beberapa tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Memperoleh isolat actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540.

2. Mengetahui identitas isolat actinomycetes dari tanah rawa yang memiliki potensi kuat dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai isolat actinomycetes yang diisolasi di tanah rawa. Isolat yang berpotensi kuat menghasilkan senyawa anti jamur dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540 dapat menjadi bahan pertimbangan pengganti fungisida kimia yang lebih ramah lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I. Almuhardi, Antoni, dan Rahmawati. 2020. Aktivitas Antibakteri Actinomycetes Asal Desa Cempaka Kapuas Hulu Kalimantan Barat Terhadap Enteropatogenik Gastroenteritis. *Jurnal Biologi*. 13(1): 20-30.
- Aghamirian RM dan Ghiasian AS. 2009. Isolation and characterization of medically important aerobic actinomycetes in soil of Iran. *Open Microbiol J*. 3: 53-57.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology Fifth Edition*. USA: Elsevier Academic Press. xxvi+903 hlm.
- Agustiyani, D., Achirul N., Nur L., dan Sarjiya A. 2014. Penapisan dan Identifikasi Bakteri Agens Biokontrol Penyakit Layu Fusarium Hasil Isolasi dari Rizosfer Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 10(1): 23-30.
- Akbar, R. F., D. Ryandini, D.F. Kusharyati. 2017. Potensi Aktinomisetes Asal Tanah Perakaran Mangrove Segara Anakan Cilacap sebagai Penghasil Anti-Fungi Terhadap *Candida albicans*. *J. Trop. Biodiv Biotech*. 2: 39-44.
- Ali, A. 2017. *Keragaman Actinobacteria di Sulawesi Selatan dan Aplikasinya dalam Bioteknologi Tanaman*. Makassar: Global-RCI. x+147 hlm.
- Alimuddin, Jaka W., Widya A., dan Mustofa. 2011. Antifungal Production of a Strain of *Actinomycetes spp* Isolated from the Rhizosphere of Cajuput Plant: Selection and Detection of Exhibiting Activity Against Tested Fungi. *Indonesia Journal of Biotechnology*. 16(1):1-10.
- Andriastini, D. A., Y. Ramona, dan M. W.Proborini. 2018. Hambatan *in Vitro* Cendawan Antagonis pada *Fusarium sp.*, Penyebab Penyakit pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). *Jurnal Metamorfosa*. 5(2): 224-233.
- Armaleni, N. Nasir, dan A. Agustien. 2019. Antagonis *Pseudomonas fluorescens* indigenous terhadap *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*). *Jurnal Metamorfosa*. 6 (1): 119-122.
- Asnani, A., dan Oedjijono. 2019. *Eksplorasi aktinomisetes di Kawasan Mangrove Segara Anakan*. Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman. vii+60 hlm.
- Atlas, R. M. 2004. *Handbook of Microbiological Media*. United States: CRC Press. 2056 hlm.



- Azzahra, N., Jamilatun M., dan Aminah. 2020. Perbandingan Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada Media Instan Modifikasi *Carrot Sucrose Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. *Jurnal Mikologi Indonesia*. 4(1): 168-174.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2014. *Pengelolaan Lahan Rawa Lebak untuk Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta: IAARD Press. xiii+72 hlm.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2018. *Rencana Strategis (Renstra) Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian 2015-2019*. Bogor. vi+110 hlm.
- Cabi. 2019. *Fusarium oxysporum* (Basal Rot). Online. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24677>. (Diakses 29 November 2020).
- Chatri, M. 2016. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Jakarta: Prenada Media. xviii+226 hlm.
- Das, R., W. Romi, R. Das, H. K.Sharma, dan D. Thakur. 2018. Antimicrobial Potentiality of Actinobacteria Isolated from Two Microbiologically Unexplored Forest Ecosystems of Northeast India. *BMC Microbiology*. 18(17): 1-6. doi: [10.1186/s12866-018-1215-7](https://doi.org/10.1186/s12866-018-1215-7).
- Fibriana, F., dan A. V. Amalia. 2016. Potensi *Kitchen Microbiology* untuk Meningkatkan Keterampilan Teknik *Hands-On* dalam Pembelajaran Mikrobiologi. *Unnes Science Education Journal*. 5(2): 1210-1216.
- Haryono, Muhammad N, Haris S., dan Muhrizal S. 2013. *Lahan Rawa Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta: IAARD Press. xvii+103 hlm.
- Haryono, T S., dan Olivia M. T. 2011. Pemanfaatan Bakteri Antagonis Terhadap Pengendalian Jamur Patogen *Fusarium oxysporum* dan *Phytophthora capsici* secara *in Vitro*. *Ekologia*.11(2): 11-12.
- Hasanah, N. F., D. Pringgenies, S. Y. Wulandari. 2012. Karakterisasi Metabolit Sekunder Bakteri Simbion Gastropoda *Conus miles* dengan Metode GC-MS sebagai Antibakteri MDR (*Multi Drug Resistant*). *Journal of Marine Research*. 1(2): 197-202.
- Hastuti, U. S., F. S. A. Nugraheni , dan P. M. Al Asna. 2017. Identifikasi dan Penentuan Indeks Hidrolisis Protein pada Bakteri Proteolitik dari Tanah Mangrove di Margomulyo, Balikpapan. *Proceeding Biology Education Conference*. 14(1): 265 – 270.
- HiMedia Laboratories . 2015. ISP Medium No. 4 (Inorganic Salt Starch Agar). Online. <http://himedialabs.com/TD/M359.pdf>. (Diakses pada 28 November 2020).jiang

- HiMedia Laboratories. 2015. Starch Agar. Online. <http://himedialabs.com/TD/M107S.pdf>. (Diakses 28 November 2020).
- HiMedia Laboratories. 2017. Tryptone Soya Agar Plate. Online. <https://himedialabs.com/TD/SP290.pdf>. (Diakses 16 Juni 2021).
- HiMedia Laboratories. 2018. SM Agar. Online. <http://himedialabs.com/td/m763.pdf>. (Diakses 28 November 2020).
- HiMedia Laboratories. 2019. Nutrient Gelatin. Online. <http://www.himedialabs.com/TD/M060.pdf>. (Diakses 28 November 2020).
- Holt, J. G., Krieg N. R., Sneath P. H. A., Stanley J. T dan William S. T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*. Baltimore: Williams dan Wilkins. xviii+787 hlm.
- Izzatinnisa, U.Utami, dan A. Mujahidin. 2020. Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang terhadap *Fusarium oxysporum* secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 2(1): 18-25.
- Kamal, R., dan A. K. Sharma. 2014. Control of *Fusarium* with Using Biological Agent *Streptomyces* sp. CPP-53 Isolated from Compost with Plant Growth Promoting Effect on Tomato Under Greenhouse Condition. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 6(6): 97-103.
- Kodir, K. A., Y. Juwita, dan T. Arif. 2016. Inventarisasi dan Karakteristik Morfologi Padi Lokal Lahan Rawa di Sumatera Selatan. *Buletin Plasma Nutfah*. 22(2): 101–108.
- Kumar, N., Ravi K. S., Mishra S.K., Singh A.K. Pachouri U.C. 2010. Isolation and Screening of Soil *Actinomycetes* as Source of Antibiotics Active Against Bacteria. *International Journal of Microbiology Research*. 2(2): 12-16.
- Kurniati, D. I., P. Ardiningsih, dan R. Nofiani. 2019. Isolasi dan Aktivitas Antibakteri *Actinomycetes* Berasosiasi dengan Korala. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 8(2): 46-51.
- Lestari, S., Mukarlina, dan Rikhsan K. 2019. Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Daya Hambat Bakteri *Actinomycetes* yang Diisolasi dari Tanah Gambut di Desa Tajok Kyaong Kalimantan Barat. *Protobiont*. 8(1): 13-19.
- Li, Q., Xiu C., Yi J., dan Cheng J. 2016. *Morphological Identification of Actinobacteria Chapter 3. Actinobacteria (Basic and Biotechnological Application)*. Diedit oleh Dharumadurai Dhanasekaran dan Yi Jiang. INTECH. 60-86. <http://dx.doi.org/10.5772/61461>.

- Mahmudah, R., Maswati B., dan Sappewali. 2016. Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Lejja, Kabupaten Soppeng. *Al-Kimia*. 4(1): 31-42.
- Malviya, M. K., Anita P., Pankaj T., Garima G., dan Bhavesh K. 2009. Chitinolytic Activity of Cold Tolerant Antagonistic Species of *Streptomyces* Isolated from Glacial Sites of Indian Himalaya. *Curr Microbiol*. 59: 502–508. DOI 10.1007/s00284-009-9466-z.
- Minas, W., James E.B., dan Wouter D. 2000. Streptomycetes in Micro-Cultures: Growth, Production of Secondary Metabolites, and Storage and Retrieval in the 96-well Format. *Article in Antonie van Leeuwenhoek*. 78: 297-305.
- Mohseni, M., H. Norouzi, J. Hamed, dan A. Roohi. 2013. Screening of Antibacterial Producing Actinomycetes from Sediments of the Caspian Sea. *Int J Mol Cell Med Spring*. 2(2): 64-71.
- Muslim, A. 2019. *Pengendalian Hayati Patogen Tanaman dengan Mikroorganisme Antagonis*. Palembang: Unsri Press. xi+230 hlm.
- Nasrabadi, G., Greiner, Alikhani H., Hamed J., dan Yakhchali B. 2013. Distribution of Actinomycetes in Different Soil Ecosystems and Effect of Media Composition on Extracellular Phosphatase Activity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13(1): 223-236.
- Njenga, W. P., F.B. Mwaura, J. M. Wagacha, dan E.M. Gathuru. 2017. Methods of Isolating Actinomycetes from the Soils of Menengai Crater in Kenya. *Archives of Clinical Microbiology*. 8(3): 1-7.
- Nurjasm, R., dan Suryani. 2017. Uji Antagonistik *Actinomycetes* Asal Limbah kulit Bawang Merah Terhadap Patogen Tanaman. *Jurnal ilmiah Respati Pertanian*. 11(2): 718-722.
- Ohike, T., M. Maeda, T. Matsukawa, M. Okanami, S. Kajiyama dan T. Ano. 2018. *In vitro* and *in vivo* Assay for Assessment of the Biological Control Potential of *Streptomyces* sp. KT. *Journal of Plant Studies*. 7(1). 10-18.
- Prabhu, V. K., Sundaramoorthi C., Gupta S., Karthick K., dan Tamilselvi N. 2011. Production and Characterization of Antibiotics from Soil Isolated Actinomycetes. *International Research Journal of Pharmacy*. 2(4): 114-118.
- Pradhan, S., B. B. Mishra and S. Rout. 2015. Screening of Novel Actinomycetes from Near Lake Shore Sediment of the Chilika Lake, Odisha, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 4(8): 66-82.

- Prapagdee, B., Chutima K., dan Skorn M. 2008. Antifungal Potential of Extracellular Metabolites Produced by *Streptomyces hygroscopicus* against Phytopathogenic Fungi. *Int. J. Bio. Sci.* 4(5): 330-337.
- Purnomo, E., Mukarlina, dan Rahmawati. 2017. Uji Antagonis Bakteri *Streptomyces* spp. terhadap Jamur *Phytophthora palmivora* BBK01 Penyebab Busuk Buah pada Tanaman Kakao. *Jurnal Protobiont.* 6(3): 1-7.
- Queendy, V., dan R. M. Roza. 2019. Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes Arboretum Universitas Riau Terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. *Journal of Biology.* 12(1): 73-88.
- Raharini, A. O., Retno K., dan Khamdan K. 2012. Penggunaan *Streptomyces* sp. sebagai Biokontrol Penyakit Layu pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) yang Disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *Agrotrop.* 2(2): 151-159.
- Rana, S., dan M. D. Salam. 2014. Antimicrobial Potential of Actinomycetes Isolated from Soil Samples of Punjab, India. *Journal of Microbiology and Experimentation.* 1(2): 63-68.
- Ruliyanti, W., dan A. Majid. 2020. Pengaruh Pemberian Vermikompos pada Media Tanam Terhadap Efektivitas *Gliocladium* sp. dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada Tanaman Semangka (*Citrus vulgaris*, Schard). *Jurnal Pengendalian Hayati.* 3(1): 14-21.
- Sapkota, A., A. Thapa, A. Budhathoki, M. Sainju, P. Shrestha, dan S. Aryal. 2020. Isolation, Characterization, and Screening of Antimicrobial-Producing Actinomycetes from Soil Samples. *International Journal of Microbiology.* 1-7. [doi: 10.1155/2020/2716584](https://doi.org/10.1155/2020/2716584).
- Sari, N. M., R. Kawuri, dan K. Khalimi. 2012. *Streptomyces* sp. sebagai Biofungisida Patogen *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Syd. et Hans. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *AGROTROP.* 2(2): 161-169.
- Sari, W., S. Wiyono, A. Nurmansyah, A. Munif, dan R. Poerwanto. 2017. Keanekaragaman dan Patogenisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatol Indonesia.* 13(6): 216–228.
- Sastrahidayat, I. R. 2011. *Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan)*. Malang: Universitas Brawijaya Press. x+284 hlm.
- Sastrahidayat, I. R. 2012. *Pengendali Hayati dan Penyakit Tumbuhan Cara Uji laboratorium*. Malang: Universitas Brawijaya Press. iii+271hlm.

- Sastrahidayat, I. R., S. Djauhari dan N. Saleh. 2013. *Potensi Mikroba sebagai Agens Hayati bagi Pengendalian Penyakit Rebah Semai (Sclerotium rolfsii) pada Kedelai*. Malang: Universitas Brawijaya Press. xvi+186 hlm.
- Sastrahidayat, I. R. 2014. *Peranan Mikroba bagi Kesehatan Tanaman dan Kelestarian Lingkungan*. Malang: Universitas Brawijaya Press. xx+190 hlm.
- Sektiono, A. W., Siti N. K., dan Syamsuddin D. 2016. Uji Antagonisme Actinomycetes Rhizosfer dan Endofit Akar Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) Terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby. *Jurnal HPT*. 4(1): 17-23.
- Shirling, E.B., dan D. Gottlieb. 1966. Methods for Characterization of Streptomyces Species. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 16(3): 313-340.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Samarinda: Mulawarman University Press. iv+104 hlm.
- Suada, I. K. 2017. Mikroba Potensial dalam Pengendalian Biologi Patogen Tumbuhan: Mengenal Mikroba Sahabat Petani. Denpasar: Pelawa Sari. xvi+138 hlm.
- Sulistiyani, N., dan A. N. Akbar. 2014. Aktivitas Isolat Actinomycetes dari Rumput Laut (*Euclidean cottonii*) sebagai Penghasil Antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 12(1): 1-9.
- Suryaminarsih, P., dan Tri M. 2020. Kompetisi Agens Hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium oxysporum* pada Akar Tanaman Tomat. *Jurnal Cropsaver*. 3(1): 17-21.
- Susilowati, D. N., Ratih D. H., dan Erny Y. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Aktinomisetes Penghasil Antibakteri Enteropatogen *Escherichia coli* K1.1, *Pseudomonas pseudomallei* 02 05, dan *Listeria monocytogenes* 5407. *Jurnal AgroBiogen*. 3(1): 15-23.
- Sutarini, N. L. W., I. K. Sumiartha, N. W. Suniti, I. P. Sudiarta, G. N. A. S. Wiryana dan M. S. Utama. 2015. Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) dengan Kompos dan Pupuk Kandang yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. di Rumah Kaca. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(2): 135-144.
- Swandewi, N. K. L., I. M. Sudana, dan I. K. Suada. 2019. Agens Hayati dan Humus untuk Menekan Populasi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*

- Penyebab Busuk Batang Pisang. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 8(4): 426-435.
- Varghese, R., Jyothy S., dan A.A. M. Hatha. 2014. Diversity and Antagonistic Activity of Actinomycete Strains from Myristica Swamp Soils Against Human Pathogens. *Acta Medica Martiniana*. 14(1): 14-18.
- Vicente, M. F., A. Basilio, A. Cabello, dan F. Peláez. 2003. Microbial Natural Products as a Source of Antifungals. *Clinical Microbiology and Infection*. 9(1): 15-32.
- Vijayakumar, R., dan R. Malathi. 2014. Isolation, Characterization and Antibacterial Activity of Actinobacteria from Dye Polluted Soils of Tirupur. *Medicine and Biology*. 16(1): 43-48.
- Waluyo, dan S. Djamhari. 2011. Sifat Kimia Tanah dan Kesesuaian Lahan pada Masing-Masing Tipologi Lahan Rawa Lebak untuk Budidaya Tanaman Padi, Kasus di Desa Tanjung Elai, Ogan Komering Ilir. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 13(3): 204-209.
- Waluyo, Alkasuma, Susilawati, dan Suparwoto. 2012. Inventarisasi Potensi Daya Saing Spasial Lahan Rawa Lebak untuk Pengembangan Pertanian di Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 1(1): : 64-71.
- Waluyo, L. 2018. *Bioremediasi Limbah*. Malang: UMM Press. xvi+262 hlm.
- Wulandari, S., dan Nanik S. 2016. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Isolat Actinomycetes Kode A135 serta Optimasi Produksi Metabolit Antibakteri Berdasarkan Waktu Fermentasi dan pH. *Media Farmasi*. 13(2): 186-198.
- Yunindyawati, T. Sumarti, S. Adiwibowo, A. Vitayala, dan Hardinsyah. 2014. Sejarah Pertanian Sawah Lebak, Peran Perempuan dan Pangan Keluarga di Kabupaten Ogan Ilir Sumatra Selatan. *Paramita*. 24(2): 211-221.

