

**EKSPLORASI ACTINOMYCETES DARI TANAH RAWA
SEBAGAI AGEN BIOKONTROL FUNGI *Colletotrichum capsici*
IPBCC 13.1098**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di
Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MUHAMMAD EGI NARA

08041381722076



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

2021

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar Hasil : Eksplorasi Actinomycetes Dari Tanah Rawa
Sebagai Agen Biokontrol Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098

Nama Mahasiswa : Muhammad Egi Nara

NIM : 08041381722076

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 03 Agustus 2021

Indralaya, Agustus 2021

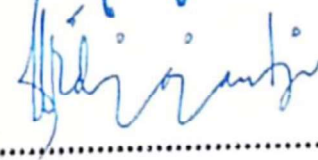
Pembimbing:

1. Dr. Elisa Nurnawati, S.Si, M.Si
NIP.197504272000122001



(.....)

2. Dr. Hary Widiajanti, M.Si
NIP. 196112121987102001



(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Eksplorasi Actinomycetes Dari Tanah Rawa Sebagai Agen
Biokontrol Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098
Nama Mahasiswa : Muhammad Egi Nara
NIM : 08041381722076
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada
tanggal 03 Agustus 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai
dengan masukan Panitia Sidang Ujian Skripsi.

Ketua:

1. Dr. Elisa Nurnawati, M. Si
NIP. 197504272000122001

(.....)

Anggota:

1. Dr. Hary Widjajanti, M. Si
NIP. 196112121987102001

(.....)

2. Dra. Muharni, M. Si
NIP. 196306031992032001

(.....)

3. Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D
NIP. 197503222000032001

(.....)

4. Dra. Harmida, M.Si
NIP. 196704171994012001

(.....)

Indralaya, Agustus 2021
Ketua Jurusan Biologi

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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Muhammad Egi Nara

NIM : 08041381722076

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, Agustus 2021

Penulis,



Muhammad Egi Nara
NIM. 08041381722076

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang terdapat di bawah ini

Nama : Muhammad Egi Nara
NIM : 08041381722076
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 dari Tanah Rawa Sebagai Agen Biokontrol Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098.”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Agustus 2021

Yang menyatakan,



Muhammad Egi Nara
08041381722076

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

- Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya
- Orang Tua ku Tercinta (Nawawi dan Nurma) beserta Adiku Tersayang (Septyanti Dwi Wulandari) dan keluarga.
- Sahabat serta rekan yang selalu mendukungku.
- Almamaterku.
- *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for, for never quitting. You're so great gi!.*

MOTTO

Jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain, karena bunga tak mekar secara bersamaan. Terlambat bukan berarti gagal tergesa-gesa juga belum tentu berhasil. Intinya adalah ketekunan, berdoa dan percaya pada diri sendiri.

“Don't give up. Today may be difficult, tomorrow may be worse, but the day after tomorrow will be beautiful.”

- Jack Ma

***I can, Because I believe I can
so believe in yourself and you'll be unstoppable***

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas karunia dan rahmat Allah SWT, shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan umatnya. Berkat karunia dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul **“Eksplorasi Actinomycetes dari Tanah Rawa Sebagai Agen Biokontrol Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098.”** disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi di jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Elisa Nurnawati, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si. selaku pembimbing II yang telah membimbing, memberi arahan, semangat, ilmu, saran dan waktunya dengan penuh keikhlasan dan kesabaran selama penyelesaian skripsi ini serta kepada ibu Dra. Muharni, M.Si dan ibu Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembahas yang telah mengarahkan serta memberikan banyak bimbingan dan saran kepada penulis dalam menulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan tanpa adanya bantuan dan arahan dari semua pihak. Ucapan Terimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.S.C.E., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Hermansyah, M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

4. Dr. Sarno, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya..
5. Dra Nina Tanzerina, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Biologi, FMIPA UNSRI yang banyak memberikan bimbingan, nasihat, ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat untuk kemajuan, perkembangan dan bekal di masa depan.
7. Rosmania, S.T selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi dan Agus Wahyudi, S.Si selaku Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi yang telah membantu dalam proses penelitian
8. Kak Andi, Kak Bambang dan pak Nanang yang telah membantu dalam administrasi selama perkuliahan.
9. Teman-teman Mikrobiologi yang selalu memberi semangat setiap hari di lab dan menemani suka maupun duka selama penelitian, Serta Teman-teman Biologi Angkatan 2017 yang tidak bisa dituliskan satu persatu atas segala bantuan dan kebersamaan kalian yang telah kita lewati bersama. Serta semua pihak yang sudah turut membantu dalam terselesainya skripsi ini.
10. *Last but not least to my partner in crime, Thank u for always being the reason why I have to keep growing and always have to do my best.*

Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan rahmat dan hidayahnya serta membalas segala amal kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak baik pembaca, khususnya bagi penulis sendiri.

Indralaya, Agustus 2021

Penulis

**EXPLORATION OF ACTINOMYCETES FROM SWAMPS AS
BIOCONTROL AGENT OF FUNGI *Colletotrichum capsici*
IPBCC 13.1098.**

Muhammad Egi Nara

NIM. 08041381722076

SUMMARY

The main disease that is often found in red chili plants is anthracnose caused by pathogenic fungi of the genus *Colletotrichum*. The control of anthracnose is still dependent on the intensive use of synthetic fungicides. The use of synthetic fungicides to control anthracnose disease can have a negative impact in the long term. One way to control anthracnose that is environmentally friendly can be done by using microbial antagonists or biocontrol agents. Biocontrol is control that is carried out by utilizing living things as controlling agents for plant pest organisms (OPT). The use of biocontrol agents in the form of microbial antagonists (bacteria or fungi) is considered the most effective measure for controlling plant diseases caused by pathogenic fungi. Actinomycetes are soil microorganisms that are commonly found in various types of soil, one of which is swamp soil. Actinomycetes have potential because they have the ability to produce metabolites that have antagonistic activity against bacteria and fungi and are commonly found in swamps. The aims of this study were to obtain isolates of actinomycetes from swamps that could potentially inhibit the growth of *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 and to determine the character and identity of actinomycetes from swamps that have potential as biocontrol agents against pathogenic fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098. The method used in this study consisted of sampling, isolation and purification of actinomycetes, antagonist test of the dual culture method (dual culture), isolates with a percentage of inhibition >70% will be characterized and identified actinomycetes that have the potential as biocontrol agents. This research was conducted from December to May 2021, at the Microbiology Laboratory and the Genetics and Biotechnology Laboratory,

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

Based on the research that has been done, 19 actinomycetes isolates from swamp soil were obtained. Each actinomycetes isolate that was isolated from swamp soil was tested for antagonism against *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 with dual culture method using Tryptone Soya Agar (TSA) media. The results of the antagonism test showed that 4 isolates of swamp soil actinomycetes which had antagonistic potential in inhibiting the growth of the fungus *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 with an inhibitory percentage of more than 70%, namely isolates ACT 8 70.37%, ACT 10 72.22%, ACT 11 70, 37%, ACT 13 74.07%. The results of characterization and identification of actinomycetes from swamps that have strong potential in inhibiting the fungus *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 revealed that the four isolates identified as *Streptomyces* sp.

Keywords : Swampland Actinomycetes, Biocontrol, *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098, *Dual culture*, *Streptomyces* sp.

**EKSPLORASI ACTINOMYCETES DARI TANAH RAWA
SEBAGAI AGEN BIOKONTROL FUNGI *Colletotrichum capsici*
IPBCC 13.1098**

**Muhammad Egi Nara
NIM. 08041381722076**

RINGKASAN

Penyakit utama yang sering ditemukan pada tanaman cabai merah yaitu penyakit antraknosa yang disebabkan oleh fungi patogen dari genus *Colletotrichum*. Pengendalian penyakit antraknosa saat ini masih bergantung pada penggunaan fungisida sintetik secara intensif. Penggunaan fungisida sintetik untuk mengendalikan penyakit antraknosa dapat menimbulkan dampak negatif dalam jangka panjang. Salah satu cara pengendalian antraknosa yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba antagonis atau agens biokontrol. Biokontrol adalah pengendalian yang dilakukan dengan cara memanfaatkan makhluk hidup sebagai agen pengendali organisme penggangu tanaman (OPT). Penggunaan agen biokontrol berupa mikroba antagonis (bakteri atau fungi) dianggap sebagai langkah yang paling efektif untuk pengendalian penyakit tanaman akibat fungi patogen. Actinomycetes merupakan mikroorganisme tanah yang umum dijumpai pada berbagai jenis tanah salah satunya tanah rawa. Actinomycetes memiliki potensi karena memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa metabolit yang memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri maupun jamur dan banyak ditemukan di tanah rawa. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh isolat actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 dan Mengetahui karakter dan identitas actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap fungi patogen *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pengambilan sampel, isolasi dan pemurnian actinomycetes, uji antagonis metode biakan ganda (*dual culture*), Isolat yang memiliki persentase daya hambat >70 % akan di karakterisasi dan identifikasi actinomycetes yang berpotensi sebagai agen biokontrol. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember sampai dengan Mei 2021, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 19 isolat actinomycetes dari tanah rawa. Setiap isolat actinomycetes yang berhasil diisolasi

dari tanah rawa diuji antagonismenya terhadap *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 dengan metode *dual culture* menggunakan media *Tryptone Soya Agar* (TSA). Hasil uji antagonisme menunjukkan bahwa 4 isolat actinomycetes tanah rawa yang berpotensi antagonis dalam menghambat pertumbuhan fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 dengan persentase daya hambat lebih dari 70%, yaitu isolat ACT 8 70,37 %, ACT 10 72,22%, ACT 11 70,37%, ACT 13 74,07%. Hasil karakterisasi dan identifikasi actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi kuat dalam menghambat fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 diketahui keempat isolat tersebut teridentifikasi sebagai *Streptomyces* sp.

Kata Kunci : Actinomycetes Tanah Rawa, Biokontrol, *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098, *Dual culture*, *Streptomyces* sp.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| SUMMARY | ix |
| RINGKASAN | xi |
| DAFTAR ISI | xv |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 4 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Tanah Rawa | 5 |
| 2.1.1. Tipologi Tanah Rawa | 5 |
| 2.1.2. Karakteristik Tanah Rawa di Sumatera Selatan | 5 |
| 2.2. Actinomycetes | 7 |
| 2.2.1. Karakteristik Actinomycetes | 7 |
| 2.2.2. Senyawa Aktif Actinomycetes | 10 |
| 2.2.3. Actinomycetes Tanah Rawa | 11 |
| 2.3. Penyakit Antraknosa..... | 12 |
| 2.4. Pengendalian Penyakit Antraknosa | 14 |
| 2.4.1. Pengendalian Hayati (<i>Biological Control</i>) | 15 |
| 2.4.2. Actinomycetes Yang Digunakan Sebagai Agen Biokontrol | 16 |
| 2.5. Mekanisme Biokontrol | 17 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN..... | 21 |
| 3.1. Waktu dan Tempat..... | 21 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 21 |
| 3.3. Cara Kerja..... | 22 |
| 3.3.1. Pembuatan Medium dan Sterilisasi Alat dan Bahan | 22 |
| 3.3.2. Pengambilan Sampel | 22 |
| 3.3.3. Isolasi Actinomycetes | 23 |
| 3.3.4. Pemurnian Actinomycetes..... | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.5. Uji Antagonis Metode Biakan Ganda (<i>Dual Cultrure</i>) | 24 |
| 3.3.6 Karakterisasi dan Identifikasi Actinomycetes yang Berpotensi sebagai Agen Biokontrol | 26 |
| 3.3.6.1. Karakterisasi Morfologi Secara Makroskopis..... | 26 |
| 3.3.6.2. Karakterisasi Morfologi Secara Mikroskopis | 27 |
| 3.3.6.3. Uji Biokimia..... | 28 |
| 3.3.6.3.1. Uji Hidrolisi Pati | 28 |
| 3.3.6.3.2. Uji Hidrolisis Gelatin..... | 28 |
| 3.3.6.3.3. Uji Hidrolisis Kasein..... | 28 |
| 3.3.6.3.4. Uji Hidrolisis Urea | 29 |
| 3.3.6.3.5. Uji Pemanfaatan Sumber Karbon | 29 |
| 3.3.6.3.6. Uji Katalase..... | 29 |
| 3.3.6.4. Identifikasi Actinomycetes Yang Berpotensi Sebagai Agen Biokontrol..... | 29 |
| 3.3.7. Variabel Pengamatan..... | 30 |
| 3.3.8. Penyajian Data | 30 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1. Isolasi Actinomycetes dari tanah rawa | 31 |
| 4.2. Uji Antagonisme Isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa Terhadap Fungi <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13.1098. | 34 |
| 4.3. Karakterisasi Isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa Terhadap Fungi <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13.1098 Yang Berpotensi Paling Kuat Sebagai Agen Biokontrol | 40 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 48 |
| 5.1. Kesimpulan | 48 |
| 5.2. Saran | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | 49 |
| LAMPIRAN..... | 60 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | 91 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1. Penyakit Antraknosa Pada Cabai..... | 13 |
| Gambar 2.2. Morfologi Setae dan Konidia <i>Colletotrichum capsici</i> | 14 |
| Gambar 2.3. Morfologi Koloni dan Spora <i>Colletotrichum capsici</i> | 14 |
| Gambar 2.4. Morfologi <i>Streptomyces</i> sp..... | 17 |
| Gambar 3.1. Skema Uji Antagonisme | 25 |
| Gambar 4.1. Hasil Isolasi Actinomycetes Pada Tanah Rawa..... | 31 |
| Gambar 4.2. Hasil uji antagonisme isolat actinomycetes yang berpotensi kuat terhadap fungi <i>C. capsici</i> IPBCC 13.1098 di medium TSA secara <i>dual culture</i> | 37 |
| Gambar 4.3 Hasil Karakter Makroskopis Isolat Actinomycetes ACT 8, ACT 10, ACT 11 dan ACT 13..... | 41 |
| Gambar 4.4. Karakter Morfologi Makroskopis Isolat Actinomycetes | 42 |
| Gambar 4.5. Mikroskopis Isolat ACT 8, ACT 10, ACT 11 dan ACT 13 | 45 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 4.1. Hasil Isolasi dan Pemurnian Actinomycetes dari Tanah Rawa..... | 31 |
| Tabel 4.2. Presentasi Hambatan Pertumbuhan <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13.1098 oleh Isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa..... | 35 |
| Tabel 4.3. Hasil Karakter Makroskopis Isolat Actinomycetes ACT 8, ACT 10, ACT 11 dan ACT 13 | 41 |
| Tabel 4.4. Karakteristikisolat actinomycetes berdasarkan karakter makroskopis | 42 |
| Tabel 4.5. Hasil Karakter Mikroskopis Isolat ACT 8, ACT 10, ACT 11 dan ACT 13 | 45 |
| Tabel 4.6. Karakteristikisolat actinomycetes berdasarkan karakter biokimia | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|----------------|
| Lampiran 1. Komposisi Medium | 60 |
| Lampiran 2. Pengambilan Sampel Tanah Rawa Tanjung Senai | 65 |
| Lampiran 3. Isolasi Actinomycetes Dari Tanah Rawa Tanjung Senai..... | 66 |
| Lampiran 4. Uji Antagonisme Isolat Actinomycetes Tanah Rawa Terhadap Fungi <i>Colletotrichum Capsici</i> IPBCC 13.1098 | 67 |
| Lampiran 5. Karakterisasi isolat actinomycetes yang berpotensi paling tinggi sebagai agen Biokontrol terhadap Fungi <i>Colletotrichum Capsici</i> IPBCC 13.1098 | 68 |
| Lampiran 6. Jari-jari Fungi <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13.1098 pada uji antagonisme | 70 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman Cabai merah (*Capsicum annum*. L) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia (Sari *et al.*, 2017). Pada budidaya tanaman cabai terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan hasil produksi, salah satunya adalah adanya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) berupa hama, patogen, dan gulma. Penyakit utama yang sering ditemukan pada tanaman cabai merah diantaranya yaitu penyakit antraknosa (Nurjasmi dan Suryani, 2020). Penyakit antraknosa disebabkan oleh fungi patogen dari genus *Colletotrichum* (Meilasari *et al.*, 2020).

Colletotrichum spp. memiliki gejala yang khas, yang ditandai dengan gejala nekrotik cekung pada jaringan tanaman dan buah mengalami busuk basah dan kering (Lubis *et al.*, 2018). Sehingga pada akhirnya menurunkan produktivitas tanaman cabai. Antraknosa merupakan penyakit tanaman cabai merah yang disebabkan oleh 2 jenis cendawan, yaitu: *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides* (Aziziy *et al.*, 2020). Penyebaran fungi *Colletotrichum capsici* sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan kelembapan (Suwardani *et al.*, 2014).

Pengendalian penyakit antraknosa saat ini masih bergantung pada penggunaan fungisida sintetik secara intensif. Penggunaan fungisida sintetik untuk mengendalikan penyakit antraknosa dapat menimbulkan dampak negatif

dalam jangka panjang (Aziziy *et al.*, 2020). Penggunaan pestisida sintetik dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan dan organisme lain (non target) (Yuliaty, 2013). Salah satu cara pengendalian antraknosa yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba antagonis atau agens biokontrol (Hartati *et al.*, 2018).

Biokontrol adalah pengendalian yang dilakukan dengan cara memanfaatkan makhluk hidup sebagai agen pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT) (Hanudin dan Marwoto, 2012). Penggunaan agen biokontrol berupa mikroba antagonis (bakteri atau fungi) dianggap sebagai langkah yang paling efektif dan ramah lingkungan dalam upaya untuk pengendalian penyakit tanaman akibat fungi patogen (Riana, 2016). Mikroba antagonis atau agens pengendali hayati (APH) penyakit tanaman adalah jasad renik atau mikroorganisme yang diperoleh dari alam, baik berupa bakteri, fungi, actinomycetes maupun virus yang dapat berpotensi dalam menekan, menghambat atau memusnahkan organisme pengganggu tanaman (Hanudin dan Marwoto, 2012). Aktivitas yang dilakukan oleh agen biokontrol yaitu secara antibiosis, parasitisme, lisis dan kompetisi dalam mengendalikan suatu patogen (Suada, 2017).

Tanah Rawa adalah lahan basah (*wetlands*) yang menggambarkan genangan sementara atau permanen oleh badan air yang dangkal pada suatu lahan besar (Kodoatie dan Syarief, 2010). Actinomycetes merupakan mikroorganisme tanah yang umum dijumpai pada berbagai jenis tanah (Nurjasmi dan Suryani, 2017). Menurut Asnani dan Oedjijono (2019), mikroorganisme heterotrof seperti actinomycetes dapat ditemukan di lahan basah. Actinomycetes memegang

peranan yang amat penting karena memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa metabolit yang bervariasi, baik dari struktur maupun fungsinya. Senyawa metabolit yang dihasilkan oleh Actinomycetes banyak yang memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri maupun jamur (Nurkanto *et al.*, 2010). Senyawa anti jamur yang dihasilkan oleh actinomycetes seperti natamisin, Amfoterisin B dan nistatin yang dapat digunakan untuk mengobati kandidiasis (Oskay, 2009).

Berdasarkan penelitian dari Varghese *et al.* (2014), yang mengisolasi Actinomycetes dari tanah rawa di India setelah dilakukan identifikasi ditemukan beberapa genus dari Actinomycetes yaitu *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micromonospora*, *Pseudonocardia*, *Streptosporangium*, dan *Nocardiosis*. Menurut Asnani dan Ryandini (2011), yang mengisolasi actinomycetes dari kawasan mangrove segera anakan cilacap, berdasarkan pengamatan morfologi koloni dan sel, isolat actinomycetes tersebut masuk kedalam genus *Streptomyces*, *Nocardia*, *Actinosynnema*, *Streptoverticilium* dan *Promicromonospora*. Menurut akbar *et al.* (2017), Genus *Streptomyces* mendominasi sekitar 70% dari actinomycetes yang ada di tanah.

Penelitian ini penting untuk dilakukan untuk mengetahui potensi actinomycetes yang berasal dari tanah rawa sebagai agen biokontrol *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 sebagai alternatif pengganti fungisida berbasis kimia. Oleh karena itu, perlu dipelajari dan dikembangkan mengenai actinomycetes pada tanah rawa yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah isolat actinomycetes dari tanah rawa berpotensi kuat dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 ?
2. Bagaimanakah karakter serta identitas actinomycetes yang berpotensi kuat sebagai agen biokontrol terhadap fungi patogen *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh isolat actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi kuat dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098.
2. Mengetahui karakter dan identitas actinomycetes dari tanah rawa yang berpotensi kuat sebagai agen biokontrol terhadap fungi patogen *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi ilmiah mengenai actinomycetes dari tanah rawa yang dapat menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 penyebab penyakit antraknosa pada cabai sehingga dapat dijadikan agen biokontrol sebagai bahan pertimbangan pengganti fungisida sintetik yang lebih aman terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghighi, S., G. H Bonjar., S. Rawashdeh, R. Batayneh, S. I. Saadom.2004. First report of antifungal spectra of activity of Iranian Actinomycetes strains against *Alternaria solani*, *Alternaria alternate*, *Fusarium solani*, *Phytophthora megasperma*, *Verticillium dahliae* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Asian Journal of Plant Sciences*,3 (4): 463-471.
- Agus, F dan Subiksa I.G. M. 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor. Indonesia.
- Agrios, N. G. 2005. *Plant Pathology* 5th ed. Academic Press. Departemen of Plant Pathology University of Florida. xxiv + 922 hlm.
- Ajitha, PS and N Lakshmedevi. 2010. Effect of volitile and von-volitile compounds from *Trichoderma* spp. against *Colletotrichum capsici* incitant of anthracnose on bell peppers. *Nature and Science*. 8: 265-296.
- Akbar,R.A., Ryandini, D dan Kusharyat,D.F. 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.2009. Skrining dan Karakterisasi Parsial Senyawa Antifungi Dari Actinomycetes Asal Limbah Padat Sagu Terdekomposisi. *Berk. Penel. Hayati*, 14 : 219-225.
- Alabouvette, C., Chantal, O and Christian, S. 2006. Biological control of plant diseases: the European situation. *European Journal Journal of Plant Pathology*, 114 : 329-341.
- Akond, M.A., Jahan, M.N., Sultana, N., dan Rahman,F. 2016. Effect of Temperature, pH and NaCl on the Isolates of Actinomycetes from Straw and Compost Samples from Savar, Dhaka, Bangladesh. *American Journal of Microbiology and Immunology*, 1(2) : 10-15.
- Armaida, E dan Khotimah, S. 2016. Karakterisasi *Actinomycetes* yang Berasosiasi dengan Porifera (*Axinella* spp.) dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*, 5 (1) : 68-73.
- Arif, A. 2015. Pengaruh Bahan Kimia Terhadap Penggunaan Pestisida Lingkungan. *Jurnal Kimia*, 3(4) : 134-143.

- Arwiyanto, T., Astuti, A dan Maryudani, Y.M.S. 2007. Karakterisasi Parsial *Streptomyces* Spp., Agens Pengendali Hayati Penyakit Lincat Tembakau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 13 (2) : 95-105.
- Asnani, A. dan Oedjijono. 2019. *Eksplorasi Aktinomisetes di Kawasan Mangrove Segara Anakan*. Purwokerto: Onsoed Press. vii + 51 hlm.
- Asnani A, and Ryandini D .2011. Screening of marine actinomycetes from Segara Anakan Indonesia for antimicrobial activity. in *Proceeding of the Conference on Natural Sciences (ICONS)*. Shaker Verlag GmbH Germany ISBN 978-3-8440-1403-7 ISSN 1434-5536.
- Astriani, A.D., Djide, M.N dan Naid, T. 2018. Uji Aktivitas Antimikroba Actinomycetes dari Tanah Perakaran Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria*). *JF FIK UINAM*, 6(1): 66-68.
- Asolkar, R.N., Freel, K.C., Jensen, P.R., Fenichel, W., Kondratyuk, T.P., Park, E.J., dan Pezzuto, J.M. 2009. Arenamides A-C, cytotoxic NfkappaB inhibitors from the marine actinomycete *Salinispora arenicola*. *J. Nat. Prod*, 72(3) : 396-402.
- Asnani, A., Ryandini, D dan Suwandri. 2015. Karakterisasi dan Identifikasi Spesies Aktinomisetes K-3e. *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers*, Purwokerto.
- Astuty, E. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Aktinomiset Indigenus Asal Tanah Gambut. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(16):7-15.
- Aziziy, M.H., Tobing, O.L dan Mulyaningsih, Y. 2020. Studi Serangan Antraknosa Pada Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) Setelah Aplikasi Larutan Daun Mimba dan Mol Bonggol Pisang. *Jurnal Agronida*, 6(1): 22-24.
- Bahi, M dan Idroes, R. 2013. Isolasi Antibiotik Reduktomisin dari Bakteri Terrestrial *Streptomyces* sp. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 7(2) : 129-131.
- Bencheqroun, S.K., Bajji, M., Massart, S., Bentata, F., Labhilili, M., Achbani, H., El Jaafari, S., Jijakli, M.H., 2006. Biocontrol of blue mold on apple fruits by *Aureobasidium pullulans* (strain Ach 1-1): in vitro and in situ evidence for the possible involvement of competition for nutrients. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 71 : 1151-1157.
- Bull, I., Lockheart, M., Elhmmali, M., Roberts, D and Evershed, R. 2002. The origin of faeces by means of biomarker detection. *Environment international*. (27): 647-54. 10.1016/S0160-4120(01)00124-6.

- Chanchaichaovivat, A., Panijpan, B., Ruenwongsa, P., 2008. Putative modes of action of *Pichia guilliermondii* strain R13 in controlling chilli anthracnose after harvest. *Biol. Control*, 47: 207–215.
- Cho, J.Y., Kwon, H.C., Williams, P.G., Kauffman, C.A., Jensen, P.R., dan Fenical, W. 2006. Actinofuranones A dan B polyketides from a marine-derived bacterium related to the genus *Streptomyces* (actinomycetales). *J. Nat. Prod*, 69(3) : 425-428.
- Dhanasekaran, D dan Jiang, Y. 2016. *Basic and Biotechnical Applications*. Sandra Bakic. xi + 377 hlm.
- Ding, L., Pfoh, R., Ruhl, S., Qin, S., dan Laatsch, H. 2009. T-muurolool sesquiterpenes from the marine *Streptomyces* sp. M491 and revision of the configuration of previously reported amorphanes. *J. Nat. Prod*, 72(1): 99-101.
- Djafaruddin. 2008. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta : Bumi Aksara. vii + 284 hlm.
- Djereng, D.K., Kawuri, R dan Ramona, Y. 2017. Potensi *Bacillus* sp. B3 Sebagai Agen Biokontrol Penyakit Layu Bakteri Yang Disebabkan Oleh *Ralstonia* sp. Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Metamorfosa*, 4 (2): 237-246.
- Elsie., Riyana, R., dan Harahap, I. 2019. Isolation of Actinomycetes From Mangrove Soil in The Village of Sungai Rawa, Sungai Apit Sub-district, Siak Regency, Riau Province and Antimicrobial Test Against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Prosiding SainsTeKes Semnas MIPAKes UMRi*, 1(1) : 84-85.
- Fadhilah, Q.G., Santoso, I dan Yasman. 2021. The Antagonistic Activity Of Marine Actinomycetes From Mangrove Ecosystem Against Phytopathogenic Fungi *Colletotrichum* Sp. KA. *BIODIVERSITAS*, 22 (2) : 640-647.
- Fardiyanti, R., Kasrina., dan Bustaman, H. 2021. Ragam Jenis *Streptomyces* dp. Pada Rizosfer Tanaman Suku Liliacea di Kawasan Desa Sumber Bening, Rejang Lebong, Bengkulu. *Konservasi Hayati*, 17 (1): 29-34.
- Flori, F., Mukarlina dan Rahmawati. 2020. Potensi Antagonis Isolat Bakteri *Bacillus* spp. Asal Rizosfer Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp. *Jurnal Biologi Makasar*, 5 (1) : 111 – 120.
- Francesco, A.D., Ugolini, L., D'Aquino, S., Pagnotta, E., and Mari, M. 2017. Biocontrol of *Monilinia laxa* by *Aureobasidium pullulans* strains: Insights

- on competition for nutrients and space. *International Journal of Food Microbiology*, 248 : 32–38.
- Gebreyohannes, G., F. Moges, S. Sahile, dan N. Raja. 2013. Isolation And Characterization Of Potential Antibiotic Producing Actinomycetes From Water And Sediments Of Lake Tana, Ethiopia. *Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine*. 3(6): 426-435. doi: 10.1016/S2221-1691(13)60092-1.
- Goodfellow, M., P. Kämpfer, HJ. Busse, ME. Trujillo, KI. Suzuki, W. Ludwig dan WB. Whitman. 2012. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd Edition volume 5*. Springer, New York. xxiv + 2083 hlm.
- Habazar, T dan Yaherwandi. 2006. *Pengendalian hama dan penyakit tumbuhan*. Padang : Universitas Andalas Press.viii + 390hlm.
- Hanudin dan Marwoto,B.2012. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Utama Pada Tanaman Hias dan Sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1): 8-10.
- Halwiyah, N., Fe,R.S., Raharjo,B., dan Purwantisari,S.2019. Uji antagonisme jamur patogen *Fusarium solani* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai menggunakan *Beauveria bassiana* secara *in vitro*.*Jurnal akademika biologi*, 8(2) : 8-17.
- Haryono, M. Nor, H. Syahbuddin, dan M. Sarwani. 2013. *Lahan Rawa Pengembangan dan Penelitian*. Bogor: IAARD Press. xiv + 103 hlm.
- Hartati, S., Yulia,E dan Djaya, L. 2018. Sosialisasi dan Pelatihan Pengendalian Antraknosa Pada Tanaman Cabai Menggunakan Khamir Sebagai Komponen Pengendalian Ramah Lingkungan. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 7(2): 80-83.
- Hersanti. E., Kretini., S dan A Fathin.2016. Pengaruh Beberapa Sistem Teknologi Pengendalian Terpadu terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah Cb-1 UNPAD di Musim Kemarau 2015. *Jurnal Agrikultura*, 27(2): 83-88.
- Irwan M dan Erna L. 2008. Skrining *Streptomyces* sp. Isolat Lombok Sebagai Penganadali Hayati Beberapa Jamur Patogen Tanaman. *CropAgro*, 1(2) :10-11.
- Izzatinnisa., Utami, U., dan Mujahidin, A. 2020. Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang terhadap *Fusarium oxysporum* secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1) : 19 – 22.
- Jiang, Y., Q. Li, X. Chen, dan C. Jiang. 2016. Isolation and Cultivation Methods Of Actinobacteria. *Intech*. 39-57. doi: 10.5772/61457.

- Leclere, V., Bechet, M., Adam, A., Guez, J. S., Wathelet, B., Ongena, M., Thonart, P., Gancel, F., Chollet-Imbert, M., and Jacques, P. 2005. *Mycosubtilin* overproduction by *Bacillus subtilis* BBG100 enhances the organism's antagonistic and biocontrol activities. *Appl Environ Microbiol*, 71 : 4577-4584.
- Lestari, S. Mukarlina, dan R. Kurniatuhadi. 2019. Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Daya Hambat Bakteri *Actinomycetes* Yang Diisolasi dari Tanah Gambut di Desa Tajok Kayong Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 8(1): 13-19.
- Liu, X., Fang, W., Liu, L., Yu, T., Lou, B., Zheng, X., 2010. Biological control of postharvest sour rot of citrus by two antagonistic yeasts. *Lett. Appl. Microbiol*, 51 : 30–35.
- Lubis, J.I., Yusriani dan Rizali, A.2018. Uji Daya Hambat *Trichoderma* spp. Isolat Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah Terhadap *Colletotrichum* spp. Pada Cabai. *Jtam Agroekotek View*, 1(3): 3-4.
- Lugtenberg, B. and Kamilova, F . 2009. Plant-growth-promoting Rhizobacteria. *Annu Rev Microbiol*. 63:541–56.
- Kanti, A. 2005. Actinomycetes Selulolitik dari Tanah Hutan Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi. *BIODIVERSITAS*, 6(2) : 85-89.
- Karim, A., Rahmiati dan Fauziah,I. 2020. Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Secara *In Vitro*. *Jurnal Biosains*, 6(1) : 18-22.
- Kawuri, R. 2016. Isolasi dan Identifikasi *Streptomyces* Sp. Pada Rhizosfer Tanaman Pisang (*Musa Paradisiaca*) di Desa Pendem Jembrana Bali. *Jurnal Metamorfosa*. III (2): 140-148.
- Karkouri, A.E., Assou, S.A dan Hassouni, M.E. 2019. Isolation and Screening of Actinomycetes Producing Antimicrobial Substances From an Extreme Moroccan Biotope. *The Pan African Medical Journal*, 33:329. doi:10.11604.
- Kurniati, D, I., P. Ardiningsih dan R. Nofiani. 2019. Isolasi dan Aktivitas Antibakteri *Actinomycetes* Berasosiasi Dengan Koral. *Jurnal KimiaKhatulistiwa*, 8(2): 46-51.
- Kumalasari,A.M., Nur,F. R dan Muhamad,N.R. 2012. Potensi Actinomycetes Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif Antibiotik dari Kawasan Karst Bantimurung, Sulawesi Selatan. *PELITA*, VII(1): 59-68.
- Kodoatie, R.T dan Sjarief, R. 2020. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Andi Ofset. xvi + 538 hlm.

- Mangamuri, U.K., Muvva V, Poda S, Kamma S. 2012. Isolation, Identification and Molecular Characterization of Rare actinomycetes from Mangrove Ecosystem of Nizampatnam. *Malays J Microbiol*, 8 (2): 83-91.
- Meilasari,F., Muljowati,J.S dan Mumpuni, A. 2020. Pengaruh Asam Askorbat terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum coccodes* Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2): 203-209.
- Meiniwati., Siti, K., dan Mukarlina. 2014. Uji Antagonis *Pyricularia grisea* Sacc. Penyebab Blas pada Tanaman Padi menggunakan Jamur Rizosfer Isolat Lokal. *Jurnal Protobiont*, 3 (1) : 17-24.
- Mukarlina, Khotimah, S., dan Rianti, R. 2010. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Fusarium* spp. Penyebab penyakit Layu Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Secara *In Vitro*. *Jurnal Fitomedika*, Vol.7(2):80-85
- Murdiyah, S. 2017. Fungi Endofit pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 3(1) : 64 -71.
- Muthahanas I. dan Listiana E. 2008. Skrining *Streptomyces* sp. Isolat Lombok sebagai Pengendali Hayati Beberapa Fungi Patogen Tanaman. *J. Crop Argo*, 1(2): 130-136.
- Nasrul, B.2010. Penyebaran dan Potensi Lahan Gambut di Kabupaten Bengkalis Untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal Agroteknologi*, 1(1): 1-3.
- Nawangsih, A. 2007. The Use Of Endophytic Bacteria From Banana To Control Blood Disease: Isolation, Inhibition Test In Vitro And In Planta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 12 (1) : 43-49.
- 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.
- Nurjasmi, R. dan Suryani. 2017. Uji Antagonistik *Actinomycetes* Asal Limbah Kulit Bawang Merah Terhadap Patogen Tanaman. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*. 11(2): 718-722.
- Nurjasmi,R dan Suryani.2020.Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1):1-2.
- Nurkanto, A., Listyaningsih,F., Julistiono, H dan Agusta, A.2010. Eksplorasi Keanekaragaman Aktinomisetes Tanah Ternate Sebagai Sumber Antibiotik. *Jurnal Biologi Indonesia*, 6 (3): 325-339.

- Nurkanto,A. 2008. Keragaman Aktinomisetes Kepulauan Waigeo, Kabupaten Raja Ampat, Papua dan Potensinya Sebagai Pendegradasi Selulosadan Pelarut Fosfat. *Berita biologi*, 9(1) : 9-12.
- Octavia, A dan Wantini, S. 2017. Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan Media Alternatif dari Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan*, 6(2): 625-631.
- Oskay, M. 2009. Antifungal and antibacterial compounds from *Streptomyces* strains. *African Journal of Biotechnology*, 8(13), 3007–3017. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2009.06.042>
- Pal, A., L. Ray and P. Chattopadhyay. 2006. Purification and immobilization of an *Aspergillus terreus*xylanase: Use of continuous fluidized column reactor. *Ind. J. Biotechnol.* 5: 163 – 168.
- Palupi, H., Yulianah, I dan Respatijarti. 2015. Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* spp) dan Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(8): 640-641.
- Pakpahan, D., Suripin, dan Sri, S. 2014. Kajian Optimalisasi Sistem Irigasi Rawa (Studi Kasus Daerah Rawa Semangga Kabupaten Merauke Propinsi Papua). *Jurnal Bidang Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, 20(2): 155-166.
- Parunago, M.M., Maceda, E.B.G.,dan Villano, M.A.F. 2007. Screening of Antibiotic-Producing Actinomycetes from Marine, Brackish and Terrestrial Sediments of Samal Island, Phillipines. *Journal of Research in Science, Computing and Engineering*, 4(3): 29–38.
- Parwati, P.A., Kawuri, R dan Watiniasih, N.L. 2018. Isolasi dan Identifikasi *Streptomyces* spp. Penghasil Enzim Kitinase dari Lumpur Selokan. *Jurnal Metamorfosa*, V (1): 99-104.
- Phongsopitanum, W., K. Suwanborirux, and S. Tanasupawat. 2014. Identification and Antimicrobial Activity of *Streptomyces* strains from Thai Mangrove Sediment. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 38(1) :1-56.
- Prapagdee, B, Kuekulvog, C, and Mongkulsuk, S. 2008. Antifungal Potensial of Extracellular Metabolites Produce by *Streptomyces hygrospicus* Against Phytophstogenic Fungi. *International Journal of Biological Science*, 4 (5) : 330-337.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko. H.A., dan Lestari,P.2017. Aktivitas Siderofor *Bacillus subtilis* Sebagai Pemacu Pertumbuhan dan Pengendali Patogen Tanaman Terung. *J. HPT Tropika*, 17 (2) : 170 –178.

- Purnomo,E., Mukarlina dan Rahmawati. 2017. Uji Antagonis Bakteri *Streptomyces* spp. terhadap Jamur *Phytophthora palmivora* BBK01 Penyebab Busuk Buah pada Tanaman Kakao. *Protobiont*, 6(3) : 1-7.
- Putri, A.L dan Nurkanto, A. 2016. Keragaman Aktinomisetes Asal Serasah, Sedimen, dan Tanah Pulau Enggano, Bengkulu. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayat*, 15(3) : 218-225.
- Putro, N.S., Luqman, Q.A., dan Abdul, L.A. 2014. Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Hama Penyakit Tanaman*. 2(4) : 44-53.
- Queendy, V dan Roza, R.M.2019. Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes Arboretum Universitas Riau Terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninens*. *Journal of Biology*, 12(1) : 73-88
- Rahmiyati, M., Hartanto,S dan Sulastiningsih, N.W.H. 2021 Pengaruh Aplikasi Actinomycetes Terhadap Serangan *Fusarium oxysporum* Schlecht. F.Sp. *Cepae* (Hanz.) Synd. Et Hans. Penyebab Penyakit Layu Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L. Var. Menten). *Bioscientist*, 9(1) : 231-243.
- Raharini,A.O., Kawuri,R dan Khalimi, K.2012. Penggunaan *Streptomyces* sp. Sebagai Biokontrol Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*. *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 & Experimentation*. 1(2): 63-68.
- Rante,H., Alam,G., Usmar dan Wahid, S.N.A. 2020. Isolasi Actinomycetes dari *Sponge* Pulau Barrangcaddi Sebagai Penghasil Antimikroba. *MFF*, 24(1):25-28.
- Reddy, B. P., Vijay, K. K. 2009. Characterization of antifungal metabolites of *Pseudomonas fluorescens* and their effect on mycelia growth of *Magnaporthe grisea* and *Rhizoctonia solani*. *International Journal of PharmTech Research*, 1 (4) : 1490-1493.
- Riana, M.H. 2016. Potensi Cendawan Endofit dalam Upaya Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Tanaman Cabai Merah. *Tesis*. IPB.
- Riandi,M.I., Kawuri,R dan Sudirga, S.K.2017. Potensi Bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Ochrobactrum* sp. Yang di Isolasi dari Berbagai Sampel Tanah Dalam

- Mendegradasi Limbah Polimer Plastik Berbahan Dasar High Density. *Jurnal Simbiosis*, V (2): 58 – 63.
- Salim, M.A. 2012. Pengaruh Antraknosa (*Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum acutatum*) Terhadap Respons Ketahanan Delapan Belas Genotipe Buah Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Biologi*. 4(1) : 182-187.
- Sapkota, A., Thapa,A., Budhathoki,A., Sainju,M., Shrestha,P., dan Aryal,S. 2020. Isolation, Characterization, and Screening of Antimicrobial-Producing Actinomycetes from Soil Samples. *International Journal of Microbiology*, 1(1) : 1-3.
- Sari,S.L.,Sudirja, R dan Sofyan, E.T.2017. Aplikasi PCO Plus pada Tanah Bekas Tambang Batu Bata Merah terhadap Serapan P, Ca dan B serta Fruitset Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agrikultura*, 28(2): 68-70.
- Sastrahidayat, I.R. 2013. *Penyakit Tanaman Sayur-sayuran*. Universitas Brawijaya Press : Malang. xx + 210 hlm.
- Selin, C., Habibian, R., Poritsanos, N., Sarangi, N.P.A., Fernando, D. and de Kievit, T.R. 2010. Phenazines are not essential for *Pseudomonas chlororaphis* PA23 biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum*, but do play a role in biofilm formation. *FEMS Microbiol Ecol*. 71:73-83.
- Semédo, L.T.A.S., Gomes, R.C., Linhares, A.A., Duarte, G.F., Nascimento, R.P., Rosado, A.S., MargisPinheiro, M., Margis, R., Silva, K.R.A., Alviano, C.S., Manfio, G.P, Soares, R.M.A., Linhares, L.F and Coelho, P.R.R. 2004. *Streptomyces drozdowiczii* sp. nov., a Novel Cellulolytic *Streptomyces* from Soil in Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54 : 1323- 1328.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada. xxvii + 386 hlm.
- Sharma, M, 2014. *Actinomycetes: Source, Identification and Their Application*, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(2): 801-832
- Siameto, E. N., Okoth, S., Amugune, N. O., dan Chege, N. C. 2010. Antagonism of *Trichoderma farzianum* isolates on soil borne plant pathogenic fungi from Embu District, Kenya. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 1(3) : 47-54.

- Singh, A.K and Chhatpar, H.S. 2011. Purification, characterization and thermodynamics of antifungal protease from *Streptomyces* sp. A6. *Journal of Basic Microbiology*, 51 (1) : 424–432.
- Subagyo, H. 2006. *Karakteristik Dan Pengelolaan Lahan Rawa (Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa, Lahan Rawa Pasang Surut, Lahan Rawa Lebak)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. xiv + 103 hlm.
- Suada, I. K. 2017. *Mikroba Potensial dalam Pengendalian Biologi Patogen Tumbuhan: Mengenal Mikroba Sahabat Petani*. Denpasar: Pelawa Sari. xvi+138 hlm.
- Sudirga,S.I. 2016.Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum* Spp. Isolat Pcs Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Besar (*Capsicum Annuum* L.) di Bali. *Jurnal Metamorfosa*, III (1): 23-30.
- Susilowati, D.N., Hastuti, R.D., dan Yuniarti, E. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Aktinomisetes Penghasil Antibakteri Enteropatogen *Escherichia coli* K1.1, *Pseudomonas pseudomallei* 0205, dan *Listeria monocytogenes* 5407. *Jurnal AgroBiogen*,3(1):15-23
- Sunaryanto, R., Marwoto, B., dan Matsuo, Y. 2010. Isolasi Actinomycetes Laut Penghasil Metabolit Sekunder yang Aktif Terhadap Sel Kanker A459. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 5 (2) : 111-116.
- Suriadikarta, D.A. 2012. Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa Berkelanjutan: Studi Kasus Kawasan Ex Plg Kalimantan Tengah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1): 45-54.
- Suwardani,N.W., Purnomowati dan Suciarto, E.T.2014. Kajian Penyakit Yang disebabkan oleh Cendawan Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.) di Pertanaman Rakyat Kabupaten Brebes. *Scripta Biologica*, 1(3) : 223-226.
- Utarti, E., Suwanto, A., Suhartono, M.T dan Meryandini, A. 2020. Identifikasi Aktinomiset Selulolitik dan Xilanolitik Indigenous. *BERKALA SAINSTEK*, VIII (1): 1-5
- Varghese, R., Jyothy, S. dan A.A.M. Hatha. 2014. Diversity And Antagonistic Activity of Actinomycete Strains From Myrystica Swamp Soils Against Human Pathogens. *Acta Merdica Martiniana*, 14(1): 14-19.
- Ventura, M.C., Canchaya,A., Tauch, G., Chandra,G., Fitzgerald,K.F., Chater and D Sinderen. 2007. Genomics of Actinobacteria :Tracing the Evolutionary

History of an Ancient Phylum. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71(3) : 495–548.

Wahyunto, S. Ritung dan H. Subagio. 2003. *Peta Luas Sebaran Lahan Gambut dan Kandungan Karbon di Pulau Sumatera / Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Sumatera, 1990 – 2002*. Wetlands International - Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC).

Waluyo, L. 2018. *Bioremediasi limbah*. Malang: UMM Press. x + 259 hlm.

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.

Wulandari, S., dan Nanik S. 2016. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Isolat Actinomycetes Kode Al35 serta Optimasi Produksi Metabolit Antibakteri Berdasarkan Waktu Fermentasi dan pH. *Media Farmasi*. 13(2): 186-198.

Xu, B., Zhang, H., Chen, K., Xu, Q., Yao, Y., Gao, H., 2013. Biocontrol of postharvest *Rhizopus decay* of peaches with *Pichia caribbica*. *Curr. Microbiol.* 67, 255–261.

Yuliaty, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 5(1) : 40-49.

Zenova, G.M., Manucharova, N. A., dan Zvyagintsev, D.G. 2011. Extremophilic and Extremotolerant Actinomycetes in Different Soil Types, *Eurasian Soil Science*, 44(4).457-458.

Zhang, Q., Schrader, K.K., ElSohly, H.N dan Takamatsu, S. 2003. New cell-cell adhesion inhibitors from *Streptomyces* sp. UMA-044. *J. Antibiot*, 56: 673-681.

Zulfikar. 2006. *Kebijakan Pengelolaan Kawasan Hutan Rawa Gambut dengan Pola KPH di Provinsi Sumatera Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Litbang Kehutanan. p 7-13.