

**POTENSI ANTAGONISME ACTINOMYCETES DARI TANAH
RAWA TAMAN FIRDAUS TERHADAP 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 :

SABRILYA ASSYA

08041282025026



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

2024

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Antagonisme Actinomycetes dari Tanah Rawa
Taman Firdaus terhadap Fungi *Colletotrichum capsici*
IPBCC.13.1098

Nama Mahasiswa : Sabrilya Assya

NIM : 08041282025026


Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 08 Juli 2024

Indralaya, Juli 2024

Pembimbing

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

()

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Antagonisme Actinomycetes dari Tanah Rawa
Taman Firdaus terhadap Fungi *Colletotrichum capsici*
IPBCC.13.1098

Nama Mahasiswa : Sabrilya Assya
NIM : 08041282025026
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada
tanggal 08 Juli 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan
masukan yang diberikan.

Indralaya, Juli 2024

Pembimbing

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

(.....)

Pembahas :

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

(.....)

2. Prof. Dr. Salni, M.Si.
NIP. 196608231993031002

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Sabriya Assya
NIM : 08041282025026
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 dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Juli 2024
Penulis,



Sabriya Assya
NIM. 08041282025026

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

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

Nama : Sabriya Assya
NIM : 08041282025026
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:

“Potensi Antagonisme Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus terhadap Fungi Colletotrichum capsici IPBCC.13.1098”

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, 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.

Indralaya, Juli 2024
Penulis,



Sabriya Assya
NIM. 08041282025026

HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**“Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi ketakutan yang membuat kita sulit. Karena itu jangan pernah mencoba untuk menyerah dan jangan pernah menyerah untuk mencoba dalam amanah, keikhlasan dan kejujuran. Maka jangan katakan pada Allah aku punya masalah, tetapi katakan pada masalah aku punya Allah Yang Maha Segalanya.”
(Ali bin Abi Thalib R.A.).**

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat yang telah diberikan
- Orantuaku tercinta, kakak dan adik tersayang beserta keluarga yang selalu mendukung
- Teman-teman dan rekan seperjuangan
- Almamaterku
- Diri pribadi

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena limpahan rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul “Potensi Antagonisme Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus terhadap Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi bertujuan untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Rasa terima kasih terkhusus disampaikan kepada kedua orang tuaku tercinta yang selalu memberi do'a dan dukungan yang tidak terputus. Terima kasih kepada Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir atas bimbingan serta saran, masukan, dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi ini. Ucapan syukur dan terima kasih juga disampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Taufik Marwa, SE., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi dan Dr. Sarno, M.Si selaku Sekertaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Sarno, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan serta motivasi selama masa perkuliahan.
5. Ibu Prof. Dr. Hary Widjajanti, M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Salni, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberi saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen dan Staf serta karyawan Jurusan Biologi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
7. Ibu Rosmania, S.T selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi dan Kak Agus Wahyudi, S.Si selaku Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi serta Staff admin dan Karyawan Jurusan Biologi terima kasih atas bimbingannya.

8. Teman-teman seperjuangan TA mikrobiologi terkhusus Nabilah Tia rekan penelitian tugas akhir yang telah memberikan dukungan, motivasi serta berbagi keluh kesah selama penelitian.
9. Teman-teman Biologi terkhusus *Barudak Tantrum* (Nabiti, Rindang, Pia, Nisak, Yaya, Depak, Ilham) yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan yang sangat berkesan selama penelitian.
10. Aidil Fitra yang telah kebersamai dan berjasa kepada penulis selama penelitian ini.
11. Kakak dan adik serta keluarga besar yang telah berjasa dalam memberikan dukungan dan motivasi selama penelitian.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berjasa kepada penulis.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak orang, baik masyarakat maupun civitas akademik.

Indralaya, Juli 2024

Penulis,

Sabrilya Assya
NIM. 08041282025026

**Antagonism Potential of Actinomycetes from Swampland of Firdaus's Park
against Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098**

**Sabrilya Assya
08041282025026**

SUMMARY

Fungi *Colletotrichum* spp. especially *Colletotrichum capsici* is a pathogenic fungus that causes anthracnose disease in chili plants. Efforts to control anthracnose disease that have been made to date are the application of synthetic fungicides. Biological control agents are the use of living organisms, biological processes or products of biological processes to reduce or suppress the abundance of disease-causing organisms and avoid contact of pathogenic organisms with useful organisms. The use of biological control agents as an alternative in minimizing the use of chemical fungicides because they contain antifungal compounds, for example Actinomycetes. Actinomycetes have a wide habitat and can be isolated from terrestrial soil, plant root rhizosphere, and marine sediments. This research is important to do in an effort to control pathogens in plants through biological control agents.

This study aims to determine Actinomycetes isolates from Taman Firdaus Swamp Soil that have the potential to inhibit the growth of *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. and determine the character and identity of Actinomycetes that have the potential to inhibit the growth of *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. This research was conducted from November 2023 to May 2024 at the Microbiology Laboratory and Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

The stages of this research began with the isolation and purification of Actinomycetes from Taman Firdaus Swamp Soil, followed by rejuvenation of *Colletotrichum capsici*. Then, antagonism testing using the dual culture method and macroscopic and microscopic observations on the antagonism test. Finally, macroscopic characterization, microscopic, and biochemical tests. The results obtained by three Actinomycetes isolates from Taman Firdaus Swamp Soil, ACT 1, ACT2, ACT 3, ACT4 and ACT 5 based on the antagonism test had potential in inhibiting the growth of *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. Isolates ACT 1, ACT 3, and ACT 5 were successfully characterized and identified with ACT 1 and ACT 3 as *Nocardia*, while ACT 3 as *Streptomyces*.

Keywords : Actinomycetes, biocontrol, *Colletotrichum capsici*, dual culture method, *Nocardia*, *Streptomyces*, swampland

**Potensi Antagonisme Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus
terhadap Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098**

**Sabrilya Assya
08041282025026**

RINGKASAN

Jamur *Colletotrichum* spp. khususnya *Colletotrichum capsici* merupakan jamur patogen penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai. Upaya pengendalian penyakit antraknosa yang dilakukan sampai saat ini adalah aplikasi fungisida sintetik. Agen pengendali hayati merupakan penggunaan organisme hidup, proses biologis atau produk dari proses biologis untuk mengurangi atau menekan kelimpahan organisme penyebab penyakit dan menghindari kontak organisme patogen dengan organisme berguna. Penggunaan agen pengendali hayati sebagai alternatif dalam meminimalkan penggunaan fungisida kimia karena mengandung senyawa antijamur contohnya Actinomycetes Actinomycetes mempunyai habitat yang luas dan dapat diisolasi dari tanah terestrial, rizosfer akar tanaman, dan sedimen laut. Penelitian ini penting untuk dilakukan dalam upaya pengendalian patogen pada tanaman melalui agen pengendali hayati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolat Actinomyetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. dan mengetahui karakter serta identitas Actinomycetes yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 sampai dengan Mei 2024 di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Tahapan penelitian ini diawali dengan isolasi dan pemurnian Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus, dilanjutkan dengan peremajaan *Colletotrichum capsici*. Kemudian, pengujian antagonisme metode *dual culture* serta pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada uji antagonisme. Terakhir, karakterisasi makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia. Hasil yang diperoleh tiga isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus yaitu ACT 1, ACT2, ACT 3, ACT4 dan ACT 5 berdasarkan uji antagonis berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. Isolat ACT 1, ACT 3, dan ACT 5 berhasil dikarakterisasi dan diidentifikasi dengan ACT 1 dan ACT 3 sebagai *Nocardia*, sedangkan ACT 3 sebagai *Streptomyces*

Kata kunci : Actinomycetes, biokontrol, *Colletotrichum capsici*, metode *dual Culture*, *Nocardia*, *Streptomyces*, tanah rawa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	ix
RINGKASAN	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Actinomycetes	5
2.1.1. Karakteristik Actinomycetes.....	5
2.1.2. Actinomycetes sebagai Agen Biokontrol.....	6
2.2. Tanah Rawa	7
2.2.1. Jenis Tanah Rawa	7
2.2.2. Mikroorganisme di Tanah Rawa.....	8
2.3. Fungi <i>Colletotrichum capsici</i>	9
2.4. Penyakit Antraknosa.....	11
2.4.1. Penyebab Penyakit Antraknosa.....	11
2.4.2. Upaya Pengendalian Penyakit Antraknosa	13
2.5. Mekanisme Antagonis Actinomycetes terhadap Fitopatogen	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Tempat.....	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Cara Kerja.....	21
3.3.1. Pembuatan Medium dan Sterilisasi Alat dan Bahan.....	21
3.3.2. Pengambilan Sampel.....	22

3.3.3. Isolasi Actinomycetes	23
3.3.4. Pemurnian Actinomycetes	23
3.3.5. Peremajaan <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC.13.1098.....	24
3.3.6. Uji Antagonis Metode Biakan Ganda (Dual Culture).....	24
3.3.7. Pengamatan Mikroskopis Mekanisme Antagonisme Actinomycetes terhadap <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC.13.1098 Melalui Mikroskop Cahaya.....	26
3.3.8. Karakterisasi dan Identifikasi Actinomycetes yang Berpotensi sebagai Agen Biokontrol	27
3.3.8.1. Karakterisasi Morfologi Secara Makroskopis	27
3.3.8.2. Karakterisasi Morfologi Secara Mikroskopis	27
3.3.8.3. Uji Biokimia.....	28
3.3.8.3.1. Uji Hidrolisis Pati	28
3.3.8.3.2. Uji Hidrolisis Gelatin.....	28
3.3.8.3.3. Uji Hidrolisis Kasein.....	28
3.3.8.3.4. Uji Hidrolisis Urea.....	29
3.3.8.3.5. Uji Pemanfaatan Sumber Karbon	29
3.3.8.3.6. Uji Katalase.....	29
3.3.8.3.7. Uji Kebutuhan Oksigen.....	29
3.3.8.3.8. Uji Toleransi pH	30
3.3.8.4. Identifikasi Actinomycetes yang Berpotensi sebagai Agen Biokontrol	30
3.3.9. Variabel Pengamatan.....	30
3.3.10. Penyajian Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Isolasi dan Pemurnian Actinomycetes dari Tanah Rawa	31
4.2. Antagonisme Isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa terhadap Fungi <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC.13.1098	34
4.3. Karakterisasi dan Identifikasi Actinomycetes yang Berpotensi sebagai Agen Biokontrol	42
4.3.1. Isolat Actinomycetes ACT1	42
4.3.2. Isolat Actinomycetes ACT3.....	59
4.3.3. Isolat Actinomycetes ACT5.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Morfologi makroskopik dan mikroskopik <i>C. capsici</i>	10
Gambar 2.2. Buah cabai yang terserang penyakit antraknosa	12
Gambar 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel tanah di Tanah Rawa Taman Firdaus, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan	22
Gambar 3.2. Skema uji antagonis	25
Gambar 4.1. Koloni Actinomycetes hasil pemurnian	31
Gambar 4.2. Hasil uji antagonisme isolat ACT 1, ACT 3, dan ACT 5 terhadap <i>C. capsici</i>	37
Gambar 4.3. Pengamatan mekanisme mikroskopik antagonisme isolat Actinomycetes terhadap <i>Colletotrichum capsici</i>	39
Gambar 4.4. Karakter mikroskopis isolat ACT 1	45
Gambar 4.5. Karakter mikroskopis isolat ACT 3	51
Gambar 4.6. Karakter mikroskopis isolat ACT 5	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Karakter makroskopis isolat Actinomycetes.....	32
Tabel 4.2. Persentase penghambatan Atinomycetes terhadap <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC.13.1098	35
Tabel 4.3. Karakter makroskopis isolat Actinomycetes ACT1	42
Tabel 4.4. Karakter morfologi makroskopis isolat Actinomycetes ACT1.....	43
Tabel 4.5. Karakteristik isolat ACT1 berdasarkan uji biokimia	46
Tabel 4.6. Karakter makroskopis isolat Actinomycetes ACT3	49
Tabel 4.7. Karakter morfologi makroskopis isolat Actinomycetes ACT3.....	50
Tabel 4.8. Karakteristik isolat ACT3 berdasarkan uji biokimia	52
Tabel 4.9. Karakter makroskopis isolat Actinomycetes ACT5	54
Tabel 4.10. Karakter morfologi makroskopis isolat Actinomycetes ACT5	55
Tabel 4.11. Karakteristik isolat ACT5 berdasarkan uji biokimia	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi medium yang digunakan	73
Lampiran 2. Proses pengambilan sampel tanah rawa di Taman Firdaus	75
Lampiran 3. Hasil isolasi Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus	76
Lampiran 4. Hasil pemurnian isolat Actinomycetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus	77
Lampiran 5. Bentuk makroskopis koloni Actinomycetes pada medium SCA, <i>Oatmeal Agar</i> , <i>Yeast Extract-Malt Extract Agar</i> , dan <i>Inorganic Salt Starch Agar</i>	78
Lampiran 6. Karakteristik koloni bakteri	79
Lampiran 7. Uji antagonisme isolat Actinomycetes terhadap <i>Colletotrichum capsici</i>	80
Lampiran 8. Data jari-jari fungi <i>Colletotrichum capsici</i>	81
Lampiran 9. Karakterisasi isolat Actinomycetes yang Berpotensi sebagai agen Biokontrol terhadap <i>Colletotrichum capsici</i>	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman cabai merupakan salah satu bahan mentah sayuran yang penting di Indonesia dan diutamakan pengembangannya sesuai dengan permintaan yang semakin meningkat. Proses kelanjutan hasil pengolahan tanaman cabai mengalami gangguan disebabkan pengaruh makhluk hidup baik makroskopis maupun mikroskopis seperti pada patogen dan serangga. Tanaman cabai adalah tanaman yang utama mengalami penyakit Antraknosa yang disebabkan oleh jamur patogen yaitu jamur *Colletotrichum* spp. (Prihatiningsih *et al.*, 2020).

Jamur *Colletotrichum* spp. khususnya *Colletotrichum capsici* merupakan jamur patogen yang dapat menyebabkan penyakit antraknosa pada tanaman cabai. Penyakit ini bergejala mati pucuk yang berlanjut ke bagian tanaman sebelah bawah. Daun, ranting dan cabang menjadi kering berwarna coklat kehitam-hitaman. Pada batang cabai, aservulus fungi terlihat seperti tonjolan (Inaya *et al.*, 2022).

Usaha untuk mengatasi antraknosa seperti penerapan fungisida buatan merupakan usaha pengendalian yang saat ini masih dianggap mudah dan memiliki pengaruh yang cepat. Fungisida yang digunakan dengan banyak jenis, jarak penyemprotan yang dekat, dan memiliki dosis yang tinggi dapat membahayakan lingkungan dan organisme bukan sasaran. Solusi dalam mengatasi hal tersebut yaitu dengan menggunakan agen pengendali hayati (Nurmayulis *et al.*, 2013). Penggunaan agen pengendali hayati sebagai alternatif dalam meminimalkan

penggunaan fungisida kimia karena mengandung senyawa antijamur contohnya Actinomycetes (Nurjasmi dan Suryani, 2017).

Agen pengendali hayati merupakan penggunaan organisme hidup, proses biologis atau produk dari proses biologis untuk mengurangi atau menekan kelimpahan organisme penyebab penyakit dan menghindari kontak organisme patogen dengan organisme berguna, sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan yang ditimbulkan dari organisme patogen (Prabawati *et al.*, 2019). Penggunaan agen pengendali hayati merupakan salah satu alternatif pengelolaan organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan. Pemanfaatan mikroba antagonis dapat meminimalisasi dampak kerusakan pada tanaman (Gusnadi *et al.*, 2023).

Actinomycetes mempunyai habitat yang luas dan dapat diisolasi dari tanah terestrial, rizosfer akar tanaman, dan sedimen laut. Actinomycetes menghasilkan beberapa metabolit sekunder bioaktif dengan sifat antibakteri, antijamur, dan antivirus. Actinomycetes termasuk bakteri uniseluler dengan pewarnaan gram positif, tersebar luas di lingkungan hidup dari habitat yang berbeda, produsen terkenal serta penting dari beberapa metabolit sekunder bioaktif, antibiotik, dan faktor pemacu pertumbuhan. Actinomycetes sangat mirip dengan jamur, meskipun bentuk hifanya jauh lebih kecil daripada jamur (Elshafie dan Camele, 2022).

Actinomycetes umumnya memiliki lingkungan tempat hidup pada daerah terestrial dan perairan. Actinomycetes adalah organisme tanah yang cukup melimpah dan bertindak penting dalam proses dekomposisi. Faktor yang mempengaruhi kelimpahan Actinomycetes tersebut disebabkan oleh bahan organik tanah, habitat secara geografis, jenis tanah, dan budidaya (Agadagba, 2014). Rawa

termasuk tanah datar yang selalu tergenang air yang bersifat temporer dan permanen. (Kurnia *et al.*, 2021). Tanah rawa terbentuk akibat sedimentasi mineral dan organik yang berasal dari pengikisan daratan (Gazali dan Fathurrahman, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nara (2021), ditemukan isolat Actinomycetes yang berhasil diisolasi di Tanah Rawa sebanyak 4 isolat yang memiliki kemampuan sebagai agen pengendali hayati dengan persentase daya penghambatan $\geq 70\%$. Keempat isolat tersebut memiliki daya hambat dengan kategori kuat terhadap fungi *Colletotrichum capsici* dan diidentifikasi sebagai *Streptomyces*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ferina *et al.*, (2022), ditemukan sebanyak 19 isolat Actinomycetes di Hutan Pinus Gunung Bunder Jawa Barat dengan 17 isolat yang berhasil dimurnikan dan memiliki kemampuan daya hambat dengan persentase $>50\%$. Persentase tertinggi yaitu 85,10% dan terendah yaitu 62,75%. Semua isolat tersebut diidentifikasi sebagai *Streptomyces*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah isolat Actinomyetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098?

2. Bagaimana karakter dan identitas Actinomycetes yang berpotensi tiga tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yakni sebagai berikut :

1. Untuk menentukan isolat Actinomyetes dari Tanah Rawa Taman Firdaus yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098.
2. Untuk menentukan karakter dan identitas Actinomycetes yang berpotensi tiga tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah dapat menjadi solusi dalam hal pengendalian penyakit antraknosa pada cabai melalui agen pengendali hayati menggunakan bakteri Actinomycetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdila, A., Japarang, N., Agustin, N., Hafni, W., Annisi, A. D., Karim, H., Azis, A. A., Junda, M., dan Jumadi, O. (2022). Populasi Mikroorganisme Tanah pada Lahan Jagung setelah Aplikasi Pupuk Poliakrilat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 27(1): 18-21.
- Abdullah, Almuhardi, I., dan Rahmawati, A. (2020). Aktivitas Antibakteri Actinomycetes Asal Desa Cempaka Kapuas Hulu Kalimantan Barat terhadap Enteropatogenik Gastroenteritis. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*. 13(1): 20-30.
- Abidin, Z. A. Z., Malek, N. A., Zainuddin, Z., dan Cowdhury, A. J. K. (2016). Selective isolation and antagonistic activity of actinomycetes from mangrove forest of Pahang, Malaysia. *Frontiers in Life Science*. 9(1): 24-31.
- Aderiye, B.I dan Oluwole, O.A. (2015). Antifungal Agents That Target Fungal Cell Wall Components: A Review. *Agricultural and Biological Sciences Journal*. 1(5): 206-216.
- Agadagba, S. K. (2014). Isolation of Actinomycetes from Soil. *Journal of Microbiology Research*. 4(3): 136-140.
- Akshatha, S. J. dan Kalyani, M. I. (2022). Evaluation of Mangrove Soil *Streptomyces* spp. Exhibiting Culture and Biochemical Variation for Determination of Antibacterial Activity. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 16(4): 2458-2476.
- Alimuddin, Widada, J., Asmara, W., 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. *Indonesian Journal of Biotechnology*. 16(1): 1-10.
- Aminnullah, R., Bahar, M., Muktamiroh, H., dan Sandra, O. (2020). Efektivitas Isolat Actinomycetes dari Tanah Kebun Raya Bogor sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* secara *In Vitro*. *Bioeduscience*. 4(1): 90-96.
- Anggraeni, W., Wardoyo, E. R. P., dan Rahmawati. (2019). Isolasi dan Identifikasi Jamur pada Buah Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang Bergejala Antraknosa dari Lahan Pertanian di Dusun Jeruk. *Protobiont*. 8(2): 94-100.
- Anggraini, W. (2015). Isolasi Actinomycetes dengan Menggunakan Metode Skrining Sebagai Penghasil Enzim Kitinase. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*., 4(1):85-95.
- Armaida, E. dan Khotimah, D. S. (2016). Karakterisasi Actinomycetes yang Berasosiasi dengan Porifera (*Axinella* spp.) dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*. 5(1): 68-73.

- Armaida, E. dan Khotimah, D. S. (2016). Karakterisasi Actinomycetes yang Berasosiasi dengan Porifera (*Axinella* spp.) dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*. 5(1): 68-73.
- Aryani, I., Lisnawita, dan Lubis, L. (2019). Keragaman Jamur Antagonis pada Rhizosfer Karet (*Hevea brassiliensis* Muell.Arg.) Sehat dan Terserang Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus* (Swartz: Fr). *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 7(2): 376-382.
- Astika, R., Ihsan, M., dan Yusuf, A. I. (2023). Aktivitas Enzim Kitinase Actinobacteria Asal Perkebunan Kelapa Sawit PTPN VI Muaro Jambi dalam Menghambat *Ganoderma boninense*. *Biospecies*. 16(1): 6-15.
- 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
- Beier, S. dan Bertilsson, S. (2013). Bacterial Chitin Degradation—Mechanisms and Ecophysiological Strategies. *Frontiers In Microbiology*. 4(1): 1-12.
- Carmona-Hernandez, S., Reyes-Perez, J.J., Chiquito-Contreras, R. G., Cerdan-Cabrera, C. R., dan Hernandez-Montiel, L. G. (2019). Biocontrol of Postharvest Fruit Fungal Diseases by Bacterial Antagonists: A Review. *Agronomy*. 9(3): 1-15.
- Coelho, L. M., Aquino-Ferreira, R., Maffei, C. M. L., dan Martinez-Rossi, N. M. (2008). In vitro antifungal drug susceptibilities of dermatophytes microconidia and arthroconidia. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 62(4): 758–761.
- Diaz-Santana, P., Fernandez, A., Diaz-Delgado, J., Vela, A. I., Dominguez, L., Suarez-Santana, C., Puig-Lozano, R., Fernandez-Maldonado, C., Sierra, E., dan Arbelo, M. (2022). Nocardiosis in Free-Ranging Cetaceans from the Central-Eastern Atlantic Ocean and Contiguous Mediterranean Sea. *Animals*. 12(4): 1-434.
- Djaya, A. A., Supriati, L., dan Noo, S. M. (2015). Efektivitas Dosis Actinokompos terhadap Penyakit Layu Fusarium dan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal Agri Peat*. 16(2): 107-113.
- Djebaili, R., Pellegrini, M., Bernandi, M., Smati, M., Kitouni, M., dan Gallo, M. D. (2021). Biocontrol Activity of Actinomycetes Strains against Fungal and Bacterial Pathogens of *Solanum lycopersicum* L. and *Daucus carota* L.: In Vitro and In Planta Antagonistic Activity. *Biology and Life Sciences Forum*. 4(1): 1-6.

- Doss, J. J. dan Singh, A. R. J. (2021). Isolation, Characterization, and Antimicrobial Activity of Actinomycetes Isolated from Garden Soil. *The holistic approach to environment*. 11(1): 1-12.
- Effendi, D. S., Abidin, Z., dan Prastowo, B. (2014). Model Percepatan Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Lebak Berbasis Inovasi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 7(4): 177-186.
- Elshafie, H. S. dan Camele, I. (2022). Rhizospheric Actinomycetes Revealed Antifungal and Plant-Growth-Promoting Activities under Controlled Environment. *Plants*. 11(14): 1-11.
- Fatimah, Suroiyah, F., Solikha, N., Rahayuningtyas, N. D., Surtiningsih, T., Nurhariyati, T., Ni'Matuzahroh, Affandi, M., Geraldi, A., dan Thontowi, A. (2022). Antimicrobial activity of actinomycetes isolated from mangrove soil in Tuban, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(6): 2957-2965.
- Ferina, O. D., Nurjasmii, R., dan Suryani. (2022). Isolasi dan Uji Aktivitas Antifungi Actinomycetes Hutan Pinus Gunung Bunder Bogor Jawa Barat terhadap *Colletotrichum capsici*. *Jurnal Ilmiah Respati*. 13(2): 102-115.
- Fitri, L., Bessania, M.A., Septi, N., dan Suhartono. (2021). Isolation and characterization of soil actinobacteria as cellulolytic enzyme producer from Aceh Besar, Indonesia. *Biodiversitas*. 22(11): 5169-5180.
- 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.JDF. *Jurnal Biologi Makassar*. 5(1): 111-120.
- Gazali, A. dan Fathurrahman. (2019). Tinjauan Aspek Tanah Dalam Pengelolaan Daerah Rawa Pasang Surut Di Kalimantan Selatan. *SPECTA Journal of Technology*. 3(1): 13-24.
- Gebreyohannes, G., Moges, S., Sahile, S., dan Raja, N. (2013). Isolation and Characterization of Potential Antibiotic Producing Actinomycetes from Water and Sediments of Lake Tana, Ethiopia. *Asian Pac J Biomed*. 3(6): 426-435.
- Ginting, S. S. B., Suryanto, D., dan Desrita. (2018). Isolasi dan karakterisasi bakteri potensial probiotik pada saluran pencernaan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 5(1): 23-29.
- Gomes, A. B., Dias, L. B. L., dan Miranda, R. C. M. (2018). Actinomycetes Bioactive Compounds: Biological Control of Fungi and Phytopathogenic Insect. *African Journal of Biotechnology*. 17(17): 552-559.
- 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.

- Gusnadi, B., Advinda, L., Anhar, A., Putri, I. L. E., dan Chatri, M. (2023). *Pseudomonas fluorescens* Sebagai Agen Biokontrol Pengendali Berbagai Penyakit Tanaman. *Serambi Biologi*. 8(2): 123-128.
- Gustiana, T., Rozirwan, Ulqodry, T. Z. (2021). Actinomycetes yang diisolat dari mangrove *Rhizophora apiculata* di perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 23(3): 140-149.
- Hakim, A., Syukur, M., dan Widodo. (2014). Ketahanan Penyakit Antraknosa terhadap Cabai Lokal dan Cabai Introduksi. *Bul. Agrohorti*. 2(1): 31-36.
- Hanudin, Nuryani, W., dan Marwoto, B. (2016). Induksi Resistensi Tanaman Krisan Terhadap *Puccinia horiana* P. Henn. Dengan Menggunakan Ekstrak Tanaman Elisitor (*Resistance Induction of Chrysanthemum Plant to Puccinia horiana* P. Henn Using Elicitor Plant Extracts). *Jurnal Hortikultura*. 26(2): 245-256.
- Hardono, T. dan Supriyadi, K. (2020). Modifikasi Autoclave Berbasis Atmega328 (Suhu). *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*. 1(2): 59-65.
- Herwidayarti, K. H., Ratih, S. dan Sembodo, D. R. J. (2013). Keparahan Penyakit Antraknosa pada Cabai (*Capsicum annum* L.) dan Berbagai Jenis Gulma. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 102-106.
- HiMedia Laboratories. (2015). ISP Medium No. 4 (Inorganic Salt Starch Agar). Online. <http://himedialabs.com/TD/M359.pdf>. (Diakses 05 Oktober 2023).
- HiMedia Laboratories. (2015). Starch Agar. Online. <http://himedialabs.com/TD/M107S.pdf>. (Diakses 05 Oktober 2023).
- HiMedia Laboratories. (2017). Tryptone Soya Agar Plate. Online. <https://himedialabs.com/TD/SP290.pdf>. (Diakse 05 Oktober 2023).
- HiMedia Laboratories. (2018). SM Agar. Online. <http://himedialabs.com/td/m763.pdf>. (Diakses 05 Oktober 2023).
- HiMedia Laboratories. (2019). Nutrient Gelatin. Online. <http://www.himedialabs.com/TD/M060.pdf>. (Diakses 05 Oktober 2023).
- Hoza, A. S., Mfinanga, S. G. S., Moser, I., dan Konig, B. 2017. Isolation, biochemical and molecular identification of *Nocardia* species among TB suspects in northeastern, Tanzania; a forgotten or neglected threat. *BMC Infectious Diseases*. 17(407): 1-9.
- Hussein, A. M. S., Shedeed, N. A., Abdel-Kalek, H. H., dan El- Din, H. A. S. (2011). Antioxidative, Antibacterial and Antifungal Activities of Tea Infusions from Berry Leaves, Carob and Doum. *Pol. J. Food Nutr*. 61(3): 201-209.

- Inaya, N., Meriem, S. dan Masriany. (2022). Identifikasi Morfologi Penyakit Tanaman Cabai (*Capsicum* sp.) yang Disebabkan Oleh Patogen dan Serangan Hama Lingkup Kampus UIN Alauddin Makassar. *Jurnal Mahasiswa Biologi*. 2(1): 8-15.
- Istiana, N., Roza, R. M. dan Martina, A. (2015). Uji Aktivitas Actinomycetes Lahan Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau sebagai Biokontrol terhadap *Gonoderma boninense* (Pat.). *Jurnal JOM FMIPA*. 2(2): 1-8.
- Jahra, Ilmi, N., dan Rahim, I. (2019). Karakterisasi Morfologi Cendawan *Colletotrichum* pada Rhizosfer Tanaman Cabe. *Prosiding Seminar Nasional*. 2. 277-282.
- Kandi, V. (2015). *Nocardia* Infections: A Review of Pulmonary Nocardiosis. *Cureus*. 7(8): 1-6.
- Katili AS, Yuliana R. (2017). Isolation of Actinomycetes from Mangrove Ecosystem in Torosiaje, Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas*. 18(2): 826-833.
- Kawuri, R. (2016). Isolasi dan Identifikasi *Streptomyces* sp. pada Rhizosfer Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca*) di Desa Pendem Jembrana Bali. *Jurnal Metamorfosa*. 3(2): 140-148.
- Kurnia, S., Astriani, M., dan Hidayat, S. (2021). Persepsi Masyarakat Terhadap Fungsi Rawa Di Daerah Musi Rawas. *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*. 8(1): 22-28.
- Kurniati, D. I., Ardiningsih, P., dan Nofiani, R. (2019). Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Actinomycetes Berasosiasi dengan Koral. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 8(2): 46-54.
- Lestari, S. A., Kulsum, U., dan Ramdan, E. P. (2021). Efikasi Beberapa Agens Hayati terhadap Penekanan Pertumbuhan *Pyricularia grisea* secara In Vitro. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 23(1): 31-36.
- Lestari, Y. dan Mukhlis. (2017). *Mikroba Potensial Pada Ekosistem Lahan Rawa*. Balittra: Banjarbaru.
- Li, Q., Chen, X., Jiang, Y., and Jiang, C. (2016). Morphological Identification of Actinobacteria Chapter 3.
- Luo, Q., Hiessl, S., dan Steinbuchel, A. (2014). Functional diversity of *Nocardia* in metabolism. *Environmental Microbiology*. 16(1): 29-48.
- Mahdalena dan Ardiningsih, P. (2019). Isolasi dan Uji Aktivasi Antibakteri Actinomycetes Berasosiasi dengan Spons. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 8(2): 28-33.
- Mahmud, N. U. (2021). Studi Pengembangan Lahan Rawa Lebak Polder Alabio Hulu Sungai Utara Kalimantan Selatan. *Paduraksa*. 10(1): 13-24.

- Manalu, J., Rahmawati, dan Nurhidayat, N. (2019). Aktivitas Antifungi Isolat Actinomycetes dari Sumber Air Panas Ai Sipatn Lotup Sanggau Terhadap Isolat *Hortaea werneckii* (T1). *Jurnal Protobiont*. 8(1): 69 – 77.
- Maritsa, H. dan Riany, H. (2022). Screening Antagonistik Actinobacteria sebagai Agen Biokontrol terhadap *Ganoderma boninense*. *Jurnal Ilmu Tropika*. 6(1): 60-67.
- Maritsa, H. dan Riany, H. (2022). Screening Antagonistik Actinobacteria sebagai Agen Biokontrol terhadap *Ganoderma boninense*. *Jurnal Silva Tropika*. 6(1): 60-67.
- Marzoug, A. N., Ayari, A., Khaldi, F., Guehria, I., dan Gheid, A. (2023). Effect of *Peganum harmala* L. extract supplemented ISP2 medium on growth and production of secondary metabolites of *Streptomyces ayarius* S115. *Electronic Journal of Biotechnology*. 64(2): 34-41.
- Masniati dan Panggeso, J. (2020). Efektivitas Ekstrak Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) untuk Menekan Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai secara *In-Vitro*. *Jurnal Agrotekbis*. 8(5): 1110-1116.
- Matondang, S. T. D. dan Aini, L. Q. (2022). Eksplorasi Jamur Rizosfer Antagonis terhadap *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal HPT*. 10(2): 85-96.
- Meenakshi, S., Hiremath, J., Meenakshi, M. H., dan Shivaveerakumar, S. (2024). Actinomycetes: Isolation, Cultivation and its Active Biomolecules. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 18(1):118-143.
- Mehta, J. S. dan Jadeja, B. A. (2022). Biochemical and Physiological Characterization of Actinomycetes Isolated from Rhizoperic Regions in The Soils of *Arachis hypogea* L. and *Gossypium herbaceum* L. Near The Gir Wildlife Sanstuary. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 13(8): 267-273.
- Milda, H., Suhartono, dan Yulvizar, C. (2012). Isolation of soil Actinomycetes from Forest Park of Pocut Merah Intan as potential producers of antimicrobial compounds. *Proceedings of The 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University*. 2(1): 307-312.
- Mohseni, M., H. Norouzi, J. Hamedi, 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.
- Mubarak, F., Rante, H., dan Djide, N. (2017). Isolasi dan Aktivitas Antimikroba Actinomycetes dari Tanah Karst Taman Wisata Bantimurung Asal Maros Sulawesi Selatan. *As-Syifaa*. 9(1): 1-10.

- Mulyani, A. S., Bahar, M., Pasiak, T. F., dan Fauziah, C. (2023). Pengaruh Optimasi Waktu Fermentasi dan Kontrol pH pada Aktivitas Antimikroba Actinomycetes terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal Sains Farmasi dan Kliniks*. 10(1): 120-128.
- Mulyani, R. B., Asie, E. R., Oemar, O., Melhanah, dan Damayanti, R. (2024). Efektivitas Seed Coating Berbahan Aktif Jamur Antagonis Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah Pada Bibit Cabai. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 24 (1): 67-79.
- Muzaimah, S. S. A., Idris, A. S., Madihah, A. Z., Dzolkhifli, O., Kamaruzzaman, S., dan Cheong, P. C. H. (2015). Isolation of actinomycetes from rhizosphere of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) for antagonism against *Ganoderma boninense*. *Journal of Oil Palm Research*. 27(1): 19-29.
- Nara, M. E. (2021). Eksplorasi Actinomycetes dari Tanah Rawa sebagai Agen Biokontrol Fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC.13.1098. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Nasution, A. I. (2013). Virulence Factor and Pathogenicity of *Candida albicans* in Oral Candidiasis. *World Journal of Dentistry*. 4(4): 267-271.
- 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.
- Nurjasmii, R. dan Suryani. (2017). Uji Antagonistik Actinomycetes Asal Limbah Kulit Bawang Merah terhadap Patogen Tanaman. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*. 11(2): 718-722.
- Nurjasmii, R. dan Suryani. (2020). Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11(1): 1-12.
- Nurkanto, A. dan Agusta, A. (2015). Identifikasi Molekular dan Karakterisasi Morfo-Fisiologi Actinomycetes Penghasil Senyawa Antimikroba. *Jurnal Biologi Indonesia*. 11(2): 195-203.
- Nurmalinda, A., Mubarik, N. R., dan Sudirman, L. (2020). Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Kitinase Penghambat Pertumbuhan Cendawan Patogen Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(1): 35-42.
- Nurmayulis, Syabana, M. A. dan Syafendra, Y. (2013). Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah dengan Beberapa Bakteri sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Aroekoteknologi*. 5(1): 33-44.
- Nuryanti, S., Fitriana, dan Pratiwi, A. R. (2021). Karakteristik Isolat Bakteri Penghasil Selulosa dari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Farmasi*. 13(1): 71-79.

- Oktarina, Tripama, B., dan Rohmah, W. N. (2017). Daya Hambat Biorasional Ekstrak Sirih dan Tembakau pada *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Cabai. *Agritop*. 15(2): 194-202.
- Ouchari, L, Boukeskase, A., Bouizgarne, B., dan Ouhdouch, Y. (2019). Antimicrobial Potential of Actinomycetes Isolated from The Unexplored Hot Merzouga Desert and Their Taxonomic Diversity. *The Company of Biologists*. 8(1): 1-7.
- Pangemanan, F. E., I. B. G., Darmayasa, dan Wiryanto, J. (2020). Potensi Enzim kitinase Yang Dihasilkan Bakteri Kitinolitik Yang Di Isolasi Dari Limbah Kulit Udang Sebagai Kandidat Biokontrol Dalam Mengendalikan Hama Penyakit Tanaman. *Simbiosis*. 8(1): 1-8.
- Parwati, P. A., Kawuri, R. dan Watiniasih, N. L. (2018). Isolasi Dan Identifikasi *Streptomyces* spp. Penghasil Enzim Kitinase dari Lumpur Selokan. *Jurnal Metamorfosa*. 5(1): 99-104.
- Prabawati, A., Susilowati, A., dan Sugiyarto, S. (2019). Bakteri filosfer padi sebagai kandidat agen biokontrol terhadap *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) penyebab penyakit hawar daun bakteri. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 5(2): 256-262.
- Prasetya, D. dan Abadi, M. F. (2022). Isolasi dan Identifikasi *Streptomyces* sp. Pada Kolam Tanah di Desa Tenggur Tulungagung Jawa Timur. *Meditory*. 10(1): 1-7.
- Prihanto, A. A., Timur, H. D. L., Jaziri, A. A., Nurdaini, R., dan Pradarameswari, K. A. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove *Sonneratia alba* Penghasil Enzim Gelatinase dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indoensian Journal of Halal*. 1(1): 31-42.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A. dan Erminawati. (2020). Komponen Epidemi Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai di Kecamatan Baturraden Kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*. 7(2): 203-212.
- Pujianti. (2014). Isolasi Actinomycetes dari Tanah Kebun sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. *Jurnal Florea*. 1(2): 42-46.
- Putri, R. J., Kawuri, R., Darmadi, A. A. K., dan Narayani, I. (2021). Potensi *Streptomyces* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum acutatum* pada cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) secara in vitro. *Jurnal Biologi Udayana*. 25(2): 197-207.
- Queendy, V. dan Roza, R. M. (2019). Aktivitas Antifungi Isolat Actinomycetes Arboretum Universitas Riau terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. *Al-Kauniyah: 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: Jurnal Ilmu Biologi*. 9(1): 248-260.
- Rangkuti, E. E., Suryanto, D., Nurtjahja, K., dan Munir, E. (2014). Kemampuan Bakteri Endofit Tanaman Semangka dalam Menekan Perkembangan Penyakit Bercak Daun yang Disebabkan oleh Jamur *Colletotrichum* sp. (2014). *Jurnal HPT Tropika*. 14(2): 170-177.
- Ratnakomala S, Lisdiyanti P, Prayitno NR, et al. (2016). Diversity of actinomycetes from Eka Karya Botanical Garden, Bali. *Biotropia*. 23 (1): 10-20.
- Saylendra, A., Rusbana, T. B., dan Herdiani, L. (2015). Uji Antagonis *Pseudomonas* sp. Asal Endofit Perakaran Padi terhadap Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae*) secara In Vitro. *Agrologia*. 4(2): 83-87.
- Sektiono, A. W., Kajariyah, S. N., dan Djauhari, S. (2016). Uji Antagonisme Actinomycetes Rhizosfer dan Endofit Akar Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby. (2016). *Jurnal HPT*. 4(1): 17-23.
- Selim, M. S. M., Abdelhamid, S. A., dan Mohamed, S. S. (2021). Secondary Metabolites and Biodiversity of Actinomycetes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 19(72): 1-13.
- Setianto, R., Wulandari, S., dan Nuraini, F. R. (2020). Optimasi Pertumbuhan Isolat Actinomycetes Kode A135 Berdasarkan Media Pertumbuhan, pH Dan Waktu Produksi Metabolit Sekunder. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 1(2): 27-32.
- Setiawati, A., Oktaviani, L., Imani, S. P., Surtikanti, H. K., dan Priyandoko, D. (2024). Bakteri yang berperan dalam proses pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah organik: Kajian pustaka. *Bioculture Journal*. 1(2): 59-67
- Sihombing, Y. N. (2022). Potensi Actinomycetes dari Tanah Rawa sebagai Antifungi terhadap *Candida parapsilosis*. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Silva, G. C., Kitano, I. T., Ribeiro, I. A. F., dan Lacava, P. T. (2022). The Potential Use of Actinomycetes as Microbial Inoculants and Biopesticides in Agriculture. *Frontiers in Soil Science*. 2(1): 1-20.
- Sofariyanti, A. E., Sasongkowati, R., dan Anggraini, A. D. (2019). Aktivitas Antibakteri Actinomycetes di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya yang Antagonis terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Analisis Kesehatan Sains*. 8(2): 738-748.

- Soleimani, M., Masoumi, A., Khodavaisy, S., Heidari, M., Haydar, A. A., dan Izadi, A. (2020). Current diagnostic tools and management modalities of *Nocardia keratitis*. *Journal of Ophthalmic Inflammation and Infection*. 10(36): 1-6.
- Srideepthi, R., Lakshmisahitya, Suneetha, P., dan Krishna M, S, R. 2017. Morphological, Pathological and Molecular Diversity of *Colletotrichum capsici* inciting Fruit Rot in Chilli (*Capsicum Annuum* L.). *Research Journal of Biotechnology*. 12(4): 14-21.
- Sriyanti, N. L. G., Suprpta, D. N., dan Suada, I. K. (2015). Uji Keefektifan Rizobakteri dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* spp. Penyebab Antraknosa pada Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(1): 53-65.
- Sudarma, I. M. (2010). Seleksi dan Pemanfaatan Actinomycetes sebagai Mikroba Antagonis yang Ramah Lingkungan terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense secara in vitro. *Ecotrophic*. 5(2): 104-107.
- Sudirga, S. K. (2016). Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum* spp. Isolat PCS Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) di Bali. *Jurnal Metamorfosa*. 3(1): 23-30.
- Sukmawaty, E., Sari, S. R., dan Masri, M. (2020). Characterization of Soil Actinomycetes From Malino Pine Forest Rhizosphere of South Sulawesi. *Elkawnie*. 6(2): 315- 328.
- Suloi, A. F., Nurmiati, dan Suhartini, W. (2022). Eksplorasi Bakteri Actinomycetes Asli Papua Barat Sebagai Pewarna Makanan Alami dan Antimikroba. *Jurnal Teknologi Terapan*. 6(2): 142-148.
- Suloi, A. F., Nurmiati, dan Suhartini, W. (2022). Eksplorasi Bakteri Actinomycetes Asli Papua Barat Sebagai Pewarna Makanan Alami dan Antimikroba. *Jurnal Teknologi Pangan*. 6(2): 142-148.
- Supriati, L. dan Djaya, A. A. (2015). Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Merah Menggunakan Agen Hayati *Trichoderma harzianum* dan *Actinomycetes*. *Jurnal Agri Peat*. 16(1): 20-26.
- Suryani, S., R.M. Roza, dan A. Martina. (2014). Seleksi dan Uji Anti Bakteri Actinomyces spesies Asal Tanah Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau Terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. *JOM FMIPA*. 17(2): 37-41.
- Susanti, A., Afifah, N., dan Febrianti, R. (2021). Penekanan Jamur Endofit terhadap Patogen pada Tanaman Jambu Bolgondang Manis. *Jurnal Viabel Pertanian*. 15(1): 1-15.
- Syahputra, F. (2019). Prospek Lahan Sawah Lebak untuk Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Indonesian Journal of Socio Economics*. 1(2): 109-114.

- Takehana, Y., Umekita, M., Hatano, M., Kato, C., Sawa, R., dan Igarashi, M. (2017). Fradiamine A, A New Siderophore from The Deep-sea Actinomycete *Streptomyces fradiae* MM456M-mF7. *The Journal of Antibiotics*. 70(5): 611-615.
- Tambunan, V. O., Bahar, M., Pramono, A., Fauziah, C., Yusmaini, H., dan Zulfa, F. (2022). Potensi Daya Hambat Filtrat Zat Metabolit Actinomycetes dari Kebun Raya Bogor terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* dan *Malassezia furfur*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(1): 66-73.
- Tefa, A., Widajati, E., Syukur, M., dan Giyonto. (2016). Pemanfaatan Bakteri Probiotik untuk Menekan Infeksi *Colletotrichum acutatum* dan Meningkatkan Mutu Benih Cabai (*Capsicum annum*, L.) Selama Penyimpanan. *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 1(1): 38-42.
- Thanh, T.N., Nhung, H.T., Thuy, N.T., Ngoc Lam, T.T., Thi Giang, P., Ngoc Lan, T., Viet, N.V., dan V.T. Man. (2014). The Diversity and Antagonistic Ability of *Trichoderma* spp. on the *Aspergillus flavus* Pathogen on Peanuts in The North Center of Vietnam. *World Journal of Agricultural Research*. 2(6): 291-295.
- Thermo Fisher Scientific. (2008). Simmons Citrate Agar. Online. http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0155&c=UK&lang=EN (Diakses 05 Oktober 2023).
- Torres-Rodriguez, J. A., Reyes-Perez, J. J., Quinones-Aguilar, E. E., dan Hernandez-Montiel, L. G. (2022). Actinomycete Potential As Biocontrol Agent of Phytopathogenic Fungi: Mechanisms, Source, and Applications. *Plants*. 11(23): 1-15.
- Udhayakumar, K., Ramalingam, S., Saravanan, R., dan Dheebea. (2017). Extraction of Actinomycetes (*Streptomyces* sp.) Pigment and Evaluation of its Anticancer Property on HeLa Cell Line. *Der Pharma Chemica*. 9(24): 106-113.
- Utarti, E., Suwanto, A., Suhartono, M. T., dan Meryandini, A. (2020). Identifikasi Actinomiset Selulolitik dan Xilanolitik Indigenous. *Berkala Sainstek*. 8(1): 1-5.
- Vishwanatha, B. T., Babu K, G., Padmashri, Malagi, S. B., Dandin, C. J., dan Nayaka, S. (2017). Isolation, Identification and Characterization of *Streptomyces* sp. SN-2. *Biosciences Biotechnology Research Asia*. 14(4): 1401-1407.
- Wang, C., Wang, Z., Qiao, X., Li, Z., Li, F., Chen, M., Wang, Y., Huang, Y., dan Cui, H. (2013). Antifungal activity of volatile organic compounds from *Streptomyces alboflavus* TD-1. *FEMS Microbiol Lett*. 341(1): 45-51.

- Weber T, P Charusanti, EM Musiol-Kroll, X Jiang, Y Tong, HU Kim and SY Lee. (2015)., Metabolic Engineering of Antibiotic Factories: New Tools for Antibiotic Production in Actinomycetes. *Trends in Biotechnology*. 33 (1):15-26.
- Wulandari, S. dan Sulistyani, N. (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.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, Indarti, S., dan Sayekti, R. R. S. (2021). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrinova: Journal of Agrotechnology Inovation*. 4(2): 16-19.
- Yan, Z. K. dan Anh, V. T. T. (2018). Effect of Trichoderma sp. on Anthracnose Disease of Stored Chilli. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*. 8(2): 90-102.
- Zafitra, Elfina, Y., dan Ali, M. (2017). Uji Antagonis Jamur Trichoderma, Verticillium dan Torulomyces terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Secara *In Vitro*. *Jurnal JOM Faperta*. 4(1): 1-6.
- Zhang, B. H., Cheng, J., Chen, W., Li, H. Q., Yang, J. Y., Park, D. J., Kim, C. J., Shen, R., Duan, Y. Q., dan Li, W. J. (2015). *Streptomyces lushanensis* sp. nov., a novel actinomycete with anti-cyanobacterial activity. *The Journal of Antibiotics*. 68(1): 5-8.