

**PENGARUH AGENSIA ANTAGONIS  
TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT LAYU FUSARIUM  
DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**CARSINAH  
1914191005**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### PENGARUH AGENSIA ANTAGONIS TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT LAYU FUSARIUM DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)

Oleh

CARSINAH

Salah satu penyakit yang sering dijumpai pada tanaman bawang merah ialah penyakit moler, yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tiga agensia antagonis (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *Paenibacillus polymyxa*) terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium acutatum* secara *in vitro*, masa inkubasi, keterjadian penyakit, dan pertumbuhan tanaman bawang merah (tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah dan bobot kering). Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai Agustus 2023, terdiri dari pengujian secara *in vitro* dan *in planta*. Perlakuan pada uji *in vitro* disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan, sedangkan pada uji *in planta* disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 5 ulangan. Hasil uji *in vitro* menunjukkan bahwa ketiga agensia antagonis yang diuji secara sangat nyata menghambat pertumbuhan *F. acutatum*. Hasil uji *in planta* menunjukkan bahwa semua agensia antagonis yang diuji dapat memperpanjang masa inkubasi. Perlakuan *S. hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* dapat menekan keterjadian penyakit dan meningkatkan tinggi tanaman bawang merah. Perlakuan *Trichoderma* sp. dapat menekan keterjadian penyakit sama seperti *S. hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan lainnya. Perlakuan *P. polymyxa* secara nyata meningkatkan jumlah daun, bobot basah dan kering, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan lainnya.

Kata kunci: bawang merah, penyakit moler, *Paenibacillus polymyxa*,  
*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp.

**PENGARUH AGENSIA ANTAGONIS  
TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT LAYU FUSARIUM  
DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**Oleh**

**CARSINAH**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Proteksi Tanaman  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**



Judul Skripsi : **PENGARUH AGENSIA ANTAGONIS TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT LAYU FUSARIUM DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

Nama Mahasiswa : **Carsinah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914191005

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

**Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc.**  
NIP 196201071986032001

**Ir. Solikhin, M. P.**  
NIP 196209071989031002

2. **Ketua Jurusan Proteksi Tanaman**

**Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M. P.**  
NIP 198108152008122001

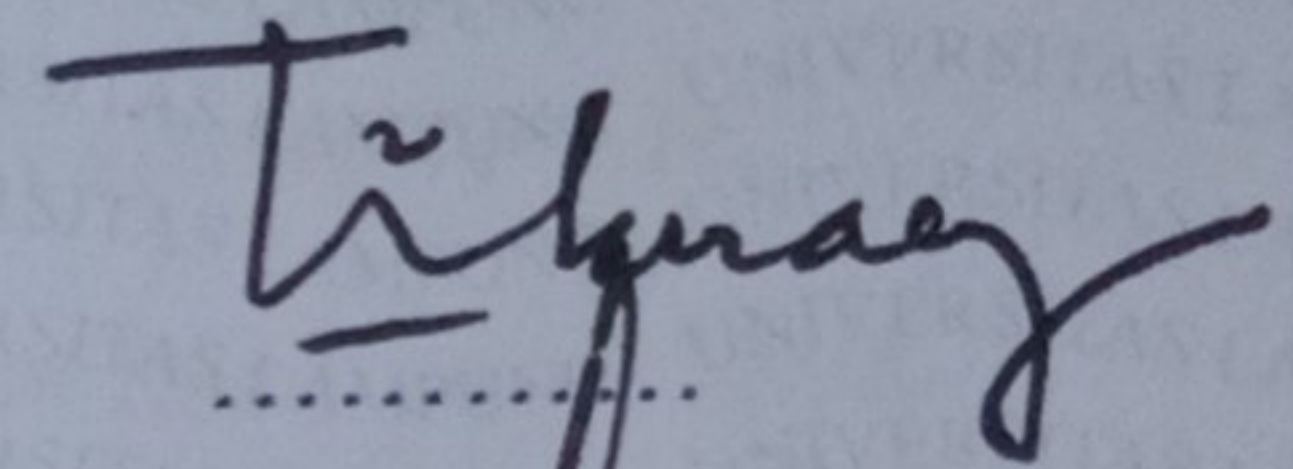


**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

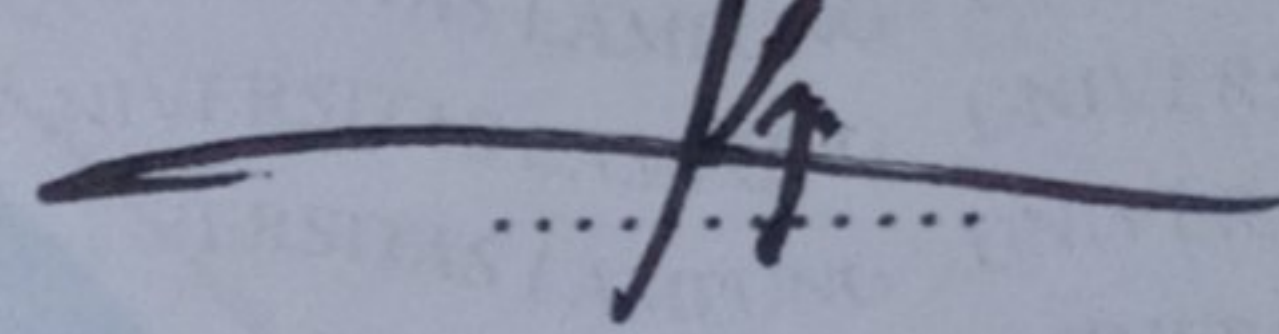
Ketua

: **Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc.**



Sekretaris

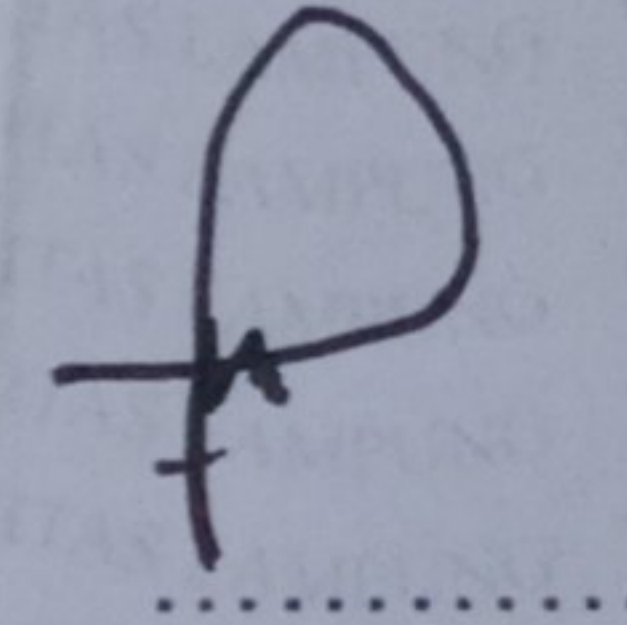
: **Ir. Solikhin, M. P.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Ir. Efri, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**

NIP. 196411181989021002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 06 Februari 2024**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **PENGARUH AGENSIA ANTAGONIS TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT LAYU FUSARIUM DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Februari 2024  
Penulis,



Carsinah  
NPM. 1914191005



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Bodong Jaya, Kelurahan Pajar Bulan, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat pada tanggal 06 Mei 2000, merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Carmas dan Ibu Asiyah.

Penulis menempuh pendidikan formal pertamanya di pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Sukajaya 2008-2013, lalu penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Sumberjaya pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Way Tenong dan Lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menempuh pendidikan di Proteksi Tanaman, penulis aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa di jurusan Proteksi Tanaman yaitu Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang diklat anggota dan organisasi tahun 2020/2022. Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Fisiologi Tumbuhan dan Mikrobiologi Umum.

Pada tahun 2022, penulis melaksanakan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sidodadi, Kecamatan, Kabupaten Lampung Barat. Pada tahun yang sama juga penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) selama 30 hari jam kerja di UPTD Sekincau, Lampung Barat, dengan judul tugas akhir Praktik Umum (PU) yaitu **“Intensitas Serangan Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*) di Lahan Pertanian Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Sayuran Sekincau, Lampung Barat”**.

***Bismillahirrohmanirrohim***

***Kupersembahkan untuk keluargaku tersayang  
Bapak, Ibu, dan kedua kakakku  
yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan  
dan doa sebagai bentuk kasih sayangnya kepada  
diriku untuk meraih gelar ini***

***Almamaterku tercinta  
Universitas Lampung***



**MOTTO:**

***“Ilmu menjadikan seseorang rendah hati, sementara kesombongan menjadikan seseorang bodoh”  
-Boona Mohammed-***

***“ Kamu tidak perlu menjadi luar biasa untuk memulai, tapi kamu harus memulai untuk menjadi luar biasa”  
-Zig Ziglar-***

***“Jadikan keberhasilan seseorang menjadi motivasi untuk keberhasilanmu”***



## SANWACANA

Puji syukur selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Pengaruh Agensia Antagonis terhadap Intensitas Penyakit Layu Fusarium dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.)”, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Lampung. Selama penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S. P., M. P. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung.
3. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Pertama atas ide penelitian, bimbingan, motivasi, saran, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ir. Solikhin, M. P. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas saran, motivasi dan bimbingan serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ir. Efri, M. S. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran, serta nasihat dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M. S. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas waktu, bimbingan, dan motivasi selama penulis menyelesaikan pendidikan.



7. Seluruh dosen Jurusan Proteksi Tanaman, terima kasih untuk ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama menjalani studi di Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Bapak Sangidun selaku kepala Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Pringsewu, Lampung dan seluruh staff Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Pringsewu, Lampung atas bantuan, saran, motivasi dan bimbingan serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Keluarga tercinta, Bapak tampanku Carmas dan Ibuku Asiyah, kakak-kakak tersayangku (Sarah dan Muhidin) yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, perhatian dan dukungan yang diberikan selama ini.
10. Sahabatku Suci Aulia Hersaputri, Mira Astuti, Alfiannida Tian Salsabila, Bella Zahara dan Dimas Bagus Pamungkus yang selalu sigap membantu, memberi motivasi, mendengarkan keluh kesah tentang perkuliahan dan penelitian hingga akhirnya penulis selesai perkuliahan.
12. Seluruh teman-teman Proteksi Tanaman angkatan 2019 atas kebersamaannya selama ini.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 21 Februari 2024

Carsinah



## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>3</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Kerangka Pemikiran .....	3
1.4. Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Bawang Merah .....	6
2.2. Penyakit Layu Fusarium .....	8
2.3. Aktinomisetes .....	11
2.4. <i>Trichoderma</i> sp. ....	13
2.5. <i>Paenibacillus polymyxa</i> .....	14
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	17
3.2. Alat dan Bahan .....	17
3.3. Metode Penelitian .....	18
3.3.1 Uji <i>In Vitro</i> .....	18
3.3.2 Uji <i>In Planta</i> .....	19
3.4. Perbanyak Isolat Patogen <i>Fusarium acutatum</i> .....	21
3.5 Perbanyak Isolat Agensia Antagonis ( <i>Streptomyces</i> , <i>Trichoderma</i> sp., dan <i>Paenibacillus polymyxa</i> ). ....	21
3.6. Analisis Data .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>23</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	23



4.1.1 Hasil Uji Antagonisme secara <i>In Vitro</i> .....	23
4.1.2 Hasil Uji <i>In Planta</i> .....	24
4.1.3 Masa Inkubasi .....	25
4.1.4 Keterjadian Penyakit Layu Fusarium Tanaman Bawang Merah ...	26
4.1.5 Pertumbuhan Bawang merah .....	26
4.2. Pembahasan .....	28
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>33</b>
5.1. Kesimpulan .....	33
5.2. Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>40</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i> .....	23
2. Pengaruh agensia antagonis terhadap masa inkubasi penyakit layu fusarium tanaman bawang merah.....	25
3. Keterjadian penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah.....	26
4. Pengaruh agensia antagonis terhadap jumlah daun tanaman bawang merah.....	27
5. Pengaruh agensia antagonis terhadap tinggi tanaman bawang merah.....	27
6. Pengaruh agensia hayati terhadap bobot tanaman (basah dan kering) bawang merah.....	28
7. Analisis ragam uji antagonisme secara <i>in vitro</i> 2 HSI.....	49
8. Uji DMRT antagonis secara <i>in vitro</i> 2 HSI.....	49
9. Analisis ragam uji antagonisme secara <i>in vitro</i> 4 HSI.....	49
10. Uji DMRT antagonis secara <i>in vitro</i> 4 HSI.....	49
11. Analisis ragam uji antagonisme secara <i>in vitro</i> 6 HSI.....	49
12. Uji DMRT antagonis secara <i>in vitro</i> 6 HSI.....	50
13. Analisis ragam masa inkubasi.....	50
14. Uji DMRT masa inkubasi.....	50
15. Analisis ragam jumlah daun secara <i>in planta</i> 1 MST.....	50
16. Uji DMRT jumlah daun 1 MST.....	51
17. Analisis ragam jumlah daun secara <i>in planta</i> 3 MST.....	51
18. Uji DMRT jumlah daun 3 MST.....	51
19. Analisis ragam jumlah daun secara <i>in planta</i> 5 MST.....	51
20. Uji DMRT jumlah daun 5 MST.....	52



21. Analisis ragam jumlah daun secara <i>in planta</i> 7 MST .....	52
22. Uji DMRT jumlah daun 7 MST .....	52
23. Analisis ragam tinggi tanaman secara <i>in planta</i> 1 MST .....	52
24. Uji DMRT tinggi tanaman 1 MST .....	53
25. Analisis ragam tinggi tanaman secara <i>in planta</i> 3 MST .....	53
26. Uji DMRT tinggi tanaman 3 MST .....	53
27. Analisis ragam tinggi tanaman secara <i>in planta</i> 5 MST .....	53
28. Uji DMRT tinggi tanaman 5 MST .....	54
29. Analisis ragam tinggi tanaman secara <i>in planta</i> 7 MST .....	54
30. Uji DMRT tinggi tanaman 7 MST .....	54
31. Analisis ragam bobot basah akar .....	54
32. Uji DMRT bobot basah akar .....	55
33. Analisis ragam bobot basah daun .....	55
34. Uji DMRT bobot basah daun .....	55
35. Analisis ragam bobot kering akar .....	55
36. Uji DMRT bobot kering akar .....	56
37. Analisis ragam bobot kering daun .....	56
38. Uji DMRT bobot kering daun .....	56
39. Analisis ragam keterjadian penyakit layu Fusarium 3 MSI .....	56
40. Uji DMRT keterjadian penyakit layu Fusarium 3 MSI .....	57
41. Analisis ragam keterjadian penyakit layu Fusarium 5 MSI .....	57
42. Uji DMRT keterjadian penyakit layu Fusarium 5 MSI .....	57
43. Analisis ragam keterjadian penyakit layu Fusarium 7 MSI .....	57
44. Uji DMRT keterjadian penyakit layu Fusarium 7 MSI .....	58



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 . Tanaman bawang merah (Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2007). .....	6
2 . Gejala penyakit layu Fusarium (Sumber: Hikmahwati dkk., 2020). .....	8
3 . Jamur <i>Fusarium</i> . (A) makrokonidia; (B) mikrokonidia. ....	9
4 . Gejala busuk pada umbi bawang merah akibat serangan <i>F.acutatum</i> .....	10
5 . Koloni <i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>hygroscopicus</i> .....	12
6 . Morfologi mikroskopis <i>Trichoderma</i> sp.1. Konidiofor, 2. Cabang konidiofor, 3. Fialid, 4. Konidia/phialospore. ....	14
7 . Sel bakteri <i>P. polymyxa</i> (Sumber: Ferdiansyah dan Sudiana, 2013). .....	16
8 . Skema uji <i>in vitro</i> .....	18
9 . Hasil uji antagonisme agensia antagonis terhadap pertumbuhan .....	24
10 . Tanaman bawang merah. (a) Tanaman sehat, (b) Tanaman bergejala layu fusarium.....	25
11 . Isolat <i>Fusarium acutatum</i> . a) Tampak depan, b) Tampak belakang. ....	42
12 . Tampilan koloni <i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>hygroscopicus</i> . ..	43
13 . Tampilan koloni <i>Trichoderma</i> sp. ....	43
14 . Tampilan koloni <i>Paenibacillus polymyxa</i> . ....	44
15 . Gejala penyakit layu Fusarium pada tanaman bawang merah. (a) Gejala awal layu Fusarium, (b) Gejala lanjut layu Fusarium. ....	44
16 . Perendaman bibit bawang merah. ....	45
17 . Tanaman bawang merah 2 HST. ....	46
18 . Tanaman bawang merah setelah di bongkar. ....	46
19 . Tanaman bawang merah setelah di bongkar. ....	47
20 . Tanaman bawang merah seluruh perlakuan. ....	48
21 . Penimbangan bobot basah tanaman bawang merah. ....	48



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu komoditas utama sayuran di Indonesia dan mempunyai banyak manfaat. Bawang termasuk ke dalam kelompok rempah tidak bersubstitusi yang berfungsi sebagai bumbu penyedap makanan serta bahan obat tradisional (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015). Berdasarkan data dari *The National Nutrient Database* bawang merah memiliki kandungan karbohidrat, gula, asam lemak, protein dan mineral lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh manusia (Waluyo dan Rismawita, 2015). Bawang merah termasuk salah satu komoditas sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan oleh petani secara intensif karena merupakan sumber pendapatan dan kesempatan kerja yang memberikan kontribusi cukup tinggi terhadap perkembangan ekonomi wilayah (Rp. 2,7 triliun/tahun), dengan potensi pengembangan areal cukup luas mencapai  $\pm$  90.000 ha (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015).

Pada tahun 2016, luas areal dan produksi bawang merah nasional masing-masing mencapai 148,4 ribu ha dan 1,4 juta ton. Sentra produksi bawang merah Indonesia masih terkonsentrasi di Jawa, sedangkan konsumen bawang merah tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Oleh sebab itu, distribusi bawang merah melalui perdagangan antar wilayah harus diupayakan agar lebih lancar dan lebih efisien. Rendahnya produksi tersebut salah satunya dikarenakan belum optimalnya sistem kultur teknis, serangan hama dan penyakit salah satunya penyakit layu (Kustiari dan Reni, 2017).



Pada setiap tahun kebutuhan bawang merah selalu mengalami peningkatan, namun belum dapat diimbangi dengan peningkatan produksinya. Serangan patogen tanaman merupakan salah satu kendala yang sering dihadapi dalam budidaya bawang merah. Salah satu penyakit yang sering dijumpai pada tanaman bawang merah ialah penyakit layu *Fusarium*. Penyakit layu *Fusarium* merupakan penyakit yang menurut petani menjadi pengganggu paling mematikan pada budidaya bawang merah dan sulit untuk dikendalikan (Departemen Pertanian, 2003). Penyakit layu *Fusarium* disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. Jamur *Fusarium* yang menyebabkan penyakit moler yaitu *Fusarium oxysporum*, *F. acutatum*, dan *F. solani* (Lestiyani dkk., 2015).

Pada saat ini pengendalian penyakit layu *Fusarium* masih menggunakan fungisida sintetik. Penggunaan bahan kimia yang terus menerus dikhawatirkan mengakibatkan degradasi atau pencemaran lingkungan dan menyebabkan ketahanan patogen terhadap fungisida tertentu yang sering dipakai semakin kuat. Dengan demikian, perlu dipertimbangkan pilihan lain yang lebih efektif dan aman bagi lingkungan. Salah satu yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yaitu dengan menggunakan agensia antagonis (Samuels *et al.*, 2010).

Aplikasi agensia antagonis menjadi salah satu alternatif yang dikembangkan dalam rangka peningkatan produksi dan agensia hayati juga dapat memacu pertumbuhan tanaman dan mengurangi keparahan penyakit dengan mekanisme langsung atau tidak langsung melalui pengendalian penyakit (Zamzani dkk., 2014). Penggunaan agensia antagonis sebagai upaya penekanan hayati terhadap serangan penyebab penyakit bawang merah masih jarang dilakukan. Menurut Cook and Baker (1983), salah satu syarat suatu organisme sebagai agensia antagonis adalah mempunyai kemampuan antagonisme, yaitu kemampuan menghambat perkembangan atau pertumbuhan organisme lainnya. Penggunaan mikroorganisme antagonis untuk pengendalian hayati dianggap lebih aman dan mendukung kesehatan lingkungan. Beberapa agensia antagonis seperti *Streptomyces*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polyxma* sudah dilaporkan dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit pada berbagai tanaman, Selain itu agensia antagonis tersebut dilaporkan juga memiliki kemampuan memacu



pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi bawang merah tetapi belum diketahui pengaruhnya terhadap tanaman bawang merah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium acutatum* secara *in vitro* dan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah.
2. Mengetahui pengaruh *S. hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.

## 1.3. Kerangka Pemikiran

Penyakit moler merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. Gejala umum penyakit moler pada bawang merah yaitu daun meliuk dan tumbuh tidak tegak, daun berwarna hijau pucat kekuningan. Bagian umbi yang terserang akan nampak dasar umbi berwarna putih dan umbi membusuk dimulai dari bagian dasar umbi dan serangan lebih lanjut akan menyebabkan kematian (Aprilia dkk., 2020).

Pengendalian penyakit tanaman secara kimiawi yang dilakukan secara terus menerus akan menyebabkan banyak dampak negatif pada lingkungan dan ekosistem seperti resistensi dan resurgensi OPT, musnahnya musuh-musuh alami, penurunan, kualitas tanah, dan mengganggu kesehatan manusia dan hewan. Salah satu solusinya adalah perlu adanya pengendalian secara hayati.



Menurut Bubici (2018), isolat aktinomisetes dari marga *Streptomyces rochei* ACTA 551 dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* yang menyerang tanaman tomat. Bakteri ini dapat diisolasi dari tanah dan memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa penting, seperti antibiotik yang bersifat antifungi dan enzim hidrolitik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, aktinomisetes mampu menghambat perkembangan jamur dan bakteri patogen tanaman. Raharini dkk. (2012), melaporkan bahwa isolat aktinomisetes asal Bukit Jimbaran dapat menghambat pertumbuhan patogen *F. oxysporum* dengan persentase penghambatan 32-84% secara *in vitro*. Sedangkan aplikasi langsung pada tanaman cabai merah umur 4 minggu, mampu menekan kejadian penyakit layu sebesar 80%.

Hasil penelitian Aeny *et al.* (2018) menunjukkan bahwa aktinomisetes isolat I 18 yang diisolasi dari rizosfer tanaman nanas telah diidentifikasi sebagai *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Dickeya zae* penyebab penyakit busuk lunak pada nanas. *Streptomyces* dalam produksi senyawa bermanfaat seperti *Indole-3-acetic acid* (IAA) untuk memacu pertumbuhan akar tanaman dan senyawa siderofor untuk memacu penyerapan nutrisi di dalam tanah. Selain menjadi pemacu pertumbuhan, *Streptomyces* khususnya spesies *S. viridochromogenes* menjadi bahan herbisida hayati. Spesies tersebut menghasilkan antibiotik bernama phosphinothricin tripeptide (PTT) yang dapat menghambat pertumbuhan gulma (Suryaminarsih dkk., 2019).

Menurut Latifah dkk. (2011), penggunaan agensia antagonis *Trichoderma harzianum* isolat jahe dengan konsentrasi  $1 \times 10^8$  konidia/mL dapat menurunkan intensitas penyakit moler sebesar 43,85%. Efektivitas *Trichoderma* sp. sebagai agensia antagonis telah banyak dilaporkan seperti hasil penelitian Sunarwati dan Yoza (2010), bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. pada tanaman tomat dapat menurunkan kehilangan hasil tanaman akibat infeksi penyakit layu *Fusarium*. *Trichoderma* berperan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) melalui beberapa mekanisme biosintesis. *Trichoderma harzianum* dapat menghasilkan metabolit sekunder Harzianolide yang berperan seperti auksin dalam



meningkatkan pertumbuhan tanaman yang telah diuji pada tanaman tomat dan kanola (Vinale *et al.*, 2008).

*Paenibacillus polymyxa* memiliki banyak manfaat karena perannya dalam fiksasi nitrogen, promosi pertumbuhan tanaman, solubilisasi fosfor tanah dan produksi exopolysakarida, enzim hidrolitik, antibiotik, sitokinin (Lal and Tabacchioni, 2009). Bakteri *P. polymyxa* juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti yang dihasilkan oleh tanaman yaitu senyawa indole-3-acetic acid (IAA) sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman (Zamzani dkk., 2014). Menurut Kantikowati dkk. (2018) *P. polymyxa* menghasilkan antibiotik yang lebih efektif mengendalikan bakteri patogen tanaman. Bakteri antagonis *P. polymyxa* secara morfologi dapat dikenal dari bentuk elevasi cembung dengan warna coklat susu keruh. Bakteri ini dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis penyakit baik pada tanaman pangan dan hortikultura.

#### 1.4. Hipotesis

1. Agensia antagonis (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium acutatum* secara *in vitro* dan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah.
2. Agensia antagonis (*S. hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bawang Merah

Bawang merah merupakan tanaman semusim yang berbentuk rumput, berbatang pendek dan berakar serabut, tinggi dapat mencapai 15-20 cm dan membentuk rumpun. Akarnya berbentuk akar serabut yang tidak panjang. Bentuk daun tanaman bawang merah seperti pipa, yakni bulat kecil memanjang antara 50-70 cm, berlubang, bagian ujungnya meruncing, berwarna hijau muda sampai hijau tua dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek. Pangkal daunnya dapat berubah fungsi menjadi umbi lapis (Gambar 1) (Hapsoh dan Hasanah, 2011).



Gambar 1. Tanaman bawang merah (Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2007).



Bawang merah dapat tumbuh dan berkembang di dataran tinggi (0-900 mdpl) dengan curah hujan 300-2500 mm/thn maupun dataran rendah. Bawang merah tumbuh dengan baik didaerah yang beriklim kering dengan suhu agak panas dan mendapat sinar matahari lebih dari 12 jam. Bawang merah termasuk tanaman yang memerlukan sinar matahari yang cukup panjang dan membutuhkan tiupan angin yang cukup untuk laju fotosintesis. Intensitas matahari yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman bawang merah adalah intensitas sinar matahari penuh lebih dari 14 jam/hari (Dewi, 2012).

Syarat agar bawang merah dapat tumbuh dengan baik adalah tanahnya subur, banyak humus (gembur), tidak tergenang air dan aerasinya baik. Jenis tanah yang dianjurkan untuk budidaya bawang merah adalah regosol, grumosol, latosol, dan aluvial, dengan pH 5,5-6,5. Jika pH nya asam (<5,5), unsur alumunium (Al) larut dalam tanah akan bersifat racun terhadap tanaman hingga membuat tumbuhnya menjadi kerdil. Namun jika pH nya di atas 6,5 (netral sampai basa), unsur mangan (Mn) tidak dapat dimanfaatkan hingga umbi-umbinya menjadi kecil (Sunarjono dan Febryani, 2018). Klasifikasi bawang merah adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Sub Divisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledonae  
Ordo : Liliales  
Famili : Liliales  
Genus : *Allium*  
Spesies : *Allium cepa* L.

## 2.2. Penyakit Layu Fusarium

Salah satu penyakit penting pada bawang merah yang menimbulkan banyak kerugian di beberapa sentra produksi adalah penyakit layu Fusarium atau dikenal dengan penyakit moler (Latifah dkk., 2011). Penyakit ini juga dapat menimbulkan gagal panen pada tanaman bawang merah. Penyakit layu Fusarium dicirikan dengan gejala tanaman layu dengan cepat, akar tanaman busuk, tanaman seperti akan roboh, di pangkal umbi lapis terlihat koloni jamur keputih-putihan, dan warna daun kekuning-kuningan serta bentuknya agak melengkung (Duriat dkk., 1995).

Gejala awal penyakit dilihat dengan adanya perubahan warna pada bagian pucuk tanaman yang terserang menjadi coklat kemerahan, kemudian bagian tersebut akan menjadi layu. Kelayuan tanaman dapat terja di secara bertahap pada beberapa daun dan akan berkembang ke seluruh bagian tanaman (Gambar 2). Gejala tanaman yang terserang parah ditandai oleh tanaman layu dan mati secara cepat. Akar tanaman sakit mengalami pembusukan. Sumber infeksi berasal dari tanah yang terkontaminasi patogen selama beberapa tahun, sampah, tanaman sakit atau alat pertanian. Patogen ini sering menyerang pada musim hujan, terutama di daerah-daerah berkelembapan tinggi dan beriklim basah. Penularan penyakit melalui aliran air yang terkontaminasi patogen sehingga jangkauan penyebarannya menjadi luas (Dwiastuti dkk., 2015).

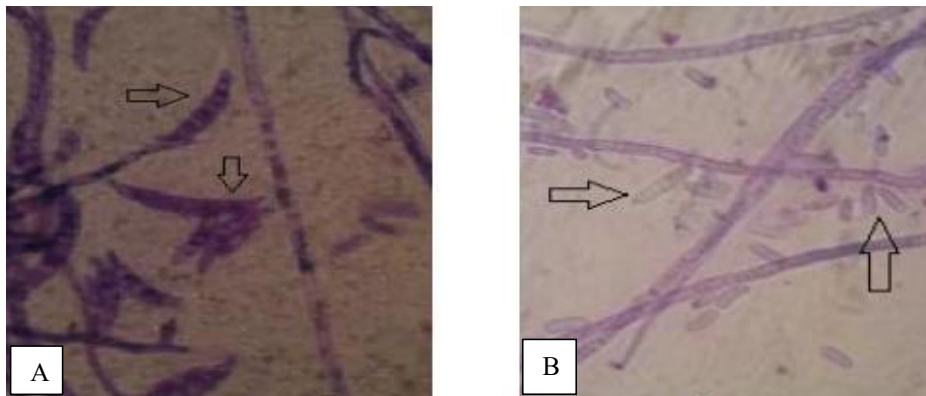


Gambar 2. Gejala penyakit layu fusarium (Sumber: Hikmahwati dkk., 2020).



Penyakit layu *Fusarium* sering juga disebut oleh para petani sebagai penyakit busuk pangkal umbi, yang disebabkan oleh serangan patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Penularan penyakit dapat terjadi melalui bibit terinfeksi, pemindahan bibit, angin, air, tanah terinfestasi, permukaan air drainase, pembubunan, luka karena serangga, alat pertanian, dan lain-lain. Inokulum patogen dapat masuk melalui akar dengan penetrasi langsung atau melalui luka (Wiyatiningsih, 2003).

Jamur *F. oxysporum* merupakan salah satu patogen yang mampu bertahan di jaringan tanaman yang hidup atau mati. Menurut Hasanudin dan Rosmayati (2013) jamur *F.oxysporum* berwarna putih, merah muda, hingga ungu. Jamur *Fusarium* dicirikan dengan adanya makrokonodia dan mikrokonodia sebagai organ aseksual dalam siklus hidupnya. Makrokonidia dan mikrokonodia juga dapat digunakan sebagai alat infeksi *Fusarium* pada tanaman (Gambar 3).



Gambar 3. Jamur *Fusarium*. (A) makrokonidia; (B) mikrokonidia (Sumber: Hasanuddin dan Rosmayati, 2013).

Menurut United States Departement of Agriculture (2023), klasifikasi *F. acutatum* adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Fungi  
 Divisi : Ascomycota  
 Kelas : Sordariomycetes  
 Ordo : Hypocreales  
 Famili : Nectriaceae  
 Genus : *Fusarium*

Spesies : *Fusarium acutatum*

Penyakit layu Fusarium pada bawang merah tidak hanya disebabkan oleh *F. oxysporum* saja tetapi juga disebabkan oleh *F. acutatum* yang dilaporkan telah menyerang pertanaman bawang merah di Lampung. Gejala yang timbul akibat serangan *F. acutatum* yaitu daun tanaman bawang merah menjadi meliuk seperti terpelintir dengan warna daun hijau kekuningan, daun menjadi rebah, layu, dan kurus, apabila umbi bawang dibelah akan terlihat adanya nekrosis (Gambar 4) pada bagian bawah umbi.



Gambar 4. Gejala busuk pada umbi bawang merah akibat serangan *F. acutatum* (Sumber: Safitri, 2021).

Jamur mengadakan infeksi pada akar terutama melalui luka-luka. Bila luka telah menutup, patogen berkembang sebentar dalam jaringan parenkim, lalu menetap dan berkembang dalam berkas pembuluh. Jamur *Fusarium* tidak dapat menginfeksi batang atau akar-rimpang meskipun bagian ini dilukai. Nematoda (*Radopholus similis*) membantu dalam infeksi *Fusarium*. Penularan penyakit terjadi melalui bibit terinfeksi, pemindahan bibit, angin, air, tanah terinfestasi, permukaan air drainase, pembubunan, luka karena serangga, alat pertanian, dan lain-lain. Inokulum patogen dapat masuk melalui akar dengan penetrasi langsung atau melalui luka. Di dalam jaringan tanaman, patogen dapat berkembang secara interseluler maupun intraseluler. Klamidospora dapat berkecambah bila ada rangsangan akar yang mengandung gula dan asam amino, juga dapat dirangsang dengan penambahan residu tanaman ke dalam tanah. Klon tanaman yang rentan



tidak dapat ditanam kembali hingga 30 tahun pada tanah yang sudah terinfeksi *Fusarium*. Di dalam tanah, jamur *Fusarium* dapat bertahan sebagai parasit pada tanaman gulma yang bukan inangnya. Ujung akar atau bagian permukaan rizoma yang luka merupakan daerah awal utama dari infeksi (Saputra, 2020).

### 2.3. Aktinomisetes

Menurut Dindal (1990), aktinomisetes termasuk kelompok bakteri Gram Positif, yang memiliki filamen, pleomorfisme dan tumbuh dalam koloni bercabang-cabang luas dengan hifa dasar yang pendek dan sempit serta miselium yang berdiameter kecil berukuran 0,05-2  $\mu\text{m}$ . Bentuk koloni aktinomisetes bulat, elevasi timbul dan cembung, tepian rata dan tidak beraturan serta permukaan bertepung, licin, kasar, atau keriput. Warna koloninya juga bermacam-macam, bahkan ada koloni yang dapat mengubah warna medium serta menghasilkan bau menyerupai tanah yang disebut geomisin. Aktinomisetes umumnya bersifat aerob, namun ada beberapa famili yang dapat tumbuh secara anaerob seperti beberapa spesies dari famili Actinomycetaceae, Propionibacteriaceae, dan Sporichthaceae.

Aktinomisetes memiliki banyak kemampuan, di antaranya adalah melarutkan fosfat, bersifat antagonis terhadap jamur patogen tanaman dan pemacu pertumbuhan tanaman serta mampu menekan jumlah etilen berlebihan pada tanaman (Widawati dkk., 2008). Aktinomisetes hidup sebagai saprofit dan aktif mendekomposisi bahan organik, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Genus terbesar dalam aktinomisetes yang dapat menghasilkan antibiotik adalah *Streptomyces*. Jawetz dkk. (2001) melaporkan bahwa *Streptomyces* merupakan penghasil antibiotik utama yang banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi. Hal tersebut karena *Streptomyces* mampu menghasilkan sekitar 7.600 senyawa metabolit sekunder sebagai antibiotik yang kuat.

*Streptomyces* merupakan salah satu genus dalam golongan ordo aktinomisetes dan family Streptomycetaceae yaitu bakteri dengan struktur khas karena memiliki kemampuan pembentukan hifa atau filamen, sehingga sekilas tampak seperti

cendawan. Akan tetapi, genus *Streptomyces* bersifat selajaknya prokariota lainnya karena tidak memiliki membran pada inti selnya (Nurjasmi dan Suryani, 2020).

Secara morfologi, koloni *Streptomyces* spp. membentuk miselium udara dan memiliki rantai spora membentuk seperti kait, spiral, atau heliks. Aeny *et al.* (2018) melaporkan bahwa koloni *S. hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* mempunyai koloni berwarna putih dengan permukaan cembung dan kasar serta tumbuh melekat erat pada permukaan media (Gambar 5). Dari pengujian secara *in vitro* diketahui bahwa Aktinomisetes tersebut dapat menghambat pertumbuhan *Dickeya zea*, yaitu penyebab penyakit busuk lunak pada tanaman nanas. Menurut NCBI (2023) *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria  
Filum : Actinobakteria  
Class : Actinomycetes  
Ordo : Actinomycetales  
Family : Streptomycetaceae  
Genus : *Streptomyces*  
Species : *Streptomyces hygroscopicus*



Gambar 5. Koloni *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* (Sumber: Aeny *et al.*, 2018).



#### 2.4. *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. merupakan jamur saprofit tanah yang secara alami menyerang cendawan patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. *Trichoderma* sp. mampu memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis. *Trichoderma* sp. bersifat karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain. Mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor ruang maupun nutrisi, antibiosis yaitu mengeluarkan etanol yang bersifat racun bagi patogen dan sebagai mikoparasit serta mampu menekan aktivitas jamur patogen (Purwantisari dan Hastuti, 2009). *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang paling banyak terdapat di dalam tanah dan bersifat antagonis terhadap jamur lain. Jamur *Trichoderma* bersifat hiperparasitik terhadap beberapa patogen, diketahui pula dapat menghasilkan antibiotik yang dapat mematikan dan menghambat pertumbuhan penyakit. Jamur ini mempunyai sifat-sifat mudah didapat, penyebaran luas, toleran terhadap zat penghambat pertumbuhan, tumbuh cepat, kompetitif dan menghasilkan spora yang berlimpah, sehingga mempermudah menyediakan jamur sebagai bahan pengendalian patogen hayati dalam proses produksi massal. Jamur *Trichoderma* mempunyai kemampuan meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama kemampuannya untuk menyebabkan produksi perakaran sehat dan meningkatkan angka kedalaman akar (lebih dalam di bawah permukaan tanah). *Trichoderma* mempunyai daya antagonis tinggi dan dapat mengeluarkan racun sehingga dapat menghambat dan mematikan patogen (Berlian dkk., 2013).

Menurut Soesanto dkk. (2010), *Trichoderma* sp. selain mampu menekan patogen juga mampu menghasilkan hormon tumbuh yang dapat merangsang perkembangan akar tanaman inang yang ditumpanginya, sehingga berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman inang tersebut. Menurut Afitin dan Darmanti (2009), penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai stimulator pada pengomposan bahan organik mampu memberikan efektivitas yang baik dalam meningkatkan produksi jagung. Klasifikasi jamur *Trichoderma* sp. menurut (Harman, 2006) sebagai berikut:

Kingdom : Fungi  
 Division : Deutermycota  
 Class : Deuteromycetes  
 Ordo : Moniliales  
 Family : Moniliaceae  
 Genus : *Trichoderma*  
 Species : *Trichoderma* sp.

Menurut Gusnawaty dkk. (2014), jamur *Trichoderma* sp. mempunyai ciri morfologi koloni berwarna hijau muda sampai hijau tua, hifa bersekat, berukuran (1,5-12  $\mu\text{m}$ ) dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama. Konidium berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran (2,8-3,2) x (2,5-2,8)  $\mu\text{m}$ , dan berdinding halus (Gambar 6).



Gambar 6. Morfologi mikroskopis *Trichoderma* sp. 1. konidiofor, 2. cabang konidiofor, 3. fialid, 4. konidia/phaeospore (Sumber: Suanda, 2016).

### 2.5. *Paenibacillus polymyxa*

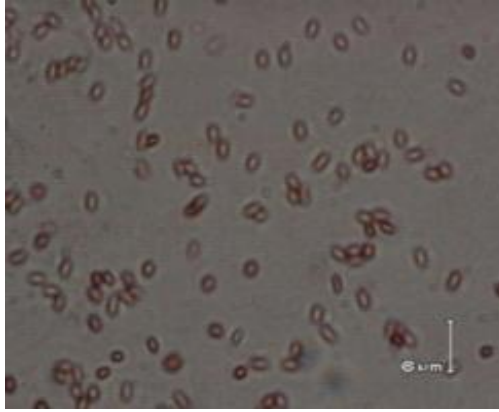
*Paenibacillus polymyxa* merupakan bakteri tanah dan dapat menjadi bakteri antagonis yang secara morfologis dapat dikenali dari bentuk elevasi pertumbuhan koloni cembung dan berlendir. Sel bakteri berbentuk batang dengan sifat gram positif, memiliki kemampuan untuk tumbuh pada pH 5.7 dan menghasilkan asam



glukosa, mannitol, arabinose dan xylose (Sheela and Usharani, 2013). *P. polymyxa* juga bakteri non patogen yang menguntungkan di bidang kesehatan dan lingkungan. Bakteri ini penghasil antibiotik polimiksin. Antibiotik merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lain. Di bidang pertanian, *P. polymyxa* dapat ditemukan di tanah dan tanaman. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen. Biofilms dari *P. polymyxa* menunjukkan produksi eksopolysakarida pada akar tanaman yang dapat melindungi tanaman dari patogen. Hasil uji di BB (Biogen Bakteri) juga mengandung hormon pengatur gibberellin (Widarti dan Sugeng, 2014).

Menurut Lal and Tabacchioni (2009), *P. polymyxa* memiliki manfaat yaitu untuk fiksasi nitrogen, pertumbuhan tanaman, solubilisasi fosfor tanah dan produksi exopolysakarida, enzim hidrolitik, antibiotik, sitokinin. *P. polymyxa* lebih efektif mengendalikan bakteri patogen tanaman. *P. polymyxa* merupakan bakteri non patogen yang menguntungkan di bidang kesehatan dan lingkungan. *P. polymyxa* berbentuk batang lurus sampai agak sedikit membengkok dengan ukuran 0,5-0,9 x 1,5-4  $\mu\text{m}$  dan mempunyai segmen berwarna dengan bentuk yang tidak menentu atau granular (Gambar 7). Bakteri ini dapat menghasilkan antibiotik polimiksin. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen. Menurut Ash *et al.* (1994) *P. polymyxa* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Family	: Paenibacillaceae
Genus	: <i>Paenibacillus</i>
Species	: <i>Paenibacillus polymyxa</i>



Gambar 7. Sel bakteri *P. polymyxa* (Sumber: Ferdiansyah dan Sudiana, 2013).



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai Agustus 2023 di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Pringsewu, Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, gelas beaker, bor gabus, gelas ukur, bunsen, jarum ose, spatula, nampan plastik, penggaris, gunting, mikroskop majemuk, shaker, autoklaf, LAF (*Laminar Air Flow*), *erlenmeyer*, mikropipet, kaca preparat, *cover glass*, *microwave*, timbangan elektrik, *roraty mixer*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, polibag, kamera *handphone*, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit bawang merah varietas bima brebes, media YPA, media MEA, media PDA, air steril, alkohol 70%, *aluminium foil*, *plastic wrap*, tisu, spiritus, kapas, plastik tahan panas, label, tanah, pupuk kandang, dan fungisida sintetik (berbahan aktif propinep 70%), isolat jamur *Fusarium acutatum* dan isolat *Streptomyces* koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian FP UNILA, isolat *Trichoderma* sp., isolat *Paenibacillus polymyxa* koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Pringsewu.

### 3.3. Metode Penelitian

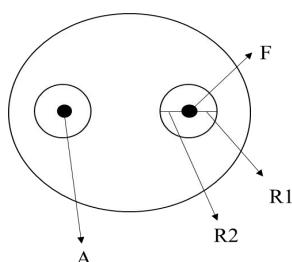
Penelitian ini akan dilakukan dalam dua tahap percobaan yaitu (1) uji antagonis secara *in vitro* dan (2) uji *in planta*.

#### 3.3.1 Uji *In Vitro*

Uji *in vitro* dilakukan untuk mengetahui pengaruh agensia antagonis terhadap pertumbuhan jamur *F. acutatum* pada bawang merah. Perlakuan pada uji *in vitro* disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga terdapat 20 satuan percobaan. Perlakuan terdiri dari:

- a. *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* (P1)
- b. *Trichoderma* sp. (P2)
- c. *Paenibacillus polymyxa* (P3)
- d. Kontrol (K)

Pengujian agensia antagonis secara *in vitro* dilakukan pada media PDA dengan metode *dual culture*. Metode *dual culture* dilakukan dengan cara mengambil masing-masing koloni *Fusarium acutatum* dan agensia antagonis (*Streptomyces*, *Trichoderma* sp. dan *P. polymyxa*) dengan ukuran 0,5 cm, selanjutnya diletakkan secara berhadapan pada cawan petri yang berisi media PDA, selanjutnya lakukan pengamatan selama 7 hari dan diukur diameter koloni. Skema uji *in vitro* dapat dilihat pada Gambar 8 (Pratama dkk., 2013; Singh and Vijay, 2011).



Gambar 8. Skema uji *in vitro*, A= koloni agensia antagonis (*Streptomyces*, *Trichoderma* sp. dan *P. polymyxa*), F= koloni *Fusarium acutatum*, R1= Jari-jari koloni *F. acutatum* yang menjauhi agensia antagonis, dan R2= Jari-jari koloni *F. acutatum* yang mengarah ke agensi antagonis.

Pada perlakuan kontrol yaitu kontrol negatif (air steril) dilakukan dengan cara yang sama namun menggunakan potongan cakram kertas steril yang dicelup ke dalam air steril. Pengamatan zona hambat dilakukan sama seperti pada perlakuan lainnya. Persentase penghambatan dihitung dengan menggunakan perhitungan PIRG (*Percentage Inhibition of Radial Growth*) (Lelana dkk., 2015):

$$P = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase Penghambatan,

R1 = Jari-jari koloni *F. acutatum* yang menjauhi agensia antagonis,

R2 = Jari-jari koloni *F. acutatum* yang mengarah ke agensia antagonis.

### 3.3.2 Uji *In Planta*

Perlakuan pada uji secara *in planta* pada percobaan ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga terdapat 25 satuan percobaan. Uji *in planta* dilakukan untuk mengetahui pengaruh agensia antagonis terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit serta pertumbuhan tanaman. Perlakuan terdiri dari:

- a. Penyiraman *Streptomyces* 5 mL/tanaman (P1)
- b. Penyiraman *Trichoderma* sp. 5 mL/tanaman (P2)
- c. Penyiraman *Paenibacillus polymyxa* 5 mL/tanaman (P3)
- d. Kontrol negatif (air steril) 5 mL/tanaman (K1)
- e. Kontrol positif (fungisida berbahan aktif propinep 70%) 5 mL/tanaman (K2)

#### 3.3.2.1 Persiapan Tanaman Bawang Merah

Umbi bawang merah varietas Bima Brebes yang akan ditanam terlebih dahulu direndam ke dalam suspensi agensia antagonis dengan kerapatan  $10^6$  cfu/mL selama 30 menit. Umbi bawang merah kemudian ditanam pada *polybag* yang telah diisi dengan campuran media tanam, kompos dan sekam dengan perbandingan 1:1:1/2 yang sudah disterilkan.



### 3.3.2.2 Aplikasi Perlakuan

Inokulasi *F. acutatum* dilakukan dengan cara membuat suspensi jamur *F. acutatum* dengan kerapatan spora  $10^6$  cfu/mL. Selanjutnya aplikasi jamur *F. acutatum* dilakukan dengan cara menyiramkan suspensi jamur *F. acutatum* di sekitar perakaran umbi bawang merah sebanyak 5 mL/tanaman pada hari ke-7 dan 14 HST. Aplikasi perlakuan agensia antagonis (*Streptomyces*, *Trichoderma* sp. dan *Paenibacillus polymixa*) sebanyak 5 mL/ tanaman dilakukan setiap 1 minggu, dimulai pada saat tanaman berumur 21 HST hingga kurang lebih 1 bulan. Cara aplikasi dilakukan dengan menyiram suspensi di dekat perakaran umbi bawang merah. Cara perlakuan fungisida berbahan aktif propineb 70% dilakukan dengan melarutkan fungisida berbahan aktif propineb 70% ke air dengan konsentrasi 2 g/l lalu diaduk hingga produk tercampur lalu disiram disekitar perakaran umbi bawang merah.

### 3.3.2.3 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diamati yaitu, masa inkubasi, keterjadian penyakit dan pertumbuhan tanaman bawang merah.

#### a. Masa Inkubasi

Masa inkubasi merupakan waktu yang diperlukan patogen untuk melakukan infeksi, masa inkubasi dihitung berdasarkan waktu gejala pertama kali muncul pada tanaman bawang merah setelah diinokulasi dengan *F. acutatum* yaitu gejala pertama yang ditandai tanaman menjadi cepat layu dan daun menguning dan melintir. Pengamatan periode masa inkubasi dilakukan setiap hari mulai 1 hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pada tanaman bawang merah.

#### b. Keterjadian Penyakit Layu Fusarium

Keterjadian penyakit dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Ginting, 2013):

$$KT = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

KT : keterjadian penyakit (100%),

n : jumlah tanaman yang menunjukkan gejala,

N : jumlah tanaman yang diamati.

### c. Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

Pengamatan pertumbuhan tanaman bawang merah dilakukan sejak 7 hari setelah tanam sampai memasuki fase generatif. Pengamatan dilakukan dengan mengamati jumlah daun/anakan, tinggi tanaman dan bobot tanaman (basah dan kering). Pada pengamatan tinggi tanaman (cm) dapat diukur dari pangkal batang sampai daun terpanjang. Jumlah daun dapat dilakukan dengan menghitung jumlah daun perumbi tanaman. Bobot brangkasan diukur setelah tanaman dipanen dengan cara menimbang umbi per tanaman, baik sebelum atau sesudah dikeringkan dengan oven.

### 3.4. Perbanyak Isolat Patogen *Fusarium acutatum*

Perbanyak isolat jamur *F. acutaum* dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas isolat jamur *F. acutaum* yang telah lama disimpan sehingga dapat dimanfaatkan kembali secara maksimal. Perbanyak isolat jamur *F. acutaum* dilakukan dengan meremajakan jamur *F. acutaum* pada media PDA dengan cara memotong dadu isolat *F. acutaum* dari kultur stok kemudian diletakkan di tengah media PDA dalam cawan petri dan diinkubasi selama 5 hari atau disimpan sampai saatnya digunakan. Isolat *F. acutaum* yang diremajakan merupakan koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian FP UNILA.

### 3.5 Perbanyak Isolat Agensia Antagonis (*Streptomyces*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*).

Perbanyak sumber isolat dilakukan dengan meremajakan isolat terlebih dahulu menggunakan media MEA untuk isolat *Streptomyces*, media PDA untuk isolat

*Trichoderma* sp, dan media YPA untuk isolat *Paenibacillus polymyxa*. Cara perbanyakkan isolat masing-masing dengan cara mengambil dan memindahkan sebanyak satu ose isolat murni digoreskan pada media cawan yang sesuai. Kemudian media cawan petri yang berisi isolat diinkubasi pada suhu ruangan selama 14 hari untuk *Streptomyces* dan 7 hari untuk *Trichoderma* sp. dan 24 jam *P. polymyxa*. Isolat yang digunakan diperoleh dari tempat berbeda yaitu isolat *Streptomyces* berasal diperoleh dari rizosfer tanaman nanas koleksi Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan FP Unila (Aeny *et al.*, 2018), isolat *Trichoderma* sp. dan *P. polymyxa* diperoleh dari Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Pringsewu, Lampung.

### **3.6. Analisis Data**

Data hasil pengamatan yang diperoleh selanjutnya diuji homogenitasnya menggunakan uji *Barlet* kemudian data dianalisis dengan uji keaditifitas atau keselarasan data diuji menggunakan uji *Tukey*, selanjutnya asumsi terpenuhi maka data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam yaitu analisis varian (ANOVA). Perbedaan nilai tengah perlakuan akan diuji dengan uji Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Agensia antagonis *Trichoderma* sp., *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, dan *Paenibacillus polymyxa* efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium acutatum* penyebab penyakit layu fusarium pada bawang merah secara *in vitro* dan menghambat keterjadian penyakit layu fusarium.
2. Isolat *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* dapat meningkatkan tinggi tanaman. Isolat *Paenibacillus polymyxa* dapat meningkatkan jumlah daun, dan bobot tanaman bawang merah, sedangkan isolat *Trichoderma* sp. dan fungisida (berbahan aktif 70%) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.

### 5.2. Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan agensia antagonis yang terbaik untuk melihat pengaruhnya terhadap intensitas penyakit moler pada varietas bawang merah lainnya untuk mengetahui varietas bawang merah yang lebih tahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aeny, T. N., Prasetyo, J., Suharjo, R., Dirmawati, S. R., Efri and Niswati, A. 2018. Short Communication: Isolation and identification of actinomycetes potential as the antagonist of *Dickeya zea* pineapple soft rot in Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(6): 2052-2058.
- Afitin, R. dan Darmanti, S. 2009. Pengaruh dosis kompos dengan stimulator *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) varietas pioner pada lahan kering. *Journal Bioma*. 11(2): 69-75.
- Aprilia, I., Maharijaya, A., dan Wiyono, S. 2020. Keragaman genetik dan ketahanan terhadap penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp *cepae*) bawang merah (*Allium cepa* L. var. *aggregatum*) Indonesia. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 11(1): 32-40.
- Ash, C., Priest, F.G., and Collins M. D. 1994. *Paenibacillus* gen. nov. and *Paenibacillus polymyxa* comb. nov. in validation of the publication of new names and new combinations previously effectively published outside the IJSB. *Int. Jurnal of Bacteriology*. 44: 52.
- Azzamy. 2020. *Apa itu propineb, kegunaan bahan aktif propineb, manfaat, dosis, cara kerja lengkap dengan cara aplikasinya*. <https://mitalom.com/pestisida/5069/apa-itu-propineb-kegunaan-bahan-aktif-propineb-manfaat-dosis-cara-kerjalengkap-dengan-cara-aplikasinya>. Diakses 19 April 2021.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (BPPP). 2015. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis*. Departemen Pertanian Indonesia. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007. *Teknologi budidaya tanaman bawang merah*. <http://iptek.net.id/ind/teknologi-bawangmerah/indek.php>. Diakses 20 November 2023.

- Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., and Codón, A. C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*. 7(4): 249-60.
- Berlian, I., Budi, S., dan Hananto, H. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaratan*. 32(2): 74-82.
- Bubici, G. 2018. *Streptomyces* spp. as biocontrol agents against fusarium species. *CAB Reviews*. 13(50): 1-15.
- Cook, R. J. and Baker, K.F. 1983. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. American Phytopathol Society. St. Paul Minnesota, USA.
- Departemen Pertanian. 2003. *Metode pengamatan OPT tanaman sayuran*. (Online). <http://www.deptan.go.id>. Diakses 1 Maret 2006.
- Dewi, N. 2012. *Untung Segunung Bertanam Aneka Bawang*. Penerbit Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Dindal, D. L. 1990. *Soil Biology Guide*. Wiley and Sons. New York.
- Duriat, A.S., Soetrisno, T. A., Prabaningrum, L. dan Sutarya, R. 1995. *Penerapan Pengendalian Hama Penyakit Terpadu pada Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang.
- Dwiastuti, M. E., Fajri, M. N., dan Yunimar. 2015. Potensi *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali *Fusarium* spp. penyebab penyakit layu pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *Jurnal Hortikultura*. 25(4): 331-339.
- Ferdiansyah, A. dan Suidiana, M. 2013. Potensi *Paenibacillus polymyxa* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman pada ekosistem gambut tropis. *Widyariset*. 16(2): 201-209.
- Galung, H. 2021. Pengaruh pemberian berbagai dosis *Trichoderma* sp. terhadap tanaman bawang merah varietas bima super philips (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Agrosaint*. 12(2): 113-118.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan: Konsep dan Aplikasi*. Lembaga penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gusnawaty, Taufik, M., dan Herman. 2014. Efektifitas *Trichoderma indigenus* Sulawesi Tenggara sebagai biofungisida terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in-vitro*. *Jurnal Agroteknos*. 4(1): 38-43.
- Hapsah dan Hasanah, Y. 2011. *Budidaya Tanaman Obat dan Rempah*. USU Press. Medan.



- Harman, G. E. 2006. Overview of mechanism and use of *Trichoderma* sp. *Phytopathology*. 96: 190-194.
- Hasanuddin dan Rosmayati. 2013. *Karakteristik morfologi isolat Fusarium penyebab penyakit busuk umbi bawang merah*. Disampaikan pada Seminar Nasional “Peranan teknologi dan kelembagaan pertanian dalam mewujudkan pembangunan pertanian yang tangguh dan berkelanjutan”. Prosiding Seminar Nasional Universitas Riau. Pekanbaru.
- Hikmahwati, Auliah, M. R., Ramlah, dan Fitrianti. 2020. Identifikasi cendawan penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 83-86.
- Jawetz, Melnik, dan Aldeberg's. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.
- Kantikowati, E., Haris, R., Karya, dan Anwar, S. 2018. Aplikasi agen hayati (*Paenibacillus polymyxa*) terhadap penekanan penyakit hawar daun bakteri serta hasil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa*) var. lokal. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 6(2): 136-140.
- Kustiari dan Reni. 2017. Perilaku harga dan integrasi pasar bawang merah di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. 35(1): 77-87.
- Lal, S. dan Tabacchioni, S. 2009. Ecology and biotechnological potential of *Paenibacillus polymyxa*. *Indian Journal of Microbiology*. 49(1): 2-10.
- Latifah, A., Kustantinah, dan Soetanto. 2011. Pemanfaatan beberapa isolat *Trichoderma harzianum* sebagai agensia pengendali hayati penyakit layu *Fusarium* pada bawang merah *in planta*. *Jurnal Eugenia*. 17(2): 86-95.
- Lelana, N. E., Anggraeni, I., dan Mindawati, N. 2012. Uji antagonis *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp. penyebab penyakit rebah kecambah pada sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12(1): 23-28.
- Lestiyan, A., Wibowo, A., dan Subandiyah, S. 2015. Identifikasi, patogenesisitas, dan variabilitas penyebab penyakit moler pada bawang merah. *Tesis*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detailpencarian/81416>. Diakses pada 23 Oktober 2022.
- Mia, R., Shinta, H., dan Ni Wayan H, S. 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. *mentes*). *Jurnal Ilmiah Biologi*. 9(1): 248-260.

- National Center for Biotechnology Bioinformation (NCBI). 2023. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/>. Diakses pada 2 Maret 2023.
- Nurjasmii, R. dan Suryani. 2020. Uji antagonis *Actinomycetes* terhadap patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11(1): 7-11.
- Octriana, L. 2016. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara in vitro. *Buletin Plasma Nutfah*. 17(2): 138-142.
- Pratama, S.W., Sukanto, S., Asyiah, I. S., dan Ervina, Y. V. 2013. Penghambatan pertumbuhan jamur patogen kakao *Phytophthora palmivora* oleh *Pseudomonas fluorescence* dan *Bacillus subtilis*. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 29(2): 120-127.
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R. B. 2009. Uji antagonisme jamur *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma*. 11(1): 24-32.
- Raharini, A.O., Kawuri, R., dan Khalimi, K. 2012. Penggunaan *Streptomyces* sp. sebagai biokontrol penyakit layu pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp *capsica*. *Jurnal Agrotrop*. 2(2): 151-159.
- Raza, W., Yang, W., and Shen, Q. R. 2008. *Paenibacillus polymyxa*: antibiotics, hidrolytic enzymes and hazard assessment. *Journal of Plant Pathology*. 90 (3): 419-430.
- Safitri, A. 2021. Isolasi dan identifikasi penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah di Lampung Tengah dan Tanggamus. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Samuael, G. J., Caverri, P., Farr, D. F., and McCray. 2010. *Trichoderma Oline, Systemic Mycologi And Microbiology Laboratory*. ARS. USD.
- Saputra, S. 2020. Uji Efektifitas Jamur *Trichoderma* spp. dalam Mencegah Penyakit Layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) pada Tanaman Bawang Merah dengan Kerapatan Konidia yang Berbeda. *Skripsi*. UMSU. Sumatera Utara.
- Sheela, T. and Usharani. 2013. Influence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the growth of maize (*Zea mays* L.). *Golder Reseacrh Thoughts*. 3(6): 1-4.
- Shimizu, M. 2011. *Bacteria in Agrobiolgy: Plant Growth Responses*. Springer Berlin Heidelberg. Gifu City.

- Singh, P. K., and Vijay, K . 2011. Biological control of *Fusarium* wilt of *Chrysanthemum* with *Trichoderma* and botanicals. *Journal Agric Tech.* 7(6): 13-16.
- Siregar, A. N., Ilyas, S., Fardiaz, D., Murniati, E., dan Wiyono S. 2007. Penggunaan agens biokontrol *Bacillus polymyxa* dan *Trichoderma harzianum* untuk peningkatan mutu benih cabai dan pengendalian penyakit antraknosa. *Jurnal Penyuluhan Pertanian.* 2(2): 105-114.
- Soesanto, L. E., Mugiastuti, dan Rahayuniati. 2010. Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman tomat *in vivo*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika.* 10(2): 108-115.
- Suanda, W. I. 2016. *Karakterisasi morfologis Trichoderma sp. isolat JB dan daya antagonisme terhadap patogen penyebab penyakit rebah kecambah (Sclerotium rolfsii Sacc.) pada tanaman tomat.* FPMIPA IKIP PGR Bali. Denpasar.
- Sudantha , I. M., Isnaini, M., Astiko, W., dan Ernawati, N. M. L. 2018. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan bioaktivator (mengandung jamur *Trichoderma* spp. dan ekstrak daun legundi) terhadap penyakit layu *Fusarium* dan hasil bawang merah. *Crop Agro.* 11(2): 94-103.
- Sunarjono, H. dan Febriani, A. N. 2018. *Bertanam Sayuran Daun dan Umbi.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sunarwati, D. dan Yoza, R. 2010. Kemampuan *Trichoderma* sp dan *Penicillium* dalam menghambat pertumbuhan cendawan penyebab penyakit busuk akar durian (*Phytophthora palmivora*) secara *in vitro*. *Prosiding. Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara.* Balai Penelitian Tanaman Buah. Solo.
- Suryaminarsih, P., Harijani, W.S., Syafriani, E., Rahmadhini, N., dan Hidayat, R. 2019. Aplikasi *Streptomyces* sp. sebagai agen hayati pengendali lalat buah (*Bactrocera* sp.) dan Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) pada tanaman tomat dan cabai. *Jurnal Agrium.* 22(1): 62-69.
- Tuszahrohmi, N., Romadi, U., dan Kurniasari, I. 2019. Efektivitas *Paenibacillus polymyxa* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam pengendalian penyakit hawar daun (*Helminthosporium turcicum*) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) *Jurnal Agrovigor.* 12(2): 77-81.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2023. *Classification for kingdom fungi down to species Fusarium acutatum.* <http://acir.aphis.usda.gov/s/cirdtaxon/a0ut0000002iJxqAAE/fusarium-acutatum>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2023.



- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., dan Lorito, M. 2008. Trichoderma plant pathogen interactions. Review Article. *Soil Biology & Biochemistry*. 40: 1-10.
- Waluyo, N. dan Rismawita, S. 2015. *Bawang Merah*. Balai Penelitian Sayuran. Jakarta.
- Widarti, A. dan Sugeng, B. 2014. *Paenibacillus polymyxa*. *Jurnal Agroscience*. 5(1): 7-8.
- Widawati, S., Nurkanto, A., dan Suidiana, M. 2008. Aktivitas pelarutan fosfat oleh aktinomisetes yang diisolasi dari Waigeo, Kepulauan Raja Ampat, Papua Barat. *Biodiversitas* 9(2): 87-90.
- Wiyatiningsih, S. 2003. Kajian asosiasi *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* penyebab penyakit moler pada bawang merah. *Jurnal Mapeta*. 5(1): 1-6.
- Zamzani, A., Satriyas, I. M., dan Machmud. 2014. Perlakuan agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri dan meningkatkan produksi benih padi sehat. *Jurnal Agron Indonesia*. 42(1): 1-8.