

**APLIKASI AGENSIA ANTAGONIS  
UNTUK MENGHAMBAT PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora sp.*) DAN  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ALFIAN NIDATIAN SALSABILA  
1914191034**



**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN PROTEKSI TANAMAN  
FAKULTAS PER TANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### APLIKASI AGENSIA ANTAGONIS UNTUK MENGHAMBAT PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora* sp.) DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

Oleh

ALFIAN NIDATIAN SALSABILA

Salah satu permasalahan yang mengakibatkan turunnya produksi jagung adalah penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tiga agensia antagonis *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap persentase perkecambahan benih jagung, masa inkubasi, keterjadian penyakit dan keparahan penyakit bulai serta pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot tanaman). Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai September 2023. Percobaan ini terdiri dari uji daya kecambah dan uji *in planta*. Perlakuan pada uji perkecambahan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu air steril (kontrol) (P1), *S. h.* subsp. *hygroscopicus* (P2), *Trichoderma* sp. (P3), dan *P. polymyxa* (P4) dengan 3 ulangan, sedangkan perlakuan pada uji *in planta* disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas 2 faktor yaitu jenis agensia antagonis dan cara aplikasi dengan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan agensia hayati dapat mempercepat perkecambahan benih jagung. Hasil uji *in planta* menunjukkan bahwa *S. h.* subsp. *hygroscopicus* dapat memperpanjang masa inkubasi, menekan keterjadian dan keparahan penyakit bulai, namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter lainnya. Perlakuan *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah akar dan bobot kering akar tanaman jagung, namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan lainnya. Perlakuan *P. polymyxa* mampu meningkatkan jumlah daun, bobot basah tajuk dan bobot kering tajuk, namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan lainnya.

Kata kunci: penyakit bulai, *Peronosclerospora* sp., *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *Paenibacillus polymyxa*.

**APLIKASI AGENSIA ANTAGONIS  
UNTUK MENGHAMBAT PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora* sp.) DAN  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ALFIAN NIDATIAN SALSABILA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar**

**SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Proteksi Tanaman  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi

: **APLIKASI AGENSIA ANTAGONIS UNTUK  
MENGHAMBAT PENYAKIT BULAI  
(*Peronosclerospora* sp.) DAN  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Nama Mahasiswa

: **Alfian Nidatian Salsabila**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1914191034**

Jurusan

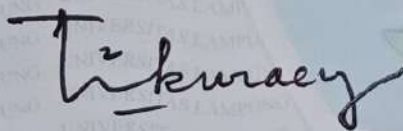
: **Proteksi Tanaman**

Fakultas

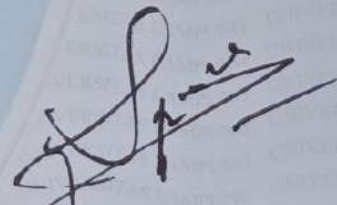
: **Pertanian**

**MENYETUJUI**

1. **Komisi Pembimbing**

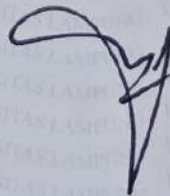


**Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M. Sc.**  
NIP. 196201071986032001



**Dr. Ir. Sudi Pramono, M. S.**  
NIP. 196012121986031009

2. **Ketua Jurusan Proteksi Tanaman**



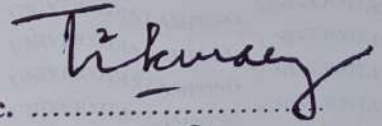
**Dr. Yyun Fitriana, S.P., M. P.**  
NIP. 198108152008122001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

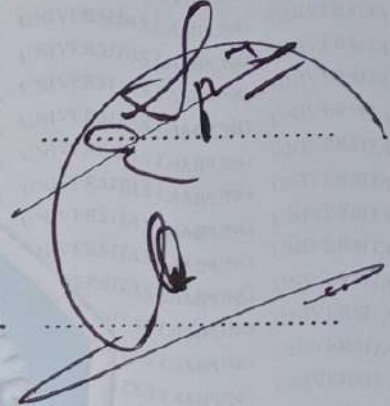
**Ketua**

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



**Sekretaris**

**: Dr. Ir. Sudi Pramono, M. S.** .....



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.** .....

**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P.**  
**NIP. 196411181989021002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Januari 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **APLIKASI AGENSIA ANTAGONIS UNTUK MENGHAMBAT PENYAKIT BULAI (*Peronosclerospora* sp.) DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* 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, 16 Februari 2024  
Penulis,



Alfian Nidatian Salsabila  
NPM. 1914191034

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Tambah Sari, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung pada tanggal 25 Januari 2002. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Pujiantoro dan Ibu Yuni Astuti. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Citra Insani Tulang Bawang pada tahun 2006-2007, kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Sidoharjo Pringsewu pada tahun 2007-2013, lalu penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Pringsewu pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Pringsewu dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menempuh pendidikan di Jurusan Proteksi Tanaman, penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota Bidang Minat dan Bakat (2021 dan 2022). Selain itu juga, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Fisiologi Tumbuhan (2022) dan Mikrobiologi Umum (2023).

Pada tahun 2022, penulis melaksanakan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Kagungan Rahayu, Kecamatan Menggala, Kabupaten Tulang Bawang. Pada tahun yang sama penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) selama 30 hari jam kerja di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Trimurjo, Lampung Tengah, dengan judul tugas akhir Praktik Umum (PU) yaitu

**“Inventarisasi Musuh Alami pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)  
Varietas Srikandi 80 di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit  
Trimurjo Kabupaten Lampung Tengah”.**



*Bismillahirrohmanirrohim*

*Dengan penuh rasa syukur dan bangga, kupersembahkan karya ini kepada:*

*Kedua orang tuaku tercinta Bapak Pujiantoro dan Ibu Yuni Astuti*

*Adikku tersayang Fanina Tian Tsanisa*

*Kakek nenekku tercinta Kakung Paino dan Uti Kasminah*

*Serta seluruh saudara-saudara terkasihku*

*yang telah memberikan seluruh kasih sayang, doa, semangat, nasihat, perhatian, dan dukungan sampai saat ini*

*Untuk diriku sendiri, Alfian Nidatian Salsabila*

*Terima kasih telah bertahan dan berjuang dengan penuh harap dan do'a hingga sampai di titik ini*

*Dan, untuk Almamater Tercinta*

*Proteksi Tanaman*

*Universitas Lampung*

*Barangsiapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan  
Allah hingga ia pulang  
(HR, Turmudzi)*

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
(Q.S Al Insyirah: 5-6)*

*Tidak ada eksperimen yang bisa membuktikan aku benar, namun  
sebaliknya sebuah eksperimen saja bisa membuktikan aku salah.  
(Albert Einstein)*

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Aplikasi Agensia Antagonis untuk Menghambat Penyakit Bulai (*Peronosclerospora* sp.) pada Tanaman Jagung**”. Skripsi ini disusun secara maksimal dan mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, nasihat, ilmu, saran dan masukan selama penulis melaksanakan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Sudi Pramono, M.S., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu, motivasi dan saran dalam penyelesaian skripsi.
5. Ir. Muhammad Nurdin, M. Si., selaku pembahas yang telah memberikan motivasi, nasihat, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Ir. Solikhin, M.P., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
7. Bapak Sangidun selaku Kepala Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gading Rejo, Pringsewu, Lampung dan seluruh staff Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gading Rejo, Pringsewu, Lampung atas bantuan, saran, motivasi dan bimbingan serta nasihat-nasihatnya dalam penyelesaian skripsi.
8. Bapak Suwarto atas segala bantuan, saran, bimbingan dan nasihat serta penyediaan tempat dalam melakukan penelitian ini sehingga penulis

mampu melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini.

9. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Pujiantoro dan Ibu Yuni Astuti, terima kasih atas kasih sayang, nasihat, motivasi, dan doa yang tiada hentinya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.
10. Adikku tersayang, Fanina Tian Tsanisa dan seluruh keluargaku tercinta yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan nasihat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Pendidikan di Universitas Lampung.
11. Munandar Purboningrat yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan semangat kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
12. Suci Aulia Hersaputri dan Carsinah, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat dan kerja samanya sebagai partner penelitian penulis dari awal hingga akhir.
13. Dita Oktaviani, Defi Ariza dan Dita Meiliana terima kasih atas segala bantuan dan kebersamaan dalam segala keadaan suka maupun duka selama perkuliahan.
14. Seluruh teman-teman Proteksi Tanaman angkatan 2019 terima kasih atas kebersamaannya selama perkuliahan.

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, 16 Februari 2024

Alfian Nidatian Salsabila

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</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 Tanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.).....	6
2.2 Penyakit Bulai.....	7
2.2.1 Gejala Penyakit Bulai.....	8
2.2.2 Penyebab Penyakit Bulai.....	9
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit.....	10
2.2.4 Pengendalian Penyakit.....	11
2.3 Agensia Antagonis.....	12
2.3.1 Aktinomisetes.....	12
2.3.2 <i>Trichoderma</i> sp.....	14
2.3.3 <i>Paenibacillus polymyxa</i> .....	16
2.3.4 Cara Aplikasi Agensia Antagonis.....	18
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	21

3.4.1 Persiapan dan Sterilisasi Alat dan Bahan .....	21
3.4.2 Perbanyak Isolat Agensia Antagonis (aktinomisetes, <i>Trichoderma</i> sp., dan <i>P. polymyxa</i> ) .....	22
3.4.3 Penyiapan Sumber Inokulum <i>Peronosclerospora</i> sp.....	22
3.4.4 Penyiapan dan Aplikasi Agensia Antagonis.....	23
3.4.5 Uji Perkecambahan Benih Jagung dengan Agensia Antagonis .....	23
3.4.6 Uji <i>In Planta</i> .....	24
3.5 Analisis Data.....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1 Gejala Penyakit Bulai Tanaman Jagung .....	28
4.1.2 Isolat <i>Streptomyces hygroscopicus</i> subsp. <i>hygroscopicus</i> .....	29
4.1.3 Isolat <i>Trichoderma</i> sp. ....	30
4.1.4 Isolat <i>Paenibacillus polymyxa</i> .....	31
4.1.5 Perkecambahan Benih Jagung .....	31
4.1.6 Hasil Uji <i>In Planta</i> .....	33
4.2 Pembahasan .....	40
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gejala penyakit bulai di lapang.....	8
2. Morfologi <i>Peronosclerospora</i> . (A) <i>P. maydis</i> , (B) <i>P. sorghi</i> , (C) <i>P. philippinensis</i> .....	10
3. Bakteri <i>Streptomyces</i> sp. (A) Koloni pada media YEMA, (B) Gambar mikroskopis perbesaran 40x, (1) Hifa dan (2) Konidia .....	13
4. Karakteristik <i>Trichoderma</i> sp.....	16
5. Morfologi <i>P. polymyxa</i> . (A) Koloni bakteri <i>P. polymyxa</i> di cawan agar, (B) Struktur sel bakteri <i>P. polymyxa</i> perbesaran 40x.....	17
6. Gejala penyakit bulai. (a) Klorosis berupa garis-garis pada daun muda, (b) Gejala lanjut berupa klorosis di seluruh permukaan daun. ....	28
7. Lapisan konidia jamur <i>Peronosclerospora</i> sp. pada permukaan bawah daun yang bergejala bulai.....	29
8. Biakan <i>S. h.</i> subsp. <i>hygroscopicus</i> berumur 14 hari pada media MEA.....	30
9. Biakan <i>Trichoderma</i> sp. berumur 7 hari pada media PDA. ....	30
10. Biakan <i>P. polymyxa</i> berumur 24 jam pada media YPA. ....	31
11. Pertumbuhan bibit jagung setelah perlakuan menggunakan agensia antagonis selama 10 hari .....	32
12. Gejala bulai tanaman jagung. ....	59
13. Perendaman benih jagung menggunakan beberapa agensia antagonis.....	59
14. Persemaian benih jagung menggunakan media tanam <i>rockwool</i> dan tray semai.....	60
15. Proses inokulasi <i>Peronosclerospora</i> sp.....	60
16. Uji perkecambahan benih jagung 10 hari semai. (a) Air steril, (b) <i>S. h.</i> subsp. <i>hygroscopicus</i> , (c) <i>Trichoderma</i> sp. (d) <i>P. polymyxa</i> . ....	61

17. Pengukuran panjang akar tanaman jagung. ....	61
18. Penimbangan bobot brangkasan. (a) Tajuk, (b) Akar. ....	62
19. Akar dan tajuk tanaman jagung. ....	62
20. Tanaman jagung seluruh perlakuan. ....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skala/skor gejala penyakit .....	26
2. Daya kecambah benih jagung setelah perendaman.....	31
3. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap masa inkubasi penyakit bulai.....	33
4. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap masa inkubasi penyakit bulai tanaman jagung .....	33
5. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keterjadian penyakit bulai tanaman jagung.....	34
6. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap keterjadian penyakit bulai tanaman jagung.....	34
7. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keparahan penyakit bulai tanaman jagung.....	35
8. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap keparahan penyakit bulai tanaman jagung.....	35
9. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung..	36
10. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap tinggi tanaman jagung .....	36
11. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun tanaman jagung .....	37
12. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap jumlah daun tanaman jagung ....	37
13. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap panjang akar tanaman jagung .....	38
14. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap panjang akar tanaman jagung ...	38
15. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap bobot akar (basah dan kering) tanaman jagung .....	39

16. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap bobot akar (basah dan kering) tanaman jagung .....	39
17. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap bobot tajuk (basah dan kering) tanaman jagung .....	40
18. Pengaruh agensia antagonis (P) terhadap bobot tajuk (basah dan kering) tanaman jagung .....	40
19. Analisis ragam masa inkubasi .....	64
20. Uji DMRT faktor P terhadap masa inkubasi .....	64
21. Analisis ragam tinggi tanaman 3 MST .....	64
22. Uji DMRT faktor P terhadap tinggi tanaman 3 MST .....	64
23. Analisis ragam tinggi tanaman 5 MST .....	65
24. Uji DMRT faktor P terhadap tinggi tanaman 5 MST .....	65
25. Analisis ragam jumlah daun jagung 3 MST .....	65
26. Uji DMRT faktor P terhadap jumlah daun jagung 3 MST .....	65
27. Analisis ragam jumlah daun 5 MST .....	66
28. Uji DMRT faktor P terhadap jumlah daun 5 MST .....	66
29. Analisis ragam keterjadian penyakit 3 MSI .....	66
30. Uji DMRT faktor P terhadap keterjadian penyakit 3 MSI .....	66
31. Analisis ragam keterjadian penyakit 5 MSI .....	67
32. Uji DMRT faktor P terhadap keterjadian penyakit 5 MSI .....	67
33. Analisis ragam keparahan penyakit 3 MSI.....	67
34. Uji DMRT faktor P terhadap keparahan penyakit 3 MSI.....	67
35. Analisis ragam keparahan penyakit 5 MSI.....	68
36. Uji DMRT faktor P terhadap keparahan penyakit 5 MSI.....	68
37. Analisis ragam panjang akar .....	68
38. Uji DMRT faktor P terhadap panjang akar .....	68
39. Analisis ragam bobot basah akar.....	69
40. Uji DMRT faktor P terhadap bobot basah akar.....	69
41. Analisis ragam bobot basah tajuk .....	69
42. Uji DMRT faktor P terhadap bobot basah tajuk .....	69
43. Analisis ragam bobot kering akar .....	70
44. Uji DMRT faktor P terhadap bobot kering akar .....	70

45. Analisis ragam bobot kering tajuk .....	70
46. Uji DMRT faktor P terhadap bobot kering tajuk .....	70

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang penting di dunia termasuk di Indonesia karena menjadi sumber utama karbohidrat selain padi dan gandum (Andriko dan Sirappa, 2005). Di samping itu, jagung juga merupakan bahan baku industri dan pakan ternak. Kebutuhan jagung di Indonesia untuk konsumsi meningkat sekitar 5,16% per tahun, sedangkan untuk kebutuhan pakan ternak dan bahan baku industri naik sekitar 10,87% per tahun (Roesmarkam dan Yuwono, 2002).

Sebagai bahan pangan, jagung mengandung karbohidrat cukup tinggi yang terdiri dari pati serta kasar, dan pentosan, selain kandungan protein, lemak, mineral, dan vitamin (vitamin E, vitamin A, dan vitamin B1) (Muchtadi dan Sugiyono, 1989). Selain tinggi karbohidrat, jagung juga memiliki zat gizi lain seperti asam lemak esensial dan provitamin A. Biji jagung mengandung nutrisi yang diperlukan tubuh yaitu kalori 24% dan protein 7,9% (Claudia dkk., 2015).

Berdasarkan hasil survei Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015 produksi jagung nasional mencapai 19,61 juta ton dengan kebutuhan dalam negeri mencapai 25 juta ton. Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah sentral produksi tanaman jagung di Indonesia. Di Lampung, jagung banyak ditanam di Kabupaten Lampung Selatan, Lampung Timur dan Lampung Tengah. Provinsi Lampung memiliki rata-rata luas panen sebesar 24.619,8 ha dengan produktivitas 5,27 ton/ha (BPS Lampung, 2017).

Penyakit bulai merupakan penyakit penting tanaman jagung yang dapat menurunkan hasil produksi jagung. Bulai disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora maydis* yang menginfeksi tanaman jagung pada umur 2-3 minggu, dengan tingkat kerusakan mencapai 95% (Semangun, 2004). Penyakit bulai dapat menyerang tanaman jagung mulai dari fase awal pertumbuhan hingga umur lebih dari 21 hari setelah tanam (hst) (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Tanaman jagung yang terserang penyakit bulai menunjukkan gejala berupa klorotik pada daun yang berkembang secara khas dengan kondisi sejajar dengan tulang daun. Gejala lanjut berupa daun tanaman jagung menjadi kerdil, tegak, dan tampak kering. Selain itu, tanda berupa propagul massa konidia yang mirip seperti tepung pada permukaan atas atau bawah daun dapat ditemukan terutama pada pagi hari (Rustiani, 2015). Tanaman dewasa yang terserang penyakit tersebut tidak dapat menghasilkan serbuk sari sehingga tanaman tidak menghasilkan buah. Tanaman yang terinfeksi bulai pada umur kurang dari satu bulan tidak dapat meneruskan proses tumbuh dan secara perlahan akan mati (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas jagung yaitu dengan menggunakan benih varietas unggul hibrida. Varietas unggul hibrida terbukti mampu berproduksi 15% lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas (Setimela dan Kosina, 2006). Penggunaan varietas unggul hibrida merupakan pengendalian umum yang sering dilakukan dikarenakan benih varietas unggul hibrida diberi lapisan fungisida berbahan aktif metalaksil. Namun, akhir-akhir ini dilaporkan bahwa varietas unggul terinfeksi oleh penyakit bulai pada fase awal pertumbuhan dan berpotensi secara nyata dapat menurunkan hasil jagung dalam skala nasional. Keberadaan sumber inokulum awal, pola penanaman yang tidak serempak pada setiap daerah sentra pertanaman jagung dan penanaman varietas yang rentan sehingga menyebabkan penyakit bulai selalu ada, bersifat laten dan menjadi ancaman (Hendrayana dkk., 2020).

Penggunaan fungisida berbahan aktif metalaksil masih menjadi pilihan petani untuk mengendalikan penyakit bulai. Namun, penggunaan metalaksil secara terus

menerus dalam jangka waktu lama telah menimbulkan resistensi pada penyebab penyakit bulai (Burhanudin, 2009). Oleh karena itu, perlu dicari alternatif untuk mengendalikan penyakit bulai. Salah satu pengendalian alternatif yang perlu dikaji adalah pengendalian hayati menggunakan agensia antagonis. Beberapa mikroorganisme yang dilaporkan dapat berperan sebagai agensia antagonis adalah seperti *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*, tetapi belum diketahui bagaimana pengaruh antagonis tersebut terhadap penyakit bulai jagung sehingga perlu diteliti.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh agensia antagonis *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *Paenibacillus polymyxa* terhadap persentase perkecambahan benih jagung,
2. Mengetahui pengaruh agensia antagonis *S. h* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *P. polymyxa* terhadap intensitas (keterjadian dan keparahan) penyakit bulai tanaman jagung,
3. Mengetahui pengaruh agensia antagonis *S. h*. subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *P. polymyxa* terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Menurut Prasetyo *et al.* (2017), penggunaan mikroorganisme antagonis sebagai agensia hayati berpotensi tinggi dalam menghambat serangan patogen, dan mampu beradaptasi dan berkolonisasi pada perakaran tanaman. Selain itu juga dapat berfungsi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dapat menginduksi ketahanan tanaman inang. Jamur *Peronosclerospora* sp. merupakan penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung. Salah satu pengendalian yang aman dan ramah lingkungan yaitu pengendalian hayati berbasis mikroorganisme antagonis (Tuszahrohmi dkk., 2019).

Berdasarkan penelitian Sektiono dkk. (2016), penggunaan aktinomisetes sebagai agen biokontrol dalam uji *in vivo* dapat menekan masa inkubasi, keterjadian penyakit dan intensitas penyakit antraknosa pada buah cabai rawit. Menurut Wahyuni dkk. (2019), senyawa metabolit yang dihasilkan oleh aktinomisetes memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri maupun jamur. Salah satu kelompok mikroorganismenya yang berpotensi sebagai agensia pengendali hayati dari aktinomisetes adalah genus *Streptomyces*. Hasil penelitian yang telah dilakukan Ali *et al.* (2018), menunjukkan bahwa *Streptomyces* spp. memiliki potensi sebagai antifungi pada penyakit layu fusarium. Menurut Saiful (2005), bakteri aktinomisetes dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau PGPR sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan akar, baik tinggi akar maupun berat akar.

*Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur saprofit yang banyak dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (Kaewchai *et al.*, 2009). Kurbaini dkk. (2009) melaporkan bahwa agensia hayati *Trichoderma* sp. dapat menekan serangan *Fusarium* sp. Hasil penelitian yang dilakukan Sivan dan Chet (1986) dalam Hersanti *et al.* (2000), *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur yang mempunyai potensi sebagai jamur antagonis serta banyak diteliti kemampuannya dalam mengendalikan patogen tular tanah yang mampu mengurangi intensitas serangan penyakit layu fusarium pada tanaman gandum 83%, pada tanaman kapas, tomat 80%, dan 60% pada tanaman melon. Selanjutnya Herlina dan Pramesti (2009), juga menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat berperan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman melalui cara menghasilkan asam organik yang dapat menyuburkan tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian Siregar dkk. (2007), aplikasi *P. polymyxa* dapat mendukung pertumbuhan tanaman karena bakteri ini dapat memproduksi hormon pemacu pertumbuhan tanaman (IAA), auksin dan sitokinin. Menurut Sivasakthi *et al.* (2014), juga mengemukakan bahwa bentuk aktif dari IAA yaitu auksin dan sitokinin yang berfungsi dalam peningkatan pertumbuhan tanaman melalui penyerapan unsur N, P, K, Ca dan Mg. Begitu juga hasil penelitian Tuszahrohmi dkk. (2019), yang menyatakan bahwa penggunaan agensia hayati *P. polymyxa*

mampu menginduksi ketahanan jagung sehingga menghambat patogen dalam menginfeksi tanaman jagung. Bakteri *P. polymyxa* bukan hanya antagonis yang dapat memproduksi hormon pertumbuhan yang bertanggung jawab dalam peningkatan tinggi tanaman jagung (Noumavo *et al.*, 2013).

#### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Agensia antagonis (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*) dapat meningkatkan persentase perkecambahan benih jagung,
2. Agensia antagonis (*S. h.* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *P. polymyxa*) dapat menghambat intensitas (keterjadian dan keparahan) penyakit bulai tanaman jagung,
3. Agensia antagonis (*S. h.* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., dan *P. polymyxa*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting selain gandum dan padi. Jagung juga menjadi alternatif sumber pangan selain beras di beberapa daerah di Indonesia (Karya Tani Mandiri, 2010).

Produksi utama tanaman jagung adalah buah (tongkol) berbiji tua yang digunakan sebagai bahan pangan. Namun demikian, hampir semua bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Jagung mempunyai kandungan gizi (nutrisi) yang cukup lengkap, terdiri atas protein dengan kadar 2,20%, lemak 0,10%, karbohidrat 7,40 g, kalsium 7,00 mg, fosfor 500 mg, zat besi 10 mg, vitamin A 200 mg, vitamin B1 0,8 mg, vitamin C 8,00 mg, dan air 89,50 g (Sineri, 2013).

Menurut Tjitrosoepomo (1983), tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Sub Divisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledone  
Ordo : Graminae  
Family : Graminaceae  
Genus : *Zea*  
Spesies : *Zea mays* L.

Menurut Kasryno (2002), akar tanaman jagung merupakan akar serabut yang tumbuh di bagian pangkal batang dan menyebar luas sebagai akar lateral. Batang tanaman jagung bulat silindris dan beruas-ruas, dan pada bagian pangkal beruas

cukup pendek dengan jumlah sekitar 8-20 ruas. Rata-rata tinggi tanaman jagung antara 1-3 m di atas permukaan tanah. Sedangkan, daun tanaman jagung berbentuk pita atau garis dan jumlah daunnya sekitar 8-48 helai tiap batangnya, tergantung pada jenis atau varietas yang ditanam. Panjang daun 30-45 cm dan lebarnya antara 5-25 cm (Warisno, 1998).

Syarat tumbuh tanaman jagung diantaranya yaitu suhu yang dikehendaki tanaman jagung antara 21-30 °C. Suhu yang terlalu tinggi dan kelembapan yang rendah dapat mengganggu proses persarian. Curah hujan normal untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah sekitar 250 mm/tahun sampai 2000 mm/tahun. Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim subtropis atau tropis yang basah. Jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0°-50° LU hingga 0°-40° LS. Jagung bisa ditanam di daerah dataran rendah sampai di daerah pegunungan yang memiliki ketinggian tempat antara 1000-1800 meter dari permukaan laut. Jenis tanah dapat ditanami jagung adalah tanah andosol, tanah latosol, tanah grumosol, dan tanah berpasir (Irmayani, 2011).

## **2.2 Penyakit Bulai**

Penyakit bulai masih mendominasi sebagai penyebab kegagalan panen pada pertanaman jagung di berbagai negara seperti di Filipina, Thailand, India, Indonesia, Afrika, dan Amerika. Di Indonesia penyakit bulai merupakan penyakit penting pada tanaman jagung yang merupakan kendala utama pada budidaya tanaman jagung dan banyak peledakan penyakit bulai telah dilaporkan terjadi di Kediri (Jawa Timur), Simalungun (Sumatera Utara), dan Bengkayang (Kalimantan Barat) (Semangun, 1993). Penyakit bulai dapat menyerang tanaman jagung berumur 2-3 minggu, 3-5 minggu dan pada tanaman dewasa dan kerusakannya antara 0% hingga 95% (Hamijaya dkk., 2001).

### 2.2.1 Gejala Penyakit Bulai

Gejala khas penyakit bulai pada tanaman jagung berupa klorotik memanjang sejajar tulang daun seperti Gambar 1, pertumbuhan tanaman yang terserang terhambat, dan pada pagi hari dapat terlihat lapisan tepung putih di bawah permukaan daun (Jatnika dkk., 2013). Penyakit bulai pada tanaman jagung umumnya menyebabkan gejala sistemik yang meluas ke seluruh bagian tanaman dan menimbulkan gejala lokal. Gejala sistemik terjadi bila infeksi patogen mencapai titik tumbuh, sehingga semua daun terinfeksi (Muis dkk., 2018). Daun tanaman yang terinfeksi akan berwarna putih selanjutnya akan menguning menjadi kaku dan kering. Serangan penyakit yang berat dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, tidak berbuah dan mati sedangkan pada serangan ringan masih bisa berbuah namun tongkolnya berukuran kecil dan tidak terbungkus kelobot secara penuh. Ujung tongkol masih terlihat dan terkadang bijinya tidak terisi penuh atau ompong (Pracaya, 1999).



Gambar 1. Gejala penyakit bulai di lapang (Sumber: Muis dkk., 2018).

Daun jagung yang terserang patogen penyakit bulai akan menjadi kaku, dan lebih tegak dibandingkan dengan daun jagung yang sehat. Akar tanaman jagung kurang terbentuk sehingga tanaman mudah rebah (Semangun, 1996). Daun yang baru

membuka pada tanaman terinfeksi bulai mempunyai bercak-bercak klorotis kecil-kecil. Bercak ini akan berkembang menjadi jalur yang sejajar dengan tulang induk berwarna putih sampai kekuningan pada permukaan daun, diikuti oleh garis-garis klorotik. Daun berbentuk kaku, tegak dan menyempit karena adanya benang-benang patogen dalam ruang antar selnya (Semangun, 2004). Tanaman jagung yang terserang penyakit bulai sejak umur muda sekitar (10-15 HST), maka akan terjadi infeksi yang sistemik dan intensitas serangan berat, sehingga dapat menyebabkan kegagalan panen. Gejala lainnya adalah tanaman akan terhambat pertumbuhannya, termasuk pembentukan tongkol, bahkan sama sekali tongkol jagung tidak terbentuk. Selanjutnya daun-daun menggulung, bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan (Talanca, 2013).

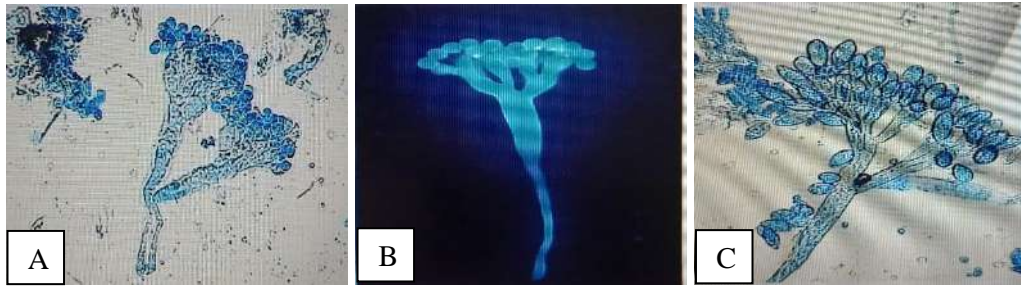
### 2.2.2 Penyebab Penyakit Bulai

Penyakit bulai disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora* spp. Menurut Wakman dan Djatmiko (2002), telah dilaporkan sebanyak 10 spesies dari tiga genera yang menyebabkan penyakit bulai diantaranya *P. maydis*, *P. philippinensis*, *P. sacchari*, *P. sorghi*, *P. spontanea*, *P. miscanthi*, *Sclerospora macrospora*, *S. rayssiae*, dan *S. graminicola* serta *P. heteropogani*. Di Indonesia sudah ditemukan tiga spesies yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis* dan *P. sorghi* yang menyebar di wilayah yang berbeda-beda.

Menurut Muis dkk. (2018), klasifikasi *Peronosclerospora* sebagai berikut:

Kingdom	: Chromista
Filum	: Stramenopiles
Kelas	: Oomycetes
Ordo	: Peronosporales
Famili	: Peronosporaceae
Genus	: Peronosclerospora
Spesies	: <i>P. maydis</i> ; <i>P. sorghi</i> ; <i>P. philippinensis</i>

Penampakan secara mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Morfologi *Peronosclerospora*. (A) *P. maydis*, (B) *P. sorghi*, (C) *P. philippinensis* (Sumber: Muis dkk., 2018).

*P. maydis* memiliki konidia berbentuk bulat, *P. sorghi* yang memiliki bentuk konidia bulat telur, serta *P. philippinensis* dengan bentuk konidia lonjong (Wakman, 2006). *Peronosclerospora* sp. merupakan parasit obligat yang hanya hidup, berkembang dan bertahan pada tanaman hidup, dalam hal ini adalah tanaman jagung (Korlina dan Amir, 2015). Konidium *Peronosclerospora* sp. yang masih muda berbentuk bulat, sedangkan yang sudah masak dapat menjadi jorong. Ukuran konidium 12-19 x 10-23  $\mu\text{m}$  dengan rata-rata 19,2-17,0  $\mu\text{m}$ . Miselium *Peronosclerospora* sp. berkembang di ruang antar sel. Pada waktu permukaan daun berembun, miselium membentuk konidiofor yang tampak seperti batang, kemudian konidiofor membentuk sterigma (tangkai) (Semangun, 2004). Proses infeksi cendawan *Peronosclerospora* sp. dimulai dari konidia yang tumbuh di permukaan daun dan masuk ke dalam jaringan tanaman muda melalui stomata, selanjutnya terjadi luka lokal dan berkembang ke titik tumbuh yang menyebabkan infeksi sistemik sehingga terbentuk gejala bulai yang khas (Talanca, 2013).

### 2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit

Penyebaran penyakit bulai dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jarak tanam yang merupakan masalah praktis di lapangan dimana sangat menentukan dalam usaha meningkatkan hasil. Semakin dekat jarak tanam akan mempengaruhi perkembangan penyakit menjadi lebih tinggi. Varietas yang ditanam juga akan menentukan kerentanan atau ketahanannya terhadap penyakit (Nina, 2007). Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan penyakit terbagi menjadi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi tanaman

inang dan inokulum penyakit. Sedangkan faktor abiotik meliputi curah hujan, suhu, kecepatan angin, dan kelembapan. Faktor lingkungan harus sesuai bagi perkembangan patogen dalam siklus penyakit seperti pelepasan spora dan penyebarannya. Apabila lingkungan lebih menguntungkan patogen maka perkembangan penyakit dapat dengan pesat dan berulang kali serta dalam waktu yang lama, sehingga terjadi epidemi (Nurhayati dan Serliana, 2011).

#### **2.2.4 Pengendalian Penyakit**

Pengelolaan penyakit bulai pada tanaman jagung idealnya dilakukan secara terpadu. Di Indonesia, pengendalian penyakit bulai pada tanaman jagung terpadu telah lama dirintis seperti menanam varietas tahan terhadap penyakit bulai, cara bercocok tanam, dan perlakuan benih dengan fungisida sistemik (Burhanudin, 2011). Menurut Burhanudin (2009), cara yang umum dilakukan untuk mengendalikan penyakit bulai adalah penggunaan fungisida berbahan aktif metalaksil. Namun, penggunaan fungisida metalaksil secara terus menerus dapat menyebabkan dampak negatif, seperti adanya pengaruh negatif terhadap kesehatan manusia.

Teknik pengendalian lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh cendawan *Peronosclerospora* sp. adalah penggunaan mikroorganisme antagonis, penggunaan varietas tahan dan pengendalian secara mekanis. Dalam penggunaan varietas tahan setiap varietas memiliki tingkat ketahanan yang berbeda. Selain itu penggunaan varietas tahan juga tidak menimbulkan dampak berupa keracunan dan pencemaran lingkungan serta sifat ketahanannya yang stabil dan ekonomis (Pajrin dkk., 2013).

Penggunaan mikroorganisme antagonis dalam pengendalian hayati merupakan salah satu pengendalian alternatif yang dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan fungisida kimia sintetis yang terus-menerus. Beberapa mikroorganisme yang telah dilaporkan dapat berperan sebagai agensia pengendali hayati adalah aktinomisetes (Aslinda dkk., 2023), *Trichoderma* sp. (Wahyuni dan Dini, 2019) dan *Paenibacillus polymyxa* (Nurosid dkk., 2018).

### **2.3 Agensia Antagonis**

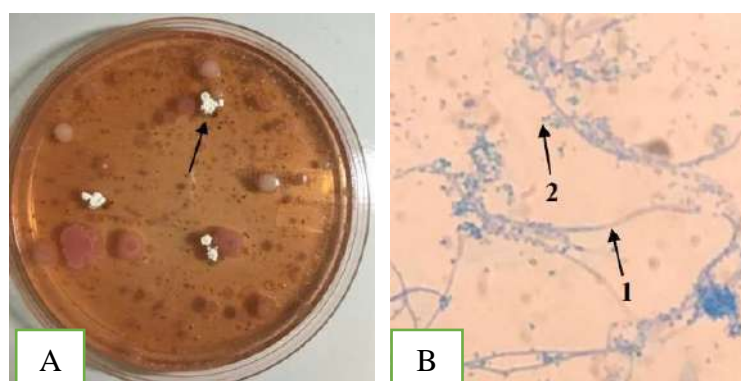
Menurut Prasetyo *et al.* (2017), penggunaan mikroorganisme antagonis sebagai agensia hayati berpotensi tinggi dalam menghambat serangan patogen dan mampu beradaptasi serta berkolonisasi pada perakaran tanaman. Pengendalian secara preventif sangat penting dilakukan sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya serangan hama dan penyakit yang dapat menurunkan hasil produksi tanaman. Mikroba antagonis sangat potensial dikembangkan sebagai agensia pengendalian hayati (Hasanuddin, 2003). Pengendalian hayati menggunakan agensia antagonis dengan aplikasi secara berkala pemakaiannya dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen untuk jangka waktu yang relatif panjang tanpa menimbulkan pencemaran lingkungan (Baker and Cook, 1974).

Agensia antagonis berfungsi untuk menekan populasi patogen sehingga berakibat pada perbaikan pertumbuhan tanaman. Agensia antagonis berpengaruh terhadap tanaman, patogen serta lingkungan. Pengaruh agensia antagonis terhadap tanaman yaitu memiliki kemampuan melindungi tanaman atau mendukung pertumbuhan tanaman melalui salah satu mekanismenya yaitu mendukung pertumbuhan tanaman. Sementara itu, tanaman menyediakan nutrisi bagi agensia pengendali hayati dalam bentuk eksudat akar, yang sangat diperlukan untuk pertumbuhannya. Sedangkan pengaruh agensia antagonis terhadap patogen sangat jelas, yaitu menekan daya tahan dan pertumbuhan patogen. Penekanan ini akan menyebabkan penurunan populasi patogen di alam (Sopialena, 2018).

#### **2.3.1 Aktinomisetes**

Aktinomisetes dalam strukturnya merupakan bentuk antara jamur dan bakteri yang mampu menghasilkan zat anti mikroba dan asam amino. Aktinomisetes dilaporkan dapat menghasilkan antibiotik, enzim ekstraseluler dan senyawa penting lainnya (Sahilah *et al.*, 2010). Antibiotik yang diproduksi aktinomisetes dapat menghambat bahkan mematikan patogen, sehingga pertumbuhan diameter koloni jamur patogen terhambat karena adanya zat-zat yang dimiliki aktinomisetes yang mampu merusak dinding sel dan plasma dari patogen (Laila dkk., 2016).

Aktinomisetes merupakan organisme tanah yang memiliki sifat-sifat yang umum dimiliki oleh bakteri dan jamur, tetapi juga mempunyai ciri khas yang cukup berbeda. Seperti halnya jamur, aktinomisetes mempunyai miselium uniseluler dan mempunyai susunan hifa yang bercabang yang agak panjang dengan diameter 0,5-0,8  $\mu\text{m}$ . Miseliumnya berkembang dalam lapisan bawah dan tumbuh menjulang seperti antena yang disebut miselium aerial. Pada lempeng agar, aktinomisetes dapat dibedakan dengan mudah dari bakteri. Bakteri memiliki morfologi yang berlendir, mengkilap dan tumbuh dengan cepat, sedangkan koloni aktinomisetes memiliki morfologi yang buram, permukaan konsisten berdebuk, melekat erat pada permukaan agar dan memiliki pertumbuhan yang lambat (7-14 hari) (Nurkartika dkk., 2017). Secara mikroskopis memiliki konidia berbentuk bulat, terdapat hifa bercabang tidak bersepta (Gambar 3).



Gambar 3. Bakteri *Streptomyces* sp. (A) Koloni pada media YEMA, (B) Gambar mikroskopis perbesaran 40x, (1) Hifa dan (2) Konidia (Sumber: Prasetya dan Abadi, 2022).

Aktinomisetes diketahui memiliki kemampuan dalam mengendalikan patogen dan menginduksi ketahanan tanaman. Senyawa metabolit yang dihasilkan oleh aktinomisetes memiliki aktivitas antagonis terhadap bakteri maupun jamur. Salah satu kelompok mikroorganisme yang berpotensi sebagai agensia pengendali hayati dari aktinomisetes adalah genus *Streptomyces* (Wahyuni dkk., 2019). *Streptomyces* merupakan bakteri dengan struktur khas karena mampu membentuk hifa atau filamen, sehingga sekilas tampak seperti jamur. Akan tetapi, genus *Streptomyces* memiliki karakter seperti prokariota lainnya karena tidak



mempunyai membran pada inti selnya (Prescott *et al.*, 1990). Menurut Susilowati dkk. (2007), klasifikasi *Streptomyces hygroscopicus* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria  
Filum : Actinomycetota  
Class : Actinomycetes  
Ordo : Streptomycetales  
Family : Streptomycetaceae  
Genus : Streptomyces  
Spesies : *Streptomyces hygroscopicus*

*Streptomyces* selain hidup pada tanah juga hidup pada sebagian besar rhizosfer beberapa tanaman seperti tanaman cabai, tomat, bawang dan tanaman legume. Keberadaan *Streptomyces* pada rhizosfer tanaman dapat berfungsi untuk menjaga tanaman tersebut dari serangan patogen baik jamur maupun bakteri (Muthahanas, 2004). Aktinomisetes dikenal memiliki potensi yang sangat baik sebagai agensia pengendali hayati dalam pertanian terutama kemampuannya dalam mengkolonisasi *niche* yang sama dengan patogen di dalam jaringan tanaman dan memproduksi metabolit dengan aktivitas anti jamur dan nematisida. Penggunaan aktinomisetes sebagai agensia pengendali hayati juga karena kemampuannya menghasilkan metabolit sekunder yang secara langsung mempengaruhi patogen atau menginduksi sistem pertahanan tanaman (Sulistiyaningsih, 2008).

### **2.3.2 *Trichoderma* sp.**

Menurut Widyastuti dan Hariani (2006), *Trichoderma* sp. dapat menekan berbagai patogen dan memicu pertumbuhan tanaman serta merangsang respon ketahanan tanaman terhadap penyakit. Mekanisme *Trichoderma* sp. dalam merangsang ketahanan tanaman terhadap penyakit yaitu dengan cara memicu tanaman untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menghambat perkembangan patogen seperti flavonoid, resin, dan peroksidase, serta memicu perubahan morfologi seperti penebalan lignin dan penebalan dinding sel (Gunaeni dkk., 2015).

Menurut menurut Mycobank (2019), klasifikasi jamur *Trichoderma* sp. adalah sebagai berikut:

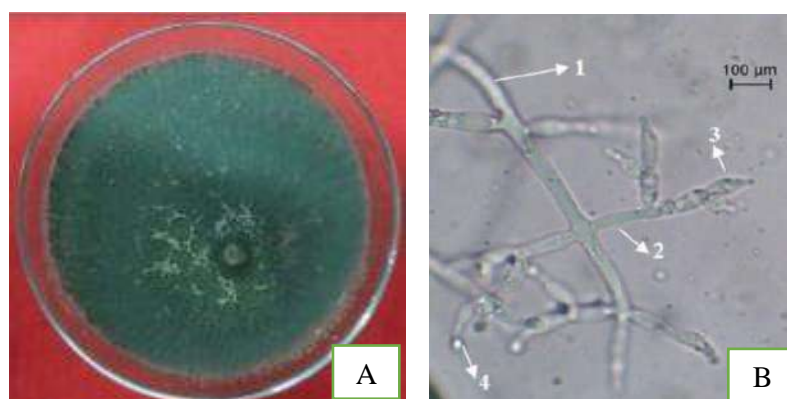
Kingdom : Fungi  
Subkingdom : Dikarya  
Super divisi : Ascomycota  
Divisi : Pezizomycotina  
Kelas : Sordariomycetes S  
Subkelas : Hypocreomycetidae  
Ordo : Hypocreales  
Family : Hypocreaceae  
Genus : *Trichoderma*  
Species : *Trichoderma* spp.

Herlina dkk. (2004), menyatakan bahwa spesies *Trichoderma* di samping sebagai pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agensia hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Fungi *Trichoderma* diberikan ke areal pertanaman dan berlaku sebagai biodekomposer, mendekomposisi limbah organik (daun dan ranting tua) menjadi kompos yang bermutu, serta dapat berlaku sebagai biofungisida yang berperan mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman. Selain itu, peran *Trichoderma* sangat penting dalam memberikan sinyal auksin dan merangsang pertumbuhan tanaman (Nurahmi dkk., 2012).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit bulai yang menyerang tanaman jagung adalah dengan memanfaatkan agensia hayati seperti *Trichoderma* sp. Jamur *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme bersifat antagonis yang memiliki potensi meningkatkan ketahanan tanaman dan dapat menekan perkembangan penyakit bulai (Soenartiningih dkk., 2013). Peran *Trichoderma* sp. terhadap penekanan penyakit bulai jagung diduga *Trichoderma* sp. memicu jumlah enzim peroksidase tanaman. Enzim peroksidase berperan dalam penguatan dinding sel tanaman. Selanjutnya penguatan dinding sel tanaman akan menghambat infeksi patogen (Sutama dkk., 2015).

Hasil penelitian Suanda (2016) menunjukkan bahwa koloni *Trichoderma* sp. secara makroskopis permukaannya datar berbentuk bulat tetapi kasar seperti berserat dengan bagian tepi halus, mula-mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas jelas, sedangkan bagian pinggir berwarna putih seperti kapas dan warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas.

Penampakan secara mikroskopis *Trichoderma* sp. isolat JB yaitu hifa berwarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna kehijauan, berbentuk globuse (bulat) tumbuh pada ujung dan ada juga konidium terbentuk secara bergerombol berwarna hijau muda pada permukaan sel konidioforanya. Fialid memiliki ukuran panjang  $\pm 11,1 \mu\text{m}$  dan cabang konidiofor panjangnya  $\pm 13,4 \mu\text{m}$ . Adanya banyak percabangan konidiofor yang menyerupai piramid yaitu cabang yang lebih panjang dibawahnya, fialid tersusun pada kelompok-kelompok yang berbeda, terdapat 2-3 fialid per kelompok (Gambar 4).



Gambar 4. Karakteristik *Trichoderma* sp. (A) Koloni jamur *Trichoderma* sp. (B) Morfologi mikroskopis *Trichoderma* sp. perbesaran 40x: (1) Konidiofor, (2) Cabang konidiofor, (3) Fialid, (4) Konidia/phialospore (Sumber: Suanda, 2016).

### 2.3.3 *Paenibacillus polymyxa*

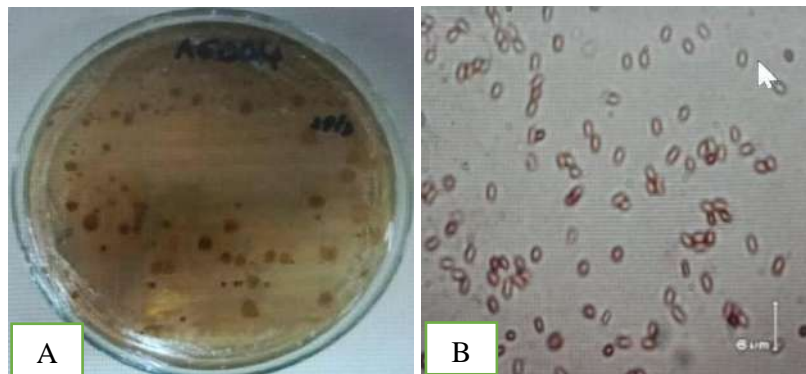
*P. polymyxa* merupakan bakteri yang memiliki berbagai manfaat termasuk fiksasi nitrogen, promosi pertumbuhan tanaman, enzim hidrolitik, antibiotik, sitokinin, solubilisasi fosfor tanah dan produksi exopolysakarida (Zuraidah, 2011).

*P. polymyxa* merupakan bakteri non patogen yang juga menguntungkan di bidang kesehatan dan lingkungan. Bakteri ini penghasil antibiotik polimiksin yaitu 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. Adapun cara kerja bakteri antagonis *P. polymyxa* mempunyai cara kerja yaitu antibiosis (Widarti dan Sugeng, 2014). Menurut Ferdiansyah dan Suidiana (2013), klasifikasi ilmiah *P. polymyxa* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria  
 Filum : Firmicutes  
 Kelas : Bacilli  
 Ordo : Bacillales  
 Genus : Paenibacillus  
 Spesies : *Paenibacillus polymyxa*

*P. polymyxa* adalah bakteri gram positif pengikat nitrogen anaerobik yang berbentuk batang, berukuran  $0,6 \times 3,0 \mu\text{m}$ , dan menghasilkan koloni pucat pada agar-agar serta permukaan koloni yang kasar (Zengguo *et al.*, 2007) (Gambar 5). Endospora dapat berkecambah jika kondisinya lebih sesuai (Huo *et al.*, 2010). Morfologi bakteri *P. polymyxa* 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 (Retnowati dkk., 2007).



Gambar 5. Morfologi *P. polymyxa*. (A) Koloni bakteri *P. polymyxa* di cawan agar, (B) Struktur sel bakteri *P. polymyxa* perbesaran 40x.

Agensia antagonis *P. polymyxa* merupakan salah satu jenis agensia hayati yang efektif dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman. *P. polymyxa* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman dengan kemampuannya yang dapat menghasilkan fitohormon dan zat pengatur tumbuh. *P. polymyxa* menghasilkan hormon (IAA) yang berperan dalam pembentukan akar tanaman (Rares dkk., 2015). Selain itu, *P. polymyxa* juga berperan dalam pelarutan fosfat untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang akan mensubstitusi sebagian atau seluruh kebutuhan unsur P sehingga dapat memberikan hasil positif terhadap pertumbuhan seperti tinggi tanaman dan jumlah daun (Sutariati, 2010). *P. polymyxa* juga merupakan bakteri yang mampu menghambat bakteri *Campylobacter* penyebab penyakit *foodborne* (Suarsana, 2011).

#### **2.3.4 Cara Aplikasi Agensia Antagonis**

Keefektifan agensia antagonis dapat dipengaruhi oleh jenis agensia antagonis yang diaplikasikan, juga dipengaruhi oleh cara aplikasinya. Cara aplikasi mempengaruhi jumlah dan daya antagonis, semakin efektif cara pengaplikasiannya maka semakin besar pula jumlah serta daya antagonisnya. Cara aplikasi agensia antagonis dapat dilakukan dengan beberapa perlakuan seperti perendaman benih, aplikasi ke dalam tanah dan penyemprotan pada tanaman (Nurlela dkk., 2016).

Perendaman benih jagung dilakukan dengan cara merendam benih sebanyak 20 g dalam 100 mL suspensi agensia antagonis (Khoiri dkk., 2021). Perendaman benih dengan agensia antagonis dilakukan selama 24 jam sebelum tanam atau semai. Semakin lama perendaman hingga 24 jam daya berkecambah juga semakin meningkat (Koes dan Komalasari, 2015). Perlakuan perendaman benih dengan agensia hayati mampu meningkatkan bobot basah dan bobot kering biomassa cabai (Estrada *et al.*, 2004), meningkatkan produksi gandum (Khalid *et al.*, 2004), meningkatkan bobot batang dan akar tanaman jagung (Thuar *et al.*, 2004), meningkatkan pertumbuhan bibit, tinggi tanaman, dan luas daun *pearl millet* (Niranjan *et al.*, 2004).

Cook and Baker (1983), menyatakan bahwa agensia antagonis yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat sebagai sumber nutrisi mikroorganisme antagonis sehingga mampu meningkatkan aktivitas agensia antagonis, menstimulasi dormansi propagul patogen serta menghasilkan efek fungistasis bagi patogen tular tanah. Begitupun dengan agensia antagonis aktinomisetes, *Trichoderma* sp. dan *P. poymyxa* yang banyak tumbuh di tanah. Aplikasi *Trichoderma* sp. dapat menguraikan bahan organik dalam tanah menjadi bahan makanan yang mudah diserap oleh tanaman. Aplikasi bakteri aktinomisetes ke dalam tanah mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung seperti meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan meningkatkan waktu perkecambahan pada tanaman jagung (Muliani dkk., 2015).

Cara aplikasi penyemprotan agensia antagonis dilakukan dengan membuat suspensi agensia antagonis lalu disemprotkan menggunakan *hand sprayer* sebanyak 10 mL/tanaman dan diaplikasikan pada bagian bawah permukaan daun (Bhatti *et al.*, 2017). Nurhayati dkk. (2012), dalam penelitiannya menyatakan bahwa cara aplikasi *Trichoderma* melalui penyemprotan langsung pada daun merupakan cara aplikasi yang terbaik dibanding dengan aplikasi melalui penyiraman akar dan perendaman akar tanaman. Waktu penyemprotan dilakukan pada sore hari untuk menghindari terik matahari (siang) karena akan mempengaruhi efektifitas agensia antagonis.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

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

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah LAF (*Laminar Air Flow*), *erlenmeyer*, autoklaf, *vortex mixer*, mikropipet, mikroskop cahaya, kaca preparat, *cover glass*, *microwave*, tip, *haemocytometer*, timbangan elektrik, *rotary mixer*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, gelas beaker, gelas ukur, bunsen, jarum ose, kuas, spatula, nampan plastik, penggaris, gunting, *hand sprayer*, polybag, kamera *handphone*, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat aktinomisetes GGF4-i18 diperoleh dari rizosfer tanaman nanas yang sudah teridentifikasi *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* koleksi Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, isolat *Trichoderma* sp. dan *Paenibacillus polymyxa* koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo, Pringsewu, tanaman jagung bergejala bulai, benih jagung hibrida varietas NK 212, media YPA (*Yeast pepton Agar*), media MEA (*Malt Extract Agar*), media PDA (*Potato Dextrose Agar*), air steril, alkohol 70%, *aluminium foil*, plastik wrap, tisu, spirtus, kapas, *rockwool*, plastik tahan panas, label, tanah, dan pupuk kandang.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas 2 faktor. Faktor pertama adalah 3 jenis agensia antagonis dan faktor kedua adalah 2 cara aplikasi. Agensia antagonis yang diuji yaitu (1) *S. h. subsp. hygrosopicus*, (2) *Trichoderma* sp., (3) *P. polymyxa*, dan (4) air steril sebagai kontrol. Cara aplikasi ada 2 macam yaitu (1) perendaman benih + penyiraman pada tanah dan (2) perendaman + penyemprotan pada daun. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 32 unit percobaan dengan keterangan sebagai berikut:

Faktor pertama (jenis agensia antagonis) terdiri atas:

1. Air steril (kontrol) (P1)
2. *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* (P2)
3. *Trichoderma* sp. (P3)
4. *Paenibacillus polymyxa* (P4)

Faktor kedua (cara aplikasi) terdiri atas:

D: cara aplikasi disemprot di daun

B: cara aplikasi disiram di tanah

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari persiapan dan sterilisasi alat dan bahan, perbanyakan isolat agensia antagonis (*Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus*, *Trichoderma* sp., dan *Paenibacillus polymyxa*), penyiapan sumber inokulum *Peronosclerospora* sp., penyiapan dan aplikasi agensia antagonis, uji perkecambahan benih jagung dengan agensia antagonis, dan uji antagonis secara *in planta*.

#### 3.4.1 Persiapan dan Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat dan bahan dibersihkan atau dicuci terlebih dahulu, lalu dibungkus dengan kertas dan dimasukkan dalam kantong plastik tahan panas. Selanjutnya dilakukan



sterilisasi dalam autoklaf dengan suhu 121 °C dan tekanan 1 atm selama 1 jam untuk menghindari terjadinya kontaminasi.

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

Agensia antagonis yang digunakan yaitu isolat *S. h.* subsp. *hygroscopicus* diperoleh dari rizosfer tanaman nanas koleksi Laboratorium Ilmu Penyakit, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (Aeny dkk, 2018), isolat *Trichoderma* sp., dan *P. polymyxa* diperoleh dari koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gading Rejo, Pringsewu. Sebelum diperbanyak, masing-masing isolat terlebih dahulu diremajakan menggunakan media MEA untuk isolat *S. h.* subsp. *hygroscopicus*, media PDA untuk isolat *Trichoderma* sp., dan media YPA untuk isolat *P. polymyxa*. Perbanyak masing-masing isolat dilakukan dengan cara mengambil dan memindahkan sebanyak satu ose isolat murni dan digoreskan pada media cawan yang sesuai. Selanjutnya, media cawan yang telah berisi isolat diinkubasi pada suhu ruangan selama 14 hari untuk aktinomisetes, 7 hari untuk *Trichoderma* sp., dan *P. polymyxa*.

#### **3.4.3 Penyiapan Sumber Inokulum *Peronosclerospora* sp.**

Inokulum awal berupa spora *Peronosclerospora* sp. diambil dari tanaman jagung yang menunjukkan gejala bulai di daerah pertanaman jagung Desa Mataram, Kecamatan Gading Rejo, Pringsewu. Pertama, polybag dengan tanaman jagung bergejala diletakkan pada nampan yang diberi air dan disungkup dengan menggunakan plastik bening sampai rapat untuk menjaga kelembapan. Kemudian, tanaman tersebut didiamkan selama satu malam hingga menghasilkan spora. Spora dipanen dari permukaan bawah daun bergejala pada pukul 04.00 WIB. Pemanenan spora menggunakan kuas yang disapukan pada permukaan bawah daun dan spora ditampung dalam gelas piala yang berisi 20 mL aquades steril. Air yang mengandung spora *Peronosclerospora* sp. (suspensi spora *Peronosclerospora* sp.) selanjutnya dipindahkan dalam *erlenmeyer*,

dihomogenkan menggunakan *rotary mixer* dan kemudian diencerkan untuk mendapatkan kerapatan spora  $10^6$  spora/mL.

#### **3.4.4 Penyiapan dan Aplikasi Agensia Antagonis**

Pembuatan suspensi aktinomisetes, *Trichoderma* sp. dan *P. polymyxa* dibuat dengan cara mengerok 1 cawan petri pada masing-masing biakan agensia antagonis dari permukaan media cawan dan dimasukkan dalam *erlenmeyer* berisi 100 mL air steril (aquades) kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *rotary mixer*. Setelah itu, kerapatan konidia diukur menggunakan *haemocytometer* hingga diperoleh kerapatan spora  $10^6$  spora/mL (Asputri *et al.*, 2013). Selanjutnya suspensi diaplikasikan sesuai dengan perlakuan untuk masing-masing antagonis.

Perendaman benih dilakukan selama 24 jam sebelum tanam atau semai dengan cara merendam benih sebanyak 20 g dalam 100 mL suspensi agensia antagonis (Khoiri dkk., 2021). Penyiraman pada tanah dan penyemprotan pada daun dilakukan saat tanaman jagung berumur 7 hari setelah tanam, dan diulang setiap minggu selama 5 minggu.

#### **3.4.5. Uji Perkecambahan Benih Jagung dengan Agensia Antagonis**

Perlakuan perendaman benih dilakukan dengan cara benih direndam ke dalam masing-masing suspensi agensia antagonis selama 24 jam. Kemudian benih yang telah diberi perlakuan selanjutnya ditanam pada media perkecambahan yang telah disiapkan yaitu menggunakan *rockwool* dan tray semai. Pengamatan yang dilakukan dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah setelah benih mendapatkan perlakuan dan ditanam sampai dengan 10 hari.

Perlakuan pada uji perkecambahan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 12 satuan percobaan. Data pengamatan dianalisis dengan sidik ragam dan apabila hasil F hitung perlakuan  $>F$  tabel maka dilakukan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5%. Menurut Sutopo (2004), cara

menghitung persentase perkecambahan (daya kecambah) dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya kecambah} = \frac{\sum \text{kecambah normal}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

### **3.4.6 Uji *In Planta***

#### **3.4.6.1 Persiapan Media Tanam Jagung**

Media tanam yang digunakan terdiri tanah yang dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1: untuk. Campuran tanah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam polybag. Terdapat 8 perlakuan dan masing-masing 4 ulangan, setiap polybag akan ditanam 5 benih jagung. Benih jagung yang digunakan adalah jagung hibrida varietas NK 212.

#### **3.4.6.2 Aplikasi Perlakuan**

##### **a. Inokulasi buatan**

Inokulasi *Peronosclerospora* sp. dilakukan secara buatan. Inokulasi buatan dilakukan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam dengan metode meneteskan suspensi spora *Peronosclerospora* sp. pada corong daun yang masih muda. Setiap tanaman diinokulasikan sebanyak 5 tetes suspensi spora dan diaplikasikan pada jam 04.00 WIB.

##### **b. Aplikasi Agensia Antagonis**

Aplikasi *S. h. subsp. hygroscopicus* dilakukan dengan cara merendam benih selama 24 jam sebelum tanam sebanyak 20 g benih direndam dalam 100 mL suspensi (Khoiri dkk., 2021). Penyiraman pada tanah dan penyemprotan pada daun dilakukan pada umur 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST dengan 10 mL suspensi per tanaman. Aplikasi penyemprotan dilakukan menggunakan *hand sprayer* pada seluruh permukaan daun. Waktu pengaplikasian aktinomisetes dilaksanakan pada sore hari pukul 16.00 WIB. Aplikasi *Trichoderma* sp. dan

*P. polomyxa* dilakukan dengan cara dan waktu yang sama dengan *S. h.* subsp. *hygroscopicus*.

### 3.4.6.3 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diamati pada uji antagonis secara *in planta* meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit (keterjadian dan keparahan penyakit), serta pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan bobot brangkasan (basah dan kering)).

#### a. Masa Inkubasi

Masa inkubasi atau waktu yang diperlukan patogen untuk menimbulkan gejala penyakit, dihitung sejak inokulasi sampai dengan munculnya gejala pertama kali. Masa inkubasi diamati setiap hari mulai dari setelah inokulasi patogen pada tanaman hingga timbul gejala penyakit bulai pada tanaman jagung.

#### b. Intensitas Penyakit

Pengamatan intensitas penyakit bulai ditentukan dengan menghitung keterjadian dan keparahan penyakit. Keterjadian penyakit bulai diketahui dengan cara menghitung tanaman uji yang bergejala bulai. Data tersebut kemudian dimasukkan dalam rumus keterjadian penyakit (TP) sebagai berikut (Ginting, 2013):

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

Keterangan:

TP : Keterjadian penyakit (%)

n : Jumlah tanaman jagung yang menunjukkan gejala penyakit bulai

N : Jumlah tanaman jagung yang diamati

Keparahan penyakit ditentukan dengan skoring pada Tabel 1 dan dihitung dengan rumus keparahan penyakit (PP) sebagai berikut (Ginting, 2013):

$$PP = \frac{\sum_i^n (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

PP : Keparahen penyakit (%)

n : Jumlah tanaman dengan skor tertentu

N : Jumlah tanaman yang diamati

v : Skor gejala tanaman

V : Skor tertinggi pada pengamatan yang dilakukan

Tabel 1. Skala/skor gejala penyakit

Skor	Keterangan	Tingkat Serangan
0	Tidak terdapat gejala	Tanaman sehat
1	Gejala timbul <10% tanaman	Ringan
2	Gejala terjadi pada 10-25% pada tanaman	Sedang
3	Gejala terjadi pada 26-50% pada tanaman	Berat
4	Gejala terjadi > 50% pada tanaman	Sangat Berat

Sumber: Ginting (2013).

### c. Pertumbuhan Tanaman Jagung

Pengamatan pertumbuhan tanaman jagung meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan bobot brangkasan (basah dan kering). Pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap minggu pada 1-6 MST (minggu setelah tanam) sampai jagung memasuki fase generatif. Panjang akar dan bobot basah brangkasan ditimbang setelah tanaman dicabut kemudian dibersihkan dari kotoran yang melekat pada tanaman seperti tanah. Sebelum menimbang bobot basah, tanaman dipotong dan dipisahkan antara bagian akar dan tajuk. Bobot kering brangkasan ditimbang setelah masing-masing bagian tanaman dimasukkan ke dalam amplop dan dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 80°C selama 5 hari (Prasetyo dkk., 2021).

### **3.5 Analisis Data**

Data yang diperoleh diuji homogenitas ragamnya dengan uji Barlett dan aditifitas dengan uji Tukey. Jika hasil uji tersebut memenuhi asumsi, selanjutnya data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agensia antagonis *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*, *Trichoderma* sp., *Paenibacillus polymyxa* dapat meningkatkan persentase perkecambahan benih jagung,
2. Perlakuan *S. h.* subsp. *hygroscopicus* dapat memperpanjang masa inkubasi dan mampu menekan intensitas (keterjadian dan keparahan) penyakit bulai pada tanaman jagung,
3. Perlakuan *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah dan bobot kering akar tanaman jagung. Perlakuan *P. polymyxa* meningkatkan jumlah daun, bobot basah dan bobot kering tajuk tanaman jagung.

### 5.2 Saran

Disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan menggunakan kombinasi agensia antagonis untuk meningkatkan ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai dan sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aeny, T. N., Prasetyo, J., Suharjo, R., Darmawati, S. R., Efri., dan Niswati, A. 2018. Short Comunication: Isolation and identification of actinomycetes potential as the antagonist of *Dickeya zae* pineapple soft rot in Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(6): 2052-2058.
- Ali, A., Junda. H., Rante, H., and Nuramelia, R. 2018. Characterization of actinomycetes antagonist *Fusarium oxysporum* f.sp *passiflora* isolated from rhizosphere soil of purple passion fruit plants, South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Physics: Conference series*. 1028(1): 1-8.
- Andriko, N. S. dan Sirappa, M. P. 2005. Prospek dan strategi pengembangan jagung untuk mendukung ketahanan pangan di Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24(2): 70-79.
- Aslinda, E., Aeny, T. N., Prasetyo, J., Sudiono, dan Dirmawati, S. R. 2023. Pengaruh ekstrak rimpang temu ireng, daun kelor dan *Streptomyces* sp. terhadap perkecambahan spora *Peronosclerospora* sp. dan terjadinya penyakit bulai jagung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(3): 409-418.
- Asputri, N. U., Aini, L. Q., dan Abadi, A. L. 2013. Pengaruh aplikasi Pyraclostrobin terhadap serangan penyebab penyakit bulai pada lima varietas jagung (*Zea mays*). *Jurnal HPT*. 1(3): 77-83.
- BPS Lampung. 2017. *Provinsi Lampung Dalam Angka 2017*. BPS Lampung. Bandar Lampung.
- Baker, K. F. and Cook. R. J. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 433 p.
- Bhatti, A. A., Haq, S., and Bhat. R. A. 2017. Actinomycetes benefaction role in soil and plant health. *Microbial Pathogenesis*. 111(1): 458-467.
- Burhanudin. 2009. *Fungisida Metalaksil Tidak Efektif Menekan Penyakit Bulai di Kalimantan Barat dan Alternatif Pengendaliannya*. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Maros. 397 hlm.



- Burhanudin. 2011. Identifikasi cendawan penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung di Jawa Timur dan Pulau Madura. *Suara Perlindungan Tanaman*. 1(1): 1-2.
- Claudia, R., Teti, E., Dian, W. N., dan Endrika, W. 2015. Pengembangan biskuit dari tepung ubi jalar oranye (*Ipomoea batatas* L.) dan tepung jagung (*Zea mays*) fermentasi: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1589-1595.
- Cook, R. J. and Baker, K. F. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press. Minnesota (US). 539 p.
- Estrada, J. D., Rossi, M. S., Andres, J. A., Rovera, M., Correa, N. S., and Rosas, S. B. 2004. Greenhouse evaluation of *Pseudomonas aurantiaca* formulated as inoculation for the biocontrol of plant pathogen fungi. <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/estrada.pdf>.
- Fadhilah, A. M. 2007. Optimasi produksi senyawa anti  $\beta$ -laktamase dari *Streptomyces* spp. IVNFI-1 penghambat pertumbuhan bakteri penyebab diare EPEC K1-I. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Febriyanti, L. E., Martosudiro, M., dan Hadiastono, T. 2015. Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap infeksi *Peanut Stripe Virus* (PStV), pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) varietas Gajah. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 3(1): 84.
- Ferdiansyah, A. dan Suidiana, M. 2013. Potensi *Paenibacillus polymyxa* sebagai pemacu pertumbuhan tanaman pada ekosistem gambut tropis. *Widyariset*. 16(2): 201-209.
- Gao, Y., Liang, J., Xiao, R., Zang, P., Zhao, Y., and Zhang, L. 2018. Effect of four trace elements on *Paenibacillus polymyxa* Pp-7250 proliferation, activity and colonization in ginseng. *AMB Express*. 8: 164.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Konsep dan Aplikasi*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung, Bandar Lampung. 216 hlm.
- Gultom, J. A. P. 2014. Penapisan *Streptomyces* dari rizosfer jagung untuk pengendalian penyakit bulai. *Skripsi*. Universitas Bengkulu. Bengkulu
- Gunaeni, N., A. Wulandari, W., dan Hudayya, A. 2015. Pengaruh bahan ekstrak tanaman terhadap pathogenesis related protein dan asam salisilat dalam menginduksi resistensi tanaman cabai merah terhadap virus kuning keriting. *Jurnal Hortikultura*. 25(2): 160-170.

- Hamijaya, M. Z., Asikin, S., dan Thamrin, M. 2001. *Musuh alami jagung di lahan kering beriklim basah dan pasang surut Kalimantan Selatan*. Simposium Pengendalian Hayati. Sukamandi, 14-15 Maret 2001.
- Hasanudin. 2003. *Peningkatan Peranan Mikroorganismen dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Hendrayana, F., Lestari, N. A., Muis, A., dan Azrai, M. 2020. Ketahanan beberapa varietas jagung hibrida terhadap beberapa penyakit penting jagung di Indonesia. *Agriovet*. 3: 26-40.
- Herlina, L., Dewi, P., dan Mubarak, I. 2004. Efektivitas biofungisida *Trichoderma viride* terhadap pertumbuhan tomat. *Laporan Penelitian*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Herlina, L. dan Pramesti, D. 2009. Penggunaan kompos aktif *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. *Laporan Penelitian*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Hersanti, Endah, Y. D., dan Luciana. 2000. Pengaruh introduksi jamur *Trichoderma* sp.p dan efektif mikroorganismen MS (EM4) terhadap perkembangan penyakit layu (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) pada tanaman tomat. *Laporan Penelitian*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Huo, Z., Yang, X., Raza, W., Huang, Q., Xu, Y., and Shen, Q. 2010. Investigation of factors influencing spore germination of *Paenibacillus polymyxa* ACCC10252 and SQR-21. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 87(2): 527-536.
- Irmayani, T. 2011. Pengaruh pemberian pupuk nitrogen timbulnya penyakit aun tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada beberapa varietas di lapangan. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Jatnika, W., Abdul, L. A., dan Luqman, Q. A. 2013. Pengaruh aplikais *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. terhadap perkembangan penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora maydis* pada tanaman jagung. *Jurnal HPT*. 1(4): 2338-4336.
- Kaewchai, S., Soyong, K., and Hyde, K. D. 2009. Mycofungicides and fungal biofertilizers. *Fungal diversity*. 38: 25-50.
- Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Budidaya Secara Hidroponik*. CV. Nuansa Aulia. Bandung. 160 hlm.
- Kasryno, F. 2002. *Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia*. Badan Litbang: Nasional Agribisnis Jagung.

- Khalid, A., Tahir, S., Arshad, M., and Zahir, Z. A. 2004. Relative efficiency of rhizobacteria for auxin biosynthesis in rhizosphere and non-rhizosphere soil (abstract). *Australian Journal Soil Research*. 42: 921-926.
- Khoiri, S., Abdiatun., Khairatul, M., Amzeri, A., dan Dita, M. 2021. Insidensi dan keparahan penyakit bulai pada tanaman jagung lokal madura di Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, Indonesia. *Agrologia*. 10(1): 17-24.
- Koes, F. dan Komalasari, O. 2015. *Pengaruh lama penyimpanan dan invigorasi benih terhadap mutu benih jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi Selatan. hlm. 525-532.
- Korlina, E. dan Amir, A. M. 2015. *Efektivitas jenis fungisida terhadap penyakit bulai (Peronosclerospora maydis) pada jagung*. In Prosiding Seminar Nasional Serealia, “Peningkatan Peran Penelitian dan Pengembangan Serealia dalam Mendukung Swasembada Pangan”, hlm. 443-448. Maros 30 April 2015.
- Kurbaini, D., Prasetyo, J., dan Aeny, T. N. 2009. *Pengaruh Trichoderma viride dan Solarisasi Tanah Terhadap Populasi Fusarium oxysporum (Sclt.) f.sp. lycopersici(Sacc) Snyder Et Hans. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Tomat*. www.pustaka\_deptan.org. Diakses pada tanggal 25 November 2022.
- Kuswinanti, T. dan Rosmana, A. 2010. Efektivitas Penggunaan Filtrat Mikroba dari Larutan Bioaktivator untuk menekan pertumbuhan cendawan Phytophthora palmiorea secara in vitro. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. Sulawesi.
- Laila, A. F., Suryaminasih, P., dan Julyasih, K. S. M. 2016. Penyalutan benih tomat dengan agens hayati *Trichoderma* sp. dan *Actinomyces* sp. untuk pencegahan penyakit layu fusarium (*Fusarium* sp.). *Berkala Ilmiah Agroteknologi Plumula*. 5(1): 86-98.
- Lestari, Y., Darusman, L. K., dan Budiarti, S. 2006. *Produksi dan Karakterisasi Protein Penghambat  $\beta$ -Laktamase dari Streptomyces sp. IVNFI-1*. Competitive Grant. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 1989. *Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 413 hlm.
- Muliani, S., Indiriati, S., and Wisdawati. E. 2015. Study on application of endhopytic *Actinomyces* and *Mycorrhizae* to induce resistance toward *Rhizoctonia solani* and Growth Promotion Activity. *Jurnal Agrotan*. 1(1): 15-24.

- Muis, A., Suriani., Kalqutny, S. H., dan Nonci, N. 2018. *Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung dan Upaya Pengendaliannya*. Deepublish. Yogyakarta. 83 hlm.
- Muthahanas, I. 2004. Potensi *Streptomyces* sp. sebagai agen pengendali biologi *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muthahanas, I. dan Listiana. E. 2008. Skrining *Streptomyces* sp. isolat Lombok sebagai pengendali hayati beberapa jamur patogen tanaman. *Crop Agro*. 1(2): 130-136.
- Mycobank. 2019. *Trichoderma* spp.  
[http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&MycobankNr\\_=10282](http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&MycobankNr_=10282). Diakses pada tanggal 20 Desember 2022.
- Nina, O. 2007. Epidemi penyakit blas (*Pyricularia oryzae* cav.) pada beberapa varietas padi sawah (*Oryza sativa*) dengan jarak tanam berbeda di sawah. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Niranjan, S., Shetty, N. P., and Shetty, H. S. 2004. Seed bio-priming with *Pseudomonas fluorescens* isolate enhances growth of pearl millet plant and induces resistance against downy mildew. *International Journal of Pest Management*. 50(1): 41-48.
- Noumavo, P. A., Kochoni. E., Didagbe, Y. O., Adjanohoun. A., Allagbe. M., Sikirou, R., Gachomo, E. W., Kotchoni, S. O., dan Baba, M. L. 2013. Effect of different plant growth promoting rhizobacteria on maize seed germination and seedling development. *American Journal of Plant Sciences*. 4(5): 1013-1021.
- Nurahmi, E., Susanna, dan Sriwati, R. 2012. Pengaruh *Trichoderma* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit kakao, tomat, dan kedelai. *Florateg*. 7(1): 57-65.
- Nurhayati, A. M. dan Serliana, Y. 2011. Pengaruh umur tanaman dan dosis pupuk alium terhadap infeksi penyakit bulai. *Majalah Ilmiah Sriwijaya*. 9(12): 682-686.
- Nurhayati, Umayah, A., dan Agustin, S. E. 2012. Aplikasi *Trichoderma virens* melalui penyemprotan pada daun, akar dan perendaman akar untuk menekan infeksi penyakit *Downey Mildew* pada tanaman caisin. *Dharmapala*. (4)2: 22-28.
- Nurjasmu, R. dan Suryani. 2020. Uji antagonis actinomycetes terhadap patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknisa pada buah cabai rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. 11(1): 7-11.

- Nurkartika, R., Ilyas, S.A., dan Machmud, M. 2017. Aplikasi agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri pada produksi benih padi. *Biological Agents Applications*. 45(3): 235-242.
- Nurlela, Hakim, dan Muhammad, A. U. 2016. Efektivitas beberapa agen antagonis dan cara aplikasinya untuk menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 1(1): 155-167.
- Nurosid, I. S., Nurdiana, D., dan Tuhid, A. 2018. Pengaruh berbagai konsentrasi larutan agen hayati terhadap serangan penyakit bercak ungu (*Alternaria porri*), pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas tuk-tuk. *Jagros*. 3(1): 39-50.
- Pajrin, J., Panggesso, J., dan Rosmini. 2013. Uji ketahanan beberapa varietas jagung (*Zea mays* L) terhadap intensitas serangan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*). *Jurnal Agrotekbis*. 1(2): 113-139.
- Pracaya. 1999. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prasetya, D. dan Abadi, M. F. 2022. Isolasi dan identifikasi *Streptomyces* sp. pada kolam tanah di Desa Tenggur Tulungagung Jawa Timur. *Meditory*. 10(1): 2338-1159.
- Prasetyo, G., Ratih, S., Ivayani, dan Akin, H. M. 2017. Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus amyxa* terhadap keparahan penyakit karat dan hawar daun jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika Unila*. 5(2): 102-108.
- Prasetyo, J., Ginting, D. F., Nurdin, M., dan Sudiono. 2021. Pengaruh lama asosiasi *Trichoderma* spp. dengan akar tanaman jagung terhadap penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(3): 513-522.
- Pratama, R. E., Mardhiansyah, M., dan Oktorini, Y. 2015. Waktu potensial aplikasi mikoriza dan *Trichoderma* sp. untuk meningkatkan pertumbuhan semai *Acacia mangium*. *JOM Faperta*. 2(1): 1-11.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., and Klein, D. A. 1990. *Microbiology*. WMC Brown Publisher. New York. pp. 466-478.
- Rares, A. N., Senewe, E., Manengkey, G. S. J., dan Ratulangi, M. M. 2015. Efektivitas mikroorganisme antagonis terhadap penyakit karat putih pada tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) di Kota Tomohon. *Skripsi*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Retnowati, Lilik, Cahyadi, I., Baskoro, S.W., dan Harsono. L. 2007. Perbanyakan dan Cara Aplikasi *Corynebacterium*. BBOPT Jatisari. Hlm 1-2.

- Roesmarkam, A. dan Yuwono, N. W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 hlm.
- Rustiani, U. S. 2015. *Keragaman dan Pemetaan Penyebab Penyakit Bulai Jagung di 13 Provinsi Indonesia*. Repository Intitut Pertanian Bogor. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sahilah, A. M., Tang, S. Y., Zaimawati, M. N., Rosnah, H., Kalsum, M. S., and Son, R. 2010. Identification and characterization of Actinomycetes for biological control of bacterial wilt of *Ralstonia solanacearum* isolate from tomato. *Trop Agric*. 38(1): 103-114.
- Saiful. 2005. Potensi *Trichoderma* sebagai biofungisida pada tanaman tomat. *Biosantifika*. 1: 62-69.
- Sasono, A. 2010. Pemanfaatan *Streptomyces* spp. sebagai agen pengendali hayati mikrob patogen pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sektiono, A.W., Kajariyah., dan Djauhari. 2016. Uji antagonisme actinomycetes rhizosfer dan endofit akar tanaman cabai (*Capsicum frutescens* L.) terhadap jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult Et Bisby. *Jurnal HPT*. 4(1): 2338-4336.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 849 hlm.
- Semangun, H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 449 hlm.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setimela, P. S. dan Kosina, P. 2006. *Strategies for Strengthening and Scaling up Community-based Seed Production*. CIMMYT. Mexico. pp. 14-19.
- Sineri, F. B. A. 2013. Pertumbuhan, hasil dan adaptasi tanaman jagung (*Zea mays* L) varietas bima 10 di kebun percobaan Manggoapi Manokwari. *Skripsi*. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Siregar, A. N., Ilyas, S., Fardiaz, D., Murniati, E., dan Wiyono, S. 2007. Penggunaan agen biokontrol *Bacillus polymyxa* dan *Trichoderma harzianum* untuk meningkatkan mutu benih cabai dan pengendalian penyakit antraknosa. *Jurnal Penyuluh Pertanian*. 2(2): 105-114.

- Sivasakthi, S. Usharani, G., dan Saranraj, P. 2014. Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR) *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 9(16): 1265-1277.
- Soenartiningsih, Djaenuddin, N., dan Saenong, M. S. 2013. Efektifitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai agen biokontrol hayati penyakit busuk pelepah daun pada jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 33(2): 129-135.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Mulawarman University Press. Samarinda. 104 hlm.
- Sriwati, R. 2017. *Trichoderma: Si Agen Antagonis*. Syah Kuala University Press. Aceh. 74 hlm.
- Suanda, W. 2016. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolate JB dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih pada beberapa tanaman. *Jurnal Widya Biological*. 10(2): 99-112.
- Suarsana, I. N. 2011. Karakterisasi fisikokimia bakteriosin yang diekstrak dari yoghurt. *Buletin Veteriner Udayana*. 3(1): 1-8.
- Sulistiyaningsih. 2008. Identifikasi isolat bakteri penghasil zat antibakteri dari cairan kantung tanaman kantong semar (*Nepenthes ampullaria*, Jack). *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Susilowati, D. N., Hastuti, dan Yuniarti. 2007. Isolasi dan karakterisasi Aktinomisetes penghasil antibakteri enteropatogen *Escherichia coli* K1.1, *Pseudomonas pseudomallei* 02 05, dan *Listeria monocytogenes*. *Jurnal Agrobiogen*. 3(1): 15-23.
- Sutama, K., Darmawati, S. R., Maryono, T., dan Ginting, C. 2015. Pengaruh bakteri *Paenibacillus polymyxa* dan jamur *Trichoderma* sp. terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis* (Rac.) Shaw) pada tanaman jagung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 199-203.
- Sutariati, G. A. K. 2010. Kajian budidaya sayuran bayam organik berbasis pemanfaatan rizobakteri indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Warta-Wiptek*. 18(2): 64-76.
- Sutedjo, M. M. 1995. *Pupuk dan Cara Pemupukan* (5th ed.). Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 223 hlm.

- Talanca, A. H. 2013. *Status Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung dan Pengendaliannya*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Banjarbaru. 26-27 Maret 2013.
- Thuar, A. M., Olmedo, C. A., and Bellone, C. 2004. Greenhouse studies on growth promotion of maize inoculated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/thuar.pdf>.
- Tjitrosoepomo, S. S. 1983. *Botani Umum I*. Angkara Raya. Bandung. 184 hlm.
- Tuszahrohmi, N., Ugik, R., dan Irianti, K. 2019. Efektivitas *Paenibacillus polymyxa* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam pengendalian penyakit hawar daun (*Helminthosporium turcicum*) pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Agrovigor*. 12(2): 77-81.
- Wahyuni, S., Ali, A., dan Karim, H. 2019. Isolasi dan karakterisasi Actinomycetes dari beberapa sentra perkebunan bawang antagonis *Fusarium oxysporum* f.sp *cepae* dan perkecambahan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Tuktuk. *Skripsi*. Universitas Negri Makassar. Makassar.
- Wahyuni, S. H. dan Dini. P. Y. 2019. Pengaruh kombinasi berbagai jenis pupuk organik yang didekomposisi dengan *Trichoderma viride* terhadap intensitas kerusakan bonggol tanaman pisang. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 458-465.
- Wakman, W. dan Djatmiko, H. A. 2002. *Sepuluh Spesies Cendawan Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung*. Seminar Nasional PFI UNSOED. 7 September 2002.
- Wakman, W. 2006. Penyebab Penyakit Bulai Pada Tanaman Jagung, Tanaman Inang Lain, Daerah Sebaran, dan Pengendaliannya. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel*. Makassar 23 Mei 2005. Saenong S. (Ed.). 36-47.
- Wakman, W. dan Burhanuddin. 2007. *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros.
- Warisno. 1998. *Budidaya Jagung Hibrida*. Kanisius. Yogyakarta. 81 hlm.
- Widarti, A. dan Sugeng, B. 2014. *Artikel Paenibacillus polymyxa*. [ojs.jurnal.faster.unsur.ac](http://ojs.jurnal.faster.unsur.ac).
- Widyastuti, S. M. dan Hariani. 2006. Peranan *Trichoderma reesei* E. G. Simmons pada pengendalian damping off semai cendana (*Santalum album* Linn.). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 12(2): 62-73.



- Zengguo, H., Kislá, D., Zhang, L., Yuan, C., Green-Church, K. B., and A. E. Yousef. 2007. Isolation and identification of a *Paenibacillus polymyxa* strain that coproduces a novel antibiotic and polymyxin. *Applied and Environmental Microbiology*. 73(1): 168-178.
- Zuraidah. 2011. Potensi beberapa bakteri penghambat pertumbuhan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* penyebab penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.