

**PENGARUH *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*
TERHADAP *Fusarium acutatum* PENYEBAB PENYAKIT MOLER
PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**GALICH KUSUMANING THIAS
1814191026**



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* TERHADAP *Fusarium acutatum* PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

Oleh

GALICH KUSUMANING THIAS

Salah satu permasalahan yang mengakibatkan turunnya produksi bawang merah adalah penyakit moler yang disebabkan oleh *Fusarium acutatum*. Pengendalian hayati terhadap penyakit ini perlu dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan fungisida sintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Aktinomisetes isolat GGF i18 (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*) terhadap pertumbuhan *in vitro* *F. acutatum*, masa inkubasi, intensitas penyakit moler, dan pertumbuhan tanaman bawang merah. Penelitian dilaksanakan pada Mei - September 2022, di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Percobaan secara *in vitro* dan *in planta* dilakukan dengan 4 macam perlakuan yaitu tingkat pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , dan kontrol, dengan 5 ulangan. Percobaan *in vitro* dilakukan untuk mengetahui pengaruh *S. hygroscopicus* terhadap pertumbuhan *F. acutatum* sedangkan percobaan secara *in planta* dilakukan untuk mengetahui pengaruh *S. hygroscopicus* terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit moler, dan pertumbuhan tanaman bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan Aktinomisetes secara nyata menghambat pertumbuhan *in vitro* *F. acutatum*. Persentase penghambatan tertinggi yaitu sebesar 81% terdapat pada perlakuan tingkat pengenceran 10^{-1} . Hasil uji *in planta* menunjukkan bahwa perlakuan Aktinomisetes dapat menurunkan keparahan penyakit moler tetapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap masa inkubasi, keterjadian penyakit, maupun pertumbuhan tanaman bawang merah.

Kata kunci: bawang merah, *Fusarium acutatum*, moler, *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*.

**PENGARUH *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*
TERHADAP *Fusarium acutatum* PENYEBAB PENYAKIT MOLER
PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**

**Oleh
GALICH KUSUMANING THIAS**

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

**Pada
Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* TERHADAP *Fusarium acutatum* PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**

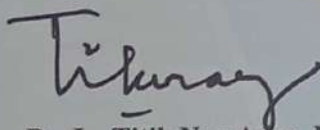
Nama Mahasiswa : **Galich Kusumaning Thias**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1814191026

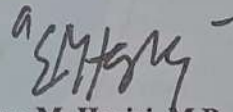
Jurusan : Proteksi Tanaman

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI
Komisi Pembimbing



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



Ir. Agus M. Hariri, M.P.
NIP. 196108181986031001

Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



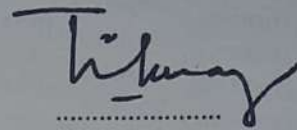
Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP. 198108152008122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

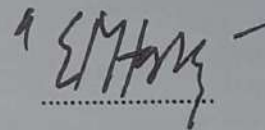
Ketua

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



Sekretaris

: Ir. Agus M. Hariri, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Suskandini R.D., M.P.



2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 April 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**PENGARUH *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* TERHADAP *Fusarium acutatum* PENYEBAB PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**" merupakan hasil karya 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, Juni 2023
Penulis



Galich Kusumaning Thias
NPM 1814191026

“Jadikan Akhirat di Hatimu, Dunia di Tanganmu, dan Kematian di Pelupuk
Matamu”
-Imam Syafii-

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Waluyo dan Ibu Juariyah yang dilahirkan di Braja Harjosari pada tanggal 22 Mei 2000. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Pertiwi Braja Kencana pada tahun 2006, SDN 1 Braja Kencana pada tahun 2012, SMP Islam YPI 1 Braja Selehah pada tahun 2015, dan SMAN 1 Way Jepara pada tahun 2018. Tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Trimurjo, Lampung Tengah pada tahun 2021 dan mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Braja Kencana, Kecamatan Braja Selehah, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2020. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi (2021), Kewirausahaan (2021), dan Mikrobiologi Pertanian (2022). Penulis juga pernah mengikuti organisasi kampus Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota Bidang Seminar dan Diskusi (2019), dan anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat (2020).

PERSEMBAHAN

Teruntuk keluargaku tercinta
Bapak “Waluyo” dan Ibu “Juariyah”
dan Adikku “Hafizah Nadin Nur Fadillah”

Kupersembahkan karya kecil ini
Sebagai salah satu wujud kesungguhanku
Terimakasih untuk kedua orang tuaku tercinta
Atas limpahan cinta dan kasih sayang yang tiada hentinya

Serta
Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat nikmat serta kesehatan yang diberikan, penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan kerjasama dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman.
3. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan ide, pengarahan, bimbingan dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi saya, serta atas izinnya untuk menggunakan isolat Aktinomisetes GGF-i18 (*Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus*) dalam penelitian ini.
4. Ir. Agus M. Hariri, M.P. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Dr. Ir. Suskandini R.D., M.P. selaku pembahas dan juga dosen pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi, nasihat, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Kedua orang tua, Bapak Waluyo dan Ibu Juariyah, dan juga adik tersayang Hafizah Nadin Nur Fadillah yang selalu memberikan kasih sayang, doa, semangat, dukungan, saran, masukan, dan nasihat, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dan dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

7. Teman-temanku Alfira, Anggi, Ari, Cece, Cindi, Dani, Dita, Hening, Kadek, Rahmi, Reza, Rohmi, Santi, Tea, Yara, terima kasih telah membantu dalam melaksanakan penelitian, terima kasih atas dukungan, saran, nasihat, dan juga dukungan yang tidak ada hentinya.
8. Mba Tari, Mommy, Bando, dan seluruh keluarga biotek, terima kasih telah membantu selama penulis melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna dan terdapat keterbatasan dari penulis sendiri, sehingga kritik dan saran yang membangun penulis nantikan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi para pembaca.

Bandar Lampung, Juni 2023

Galich Kusumaning Thias

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penyakit Moler	5
2.2 Aktinomisetes	8
III. BAHAN DAN METODE.....	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	12
3.4.1 Perbanyakkan Aktinomisetes.....	12
3.4.2 Perbanyakkan <i>F. acutatum</i>	12
3.4.3 Penyiapan Tanaman Bawang Merah.....	13
3.4.4 Uji Pengaruh Aktinomisetes terhadap <i>Fusarium acutatum</i> ..	13
3.5 Pengamatan.....	15
3.6 Analisis Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Hasil Penelitian.....	18
4.1.1 Pertumbuhan <i>F. acutatum</i>	18

4.1.2	Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i>	20
4.1.3	Masa Inkubasi	21
4.1.4	Intensitas Penyakit Moler pada Tanaman Bawang Merah ..	22
4.1.5	Jumlah Daun	23
4.1.6	Tinggi tanaman	24
4.2	Pembahasan	24
V.	SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1	Simpulan.....	27
5.2	Saran.....	27
	DAFTAR PUSTAKA	28
	LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skor penyakit	17
2. Diameter koloni <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan konsentrasi Aktinomisetes	18
3. Persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan	21
4. Tabel masa inkubasi penyakit moler.....	21
5. Keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah (%)	22
6. Keparahan penyakit pada tanaman bawang merah.....	23
7. Pengaruh Aktinomisetes terhadap jumlah daun tanaman bawang merah	23
8. Pengaruh Aktinomisetes terhadap tinggi tanaman bawang merah	24
9. Data pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 1 hsi	38
10. Uji Bartlett pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 1 hsi.....	38
11. Analisis Ragam pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 1 hsi.....	38
12. Data pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 5 hsi.....	39
13. Uji Bartlett pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 5 hsi.....	39
14. Analisis Ragam pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 5 hsi.....	40

15. Data pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 9 hsi.....	40
16. Data Transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 9 hsi	40
17. Uji Bartlett pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 9 hsi.....	41
18. Analisis Ragam pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 9 hsi.....	41
19. Data pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 13 hsi.....	41
20. Uji Bartlett pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 13 hsi.....	42
21. Analisis Ragam pertumbuhan <i>F. acutatum</i> pada beberapa perlakuan Aktinomisetes pada 13 hsi.....	42
22. Data persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 3 hsi	42
23. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 3 hsi.....	43
24. Uji Bartlett persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 3 hsi.....	43
25. Analisis Ragam Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i> 3 hsi	43
26. Data persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 7 hsi	44
27. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 7 hsi.....	44
28. Uji Bartlett persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 7 hsi.....	44
29. Analisis Ragam Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i> 7 hsi	45
30. Data persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 11 hsi	45
31. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 11 hsi.....	45

32. Uji Bartlett persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 11 hsi	45
33. Analisis Ragam Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i> 11 hsi	46
34. Data persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 14 hsi	46
35. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 14 hsi	46
36. Uji Bartlett persentase penghambatan <i>F. acutatum</i> oleh Aktinomisetes pada beberapa perlakuan 14 hsi	47
37. Analisis Ragam Persentase penghambatan pertumbuhan <i>F. acutatum</i> 14 hsi	47
38. Data masa inkubasi	48
39. Data masa inkubasi penyakit moler	49
40. Uji Bartlett masa inkubasi penyakit moler	49
41. Analisis ragam masa inkubasi penyakit moler	49
42. Data keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi	50
43. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi.....	50
44. Uji Bartlett keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi	50
45. Analisis ragam keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi	51
46. Data keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 14 hsi	51
47. Uji Bartlett keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 14 hsi	51
48. Analisis ragam keterjadian penyakit moler pada tanaman bawang merah 14 hsi.....	52
49. Data keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi	52

50. Uji Bartlett keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 7 hsi	52
51. Analisis ragam keparahan keparahan penyakit moler tanaman bawang merah 7 hsi	53
52. Data keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 14 hsi	53
53. Uji Bartlett keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 14 hsi	53
54. Analisis ragam keparahan keparahan penyakit moler tanaman bawang merah 14 hsi.....	54
55. Data keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 21 hsi	54
56. Uji Bartlett keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah 21 hsi	54
57. Analisis ragam keparahan keparahan penyakit moler tanaman bawang merah 21 hsi.....	55
58. Data jumlah daun tanaman bawang merah 2 hsi	55
59. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ jumlah daun tanaman bawang merah 2 hsi.....	55
60. Uji Bartlett jumlah daun tanaman bawang merah 2 hsi	55
61. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah 2 hsi	56
62. Data jumlah daun tanaman bawang merah 6 hsi	56
63. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ jumlah daun tanaman bawang merah 6 hsi.....	56
64. Uji Bartlett jumlah daun tanaman bawang merah 6 hsi	56
65. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah 6 hsi	57
66. Data jumlah daun tanaman bawang merah 10 hsi	57
67. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ jumlah daun tanaman bawang merah 10 hsi....	57
68. Uji Bartlett jumlah daun tanaman bawang merah 10 hsi	58

69. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah 10 hsi	58
70. Data jumlah daun tanaman bawang merah 14 hsi	58
71. Uji Bartlett jumlah daun tanaman bawang merah 14 hsi	59
72. Analisis ragam jumlah daun tanaman bawang merah 14 hsi	59
73. Data tinggi tanaman bawang merah 2 hsi	59
74. Uji Bartlett tinggi tanaman bawang merah 2 hsi	60
75. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 2 hsi.....	60
6. Data tinggi tanaman bawang merah 6 hsi	60
77. Data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ tinggi tanaman bawang merah 6 hsi	61
78. Uji Bartlett tinggi tanaman bawang merah 6 hsi	61
79. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 6 hsi.....	61
80. Data tinggi tanaman bawang merah 10 hsi.....	62
81. Uji Bartlett tinggi tanaman bawang merah 10 hsi	62
82. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 10 hsi.....	62
83. Data tinggi tanaman bawang merah 14 hsi.....	63
84. Uji Bartlett tinggi tanaman bawang merah 14 hsi	63
85. Analisis ragam tinggi tanaman bawang merah 14 hsi.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penyakit moler pada tanaman bawang merah; tanda panah menunjukkan gejala penyakit	5
2. Jamur Fusarium; Makrokonidia (A), dan Mikrokonidia (B).....	6
3. Gejala busuk pada umbi bawang merah akibat serangan <i>F. acutatum</i>	7
4. Koloni Aktinomisetes.....	9
5. Skema uji <i>in vitro</i>	14
6. Pertumbuhan koloni jamur <i>F. acutatum</i> pada 14 hsi	20
7. <i>Fusarium acutatum</i>	35
8. Aktinomisetes	35
9. Skor penyakit tanaman; a. Daun sehat, b. Gejala skor 1, c. Gajala skor 2, d. Gejala skor 3, e. Gejala skor 4.	35
10. Penyakit moler pada tanaman bawang merah	36
11. Tanaman bawang merah sehat.....	36
12. Kenampakan tanaman bawang merah tiap-tiap perlakuan; a. Tanaman sehat, b. Perlakuan P1, c. Perlakuan P2, d. Perlakuan P3, e. Perlakuan kontrol.	36
13. Pengukuran pH tanah	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas penting di Indonesia karena banyak digunakan sebagai salah satu bumbu dapur atau bahan dasar masakan. Produktivitas bawang merah di Provinsi Lampung dari tahun 2015 hingga 2018 terus mengalami penurunan. Pada tahun 2015 produktivitas bawang merah sebesar 10.19 ton/ha, pada tahun 2016 mengalami penurunan menjadi 8,88 ton/ha, pada tahun 2017 mengalami penurunan kembali menjadi 7,81 ton/ha, dan pada tahun 2018 produktivitas bawang merah turun menjadi 7,72 ton/ha (BPS, 2019).

Produktivitas bawang merah di Indonesia mengalami penurunan disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah gangguan hama maupun penyakit. Salah satu penyakit yang banyak ditemukan pada bawang merah adalah penyakit moler yang dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga mencapai 50% (Wiyatiningsih, 2003). Penyakit moler disebabkan oleh jamur *Fusarium*. Jamur *Fusarium* yang menyebabkan penyakit moler diantaranya adalah *Fusarium oxysporum*, *F. acutatum* dan *F. solani* (Lestiyani dkk., 2015).

Dilaporkan bahwa penyakit moler pada tanaman bawang merah di daerah Tanggamus dan Lampung Tengah disebabkan oleh *F. acutatum* (Safitri, 2021). Gejala umum penyakit moler pada tanaman bawang merah yaitu daun meliuk dan tumbuh tidak tegak, daun berwarna hijau pucat kekuningan, tanaman bawang merah yang terinfeksi *Fusarium* dari awal pertumbuhan tidak dapat menghasilkan umbi, apabila tanaman menghasilkan umbi, hasil umbi tersebut lebih kecil dibandingkan dengan hasil umbi tanaman sehat (Wiyatiningsih dkk., 2009).

Pengendalian penyakit moler pada tanaman bawang merah di tingkat petani pada umumnya masih menggunakan fungisida sintetis. Penggunaan fungisida sintetis secara terus menerus dan tidak sesuai dengan anjuran dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terjadinya resistensi patogen, adanya residu yang tertinggal pada tanaman, serta dampak negatif bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan (Nurjasmi dan Suryani, 2017).

Alternatif pengendalian jamur patogen dapat dilakukan dengan menggunakan agensia hayati. Penggunaan agensia hayati sebagai pengganti fungisida sintetis memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ramah lingkungan, tanaman bebas residu, dan tidak berbahaya bagi manusia maupun musuh alami. Agensia hayati yang umum digunakan sebagai pengendali penyakit tanaman adalah jamur, bakteri, nematoda, dan juga virus. Salah satu contoh agensia hayati dari kelompok bakteri adalah Aktinomisetes (Queendy and Roza, 2019).

Aktinomisetes, terutama kelompok *Streptomyces* sp., merupakan salah satu agensia hayati yang telah dilaporkan mampu menghambat berbagai jamur patogen tanaman. *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* telah dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan *in vitro* bakteri *Dickeya zea* penyebab penyakit busuk lunak pada nanas. Belum diketahui apakah *Streptomyces* tersebut dapat menghambat penyakit moler pada tanaman bawang merah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan apakah *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* dapat menghambat penyakit moler dan meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* terhadap pertumbuhan jamur *F. acutatum* secara *in vitro*.

2. Mengetahui pengaruh *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* terhadap intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah.
3. Mengetahui pengaruh *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian secara kimiawi yang dilakukan secara terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya ketahanan suatu penyakit terhadap fungisida tertentu. Pengendalian hayati dapat menjadi alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian secara kimiawi yang sering dilakukan oleh petani (Deden dan Umiyati, 2017).

Aktinomisetes merupakan salah satu bakteri antagonis yang dapat digunakan sebagai agensia hayati. Aktinomisetes telah diketahui sebagai penghasil senyawa bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan jamur. Aktinomisetes selain dapat menghasilkan senyawa bioaktif juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara mendekomposisi bahan organik didalam tanah, Aktinomisetes juga dapat tumbuh pada habitat ekstrim dan mudah ditemukan pada berbagai jenis tanah (Nurjasmi dan Suryani, 2017).

Berdasarkan penelitian Sektiono dkk. (2016) Aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *Colletortichum capsici* pada tanaman cabai. Penghambatan jamur *C. capsici* oleh Aktinomisetes diakibatkan oleh aktivitas enzim kitinase yang dihasilkan oleh Aktinomisetes. Enzim kitinase merupakan enzim yang dapat merusak dinding sel jamur yang tersusun atas kitin sehingga mengakibatkan sel-sel hifa *C. capsici* menjadi lisis. Selain dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. capsici* Aktinomisetes juga mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang (Sudarma, 2010).

Aktinomisetes merupakan salah satu bakteri yang dapat digunakan sebagai PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*) (Suryaminarsih dkk., 2019). Aktinomisetes dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan IAA (*Indole Acetic Acid*) suatu hormon yang berperan sebagai stimulus pertumbuhan tanaman

(Anggraini dkk., 2018). Salah satu genus pada kelompok Aktinomisetes yang sudah banyak diteliti sebagai agensia hayati adalah *Streptomyces* (El Karkouri *et al.*, 2010; Ghorbani-Nasrabadi *et al.*, 2013). Hasil penelitian Aeny *et al.* (2018) menunjukkan bahwa Aktinomisetes isolat I 18 yang diisolasi dari rizosfer tanaman nanas dan telah diidentifikasi sebagai *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Dickeya zae* penyebab penyakit busuk lunak pada nanas.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. acutatum* secara *in vitro*.
2. *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* dapat menekan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah.
3. *Streptomyces hygrosopicus* subsp. *hygrosopicus* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

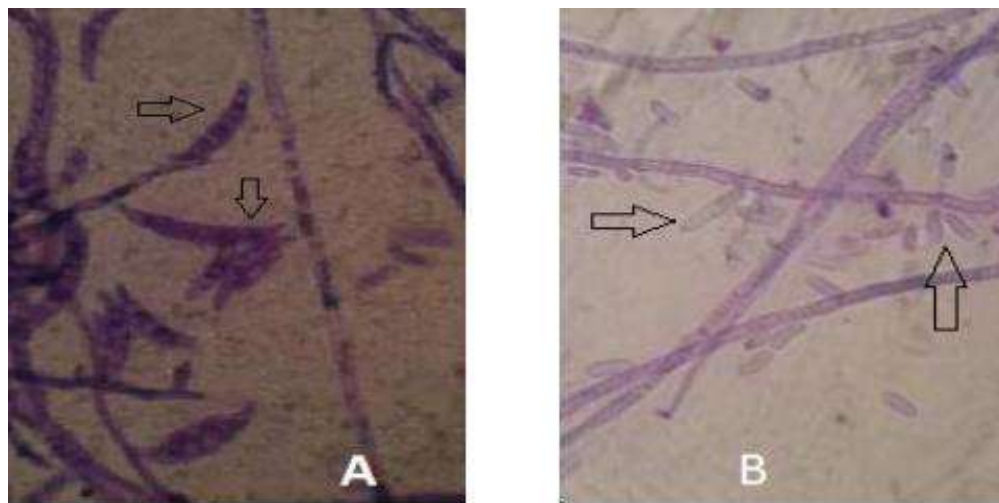
2.1 Penyakit Moler

Penyakit moler merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman bawang merah (Hikmahwati dkk., 2020). Penyakit moler umumnya disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Penyakit moler pada tanaman bawang merah memiliki gejala awal yaitu daun tanaman yang tidak tumbuh tegak, terdapat gejala nekrosis dan klorosis pada bagian tanaman yang terinfeksi (Gambar 1), umbi tanaman menjadi lebih kecil apabila dibandingkan dengan umbi tanaman yang sehat, serta terdapat koloni jamur berwarna putih pada dasar umbi lapis. Umumnya gejala awal penyakit moler ini dimulai pada saat tanaman berumur 20 hari. Gejala lanjut pada penyakit moler dapat menyebabkan tanaman menjadi kering kemudian mati (Wiyatiningsih dkk., 2009).



Gambar 1. Penyakit moler pada tanaman bawang merah; tanda panah menunjukkan gejala penyakit (Hikmahwati dkk., 2020).

F. oxysporum merupakan salah satu jamur tular tanah (*soil borne*) yang dapat membentuk kladiospora sehingga dapat bertahan lama di dalam tanah (Susanti dkk., 2016). Menurut Hasanuddin dan Rosmayati (2013) jamur *F. oxysporum* berwarna putih, merah muda, hingga ungu. Jamur *Fusarium* umumnya memiliki makrokonidia dan mikrokonidia sebagai organ aseksual dalam siklus hidupnya. Makrokonidia dan mikrokonidia selain menjadi alat reproduksi, juga digunakan sebagai alat infeksi *Fusarium* pada tanaman (Gambar 2).



Gambar 2. Jamur *Fusarium*; Makrokonidia (A), dan Mikrokonidia (B) (Hasanuddin dan Rosmayati, 2013).

F. oxysporum dapat menghasilkan senyawa asam fusarat (*5-n-butylpicolinic acid*) yang bersifat toksin bagi tanaman. Asam fusarat dapat menyebabkan kerusakan metabolisme pada tanaman inang sehingga permeabilitas membran sel pada tanaman menjadi terganggu dan tanaman dapat menjadi layu. Asam fusarat juga dapat menghambat respirasi mitokondria dalam sel, dan juga dapat menghambat oksidasi sitokinin (Juwanda dkk., 2016).

Perkembangan penyakit moler didukung oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu suhu tinggi yang dapat menyebabkan tanaman menjadi stress sehingga tanaman bawang merah menjadi lebih rentan. Penanaman berulang tanpa dilakukan rotasi tanaman, rendahnya bahan organik di dalam tanah, serta penyebaran jamur *F. oxysporum* yang sangat luas melalui umbi bibit bawang merah (Susanti dkk., 2016).

Penyakit moler 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 3) pada bagian bawah umbi (Safitri, 2021).



Gambar 3. Gejala busuk pada umbi bawang merah akibat serangan *F. acutatum* (Safitri, 2021).

F. acutatum memiliki bentuk yang hampir sama dengan *F. oxysporum*. *F. acutatum* memiliki makrokonidia yang berbentuk lonjong dan sedikit meruncing pada salah satu bagian ujungnya, serta memiliki sekat. Mikrokonidia pada *F. acutatum* memiliki bentuk oval dan pendek serta tidak memiliki sekat (Safitri, 2021).

Menurut USDA (2023 a) klasifikasi *F. acutatum* adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Nectriaceae

Genus : Fusarium
Spesies : *F. acutatum*

2.2 Aktinomisetes

Menurut USDA (2023 b) klasifikasi *Streptomyces hygrosopicus* adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Bacteria
Divisi : Actinomycetota
Kelas : Actinomycetes
Ordo : Streptomycetales
Famili : Streptomycetaceae
Genus : Streptomyces
Spesies : *S. hygrosopicus*

Aktinomisetes berasal dari kelas Actinobacteria dan ordo Actinomycetales, dengan beberapa ordo yang paling umum adalah Actinomyces, Actinoplanes, Micrococcus, dan Streptomyces. Aktinomisetes diketahui sebagai produsen dari sekitar setengah metabolit sekunder sebagai antimikroba (Daquioag and Penuliar, 2021). Aktinomisetes merupakan bakteri Gram positif yang memiliki tampilan koloni seperti jamur karena memiliki miselium. Aktinomisetes dapat dengan mudah dijumpai di dalam tanah dan memiliki populasi yang melimpah (Queendy dan Roza, 2019). Aktinomisetes tidak hanya dapat ditemukan pada tanah saja, tetapi juga dapat ditemukan pada batang, daun, dan juga akar tanaman (Elsie dkk., 2018). Aktinomisetes memiliki ciri-ciri yaitu koloni yang berbentuk bulat dan kasar, berwarna putih, dan memiliki bau seperti ragi (Gambar 4) (Aminnullah dkk., 2020).



Gambar 4. Koloni Aktinomisetes (Aeny dkk., 2018).

Menurut Gomes dkk. (2018) Aktinomisetes dapat menghasilkan enzim quitinase, protease, peptidase, dan selulase yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati jamur patogen pada tanaman. Aktinomisetes dapat masuk ke dalam jamur patogen dengan cara memecah dinding sel dengan menghasilkan enzim ekstraseluler, kemudian Aktinomisetes menghasilkan senyawa metabolit antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen tanaman (Sudarma, 2010).

Koloni *Streptomyces* memiliki ukuran diameter yang kecil, dan membentuk miselium udara seperti bubuk. *Streptomyces* dapat menghasilkan asam asetat, acetildehida, etanol, isobutanol, dan isobutyl asetat, sehingga *Streptomyces* memiliki bau seperti tanah (Kumalasari dkk., 2012). *Streptomyces* menghasilkan enzim kitinase dan β -1.3-glukanase yang dapat memecah senyawa kitin dan glukon pada dinding sel jamur. *Streptomyces* juga menghasilkan enzim protease yang digunakan untuk memecah senyawa protein dalam dinding sel jamur, kemudian enzim selulase yang dihasilkan oleh *Streptomyces* berguna untuk memecah senyawa selulosa (Prapagdee dkk., 2008).

Aktinomisetes merupakan salah satu kelompok bakteri yang berpotensi sebagai agensia hayati karena dapat menghasilkan antibiotik seperti streptomycin, aureomisin, oleandomisin, spiramycin dan eritromisin (Suwandi, 1993; dalam Sallytha, 2014). Genus terbesar dalam Aktinomisetes yang dapat menghasilkan antibiotik adalah *Streptomyces*. *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 (Valli *et al.*, 2012).

Streptomyces merupakan salah satu genus dalam kelompok Aktinomisetes yang merupakan bakteri gram positif penghasil antibiotik streptomisin. Bakteri ini terbukti dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan jamur *Ganoderma boninense* (Queendy dan Roza, 2019); jamur *Sclerotium rolfsii* (Nurjasmi dkk., 2019) dan bakteri *Dickeya zea* (Aeny *et al.*, 2018).

Streptomyces diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman baik secara langsung dengan menghasilkan fitohormon dan fosfat terlarut, sehingga fiksasi nitrogen dan pengambilan nutrisi menjadi meningkat (Barreto *et al.*, 2008; dalam Sudarma, 2010). Aplikasi *Streptomyces* dengan cara menyiramkan pada daerah sekitar pertanaman bertujuan agar terjadi simbiosis antara *Streptomyces* dengan perakaran tanaman. *Streptomyces* sendiri dapat melakukan biosintesis untuk proses pelarutan fosfat sehingga P dapat tersedia bagi tanaman, pembentukan fitohormon, dan dapat menjaga tanaman dari cekaman abiotik (Indrawan dkk., 2021). Selain itu, *Streptomyces* juga dapat memproduksi senyawa *Indole-3-acetic acid* (IAA) yang berfungsi sebagai pemicu pertumbuhan akar tanaman dan dapat menghasilkan senyawa siderofor yang berfungsi sebagai pemicu penyerapan nutrisi di dalam tanah (Suryaminarsih dkk., 2019).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei hingga September 2022. Pelaksanaan penelitian bertempat di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, autoklaf, mikroskop majemuk, timbangan, erlenmeyer, jarum ose, *Laminar Air Flow* (LAF), bor gabus, mikropipet, kertas label, selang, plastik, alat tulis, timbangan, pisau, polybag, aluminium foil, plastik wrap, penggaris, tisu, nampan, pH meter, dan alat dokumentasi.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat Aktinomisetes strain I 18 (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*), isolat *Fusarium acutatum*, bibit bawang merah varietas Bima Brebes, pupuk kandang, tanah, media *Malt Extract Agar* (MEA), alkohol 70%, dan akuades.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri terdiri atas dua percobaan yaitu uji secara *in vitro* dan uji *in planta*. Perlakuan pada uji *in vitro* dan uji *in planta* dengan Rancangan

Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari empat perlakuan yaitu kontrol (hanya *F. acutatum*), campuran *F. acutatum* dengan Aktinomisetes pengenceran 10^{-1} , *F. acutatum* dengan Aktinomisetes pengenceran 10^{-2} dan *F. acutatum* dengan Aktinomisetes pengenceran 10^{-3} . Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali sehingga didapatkan dua puluh satuan percobaan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Perbanyak Aktinomisetes

Aktinomisetes (*Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus*) yang diperbanyak merupakan koleksi Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Perbanyak Aktinomisetes dilakukan dengan media *Malt Extract Agar* (MEA). Pembuatan media MEA dilakukan dengan menyiapkan *malt extract* 5 g, *dextrose* 2 g, agar bacto 10 g, yeast 2 g, agar batang 20 g, dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, tambahkan 500 mL akuades ke dalam erlenmeyer kemudian ditutup menggunakan aluminium foil, diikat dengan karet, dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Selanjutnya media disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C , tekanan 1 atm, selama 15 menit. Media selanjutnya dituang ke dalam cawan petri, dan ditunggu hingga dingin dan digunakan untuk memperbanyak Aktinomisetes. Aktinomisetes diperbanyak menggunakan media tersebut dengan cara digoreskan menggunakan jarum ose secara aseptik di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) lalu diinkubasi selama 7-14 hari untuk mendapatkan koloni dalam jumlah yang cukup.

3.4.2 Perbanyak *F. acutatum*

Jamur *F. acutatum* yang diperbanyak merupakan koleksi Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Perbanyak *F. acutatum* sama dengan pembiakan pada Aktinomisetes yaitu dengan menggunakan media *Malt Extract Agar* (MEA). Media yang telah steril ditambahkan dengan asam laktat sebanyak 1,4 mL kemudian dihomogenkan,

selanjutnya media dituang ke dalam cawan petri. Jamur *F. acutatum* kemudian diperbanyak menggunakan media MEA tersebut dengan cara jamur diinokulasikan menggunakan jarum ose yang dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF).

3.4.3 Penyiapan Tanaman Bawang Merah

Media tanam terlebih dahulu disiapkan yaitu campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Tanah kemudian disterilkan dengan cara dikukus selama 4 jam, setelah tanah dingin kemudian dimasukkan kedalam polybag. Bibit tanaman yang digunakan adalah varietas Bima Brebes dengan ukuran seragam. Umbi bawang merah sebelum ditanaman terlebih dahulu dipotong $\frac{1}{4}$ bagian atas umbi. Varietas Bima Brebes digunakan karena memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan varietas lainnya (Basuki dkk., 2014).

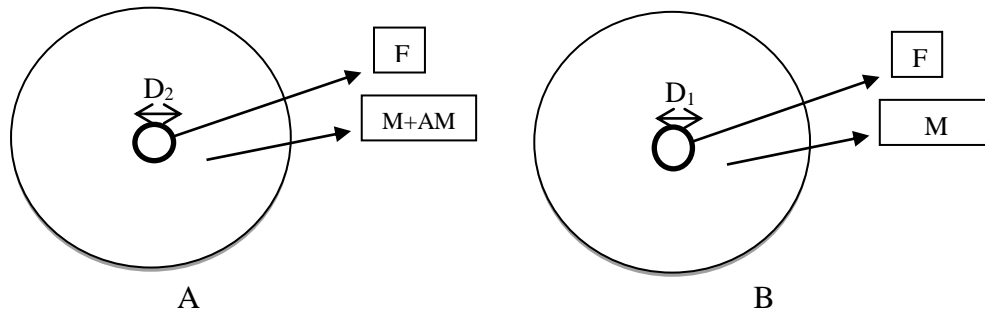
3.4.4 Uji Pengaruh Aktinomisetes terhadap *F. acutatum*

Pengujian ini dilakukan dalam 2 tahap percobaan yaitu uji *in vitro* dan uji *in planta*.

a. Uji *in Vitro*

Uji *in vitro* dilakukan pada cawan petri berukuran 9 cm, dengan media MEA (*Malt Extract Agar*). Pada biakan murni Aktinomisetes yang telah memenuhi cawan (berumur 7 hari) ditambahkan 10 ml air steril kemudian dikerok menggunakan batang L dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu dihomogenkan dengan *rotamixer* dan siap untuk digunakan sebagai suspensi inokulum stok. Hasil dari suspensi stok Aktinomisetes tersebut kemudian diencerkan sesuai perlakuan yaitu pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} . Dari suspensi hasil pengenceran 10^{-1} Aktinomisetes diambil sebanyak 100 μ l kemudian diratakan diatas permukaan media MEA dalam cawan petri kemudian *F. acutatum* dipotong menggunakan bor gabus berukuran 0,5 cm dan dinokulasikan ditengah cawan petri (P1). Perlakuan yang sama dilakukan pada P2 dengan Aktinomisetes

10^{-2} dan Aktinomisetes 10^{-3} pada perlakuan P3. Pada kontrol (P4) digunakan *F. acutatum* berukuran 0,5 cm dan dinokulasikan ditengah cawan petri yang berisi media MEA tanpa Aktinomisetes, selanjutnya inkubasi dilakukan selama 14 hari pada suhu ruang. Skema uji secara *in vitro* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema uji *in vitro*; A. Skema perlakuan, B. Skema kontrol.

Keterangan:

F = Koloni *F. acutatum*

M+A = Campuran media MEA dan inokulum Aktinomisetes

M = Media MEA tanpa Aktinomisetes

D₁ = Diameter koloni *F. acutatum* pada kontrol

D₂ = Diameter koloni *F. acutatum* pada perlakuan

b. Uji *in Planta*

Suspensi inokulum Aktinomisetes disiapkan dengan cara yang sama seperti pada uji *in vitro*, tetapi inokulum tersebut terlebih dahulu dishaker selama 5 hari pada kecepatan 200 rpm. Umbi bawang merah yang akan ditanam terlebih dahulu direndam dalam suspensi isolat Aktinomisetes sesuai dengan perlakuan yaitu pengenceran 10^{-1} (Nilai Absorbansi = 0,106), 10^{-2} (Nilai Absorbansi = 0,011), dan 10^{-3} (Nilai Absorbansi = 0,001) selama 5 menit. Umbi yang telah direndam kemudian ditanam pada media tanam yang telah disiapkan dalam polybag berukuran 5 kg. Inokulasi pada bibit bawang merah dilakukan dengan cara menyiramkan *F. acutatum* (kerapatan 10^{-6}) pada bibit bawang merah sebanyak 5 mL/tanaman selama 3 hari berturut-turut. Perlakuan Aktinomisetes diaplikasikan

kembali dengan cara disiramkan pada daerah sekitar perakaran tanaman bawang merah setiap 7 hari sekali dengan dosis 5 ml/tanaman sesuai dengan perlakuan sampai umur 30 hst (Rahmiyati dkk., 2021).

3.5 Pengamatan

a. Pertumbuhan *F. acutatum*

Pada uji *in vitro* pertumbuhan *F. acutatum* yang dipengaruhi oleh Aktinomisetes pada tingkat pengenceran yang berbeda diukur berdasarkan diameter koloninya. Diameter koloni diukur dari dua arah yang berlawanan yaitu secara horizontal dan vertikal lalu dirata-ratakan:

$$P = \frac{Dh+Dv}{2} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Pertumbuhan *F. acutatum*

Dh = Diameter *F. acutatum* dari arah horizontal

Dv = Diameter *F. acutatum* dari arah vertikal

b. Persentase penghambatan pertumbuhan *F. acutatum*

Pada uji *in vitro* persentase penghambatan pertumbuhan *F. acutatum* oleh Aktinomisetes pada tingkat pengenceran yang berbeda dihitung dengan menggunakan rumus Andriani *et al.* (2017):

$$P = \frac{D1-D2}{D1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase penghambatan

D₁ = Diameter koloni *F. acutatum* pada kontrol

D₂ = Diameter koloni *F. acutatum* pada perlakuan

c. Masa Inkubasi

Masa inkubasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh patogen sejak inokulasi sampai dengan munculnya gejala penyakit untuk pertama kalinya. Pada penelitian ini

masa inkubasi dihitung sejak inokulasi sampai dengan kemunculan gejala pertama. Gejala yang muncul pada penyakit moler yaitu daun meliuk dan berwarna hijau pucat atau kekuningan tetapi tidak layu.

d. Intensitas Penyakit

Pengukuran intensitas penyakit dilakukan berdasarkan perhitungan keterjadian penyakit (*disease incidence*) dan keparahan penyakit (*disease severity*).

Keterjadian Penyakit

Gejala penyakit diamati setiap minggu dan keterjadian penyakit dihitung menggunakan rumus Ginting (2013):

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

Keterangan:

Tp = Keterjadian penyakit (%)
 n = Jumlah tanaman yang terinfeksi (bergejala)
 N = Jumlah total tanaman yang diamati

Keparahan Penyakit

Gejala penyakit diamati setiap minggu dan keparahan penyakit dihitung menggunakan rumus menurut Ginting (2013):

$$Pp = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

Pp : Keparahan penyakit (%)
 n_i : Jumlah daun yang terserang dengan skor kerusakan ke-i
 v_i : Skor daun yang diamati
 N : Jumlah daun yang diamati
 V : Skor tertinggi

Skor penyakit yang digunakan disajikan pada Tabel 1 dan gambar yang menunjukkan skor pada setiap daun dapat dilihat pada Gambar 10 di lampiran.

Tabel 1. Skor penyakit

Skor	Deskripsi	Keterangan
0	Tidak terdapat gejala	Tanaman sehat
1	Kerusakan kurang dari 10% daun	Gejala ringan
2	Kerusakan >10-25% daun	Gejala agak parah
3	Kerusakan >25-50% daun	Gejala parah
4	Kerusakan lebih dari 50% daun	Gejala sangat parah

Sumber: Ginting (2013).

e. Jumlah Daun

Penghitungan jumlah daun tanaman dilakukan setiap dua hari sekali, untuk mengetahui pengaruh Aktinomisetes dalam memacu pertumbuhan tanaman.

f. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap dua hari sekali, sejak 1 hst sampai panen dengan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh Aktinomisetes dalam memacu pertumbuhan tanaman.

3.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Anara), dengan lebih dahulu diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett, dan aditivitasnya diuji dengan uji Tukey. Pengujian nilai tengah perlakuan setelah analisis ragam dilakukan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* secara *in vitro* dapat menekan pertumbuhan jamur *F. acutatum* baik dilihat dari pertumbuhan *F. acutatum* yang terhambat maupun persentase penghambatan *F. acutatum* sebesar 81 % pada pengenceran 10^{-1} .
2. *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* secara *in planta* berpengaruh nyata dalam menurunkan keparahan penyakit pada 21 hsi tetapi tidak memperpanjang masa inkubasi maupun menurunkan keterjadian penyakit moler.
3. *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *hygroscopicus* tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman bawang merah tetapi dapat meningkatkan tinggi tanaman bawang merah pada 6 hsi.

5.2 Saran

Disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh aplikasi beberapa pengenceran Aktinomisetes terhadap serangan jamur *F. acutatum*. Selain itu, disarankan pada saat uji di lapang sebaiknya menggunakan media tanam yang mengandung bahan organik tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeny, T.N., Prasetyo, J., Suharjo, R., Dirmawati, S.R., Efri, and Niswati, A. 2018. Isolation and identification of actinomycetes potential as the antagonist of *Dickeya zea* pineapple soft rot in Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(6): 2052-2058.
- Aminnullah, R., Bahar, M., Muktamiroh, H., dan Sandra, O. 2020. Efektivitas isolat actinomycetes dari tanah Kebun Raya Bogor sebagai antifungi terhadap pertumbuhan *Candida albicans* secara *in vitro*. *Bioeduscience*. 4(1): 90-96.
- Andriani, D., Wiyono, S., and Widodo. 2017. Sensitivity of *Colletotrichum* spp. on chili to benomyl, chlorotalonil, mancozeb, and propineb. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(4): 119-126.
- Anggraini, Y. S., Linda, T. M., dan Lestari, W. 2018. Seleksi Aktinomisetes dalam menghasilkan *Indole Acetic Acid* dan efektivitas terhadap perkecambahan benih cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Biospecies*. 11(2): 115-122.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. *Produktivitas Bawang Merah Menurut Provinsi, Tahun 2015-2019*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Basuki, R.S., Khaririyatun, N., dan Luthfy. 2014. Evaluasi dan preferensi petani brebes terhadap atribut kualitas varietas unggul bawang merah hasil penelitian Balitsa. *Jurnal Hortikultura*. 24(3): 276-282.
- Daquioag, J.E.L. and Penuliar, G.M. 2021. Isolation of actinomycetes with cellulolytic and antimicrobial activities from soils collected from an urban green space in the Philippines. *International Journal of Microbiology*. 2021: 1-14.

- Deden dan Umiyati, U. 2017. Pengaruh inokulasi *Trichoderma* sp. dan varietas bawang merah terhadap penyakit moler dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *Jurnal Kultivasi*. 16(2): 340-348.
- Dianty, R., Ardiningsih, P., and Rahman, B. A. 2015. Antimicrobial activity of actinomycetes extract from sea water of randayan island, bengkayang againts *Salmonella* sp. *Jurnal Mahasiswa Fakultas Kedokteran UNTAN*. 3(1): 1-13.
- El Karkouri, A., El Hassan, F., El Mzibri, M., Benlemlih, M., and El Hassoun, M. 2010. Isolation and identification of an actinomycete strain with a biocontrol effect on the phytopathogenic *Erwinia chrysanthemi* 3937 VIII responsible for soft rot disease. *Ann Microbiol*. 60: 263-268.
- Elsie, Herlina, N., dan Putri, R.T. 2018. Isolasi actinomycetes endofit dari tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) dan uji aktivitas senyawa antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Photon*. 8(2): 13-22.
- Fahrudin, F. 2009. Budidaya caisim (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak teh dan pupuk kascing. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ghorbani-Nasrabadi, R., Greiner, R., Alikhani, H.A., Hamed, J., and Yakhchali, B. 2013. Distribution of actinomycetes in different soil ecosystems and effect of media composition on extracellular phosphatase activity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13(1): 223-236.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Konsep dan Aplikasi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Gomes, E. D. B., Dias, L. R. L., dan Miranda, R.D. C. M. D. 2018. Actinomycetes bioactive compounds: Biological control of fungi and phytopathogenic insect. *African Journal of Biotechnology*. 17(17): 552-559.
- 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 ascolonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 83-86.
- Indrawan, A. D., Suryaminarsih, P., dan Mujoko, T. 2021. Prospek Pemanfaatan Mikroorganisme *Streptomyces* sp. dan *Trichoderma* sp. dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Era Pertanian Modern. *NST Proceedings*: 32-38.
- Juwanda, M., Khotimah, K., dan Amin, M. 2016. Peningkatan ketahanan bawang merah terhadap penyakit layu fusarium melalui induksi ketahanan dengan asam salisilat secara invitro. *Agrin*. 20(1): 15-28.
- Kumalasari, A.M., Fathurahman, N., dan Nur, M. 2012. Potensi actinomycetes sebagai sumber senyawa bioaktif antibiotik dari kawasan karst Bantimurung, Sulawesi Selatan. *Pelita Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*. 7(1): 59-72.
- Lestiyani, A., Wibowo, A., dan Subandiyah, S. 2015. Identifikasi, Patogenisitas dan Variabilitas Penyebab Penyakit Moler pada Bawang Merah. *Tesis*. http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/81416. Diakses pada 23 Oktober 2022.
- Martin, D., Martina, A., dan Roza, M. R. 2015. Uji potensi antifungi Aktinomisetes selulolitik dan ligninolitik dan bakteri lignoselulolitik isolat lokal terhadap pertumbuhan jamur *Ganoderma boninense* dan *Colletotrichum capsici*. *JOM FMIPA*. 2(1): 161-169.
- Mawarti, I., Fibriarti, B.L., Zul, D., Roza, R.M., Martina, A., Linda, T.M. 2017. Seleksi isolat Aktinomisetes asal tanah gambut desa rimbo panjang kabupaten kampar dalam menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*). *Jurnal Riau Biologia*. 2(1): 47-54.
- Muthahanas, I. dan Listiana, E. 2008. Skrining *Streptomyces* sp. isolat Lombok sebagai pengendali hayati beberapa fungi patogen tanaman. *Jurnal Crop Agro*. 1(2): 130-136.
- Nurjasmii, R. dan Suryani. 2017. Uji antagonistik actinomycetes asal limbah kulit bawang merah terhadap patogen tanaman. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*. 11(2): 718-722.

- Nurjasmu, R., Suryani, dan Carta. 2019. Penghambatan actinomycetes asal limbah kulit bawang merah terhadap *Sclerotium rolfsii* secara *in vitro*. *Jurnal Ilmiah Respati*. 10(1): 14-19.
- Prapagdee, B., Kuekulvog, C., and Mongkulsuk, S. 2008. Antifungal potential of extracellular metabolites produce by *Streptomyces hygrosopicus* against phytopathogenic fungi. *International Journal of Biological Science*. 4(5): 330-337.
- Procopio, R.E. D. L., Silva, I. R. D., Martins, M.K., Azevedo, J. L. D., and Araujo, J.M.D. 2012. Antibiotics produced by Streptomyces. *The Brazilian Journal of infectious diseases*. 16(5): 466-471.
- Putri, R.A., Sulandari, S., dan Arwiyanto, T. 2018. Keefektifan bakteri rizosfer *Streptomyces* sp. untuk menekan *Pepper yellow leaf curl virus* pada tanaman cabai besar di lapangan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(4): 183-188.
- Queendy, V. dan Roza, R. M. 2019. Aktivitas antifungi isolat Aktinomisetes arboretum Universitas Riau terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. *Journal of Biology*. 12(1): 73-88.
- Rahmiyati, M., Hartanto, S., dan Sulastiningsih, N. W. H. 2021. Pengaruh aplikasi actinomycetes terhadap serangan *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *cepae* (Hanz.) Synd. et Hans. penyebab penyakit layu pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L. var. *Mentes*). *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*. 9(1): 248-260.
- Safitri, A. 2021. Isolasi dan identifikasi penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah di Lampung Tengah dan Tanggamus. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sallytha, A.A.M., Addy, H.S., dan Mihardjo, P. A. 2014. Penghambatan actinomycetes terhadap *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* secara *in vitro*. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(4): 70-72.
- Sektiono, A. W., Kajariyah, S.N., dan Djauhari, S. 2016. Uji antagonisme actinomycetes rhizosfer dan endofit akar tanaman cabai (*Capsicum frutescens* l.) terhadap jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan*. 4(1): 17-23.

- Sudarma, I.M. 2010. Seleksi dan pemanfaatan actinomycetes sebagai mikroba antagonis yang ramah lingkungan terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* secara *in vitro*. *Ecotrophic*. 5(2): 104-107.
- Suryaminarsih, P. Harijani, W.S., Syafriani, E., Ramadhini, 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. *Agrium*. 22(1): 62-69.
- Susanti, D. Mulyadi, dan Wiyatiningsih, S. 2016. Karakterisasi isolat-isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* penyebab penyakit moler pada bawang merah dari daerah Nganjuk dan Probolinggo. *Plumula*. 5(2): 153-160.
- Tambunan, O., Bahar, M., Pramono, A., Fauziah, C., Yusmaini, H., dan Zufa, F. 2022. Potensi daya hambat filtrat zat metabolit Actinomycetes dari Kebun Raya Bogor terhadap pertumbuhan *Candida albicans* dan *Malasszia furfur*. *Bioscientist:Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(1): 66-73.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2023 a. *Classification for Kingdom Fungi Down to Species Fusarium acutatum*. <https://acir.aphis.usda.gov/s/cird-taxon/a0ut0000002iJxqAAE/fusarium-acutatum>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2023.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2023b. *Classification for Kingdom Fungi Down to Species Streptomyces hygroscopicus*. <https://acir.aphis.usda.gov/s/cird-taxon/a0u3d000000BUmFAAW/streptomyces-hygroscopicus>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2023.
- Valli, S., Suvathi, S.S., Aysha, O.S., Nirmala, P., Vinoth, K.P., and Reena, A. 2012. Antimicrobial potential of Actinomycetes species isolated from marine environment. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2(6): 469-47.
- Wiyatiningsih, S., 2003. Kajian asosiasi *Phytophthora* sp. dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* penyebab penyakit moler pada bawang merah. *Mapeta*. 11(3): 1-6.

Wiyatiningsih, S., Wibowo, A., dan Triwahyu, E. 2009. Keparahan penyakit moler pada enam kultivar bawang merah karena infeksi *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* di tiga daerah sentra produksi. *In Seminar Nasional Akselerasi Pengembangan Teknologi Pertanian dalam Mendukung Revitalisasi Pertanian*. Fakultas Pertanian dan LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur. Surabaya.