

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* ISOLAT
SR01 TERHADAP KETERJADIAN PENYAKIT MOLER PADA
TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**

(Skripsi)

Oleh

DESRYAN IRAWAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* ISOLAT SR01 TERHADAP KETERJADIAN PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

Oleh

DESRYAN IRAWAN

Penyakit yang sering dijumpai pada budidaya bawang merah yaitu moler yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae*. Pengendalian penyakit ini biasanya dilakukan dengan menggunakan fungisida sintetik yang menimbulkan residu dan berdampak negatif pada lingkungan. Salah satu upaya mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan bakteri antagonis *Pseudomonas fluorescens*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri *P. fluorescens* terhadap keterjadian penyakit moler, dan konsentrasi bakteri *P. fluorescens* yang memiliki daya tekan tertinggi terhadap keterjadian penyakit moler.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Januari hingga April 2018. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan. Tujuh perlakuan tersebut adalah kontrol negatif (tanpa diberi perlakuan) (P₀), *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^5$ CFU ml⁻¹ (P₁), *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^6$ CFU

ml⁻¹ (P₂), *P. fluorescens* konsentrasi 1,18 x 10⁷ CFU ml⁻¹ (P₃), *P. fluorescens* konsentrasi 1,18 x 10⁸ CFU ml⁻¹ (P₄), *P. fluorescens* konsentrasi 1,18 x 10⁹ CFU ml⁻¹ (P₅), dan kontrol positif (fungisida berbahan aktif ganda yaitu difenokonazol dan propikonazol) konsentrasi 1,5 ml l⁻¹ (P₆). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji BNT 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *P. fluorescens* dapat menekan keterjadian penyakit moler (*F. oxysporum*) pada tanaman bawang merah. Aplikasi bakteri *P. fluorescens* dengan konsentrasi 1,18 x 10⁷ CFU ml⁻¹ merupakan konsentrasi yang memiliki daya tekan tertinggi terhadap keterjadian penyakit moler (*F. oxysporum*) pada tanaman bawang merah.

Kata kunci : Bawang merah, *F. oxysporum*, konsentrasi, moler, *P. fluorescens*.

**PENGARUH APLIKASI BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* ISOLAT
SRO1 TERHADAP KETERJADIAN PENYAKIT MOLER PADA
TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)**

Oleh

Desryan Irawan

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PENGARUH APLIKASI BAKTERI
Pseudomonas fluorescens ISOLAT SR01
TERHADAP KETERJADIAN PENYAKIT
MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.)**

Nama Mahasiswa : Desryan Irawan

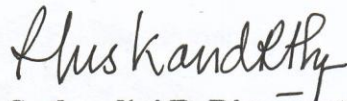
Nomor Pokok mahasiswa : 1414121061

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Suskandini R. Dirmawati, M.P.
NIP 196105021987072001



Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.
NIP 196107201986031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

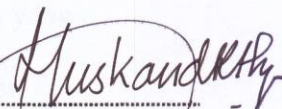


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji


Ketua : Dr. Ir. Suskandini R. Dirmawati, M.P.



Sekretaris : Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Juli 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “PENGARUH APLIKASI BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* ISOLAT SR01 TERHADAP KETERJADIAN PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)” merupakan hasil karya sendiri dan bukan 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 plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,

Penulis,



Desryan Irawan
NPM 1414121061

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan penuh rasa syukur kepada ALLAH SWT, karya ilmiah ini

kupersembahkan untuk ;

Keluargaku Tercinta,

Bapak tercinta Sudiono dan Ibu tercinta Sunarti

Adik Rjo Novendra dan Dimas Rendy Tholani

Serta seluruh Insan Akademis dan Almamater tercinta,

Universitas Lampung

“ Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar ”

(Q.S. Al-Baqoroh : 153)

“ Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai dari suatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain. Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap ”

(Q.S. Al-Insyiah : 6 – 7)

“Kehidupan remaja demi Allah harus dengan ilmu dan taqwa. Dan apabila keduanya tidak ada pada diri remaja itu maka ia tidak memiliki Citra apa-apa ”

(Asy-Syafi,i)

“ Hidup adalah proses pembelajaran untuk perbaikan diri, terus belajar untuk menjadi baik, lebih baik, dan terbaik ”

(Anonymous)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mulya Asri, Tulang Bawang Barat, pada tanggal 6 Desember 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Sudiono dan Ibu Sunarti.

Penulis mengawali pendidikan formal di Sekolah Dasar Negeri 5 Candra Kencana, Tulang Bawang Barat tahun 2002 – 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Budi Pratama, Ogan Komering Ilir tahun 2008 – 2011 dan Sekolah Menengah Atas Bina Dharma Mandira, Ogan Komering Ilir tahun 2011 – 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif diorganisasi kemahasiswaan Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) periode 2016/2017 sebagai anggota bidang Pengembangan Minat dan Bakat (PMB). Penulis juga dipercaya menjadi asisten dosen mata kuliah Mikrobiologi Pertanian pada semester genap 2016/2017, Bioekologi Penyakit Tanaman dan Kimia Dasar pada semester ganjil 2017/2018, serta Pengendalian Penyakit Tanaman, Ilmu Penyakit Tumbuhan, Biologi Pertanian, dan Kimia Organik pada semester genap 2017/2018. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kedatuan, Kecamatan Bekri,

Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2017, dan pada tahun yang sama penulis melaksanakan Praktik Umum di PT Great Giant Pineapple, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat teriring salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan saran dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku ketua jurusan Agroteknologi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S. selaku ketua bidang Hama dan Penyakit Tumbuhan.
4. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P,M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat.
5. Ibu Dr. Ir. Suskandini R. Darmawati, M.P.,selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan saran selama penulis melaksanakan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.

6. Bapak Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan saran selama penulis melaksanakan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
7. Bapak Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D., selaku penguji yang telah memberikan saran, kritik, nasehat, dan bimbingan yang diberikan dalam perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.
8. Kedua orang tua ku tercinta bapak Sudiono dan ibu Sunarti, serta adik-adikku tercinta Rio dan Rendy yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis untuk menggapai cita-cita.
9. Teman-temanku tercinta Bagus, Reza, Izza, Andino, Adit, Alief, Ahyar, Desta, Annisa, Ristya, Desti, Chacha, Belgies, Binti, yang telah banyak membantu pelaksanaan dan kelancaran penelitian ini.
10. Mas Sigit yang telah banyak memberikan bantuan tenaganya demi kelancaran penelitian di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian.
11. Bapak Pariyadi, Mas Zeni, dan Mba Uum yang telah banyak membantu kelancaran penelitian di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman.

Semoga Allah SWT dapat membalas semua bantuan, bimbingan, doa, dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Agustus 2018
Penulis,

Desryan Irawan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Botani dan Morfologi Tanaman Bawang Merah	6
2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bawang Merah	8
2.2.1 Iklim	8
2.2.2 Tanah	8
2.3 Penyakit Moler (<i>F. oxysporum</i>)	9
2.4 Bakteri <i>P. fluorescens</i>	12
2.5 Mekanisme Kerja Bakteri <i>P. fluorescens</i>	13
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Penyiapan bahan tanam	17
3.4.2 Penyiapan medium tanam	17
3.4.3 Perbanyak isolat <i>F. oxysporum</i> dan <i>P. fluorescens</i>	18
3.4.4 Inokulasi patogen <i>F. oxysporum</i>	20
3.4.5 Aplikasi perlakuan bakteri <i>P. fluorescens</i>	20
3.4.6 Penanaman	21
3.4.7 Pemeliharaan	22
3.4.8 Panen dan pascapanen	22

3.5 Pengamatan	23
3.5.1 Periode inkubasi	23
3.5.2 Keterjadian penyakit	24
3.5.3 Kehijauan daun	24
3.5.4 Tinggi tanaman sakit	25
3.5.5 Jumlah anakan	26
3.5.6 Jumlah umbi saat panen	26
3.5.7 Bobot basah umbi dan tanaman	26
3.5.8 Bobot kering umbi dan tanaman	27
3.6 Analais Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 Gejala penyakit moler	28
4.1.2 Periode inkubasi	29
4.1.3 Keterjadian penyakit moler	30
4.1.4 Kehijauan daun	32
4.1.5 Tinggi tanaman sakit	34
4.1.6 Jumlah anakan	37
4.1.7 Jumlah umbi saat panen	39
4.1.8 Bobot basah umbi dan tanaman	39
4.1.9 Bobot kering umbi dan tanaman	40
4.2 Pembahasan	41
V. SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Periode inkubasi	29
2. Keterjadian penyakit moler	31
3. Kehijauan daun	33
4. Tinggi tanaman sakit	36
5. Jumlah anakan	38
6. Jumlah umbi saat panen	39
7. Bobot basah umbi dan tanaman	40
8. Bobot kering umbi dan tanaman	41
9. Nilai dan kriteria N dalam tanah berdasarkan standar internasional (SI)	46
10. Data pengamatan periode inkubasi <i>F. oxysporum</i>	54
11. Analisis sidik ragam data periode inkubasi <i>F. oxysporum</i>	54
12. Hasil uji BNT data periode inkubasi <i>F. oxysporum</i>	54
13. Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 7 hst	55
14. Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 14 hst	55
15. Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 14 hst ...	55
16. Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 14 hst	56
17. Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 21 hst	56
18. Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 21 hst ...	56

19.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 21 hst	57
20.	Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 28 hst	57
21.	Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 28 hst ...	57
22.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 28 hst	58
23.	Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 35 hst	58
24.	Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 35 hst ...	58
25.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 35 hst	59
26.	Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 42 hst	59
27.	Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 42 hst ...	59
28.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 42 hst	60
29.	Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 49 hst	60
30.	Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 49 hst ...	60
31.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 49 hst	61
32.	Data pengamatan keterjadian penyakit moler pada 56 hst	61
33.	Analisis sidik ragam data keterjadian penyakit moler pada 56 hst ...	61
34.	Hasil uji BNT data keterjadian penyakit moler pada 56 hst	62
35.	Data pengamatan kehijauan daun pada 7 hst	62
36.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 7 hst	62
37.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 7 hst	63
38.	Data pengamatan kehijauan daun pada 14 hst	63
39.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 14 hst	63
40.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 14 hst	64
41.	Data pengamatan kehijauan daun pada 21 hst	64
42.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 21 hst	64

43.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 21 hst	65
44.	Data pengamatan kehijauan daun pada 28 hst	65
45.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 28 hst	65
46.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 28 hst	66
47.	Data pengamatan kehijauan daun pada 35 hst	66
48.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 35 hst	66
49.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 35 hst	67
50.	Data pengamatan kehijauan daun pada 42 hst	67
51.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 42 hst	67
52.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 42 hst	68
53.	Data pengamatan kehijauan daun pada 49 hst	68
54.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 49 hst	68
55.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 49 hst	69
56.	Data pengamatan kehijauan daun pada 56 hst	69
57.	Analisis sidik ragam data kehijauan daun pada 56 hst	69
58.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 56 hst	70
59.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 7 hst	70
60.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 7 hst	70
61.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 14 hst	71
62.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 14 hst	71
63.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 14 hst	71
64.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 21 hst	72
65.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 21 hst	72
66.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 21 hst	72

67.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 28 hst	73
68.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 28 hst	73
69.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 28 hst	73
70.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 35 hst	74
71.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 35 hst	74
72.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 35 hst	74
73.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 42 hst	75
74.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 42 hst	75
75.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 42 hst	75
76.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 49 hst	76
77.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 49 hst	76
78.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 49 hst	76
79.	Data pengamatan tinggi tanaman pada 56 hst	77
80.	Analisis sidik ragam data tinggi tanaman pada 56 hst	77
81.	Hasil uji BNT data kehijauan daun pada 56 hst	77
82.	Data pengamatan jumlah anakan pada 7 hst	78
83.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 7 hst	78
84.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 7 hst	78
85.	Data pengamatan jumlah anakan pada 14 hst	79
86.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 14 hst	79
87.	Data pengamatan jumlah anakan pada 21 hst	79
88.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 21 hst	80
89.	Data pengamatan jumlah anakan pada 28 hst	80
90.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 28 hst	80

91.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 28 hst	81
92.	Data pengamatan jumlah anakan pada 35 hst	81
93.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 35 hst	81
94.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 35 hst	82
95.	Data pengamatan jumlah anakan pada 42 hst	82
96.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 42 hst	82
97.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 42 hst	83
98.	Data pengamatan jumlah anakan pada 49 hst	83
99.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 49 hst	83
100.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 49 hst	84
101.	Data pengamatan jumlah anakan pada 56 hst	84
102.	Analisis sidik ragam data jumlah anakan pada 56 hst	84
103.	Hasil uji BNT data jumlah anakan pada 56 hst	85
104.	Data pengamatan jumlah umbi	85
105.	Analisis sidik ragam data jumlah umbi	85
106.	Hasil uji BNT data jumlah umbi	86
107.	Data pengamatan bobot basah umbi	86
108.	Analisis sidik ragam data bobot basah umbi	86
109.	Hasil uji BNT data bobot basah umbi	87
110.	Data pengamatan bobot basah tanaman	87
111.	Analisis sidik ragam data bobot basah tanaman	87
112.	Hasil uji BNT data bobot basah tanaman	88
113.	Data pengamatan bobot kering umbi	88
114.	Analisis sidik ragam data bobot kering umbi	88

115. Hasil uji BNT data bobot kering umbi	89
116. Data pengamatan bobot kering tanaman	89
117. Analisis sidik ragam data bobot kering tanaman	89
118. Hasil uji BNT data bobot kering tanaman	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gejala penyakit moler pada bagian daun	10
2. Denah tata letak petak percobaan	16
3. Umbi bawang merah yang telah dipotong $\frac{1}{4}$ bagian atas	17
4. Lahan yang telah diolah dan dibuat petak percobaan	18
5. Bentuk mikroskopis <i>F. oxysporum</i>	19
6. Isolat <i>F.oxysporum</i> , dan isolat <i>P. fluorescens</i>	19
7. Inokulasi <i>F. oxysporum</i> ke umbi bawang	20
8. Aplikasi <i>P. fluorescens</i> dengan cara perendaman	21
9. Proses penanaman umbi bawang merah	22
10. Tanaman bawang yang siap panen	23
11. Umbi bawang yang telah dijemur selama 7 hari	23
12. Pengukuran kehijauan daun dengan alat klorofil meter SPAD	24
13. Pengukuran tinggi tanaman	25
14. Penimbangan bobot basah tanaman dan bobot basah umbi	26
15. Tanaman bergejala moler dan tanaman sehat	28
16. Gejala penyakit moler pada bagian umbi	29
17. Grafik hubungan kehijauan daun terhadap jumlah umbi, bobot basah umbi, dan bobot kering umbi.....	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) tergolong komoditas tanaman sayuran yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan oleh petani di Jawa Tengah secara intensif. Bawang merah memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dikarenakan hampir setiap konsumen rumah tangga membutuhkannya, terutama sebagai bumbu penyedap maupun obat tradisional. Kebutuhan dan jumlah permintaan meningkat, sejalan dengan penambahan jumlah penduduk dan peningkatan daya beli masyarakat. Mengingat permintaan konsumen dari waktu ke waktu meningkat maka budidaya maupun pengusahaan pengadaan bawang merah perlu ditingkatkan pula (Sutarya dkk., 1995).

Peningkatan produksi bawang merah banyak menghadapi kendala salah satunya yaitu serangan hama dan patogen. Penyakit yang sering dijumpai pada budidaya bawang merah yaitu penyakit moler. Menurut Nugroho dkk. (2011), penyakit moler merupakan penyakit utama bawang merah yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae*. Penyakit moler dapat menimbulkan kerusakan dan menurunkan hasil umbi hingga 50% (Wiyatiningsih dkk., 2009).

Penyakit moler sangat merusak tanaman bawang merah, bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman. Infeksi dimulai pada bagian akar atau batang yang berbatasan dengan permukaan tanah. Pada tanaman sakit, umumnya daun tidak tumbuh tegak, tetapi meliuk karena batang semu tumbuh lebih panjang, warna daun hijau pucat atau kekuningan, namun tidak layu. Umbi yang dihasilkan oleh tanaman yang sakit berukuran lebih kecil dan lebih sedikit dibanding tanaman sehat. Jika terserang pada awal pertumbuhan, maka tidak akan membentuk umbi atau anakan. Pada tingkat serangan yang lebih lanjut tanaman kering dan mati (Wiyatiningsih dkk., 2009).

Usaha pengendalian yang umum dilakukan petani untuk mengendalikan penyakit moler adalah dengan menggunakan fungisida sintetis. Namun penggunaan fungisida sintetis yang berlebih dan dilakukan secara terus menerus dapat mencemari tanah dan merusak keseimbangan alam. Oleh sebab itu perlu dicari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan mikroorganisme antagonis.

Menurut Soesanto (2000), bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu bakteri antagonis yang berpotensi dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati berbagai patogen tular tanah. *P. fluorescens* merupakan salah satu strain bakteri antagonis yang telah menunjukkan kemampuannya dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen tular tanah, baik *in vitro*, *in planta*, maupun *in vivo*. *P. fluorescens* mempunyai sifat “*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*” (PGPR), menghasilkan antibiotika 2,4-diasetilfloroglusinol

(Phl atau DAPG) dan siderofor, mampu mengkoloni akar tanaman, serta mengimbangi ketahanan tanaman.

Pemberian bakteri antagonis *P. fluorescens* harus tepat konsentrasinya. Menurut Howel dan Stipanovic (1980) dalam Soesanto dkk. (2011), menyatakan bahwa konsentrasi suspensi *P. fluorescens* pada kisaran $1,25 \times 10^5$ hingga 10^9 CFu ml⁻¹ dapat mencegah penularan jamur *Pythium ultimum* pada tanaman kapas. Namun belum diketahui konsentrasi suspensi yang efektif untuk menekan intensitas penyakit moler, sehingga perlu dicari konsentrasi suspensi *P. fluorescens* yang efektif untuk menekan intensitas penyakit moler.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh aplikasi bakteri *P. fluorescens* terhadap keterjadian penyakit moler.
2. Mengetahui konsentrasi bakteri *P. fluorescens* yang memiliki daya tekan tertinggi terhadap keterjadian penyakit moler.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian secara biologi dengan menggunakan agensia hayati merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit tanaman untuk menekan penggunaan fungisida sintesis. Agensia hayati yang bersifat antagonis dan kompetitor terhadap patogen tanaman salah satunya yaitu *P. fluorescens*.

P. fluorescens merupakan salah satu bakteri yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah (Soesanto, 2000). *P. fluorescens* mampu menekan perkembangan patogen melalui enzim ekstraseluler yang dihasilkannya. Bakteri ini juga menghasilkan antibiotik seperti *phenazines*, *pyrolnitrin*, *pyocyanin* dan *phloroglucionol* dan asam pseudomonat (Soesanto, 2008). Disamping itu, bakteri *P. fluorescens* dapat menekan perkembangan penyakit tanaman dengan persaingan ruang dan nutrisi, merangsang pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman. Menurut Soesanto dkk. (2008), *P. fluorescens* mampu mempertahankan diri pada rizosfer, mampu meningkatkan populasinya, menghasilkan senyawa penghambat patogen, dan mampu mengkoloni akar tanaman.

Enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri ini diantaranya adalah kitinase, protease, dan selulase. Enzim kitinase dapat mendegradasi dinding sel patogen yang terdiri dari kitin seperti dinding sel cendawan, nematoda dan serangga. Enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri ini selain berperan dalam mendegradasi dinding sel patogen, protease dapat digunakan oleh bakteri tersebut untuk melakukan penetrasi secara aktif ke dalam jaringan tanaman. Benhamou dkk. (1996) melaporkan enzim selulase dan pektinase yang dihasilkan *P. fluorescens* dapat digunakan oleh bakteri tersebut untuk mengkolonisasi daerah interseluler jaringan korteks akar, sehingga terjadi penghambatan invasi patogen.

Potensi *P. fluorescens* sebagai agensia pengendali hayati yang mampu menghambat perkembangan patogen tanaman telah banyak diteliti. Beberapa hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa *P. fluorescens* mampu menghambat

pertumbuhan jamur tular tanah *Sclerotium rolfsii* (Soesanto dkk., 2003). *P. fluorescens* dapat mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang (Soesanto dkk., 2009), *F. oxysporum* f.sp. *capsici* pada cabai merah (Maqqon dkk., 2006), *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* pada tanaman gladiol (Soesanto dkk., 2008), *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tanaman tomat (Soesanto dkk., 2010).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi bakteri *P. fluorescens* berpengaruh terhadap keterjadian penyakit moler.
2. Terdapat konsentrasi bakteri *P. fluorescens* yang memiliki daya tekan tertinggi terhadap keterjadian penyakit moler.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani dan Morfologi Tanaman Bawang Merah

Menurut Tjitrosoepomo (2010), klasifikasi tanaman bawang merah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae
Class : Monocotyledonae
Ordo : Liliaceae
Family : Liliales
Genus : *Allium*
Species : *Allium ascalonicum* L.

Bawang merah merupakan tanaman semusim berbentuk rumput yang tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 15 – 50 cm dan membentuk rumpun. Akarnya berbentuk akar serabut yang tidak panjang, karena sifat perakaran inilah bawang merah tidak tahan kering.

Bentuk daun tanaman bawang merah seperti pipa, yakni bulat kecil memanjang antara 50 –70 cm, berlubang, bagian ujungnya meruncing, berwarna hijau muda sampai hijau tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek (Rukmana, 1994).

Bunga bawang merah merupakan bunga majemuk berbentuk tandan yang bertangkai dengan 50 – 200 kuntum bunga. Pada ujung dan pangkal tangkai mengecil dan dibagian tengah menggelembung, bentuknya seperti pipa yang berkubang di dalamnya. Tangkai tandan bunga ini sangat panjang mencapai 30 – 50 cm. Kuntumnya juga bertangkai tetapi pendek antara 0,2 – 0,6 cm (Wibowo, 2007).

Tajuk dan umbi bawang merah serupa dengan bawang bombay, tetapi ukurannya kecil. Perbedaan yang lainnya adalah umbinya yang berbentuk seperti buah jambu air, berkulit coklat kemerahan, berkembang secara berkelompok di pangkal tanaman. Kelompok ini dapat terdiri dari beberapa hingga 15 umbi.

Tanaman bawang merah memiliki 2 fase tumbuh, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Tanaman bawang merah mulai memasuki fase vegetatif setelah berumur 11 – 35 hari setelah tanam (HST), dan fase generatif terjadi pada saat tanaman berumur 36 hari setelah tanam (HST). Pada fase generatif, ada yang disebut fase pembentukan umbi (36 – 50 hst) dan fase pematangan umbi (51 – 56 hst).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Bawang Merah

2.2.1 Iklim

Bawang merah cocok di daerah yang beriklim kering dan mendapat sinar matahari lebih dari 12 jam. Bawang merah dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan curah hujan 300 – 2.500 mm tahun⁻¹ dan suhunya 25° – 32° C. Jenis tanah yang dianjurkan untuk budidaya bawang merah adalah regosol, grumosol, latosol, dan aluvial, dengan pH 5,5 – 7 (Wibowo, 2007).

Tanaman bawang merah lebih optimum tumbuh di daerah beriklim kering.

Tanaman bawang merah peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi serta cuaca berkabut. Tanaman ini membutuhkan sinar matahari yang maksimal.

Penanaman bawang merah sebaiknya ditanam pada suhu agak panas dan pada suhu yang rendah memang kurang baik. Pada suhu 22° C memang masih mudah untuk membentuk umbi, tetapi hasilnya tidak sebaik jika ditanam di dataran rendah yang bersuhu panas. Di bawah 22° C bawang merah sulit untuk berumbi atau bahkan tidak dapat membentuk umbi, sebaiknya ditanam di dataran rendah yang bersuhu antara 25 – 32° C dengan iklim kering, dan yang paling baik jika suhu rata-rata tahunnya adalah 30° C (Wibowo, 2007).

2.2.2 Tanah

Tanaman bawang merah cocok ditanam pada tanah gembur subur dengan drainase baik. Tanah berpasir memperbaiki perkembangan umbinya. PH tanah yang sesuai yaitu antara 5,5 hingga 6,5.

Jenis tanah yang paling baik untuk ditanami adalah tanah lempung yang berpasir atau berdebu karena sifat tanah yang demikian ini mempunyai aerasi yang bagus dan drainasenya pun baik. Tanah yang demikian ini mempunyai perbandingan yang seimbang antara fraksi liat, pasir, dan debu (Wibowo, 2007).

Tanah yang asam atau basa bahkan tidak baik untuk pertumbuhan bawang merah, jika tanahnya terlalu asam dengan pH di bawah 5,5 aluminium yang terlarut dalam tanah akan bersifat racun sehingga tumbuhnya tanaman akan menjadi kerdil. Tanah dengan pH di atas 7 atau di atas 6,5, garam mangan tidak dapat diserap oleh tanaman, akibatnya umbinya menjadi kecil dan hasilnya rendah, apabila tanahnya berupa tanah gambut yang pH-nya di bawah 4, perlu pengapuran dahulu untuk pembudidayaan tanaman bawang merah.

Tanah yang paling baik untuk lahan bawang merah adalah tanah yang mempunyai keasaman sedikit agak asam sampai normal, yaitu pH-nya antara 6,0-6,8.

Keasaman dengan pH antara 5,5 – 7,0 masih termasuk kisaran keasaman yang dapat digunakan untuk lahan bawang merah, tetapi yang paling baik adalah antara 6,0 – 6,8 (Wibowo, 2007).

2.3 Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum*)

Gejala serangan penyakit moler nampak pada tanaman berumur 20 hari. Sasaran serangan adalah dasar dari umbi lapis. Akibatnya baik pertumbuhan akar maupun umbi lapis terganggu. Gejala visual adalah daun yang menguning dan cenderung terpelintir (terputar) (Gambar 1). Tanaman sangat mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu bahkan membusuk. Pada dasar umbi terlihat

cendawan yang berwarna keputih-putihan, sedangkan apabila umbi lapis dipotong membujur terlihat adanya pembusukan berawal dari dasar umbi meluas baik ke atas maupun ke samping. Menurut Wiyatiningsih dkk., (2009), umbi yang dihasilkan oleh tanaman yang sakit berukuran lebih kecil dan lebih sedikit dibanding tanaman sehat. Jika terserang pada awal pertumbuhan, maka tidak akan membentuk umbi atau anakan. Serangan lanjut akan mengakibatkan tanaman mati, dimulai dari ujung daun dan dengan cepat menjalar ke bagian bawahnya.



Gambar 1. Gejala penyakit moler pada bagian daun

Menurut Alexopoulos dkk. (1979), *F. oxysporium* penyebab penyakit moler dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Mycetae
Divisio : Amastigomycota
Sub Divisi : Deuteromycotina
Sub Kelas : Hyphomycetidae
Ordo : Moniliales
Family : Tuberculariaceae

Genus : *Fusarium*

Spesies : *Fusarium oxysporum*.

Koloni pada media OA atau PDA (25°C) mencapai diameter 3,5 – 5,0 cm. Miselia aerial tampak jarang atau banyak seperti kapas, kemudian menjadi seperti beludru, berwarna putih atau salem dan biasanya agak keunguan yang tampak lebih kuat dekat permukaan medium . Sporodokhia terbentuk hanya pada beberapa strain. Koloni berwarna kekuningan hingga keunguan . Konidiofor dapat bercabang dapat tidak, dan membawa monofialid. Mikrokonidia bersepta 0 hingga 2, terbentuk lateral pada fialid yang sederhana, atau terbentuk pada fialid yang terdapat pada konidiofor bercabang pendek, umumnya terdapat dalam jumlah banyak sekali, terdiri dari aneka bentuk dan ukuran, berbentuk avoid-elips sampai silindris, lurus atau sedikit membengkok, dan berukuran (5,0 – 12,0) x (2,2 - 3,5) µm (Gandjar dkk., 2000).

Makrokonidia jarang terdapat pada beberapa strain, terbentuk pada fialid yang terdapat pada konidiofor bercabang atau dalam sporodokhia, bersepta 3 – 5, berbentuk fusiform, sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya dengan sel kaki berbentuk pediselata, umumnya bersepta 3, dan berukuran (20) 27 – 46 (50) x 3,0 – 4,5 (5) µm. Klamidospora terdapat dalam hifa atau dalam konidia, berwarna hialin, berdinding halus atau agak kasar, berbentuk semi bulat dengan diameter 5,0 – 15 µm, terletak terminal atau interkalar, dan berpasangan atau tunggal (Gandjar dkk., 2000).

2.4 Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Kelompok *Pseudomonas* merupakan kelompok kemoorganotrofik aerob, mempunyai kemampuan denitrifikasi, berupa gram negatif, bersel tunggal, berbentuk lurus atau bengkok, berukuran $0.5-1.0 \mu\text{m} \times 1.5-4.0 \mu\text{m}$, dengan flagella polar, tunggal atau majemuk dan tidak menghasilkan spora. Bakteri *Pseudomonas* hanya membutuhkan nutrisi yang sederhana untuk pertumbuhannya serta hidup pada kisaran pH netral dan suhu mesofilik. Namun beberapa bakteri kelompok ini dapat pula dijumpai bertahan hidup pada kondisi suhu, pH serta faktor-faktor fisik dan kimia yang ekstrim (Fardiaz, 1988). Perakaran tanaman banyak dikolonisasi oleh bakteri-bakteri yang bermanfaat seperti *Bacillus* sp, *Agrobacterium radiobacter* dan *Pseudomonas* sp. Berdasarkan kemampuannya dalam berfluoresensi, bakteri *Pseudomonas* dikelompokkan menjadi dua yaitu bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *non fluorescens*. Akhir-akhir ini bakteri yang banyak mendapat perhatian untuk pengendalian penyakit tanaman adalah bakteri pengkolonisasi akar (rhizobakteri) salah satunya adalah *P. fluorescens*. Beberapa sifat yang dimiliki bakteri tersebut antara lain kemampuan mendominasi dalam pemanfaatan eksudat yang dikeluarkan akar, cepat berkembang biak dan kemampuan untuk mengkolonisasi perakaran.

Bakteri *P. fluorescens* termasuk ke dalam genus *Pseudomonas* yang berbentuk lengkung, batang atau ramping, berukuran $(0,5 - 1) \times (1,5 - 5,0) \mu\text{m}$ dan bergerak dengan satu atau beberapa flagellum polar, respirasi dengan oksigen, tumbuh pada kondisi dengan kelembaban tinggi dan kaya bahan organik, terutama pada rizosfer dan rizoplan sangat disukainya. Kemampuan yang tinggi dalam mengkoloni akar

karena tingkat pertumbuhan yang tinggi, pergerakannya secara kemotaksis terutama terhadap eksudat akar yang menyediakan unsur nutrisi seperti C, N dan Fe. Bakteri ini lebih efektif pada kondisi tanah netral dan basah. *P. fluorescens* merupakan bakteri gram negatif yang tumbuh optimal pada suhu ruang dan bersifat aerob (Soesanto, 2008).

Bakteri *P. fluorescens* adalah bakteri saprofit yang dapat ditemukan di air dan di tanah. Bakteri ini memegang peranan penting pada proses dekomposisi, biodegradasi siklus karbon dan nitrogen. Penggunaan *P. fluorescens* lebih aman karena tidak bersifat patogen pada manusia dan tanaman serta tidak berbahaya seperti *Pseudomonas aeruginosa* yang bersifat patogen pada manusia.

2.5 Mekanisme Kerja Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Bakteri *P. fluorescens* mampu menghasilkan bermacam-macam metabolit sekunder seperti antibiotik, HCN dan kompetisi pemanfaatan Fe^{3+} melalui produksi siderofor yang dapat menekan pertumbuhan patogen secara alami. *P. fluorescens* juga menghasilkan asam-asam organik seperti asam oksalat yang dapat mengikat unsur P sehingga dapat meningkatkan serapan fosfat oleh tanaman (Premono, 1994). Di samping itu bakteri ini juga menghasilkan antibiotik seperti *phenazines*, *pyroclnitrin*, *pyocyanin* dan *phloroglucionol* dan enzim ekstraseluler serta asam pseudomonat (Soesanto, 2008).

Enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri endofit diantaranya adalah kitinase, protease, dan selulase. Enzim kitinase merupakan enzim penting yang dihasilkan bakteri antagonis untuk mengendalikan patogen tular tanah, karena enzim ini

dapat mendegradasi dinding sel patogen yang terdiri dari kitin seperti dinding sel cendawan, nematoda dan serangga. Enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri endofit selain berperan dalam mendegradasi dinding sel patogen, protease dapat digunakan oleh bakteri tersebut untuk melakukan penetrasi secara aktif ke dalam jaringan tanaman. Benhamou dkk. (1996) melaporkan enzim selulase dan pektinase yang dihasilkan *P. fluorescens* dapat digunakan oleh bakteri tersebut untuk mengkolonisasi daerah interselluler jaringan korteks akar, sehingga terjadi penghambatan invasi patogen. Di samping itu bakteri ini juga dapat menekan perkembangan penyakit tanaman dengan persaingan ruang dan nutrisi (unsur karbon), merangsang pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian dan Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Januari hingga April 2018.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit bawang merah varietas Bima Brebes, pupuk kandang, pupuk majemuk NPK mutiara, isolat jamur patogen *Fusarium oxysporum*, isolat *P. fluorescens* SR 01, fungisida bahan aktif ganda yaitu difenokonazol dan propikonazol (SINERGY 300 EC), media *King's B*, media *Potato Sukrose Agar* (PSA), alkohol, aquades dan air. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah cawan petri, autoklaf, *orbital shaker*, mikroskop majemuk, *haemocytometer*, *spectrofotometer*, erlenmeyer, *Laminar Air Flow* (LAF), klorofil meter SPAD, cangkul, pisau, selang, kertas labe, plastik, alat tulis, meteran, timbangan, dan alat dokumentasi.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan yaitu :

P_0 = Kontrol negatif (tanpa diberi perlakuan)

P_1 = Bakteri *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^5$ CFU ml⁻¹

P_2 = Bakteri *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^6$ CFU ml⁻¹

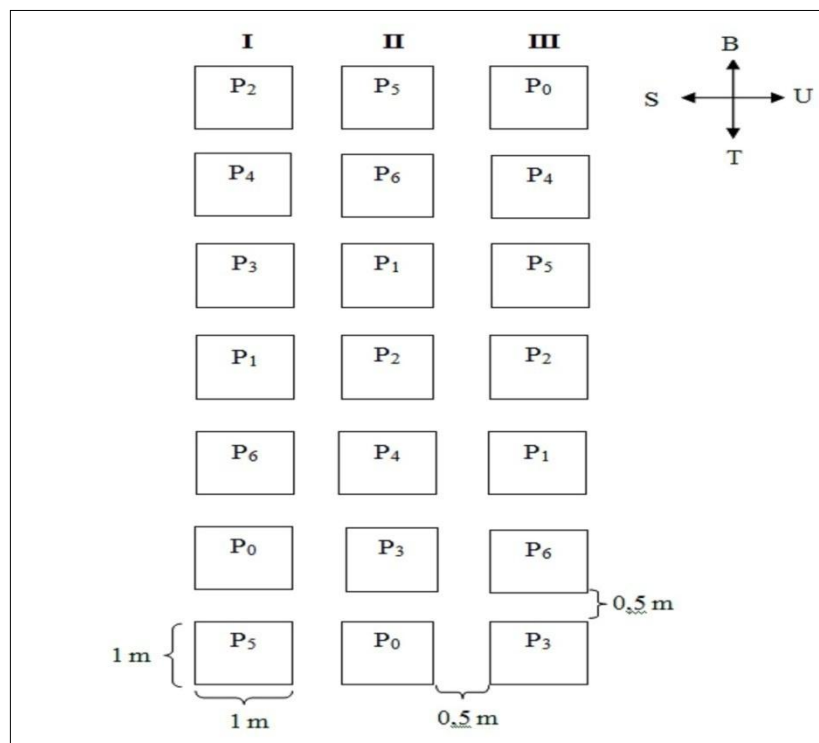
P_3 = Bakteri *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^7$ CFU ml⁻¹

P_4 = Bakteri *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^8$ CFU ml⁻¹

P_5 = Bakteri *P. fluorescens* konsentrasi $1,18 \times 10^9$ CFU ml⁻¹

P_6 = Kontrol positif (Fungsida bahan aktif ganda yaitu difenokonazol dan propikonazol) konsentrasi $1,5$ ml l⁻¹

Seluruh perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga jumlah satuan percobaan ada 18 petak dengan luas perpetak 1×1 m² (Gambar 2).



Gambar 2. Denah tata letak petak percobaan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan bahan tanam

Bahan tanaman yang digunakan adalah umbi bawang merah varietas lokal Bima Brebes. Bagian atas umbi dipotong $\pm \frac{1}{4}$ bagian dengan pisau steril. Pemotongan ujung umbi bibit bertujuan agar umbi tumbuh merata, dapat merangsang tunas, mempercepat tumbuhnya tanaman, dapat merangsang tumbuhnya umbi samping, dan dapat mendorong terbentuknya anakan (Wibowo, 2005). Ukuran bibit seragam dengan berat masing-masing ± 5 g.



Gambar 3. Umbi bawang merah yang telah dipotong $\frac{1}{4}$ bagian atas

3.4.2 Penyiapan medium tanam

Lahan yang akan digunakan untuk penelitian diukur terlebih dahulu. Total luas lahan yang digunakan adalah 40 m^2 . Setelah itu lahan dibersihkan dari gulma-gulma yang tumbuh dilahan. Setelah lahan bersih dilakukan pengolahan tanah dengan dibuat bedengan dan parit diantara bedengan tersebut. Selanjutnya dibuat petak percobaan dengan ukuran $1 \times 1 \text{ m}$ dan jarak antar petak $0,5 \text{ m}$ lalu diberi pupuk kandang dengan dosis 5 ton ha^{-1} ($0,5 \text{ kg petak}^{-1}$).



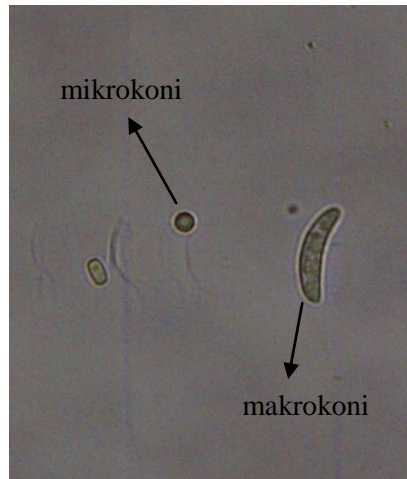
Gambar 4. Lahan yang telah diolah dan dibuat petak percobaan

3.4.3 Perbanyak isolat *F. oxysporum* dan *P. fluorescens*

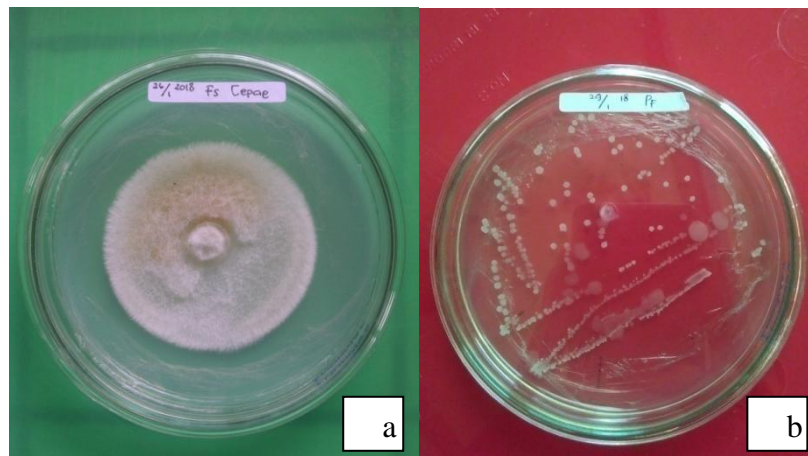
Perbanyak isolat patogen *F. oxysporum* dilakukan dengan media *Potato Sukrose Agar* (PSA). Biakan *F. oxysporum* diperoleh dengan mengisolasi jamur dari bagian umbi yang menunjukkan gejala moler. Setelah itu dilakukan identifikasi dan pemurnian isolat pada media PSA baru. Biakan murni *F. oxysporum* yang diperoleh selanjutnya diperbanyak dan dipanen 7 hari setelah perbanyak. Selanjutnya, dihitung kerapatan sporanya menggunakan *haemocytometer* sebelum digunakan.

Perbanyak isolat bakteri *P. fluorescens* SR01 dilakukan dengan media *King's B*. Isolat *P. fluorescens* SR01 merupakan isolat yang diperoleh dengan mengisolasi *P. fluorescens* dari rizosfer tanaman kedelai. Isolat *P. fluorescens* yang sudah diperbanyak pada media *King's B*, selanjutnya dipanen 3 hari setelah perbanyak. Pemanenan dilakukan dengan cara menuangkan aquades sebanyak 10 ml kedalam cawan yang berisi biakan *P. fluorescens* dan dikerok menggunakan batang L hingga seluruh biakan larut dengan aquades.

Biakan yang diperoleh dari masing-masing cawan selanjutnya dimasukan kedalam erlenmeyer dan dihomogenkan menggunakan magnetik stirer. Setelah dipanen, dilakukan perhitungan kerapatan sel bakteri dengan mengukur nilai absorbansi larutan menggunakan *spectrofotometer* pada panjang gelombang 600 nm.



Gambar 5. Bentuk mikroskopis *F. oxysporum*



Gambar 6. Isolat *F.oxysporum* 7 hari setelah diperbanyak(a), dan isolat *P. fluorescens* 3 hari setelah diperbanyak (b)

3.4.4 Inokulasi patogen *F. oxysporum*

Inokulasi jamur patogen *F. oxysporum* dilakukan dengan cara mencelupkan umbi dengan suspensi *F. oxysporum* dengan kerapatan 10^8 konidium ml^{-1} selama 15 detik, kemudian dikeringanginkan selama ± 2 jam.



Gambar 7. Inokulasi *F. oxysporum* ke umbi bawang

3.4.5 Aplikasi perlakuan bakteri *P. fluorescens*

Pengaplikasian bakteri *P. fluorescens* dilakukan dengan perlakuan bibit sebelum tanam. Hal ini dijelaskan oleh Edisaputra (2005) bahwa perlindungan melalui bibit merupakan cara yang lebih efektif dalam menekan intensitas penyakit.

Aplikasi dilakukan dengan merendam umbi kedalam suspensi bakteri *P.*

fluorescens selama 30 menit. Sebelum aplikasi terlebih dahulu suspensi bakteri *P.*

fluorescens diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dan diperoleh

nilai absorbansi sebesar 0,769. Nilai absorbansi yang diperoleh dimasukkan

kedalam rumus sebagai berikut (Taufik dkk., 2010) :

$$Y = 0,783X + 8,470$$

Ket : Y = log jumlah sel

X = Nilai absorbansi

Hasil perhitungan diperoleh kerapatan sel $1,18 \times 10^9$ CFU ml⁻¹. kerapatan tersebut digunakan untuk perlakuan P5. Untuk perlakuan P4 hingga P1 terlebih dahulu lakukan pengenceran bertingkat mulai dari $1,18 \times 10^9$ hingga 10^5 CFU ml⁻¹



Gambar 8. Aplikasi *P. fluorescens* dengan cara perendaman

3.4.6 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam dengan jarak 20 x 20 cm. Lubang tanam yang telah dibuat ditanami umbi bawang merah hingga seluruh umbi terbenam (kedalaman $\pm 2 - 3$ cm). Setiap lubang tanam berisi 1 umbi bawang merah, sehingga dalam satu petak percobaan terdapat 25 populasi tanaman. Selanjutnya ditentukan 5 tanaman secara acak sebagai sampel pengamatan.



Gambar 9. Proses penanaman umbi bawang merah

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan rutin yang dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, dan pemupukan. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari pada umur 1-30 hari setelah tanam (hst) dan 1 kali sehari pada umur 31-60 hst. Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabuti gulma yang tumbuh di petak percobaan. Pemupukan menggunakan pupuk NPK mutiara 500 kg ha^{-1} (50 gr petak^{-1}) dengan cara dibuat larikan. Waktu aplikasi yaitu 1 hari setelah tanam sebanyak 25 gr petak^{-1} dan 28 hari setelah tanam sebanyak 25 gr petak^{-1} .

3.4.8 Panen dan pascapanen

Pemanenan dilakukan setelah tanaman berumur 55 – 60 hst. Beberapa tanda tanaman siap dipanen adalah 70 – 80% leher daun lemas, daun menguning, warna kulit mengkilap, pangkal batang mengeras, sebagian umbi telah tersembul di atas permukaan tanah, lapisan umbi telah penuh berisi dan berwarna merah (Gambar 10). Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman secara hati-hati agar umbinya tidak rusak atau tertinggal. Umbi yang telah dipanen, dibersihkan dan

diikat untuk dikeringkan. Pengeringan umbi dilakukan dengan cara dikering anginkan selama 7 hari.



Gambar 10. Tanaman bawang yang siap panen



Gambar 11. Umbi bawang yang telah dikeringanginkan selama 7 hari

3.5 Pengamatan

3.5.1 Periode inkubasi

Periode inkubasi penyakit moler diamati dengan cara mengamati awal munculnya gejala penyakit moler setiap hari mulai dari inokulasi hingga tanaman tampak

bergejala. Indikasi gejala yang tampak yaitu terdapat daun yang menguning dan cenderung terpelintir. Pengamatan dilakukan terhadap masing-masing tanaman, kemudian data dirata

3.5.2 Keterjadian penyakit

Keterjadian penyakit diamati setiap minggu sejak munculnya gejala sampai menjelang panen. Berdasarkan sifat penyakit yang sistemik maka keterjadian penyakit dihitung dengan rumus (Korlina & Baswarsiati, 1995) :

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

Keterangan: Pt : Intensitas penyakit (%)

n : Jumlah tanaman yang terinfeksi atau bergejala

N : Jumlah total tanaman yang diamati

3.5.3 Kehijauan daun

Kehijauan daun diukur setiap minggu setelah tanam hingga tanaman dipanen.

Kehijauan daun diukur dengan menggunakan alat ukur Klorofil Meter SPAD.

Pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan daun pada sensor dan dijepit. Nilai kehijauan daun yang diperoleh selanjutnya dirata-ratakan untuk setiap tanaman sampel.



Gambar 12. Pengukuran kehijauan daun dengan alat klorofil meter SPAD

3.5.4 Tinggi tanaman sakit

Tinggi tanaman diukur setiap minggu setelah tanam hingga tanaman dipanen.

Tanaman diukur mulai dari atas permukaan tanah hingga ujung daun tanaman tertinggi.



Gambar 13. Pengukuran tinggi tanaman

3.5.5 Jumlah anakan

Jumlah anakan diukur setiap minggu setelah tanam hingga tanaman dipanen.

Penghitungan jumlah anakan dilakukan dengan cara menghitung jumlah anakan per tanaman atau perumpun.

3.5.6 Jumlah umbi saat panen

Penghitungan jumlah umbi akhir dilakukan setelah umbi dipanen. Umbi yang telah dipanen dihitung jumlahnya per tanaman sehingga diperoleh jumlah umbi per tanaman.

3.5.7 Bobot basah umbi dan tanaman

Penimbangan bobot basah umbi dan tanaman dilakukan sesaat setelah panen sehingga umbi dan tanaman masih dalam keadaan segar. Bobot umbi basah dinyatakan dalam satuan gram (g) dengan cara menimbang bagian umbi yang telah dibersihkan dari akar dan daun. Sedangkan untuk bobot tanaman basah dinyatakan dalam satuan gram (g) yang dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman bawang merah.



Gambar 14. Penimbangan bobot basah tanaman (a) dan bobot basah umbi (b)

3.5.8 Bobot kering umbi dan tanaman

Penimbangan bobot kering umbi dan tanaman dilakukan setelah umbi dan tanaman bawang merah dikeringanginkan selama tujuh hari dan tidak terkena sinar matahari secara langsung. Bobot umbi kering dinyatakan dalam satuan gram (g) dengan cara menimbang bagian umbi tanaman yang telah dibersihkan dari akar dan daun. Sedangkan untuk bobot tanaman kering dinyatakan dalam satuan gram (g) yang dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman bawang merah.

3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila asumsi terpenuhi maka dilanjutkan dengan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi *P. fluorescens* dapat menekan keterjadian penyakit moler (*F. oxysporum*) pada tanaman bawang merah.
2. Aplikasi *P. fluorescens* dengan konsentrasi $1,18 \times 10^7$ CFu ml⁻¹ merupakan konsentrasi yang memiliki daya tekan tertinggi terhadap keterjadian penyakit moler (*F. oxysporum*) pada tanaman bawang merah.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, saran yang diberikan penulis yaitu dilakukan penelitian mengenai formulasi *P. fluorescens* untuk memudahkan dalam aplikasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J. dan C.W. Mims. 1979. *Introductory Mycology*. Chapman and Hall. London. 613 hlm.
- Benhamou, N., Joseph W. K., Andrea Q. H., and Sadik T. 1996. Induction of defense-related ultrastructural modifications in pea root tissues inoculated with endophytic bacteria. *Plant Physiol.* 12: 919 – 929.
- Edisaputra, E.K. 2005. Pengendalian penyakit layu (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman bawang merah dengan cendawan antagonis dan bahan organik. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat antar universitas Lembaga Sumberdaya Informasi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 186 hlm.
- Gandjar, I., Robert A.S., Karin V.D., Ariyanti O., dan Iman S. 2000. *Pengenalan kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 150 hlm.
- Hakim, N. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 523 hlm.
- Harmoko. 2014. Pengaruh pemberian konsentrasi bakteri PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). (*Skripsi*). Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Graha Karya Muara Bulian. Batang Hari.
- Kamila, Q.A., Tutung, H., dan Mintarto, M. 2013. Pengaruh penggunaan PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) terhadap intensitas TMV (*Tobacco Mosaic Virus*), pertumbuhan, dan produksi pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 1(1):47 – 56.
- Kloepper JW, Leong J, Teintze M & Schroth MN. 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature*. 286: 885–886.
- Kloepper, J.W., Hallman, J., A. Quadt-Hallman, and W. F. Mahafee. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* 43:895-914.
- Kloepper, J.W., G. Wei, and S. Tuzun. 1992. Rhizosphere population dynamics and internal colonization of cucumber by *Plant Growth-promoting Rhizobacteria* which induce systemic resistance to *Colletrotichum Orbiculare*. In : Jamos, E.C., G.C. Papavizas, and R.J. Cook. (Eds.).

Biological Control of Plant Diseases. Progress and Challenge for the Future. Life Sciences 230: 185 – 191.

- Korlina, E. dan Baswarsiati. 1995. Uji ketahanan beberapa kultivar bawang merah terhadap penyakit layu. Prosiding Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Mataram. 535 – 539.
- Marom, N., Rizal, dan Mochamat, B. 2017. Effectivity test of time granting and plant growth promoting rhizobacteria application on the production and quality of peanut seed (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1(2): 191 – 202.
- Maqqon, M., Kustantinah, dan Soesanto, L. 2006. Penekanan hayati penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah . *Agrosains*. 8(1): 50 – 56.
- Neilands, B. dan Leong, S.A. 1986. Siderophores in relation to plant growth and disease. *Annual Review of Plant Physiology*. 31: 187 – 208.
- Nugroho, B., D. Astriani, dan W. Mildaryani. 2011. Variasi virulensi isolat *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* pada beberapa varietas bawang merah. *Jurnal Agrin*. Fakultas Pertanian. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto. 15 : 8-17.
- Premono, E. M. 1994. Jasad renik pelarut fosfat, pengaruh terhadap P tanah dan efisiensi pemupukan P tanaman tebu. (*Disertasi*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Putrasamedja, S. dan Suwanti. 1996. *Bawang Merah di Indonesia*. Monograf. No 5:1 – 15.
- Rukmana, R. 1994. *Bawang Merah Budidaya dan Pengelolaan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta. 18 hlm.
- Soesanto L., Mugiastuti E., dan Feti R.R. 2011. Pemanfaatan beberapa kaldu hewan sebagai bahan formulasi cair *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk mengendalikan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman mentimun. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 17(1) : 7 – 17.
- Soesanto, L, Rokhlani dan Prihatiningsih, N. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu *Fusarium gladiol*. *Agrivita* 30 (1): 75 – 83.
- Soesanto, L. 2000. Ecology and Biological Control of *Verticillium dahliae*. (*Thesis*). Wageningen University. Wageningen. 115 hlm.
- Soesanto, L., E. Pramono, D.S. Utami, dan A. Riswanto 2003. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia pengendali hayati *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada tanaman kedelai. Prosiding Kongres XVII dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Bandung. 6 – 8 Agustus 2003.

- Soesanto, L., Endang M., dan Ruth, F.R. 2010. Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* p60 terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici* pada tanaman tomat in vivo. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 10(2): 108 – 115.
- Soesanto, L., Rahayunati, R.F. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 9(2): 130 – 140.
- Soesanto, L., Soedharmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani, dan J. Pramono. 2005. Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 5(1): 50 – 57.
- Sudartiningsih, D., S.R. Utami, dan B. Prasetya. 2002. Pengaruh pemberian pupuk urea dan pupuk organik diperkaya terhadap ketersediaan dan serapan N serta produksi cabai besar (*Capsicum annum* L.) pada inceptisol. *Agrivita*. 24(1): 63 – 69.
- Sutarya, R., G. Grubben, dan Sutarno. 1995. *Pedoman Bertanam Sayuran Dataran Rendah*. Gajah Mada University Presss. Yogyakarta. 264 hlm.
- Taufik, M., A. Rahman, A. Wahab, dan S.H. Hidayat. 2010. Mekanisme ketahanan terinduksi oleh *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) pada tanaman cabai terinfeksi *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). *J. Hort*. 20(3):274-283.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 477 hlm.
- Watanabe, M. 1987. Studies on the planktonic blue-green algae 2. *Umezakia natans* gen. et sp. nov. (Stigonemataceae) from the Mikata lakes, Fukui Prefecture. *Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)*. 13: 81-88.
- Wibowo, S. 2005. *Budidaya Bawang Putih, Merah, dan Bombay*. Panebar Swadaya. Jakarta. 201 hlm.
- Wibowo, S. 2007. *Budidaya Bawang Merah*. Panebar Swadaya. Jakarta. 212 hlm.
- Wijaya, K. A. 2008. *Nutrisi tanaman*. Prestasi Pustaka. Jakarta. 115 hlm.
- Wiyatiningsih, S., A. Wibowo, dan E. Triwahyu. 2009. Keparahan penyakit moler pada enam kultivar bawang merah karena infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* di tiga daerah sentra produksi. *Seminar Nasional Akselerasi Pengembangan Teknologi Pertanian dalam Mendukung Revitalisasi Pertanian*. Fakultas Pertanian dan LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur. Surabaya. 2 Desember 2009.