

**EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP
KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays var. saccharata*)**

(Skripsi)

Oleh

Galih Prasetyo



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays* var. *saccharata*)

Oleh

Galih Prasetyo

Penyakit penting pada tanaman jagung diantaranya adalah penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Puccinia sorghi* Schwein dan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur *Helminthosporium turcicum* Leonard et Suggs. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* dalam menekan perkembangan penyakit karat dan hawar daun jagung serta memicu pertumbuhan tanaman jagung. Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai bulan Desember 2015 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Agroteknologi dan di lahan petani di Kampung Baru Bandar Lampung. Perlakuan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas (1) P0 kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan fungisida, *P. polymyxa* dan

P.fluorescens (2) P1 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polymyxa* selama 6 jam, (3) P2 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. fluorescens* selama 6 jam, (4) P3 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polymyxa* dan *P.fluorescens* selama 6 jam, (5) P4 perendaman benih jagung dalam fungisida propineb selama 6 jam. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Aplikasi *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* mampu menekan keparahan penyakit karat dan hawar daun jagung (2) Aplikasi *P. polymyxa* mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun jagung.

Kata kunci: hawar daun, *Helminthosporium turcicum*, jagung, karat daun, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Puccinia sorghi* Schwein.

**EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP
KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays var. saccharata*)**

Oleh

Galih Prasetyo

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays var. saccharata*)**

Nama Mahasiswa : **Galih Prasetyo**

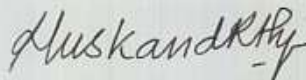
Nomor Pokok Mahasiswa : 1014121220

Jurusan : Agroteknologi

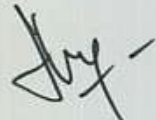
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Suskandini R. Dermawati, M.Sc.
NIP 196105021987072001



Ivayani, S.P., M.Si.
NIP 198812292015042001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Suskandini R. Dermawati, M.Sc.** *Muskandini*

Sekretaris : **Ivayani, S.P., M.Si.** *Ivayani*

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.** *Hasriadi*

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **23 November**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "EFEKTIVITAS *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* TERHADAP KEPARAHAN PENYAKIT KARAT DAN HAWAR DAUN SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays var. saccharata*)" 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 di kemudian 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, 20 Januari 2017

Penulis,




Galih Prasetyo
NPM 1014121220

RIWAYAT HIDUP

Penulis yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Ngadimin S.H, M.H dan Ibu Suparni dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 09 Agustus 1991.

Pendidikan formal penulis diawali dari pendidikan di TK Melati Puspa Tanjung Senang, Bandar Lampung (1996-1997), kemudian di Sekolah Dasar Negeri 1 Way Kandis Bandar Lampung (1997-2003). Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Al-Huda Lampung Selatan (2003-2006). Sekolah Menengah Atas Tri Sukses Lampung Selatan pada tahun (2006-2009). Tahun 2010, penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) Reguler Universitas Lampung..

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan sebagai anggota Bidang Akademik UKMF FOSI FP Unila periode 2011/2012. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) pada tahun 2013. Pada Januari 2014 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pasuruan, Kecamatan Penengahan, Lampung Selatan.

*Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah
untuk dirinya sendiri.*

(QS Al – Ankabut 29: 6)

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

(Albert Einstein)

*Jangan selalu katakan “masih ada waktu” atau “nanti saja”. Lakukan segera,
gunakan waktumu dengan bijak.*

(Gyan Pramesty)

*Kesuksesan hanya akan dimiliki oleh jiwa yang mau berusaha keras dan tidak
mudah menyerah.*

(Galih Prasetyo)

Karya Sederhana ini kupersembahkan kepada:

Kedua Orangtuaku

Ayah Ngadimin SH. MH., Ibu Suparni

yang telah mendukung, mendidik, menjaga, memberikan cinta,
kasih, dan segalanya

Adikku Ana Lukluul Jannah

yang selalu mendukung dan memberi semangat

Teman dan sahabatku yang selalu menemani dalam suka duka

Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur tak henti-hentinya penulis panjatkan kepada Allah SWT sebagai sumber segala pengetahuan dan berkah atas semua kebenaran, yang telah memberikan nikmat iman dan Islam-nya kepada penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan baik ilmu, petunjuk, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Suskandini R. Dermawati, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu, membimbing, memberikan saran serta motivasi selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Ivayani, S.P. M.Si., selaku dosen pembimbing kedua atas pengarahan, bimbingan dan motivasi selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritiknya yang membangun dalam penyusunan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S., selaku Ketua Bidang Proteksi Tanaman.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Seluruh dosen dan staf Bidang Proteksi Tanaman Universitas Lampung atas seluruh ilmu pengetahuan dan bantuan yang diberikan selama perkuliahan.
8. Keluarga tersayang : Ibuku tercinta Suparni, Ayahku Ngadimin, S.H, M.H., dan adikku tersayang Ana Lukluul Jannah atas curahan doa, kasih sayang dan semangat yang selalu diberikan kepadaku.
9. Teman-teman seperjuangan Ahmad Afrizal, Candra Susiyanti, Rully Febriansyah, Ferdy Purwandriya atas kebersamaan, bantuan, dukungan dan kerjasamanya kepada penulis.

Penulis menyadari dalam penulisan ini terdapat banyak kekurangan namun besar harapan penulis bahwa tulisan ini bermanfaat.

Bandar Lampung, 25 Februari 2017

Galih Prasetyo

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Jagung manis	6
2.1.1 Morfologi	7
2.1.2 Syarat Pertumbuhan	9
2.2 Penyakit pada Tanaman Jagung	10
2.2.1 Penyakit Hawar Daun	10
2.2.1.1 Penyebab Penyakit	10
2.2.1.2 Gejala	11
2.2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit	11
2.2.1.4 Pengendalian	12

2.2.2 Karat Daun	12
2.2.2.1 Penyebab Penyakit	12
2.2.2.2 Gejala	14
2.2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan penyakit	15
2.2.2.4 Pengendalian	16
2.3 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	16
2.4 <i>Paenibacillus polymyxa</i>	18
2.5 Fungisida Antracol 70 WP	19
2.5 Induksi Ketahanan Sistemik	20
III. BAHAN DAN METODE	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1 Penyiapan Formulasi Bakteri	23
3.4.2 Aplikasi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i>	24
3.4.3 Inokulasi Patogen	24
3.4.4 Penanaman Jagung	24
3.5 Pengamatan	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian	26
4.1.1 Intensitas Penyakit Jagung Manis	26
4.1.1.1 Penyakit Karat daun	26
4.1.1.2 Penyakit Hawar daun	28
4.1.2 Tinggi Tanaman	29
4.1.3 Jumlah Daun	30
4.2 Pembahasan	31

V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Keparahan penyakit karat daun jagung pada berbagai perlakuan ...	27
2. Keparahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan .	29
3. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung	30
4. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun jagung	31
5. Data pengamatan keparahan penyakit hawar daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	40
6. Analisis ragam keparahan penyakit hawar dau tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	40
7. Data pengamatan keparahan penyakit hawar daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	40
8. Analisis ragam keparahan penyakit hawar dau tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	41
9. Data pengamatan keparahan penyakit hawar daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	41
10. Analisis ragam keparahan penyakit hawar dau tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	41
11. Data pengamatan keparahan penyakit hawar daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	42
12. Analisis ragam keparahan penyakit hawar dau tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	42
13. Data pengamatan keparahan penyakit hawar daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	42
14. Analisis ragam keparahan penyakit hawar dau tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	43

15. Data pengamatan keparahan penyakit akarat daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	43
16. Analisis ragam keparahan penyakit karat daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	43
17. Data pengamatan keparahan penyakit karat daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	44
18. Analisis ragam keparahan penyakit karat daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	44
19. Data pengamatan keparahan penyakit karat daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	44
20. Analisis ragam keparahan penyakit karat daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	45
21. Data pengamatan keparahan penyakit karat daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	45
22. Analisis ragam keparahan penyakit karat daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	45
23. Data pengamatan keparahan penyakit karat daun tanaman jagung (%) pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	46
24. Analisis ragam keparahan penyakit karat daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	46
25. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 1	46
26. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 1	47
27. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 2	47
28. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 2	47
29. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 3	48
30. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 3	48
31. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	48

32. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	49
33. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	49
34. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	49
35. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	50
36. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	50
37. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	50
38. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	51
39. Data pengamatan tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	51
40. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	51
41. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 1	52
42. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 1	52
43. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 2	52
44. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 2	53
45. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 3	53
46. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 3	53
47. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	54
48. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 4	54

49. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	54
50. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 5	55
51. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	55
52. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 6	55
53. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	56
54. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 7	56
55. Data pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	56
56. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke 8	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Layout</i> petak percobaan	23
2. a. Gejala karat daun	26
b. Konidia <i>Puccinia sorghi</i>	26
3. a. Gejala hawar daun	28
b. Konidia <i>Helminthosporium turcicum</i>	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, jagung manis mula-mula dikenal dalam kemasan kalengan impor. Menurut Jugenheimer (1958), jagung manis (*Zea mays var. saccharata*) biasanya dikonsumsi sebagai sayuran beku atau sayuran kaleng dan dalam keadaan segar. Jagung manis dimakan segar setelah dimasak. Jagung manis dalam jumlah besar lazim juga dikalengkan, sedangkan bijinya dibekukan setelah dipipil dari tongkolnya. Jagung yang masih bertongkol juga lazim diolah dengan dibekukan (Rubatzky & Yamaguchi, 1998).

Kebutuhan akan tersedianya jagung manis semakin tahun semakin meningkat. Berdasarkan data dari BPS (2011), pada tahun 2008 – 2010, ekspor jagung manis mengalami penurunan sebesar 17,25% per tahun, sedangkan impor jagung manis mengalami peningkatan sebesar 6,26% per tahun. Hal ini menandakan bahwa produksi jagung manis nasional belum dapat mencukupi permintaan pasar.

Penyakit penting pada tanaman jagung diantaranya adalah penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Puccinia sorghi* Schwein dan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur *Helminthosporium turcicum* (Pass.) Leonard et Suggs (Semangun, 2004).

Penyakit karat daun disebabkan oleh jamur *Puccinia sorghi*. Gejala awal berupa bercak-bercak merah dan keluar serbuk seperti tepung berwarna coklat kekuningan. Akibat penyakit ini, tanaman tidak dapat melakukan fotosintesis dengan sempurna sehingga pertumbuhannya melambat, bahkan tanaman dapat mati. *P. sorghi* lebih banyak terdapat di pegunungan tropik dan di daerah beriklim sedang. Kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit ini mencapai 70%

Penyakit hawar daun termasuk penyakit penting tanaman jagung dan telah menyebar di banyak negara di Amerika, Asia, Afrika, dan Eropa. Kerugian yang diakibatkan oleh penyakit ini mencapai 50%. Pada awal infeksi gejala berupa bercak kecil, berbentuk oval kemudian bercak semakin memanjang berbentuk ellips dan berkembang menjadi nekrotik dan disebut hawar, berwarna hijau keabu-abuan atau coklat (Wakman & Burhanudin, 2004).

Pengendalian penyakit tanaman jagung yang sering dilakukan petani selama ini ialah dengan menggunakan fungisida kimiawi. Pengendalian penyakit dengan cara ini mempunyai dampak negatif. Beberapa dampak negatif diantaranya adalah matinya organisme non-target yang menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati dan terganggunya ekosistem. Dampak lain yang dapat terjadi adalah resistensi pada target, kontaminasi pada bahan pangan, keracunan bagi operator, dan pencemaran lingkungan (Djojoseumarto, 2000).

Oleh karena itu, perlu dicarikan alternatif pengendalian lainnya yaitu dengan penggunaan agensia hayati. Penggunaan agensia hayati berpotensi tinggi menghambat serangan patogen, mampu beradaptasi dan berkolonisasi pada perakaran tanaman. Bakteri yang dapat dijadikan sebagai agensia hayati diantaranya adalah *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa*. Kedua

bakteri ini bukan saja antagonis terhadap patogen, tetapi juga merupakan bakteri yang dapat berfungsi sebagai PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*), dan dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman. Penggunaan bakteri ini dilaporkan telah meningkatkan pertumbuhan dan produksi pada tanaman pertanian. Nawangsih (2006) menggunakan *P. fluorescens* dalam menghambat keparahan penyakit pada tomat yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solanacearum* pada tomat. Haggag & Mohammad (2007) juga melaporkan bahwa bakteri *P. polymyxa* dapat menginduksi ketahanan kacang tanah terhadap penyebab penyakit busuk mahkota (*Apergillus niger*).

Uraian diatas menunjukkan bahwa *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan jamur patogen, sehingga dimungkinkan bakteri ini dapat mengurangi intensitas penyakit pada tanaman jagung. Oleh karena itu dianggap perlu untuk melakukan penelitian ini.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menguji keefektifan *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* dalam menekan keparahan penyakit karat dan hawar daun jagung.
2. Untuk mengetahui keefektifan *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* dalam memicu pertumbuhan tanaman jagung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian secara biologi dengan menggunakan agensia hayati merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit tanaman agar tidak menggunakan fungisida sintetik. Agensia hayati yang bersifat antagonis dan kompetitor terhadap patogen tanaman diantaranya bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*.

P. polymyxa merupakan agensia hayati yang memiliki sifat antagonis terhadap perkembangan patogen tanaman dan juga memiliki sifat menginduksi ketahanan tanaman. Siregar *et al.*, (2007) melaporkan bahwa perendaman benih cabai dengan *P. polymyxa* dapat menekan penyakit antraknosa pada tanaman cabai. Aplikasi *P. polymyxa* juga efektif mengendalikan layu fusarium pada tanaman tomat yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum*.

Selain *P. polymyxa*, *P. fluorescens* dapat digunakan sebagai agensia hayati. *P. fluorescens* merupakan salah satu bakteri yang mampu menekan beberapa jenis patogen penyebab penyakit tanaman. Potensi *P. fluorescens* sebagai agensia pengendali hayati yang mampu menghambat perkembangan patogen dan mengendalikan penyakit tanaman yang telah banyak dilakukan. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa interaksi *P. fluorescens* dengan jamur tular tanah *Sclerotium rolfsii*, menyebabkan pertumbuhan jamur tular tanah ini terhambat. *P. fluorescens* dapat mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman pisang, penyakit virus kuning pada tanaman cabai, penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tanaman kacang tanah. Beberapa strain bakteri *P. fluorescens* yang diisolasi dari rizosfer beberapa jenis tanaman ternyata mampu menekan pertumbuhan beberapa jenis cendawan patogen tular tanah seperti *Rhizoctonia solani* dan *Pythium ultimum* (Glick, 1995).

Pada media tumbuh dengan kandungan Fe^{2+} rendah, *P. fluorescens* dapat membentuk antara lain siderofor berupa asam salisilat, pioverdin atau piokelin, yang berperan sebagai sinyal transduksi *induced systemic resistance* [ISR] (De Meyer & Hofte 1997; Press *et al.* 2001). Senyawa ini meningkatkan aktivitas gen-gen *pathogenesis related* (PR)-protein penghasil enzim peroksidase, -1,3-glukanase, atau -D-glukuronidase dalam tumbuhan (Leeman, 1996; Park & Kloepper 2002). Ketika tumbuhan berinteraksi dengan patogen, aktivitas enzim tersebut terus meningkat. Zhang (1998) membuktikan aktivitas enzim -1,3-glukanase meningkat dari 1,95 menjadi 3,70%, dan -Dglukorodinase dari 32,5 menjadi 53,1%. Maurhofer *et al.* (1998) menemukan siderofor dari *P. fluorescens* galur P3 yang mengekspresikan gen pengendali biosintesis asam salisilat. Siderofor ini dapat memperbaiki mekanisme induksi ketahanan sistemik tembakau dan tomat terhadap *tobacco necrosis virus* (TNV).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* mampu menekan keparahan penyakit karat (*P. sorghi*) dan hawar daun (*H. turcicum*),
2. *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung Manis

Tanaman jagung manis merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Anonim (1993) klasifikasi ilmiah tanaman jagung manis adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Class : Monocotyledone
Ordo : Graminae
Famill : Graminaceae
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays var. saccharata* Sturt.

Tanaman jagung manis yang dalam bahasa ilmiahnya disebut *Zea mays var. saccharata* Sturt. adalah salah satu jenis tanaman biji-bijian yang menurut sejarahnya berasal dari Amerika. Orang-orang Eropa yang datang ke Amerika membawa benih jagung manis tersebut ke negaranya. Melalui Eropa tanaman jagung manis terus menyebar ke Asia dan Afrika. Baru sekitar abad ke-16

tanaman jagung manis ini oleh orang Portugis dibawa ke Pakistan, Tiongkok dan daerah-daerah lainnya di Asia termasuk Indonesia (Wirawan dan wahab, 2007).

2.1.1 Morfologi

Jagung manis mempunyai akar serabut dengan tiga macam akar, yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar kait atau penyangga. Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah. Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil, kemudian set akar adventif berkembang dari tiap buku secara berurutan dan terus keatas antara 7-10 buku, semuanya di bawah permukaan tanah. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal. Akar seminal hanya sedikit berperan dalam siklus hidup jagung manis. Akar adventif berperan dalam pengambilan air dan hara. Bobot total akar jagung manis terdiri atas 52% akar adventif dan 48% akar nodal. Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah. Fungsi dari akar penyangga adalah menjaga tanaman agar tetap tegak dan mengatasi rebah batang. Akar ini juga membantu penyerapan hara dan air (Subekti *et al.*, 2008).

Perkembangan akar jagung manis (kedalaman dan penyebarannya) bergantung pada varietas, pengolahan tanah, fisik dan kimia tanah, keadaan air tanah, dan pemupukan. Akar jagung manis dapat dijadikan indikator toleransi tanaman terhadap cekaman aluminium. Tanaman yang toleran aluminium, tudung akarnya terpotong dan tidak mempunyai bulu-bulu akar (Syafuruddin, 2002).

Batang jagung manis tegak dan mudah terlihat sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum. Batang tanaman jagung manis beruas-ruas dengan jumlah ruas bervariasi antara 10-14 ruas. Tanaman jagung manis umumnya tidak bercabang. Panjang batang jagung manis umumnya berkisar antara 60-300 cm, tergantung tipe jagung manis. Batang jagung manis cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin (Rukmana, 1997).

Daun jagung manis adalah daun sempurna, bentuknya memanjang, antara pelepah dan helai daun terdapat ligula. Tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun. Permukaan daun ada yang licin dan ada pula yang berambut. Setiap stroma dikelilingi oleh sel-sel epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman menanggapi defisit air pada sel-sel daun (Wirawan dan Wahab, 2007).

Jagung manis memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah dalam satu tanaman (*monoecious*). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku poaceae, yang disebut floret. Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (*inflorescence*) serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol yang tumbuh diantara batan dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga (Suprpto, 1999).

Buah jagung manis terdiri atas tongkol, biji, dan daun pembungkus. Biji jagung manis mempunyai bentuk, warna, dan kandungan endosperm yang bervariasi, tergantung pada jenisnya. Umumnya buah jagung manis tersusun dalam barisan yang melekat secara lurus atau berkelok-kelok dan berjumlah antara 8-20 baris biji (Rukmana, 1997).

2.1.2 Syarat Pertumbuhan

Tanaman akan tumbuh normal pada curah hujan yang berkisar 250-500 mm pertahun. Curah hujan kurang atau lebih dari angka yang di atas akan menurunkan produksi. Air banyak dibutuhkan pada waktu perkecambahan dan setelah berbunga (Tobing *et al.*, 1995).

Untuk pertumbuhan jagung manis dapat hidup baik pada suhu antara 26,5-29,5°C. Bila suhu diatas 29,5°C maka air tanah cepat menguap sehingga mengganggu penyerapan unsur hara oleh akar tanaman. Sedangkan suhu di bawah 16,5°C akan mengurangi respirasi (Irfan, 1999).

Tanaman jagung manis tidak membutuhkan persyaratan yang khusus karena tanaman ini dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah bila tanah tersebut subur, gembur, kaya akan bahan organik dan drainase maupun aerasi baik serta persediaan humus dan pupuk tercukupi. Keasaman tanah yang baik untuk pertumbuhan 5,5-7,0 (Tobing *et al.*, 1995). Perkembangan tanaman dan pembungaan dipengaruhi oleh panjang hari dan suhu, pada hari pendek tanaman lebih cepat berbunga. Banyak kultivar tropika tidak akan berbunga di wilayah iklim sedang sampai panjang hari berkurang hingga kurang dari 12 atau 13 jam. Namun pada hari yang sangat pendek (8 jam) dan suhu kurang dari 20° C juga menunda pembungaan (Rubatzky & Yamaguchi, 1998).

2.2 Penyakit Tanaman Jagung manis

2.2.1 Penyakit Hawar Daun

2.2.1.1 Penyebab Penyakit

Penyakit hawar daun disebabkan oleh *H. turcicum*. Klasifikasi jamur *H. turcicum* menurut Alexopoulos and Mims (1979) adalah sebagai berikut :

Divisio	: Amastigomyceta
Sub Divisio	: Deuteromycotina
Kelas	: Deuteromycetes
Sub Kelas	: Hyphomycetidae
Ordo	: Hyphales
Family	: Dematiaceae
Genus	: <i>Helminthosporium</i>
Spesies	: <i>Helminthosporium turcicum</i> (Pass.) Leonard et Suggs.

Hawar daun (*leaf blight*) pada jagung manis ditemukan pertama kali pada tahun 1917 di Sumatera Utara (Van Hall, 1918 dalam Semangun, 2004). Hawar daun jagung manis disebabkan oleh tiga jamur yang dahulu termasuk ke dalam marga *Helminthosporium*, yaitu *H. Turcicum*, *H. Maydis*, dan *H. Corbonum*. Ketiga macam hawar daun telah tersebar di seluruh dunia.

konidiofor jamur ini terbentuk dalam kelompok, sering dalam stroma yang datar, berwarna coklat tua atau hitam. Konidiofor lurus atau lentur panjangnya +/- 700 mikrometer dengan lebar 5-11 mikrometer. Jamur *H. turcicum* dapat bertahan hidup pada tanaman jagung manis yang masih hidup, beberapa jenis rumput-rumputan termasuk sorgum, pada sisa-sisa tanaman jagung manis sakit, dan pada

biji jagung manis. Konidium jamur ini disebarkan melalui angin. Di udara, konidium yang terbanyak terdapat menjelang tengah hari. Konidium berkecambah dan pembuluh kecambah mengadakan infeksi melalui mulut kulit atau dengan mengadakan penetrasi secara langsung, yang didahului dengan pembentukan apresorium (Semangun,1993).

2.2.1.2 Gejala

Gejala visual yang menunjukkan ciri khas serangan *H. turcicum* adalah bercak agak memanjang, bagian tengah agak melebar, makin ke pinggir makin kecil, berwarna cokelat keabuan, dikelilingi oleh warna kekuningan sejajar tulang daun. Isolat *H. turcicum* yang ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar* (PDA) berwarna hitam putih keabuan dengan zonasi beraturan dan tidak beraturan.

Konidia banyak terbentuk pada kedua sisi bercak pada kondisi banyak embun atau setelah turun hujan, yang menyebabkan bercak berwarna hijau tua beledu, yang makin ke tepi warnanya makin muda. Beberapa bercak dapat bersatu membentuk bercak yang lebih besar sehingga dapat mematikan jaringan daun. Pertanaman jagung manis yang tertular berat tampak kering seperti habis terbakar (Semangun, 1993).

2.2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit

Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan patogen penyebab penyakit hawar daun tersebut adalah kurangnya sanitasi lahan, adanya pertanaman jagung manis sepanjang musim serta adanya faktor lingkungan yang menguntungkan perkembangan patogen. Faktor lingkungan tersebut adalah cuaca yang lembab

karena curah hujan cukup tinggi. Konidia tersebut dapat tersebar dan berkembang pada tanaman lain dengan bantuan angin dan percikan air (Semangun 1991).

Perkembangan penyakit yang disebabkan *H. turcicum* dipengaruhi oleh curah hujan, suhu, dan intensitas penyinaran matahari yang kurang. Intensitas serangan patogen cenderung semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Intensitas serangan penyakit pada saat tanam jagung manis berumur 66 hari mencapai 78,72% (Dharma 1993).

Pada pengamatan Dharma (1993) gejala penyakit tampak lebih berat pada daun bagian bawah dibanding daun bagian atas. Hal ini disebabkan oleh keadaan iklim mikro pada bagian bawah lebih lembab dibandingkan keadaan di bagian atas tanaman. Kemungkinan penyebab lain adalah konidia sebagai sumber inokulum, konidia yang telah jatuh ke tanah lebih dahulu dapat mencapai daun bagian bawah dengan bantuan percikan air hujan. Keparahan penyakit hawar daun (*H. turcicum*) sangat rendah dan tidak menimbulkan kerugian di daerah Pengalengan pada tahun 1992 karena jagung manis tidak ditanam secara terus menerus tiap musim sehingga memutuskan siklus hidup patogen.

2.2.1.4 Pengendalian

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit hawar daun menurut Semangun (2004) adalah dengan penggunaan jenis yang tahan. Sudjono (1988) dalam Semangun (2004) menganjurkan agar penanaman jagung manis dilakukan bila curah hujan rata-rata selama 10 hari kurang dari 55 mm.

Sedangkan menurut Hollyday (1980) dalam Semangun (2004), jamur yang

terbawa oleh biji dapat dimatikan dengan perawatan udara panas selama 17 menit dengan suhu 54-55°C.

2.2.2 Karat Daun

2.2.2.1 Penyebab Penyakit

Penyakit karat daun disebabkan oleh *Puccinia sorghi*. Klasifikasi jamur *P. sorghi* menurut Anonimus (2010) adalah sebagai berikut :

Divisio : Eumycota
 Kelas : Urediniomycetes
 Ordo : Uredinales
 Famili : Pucciniaceae
 Genus : Puccinia
 Spesies : *Puccinia sorghi*

P. sorghi membentuk urediosorus panjang atau bulat panjang pada daun.

Epidermis pecah sebagian dan massa spora dibebaskan yang menyebabkan urediosorus berwarna coklat atau coklat tua. Urediospora bulat telur sampai bulat telur memanjang, sering kali agak bersudut, 28-38 x 22-30 mikrometer; berdinding agak tebal, berwarna enmas, dengan duri-duri halus yang jarang, tebal 1-2 mikrometer; pori 4-5, ekuatorial. Telium berwarna gelap, tetap tertutup oleh epidermis, bulat, dengan garis tengah 0,2-0,5 mm. teliospora kurang lebih jorong atau berbentuk gada, biasanya tidak teratur atau agak bersudut-sudut, ujungnya tumpul atau terpancung, agak mengecil pada sekat, 35-50 x 16-26 mikrometer. Mesospora (teliospora bersel satu) banyak, dinding coklat kekuningan, halus,

1-1,5 mikroketer di ujungnya; tangkai kuning pucat, panjangnya sampai 30 mikrometer.

Pada tanaman dewasa yaitu pada daun yang sudah tua terdapat titik-titik noda yang berwarna merah kecoklatan seperti karat serta terdapat serbuk yang berwarna kuning kecoklatan, serbuk cendawan ini kemudian berkembang dan memanjang, kemudian akhirnya karat dapat berubah menjadi bermacam-macam bentuk.

Puccinia sorghi diketahui membentuk piknidium dan aesium pada lebih kurang 30 jenis *Oxalis*, termasuk *O.corniculata*. piknium pada kedua sisi daun, mengelompok sampai lebih kurang 6 pada suatu tempat yang garis tengahnya sampai 0,5 mm di pusat bercak. Aesium hanya pada sisi bawah daun, mengelilingi piknium, pada zone yang lebarnya sampai 2 mm, berebentuk mangkuk, garis tengahnya 0,15-0,2 mm. aesiospora bulat atau jorong, bergaris tengah 12-24 mikrometer, berdinding hialin, berjerawat, tebal 1-2 mikrometer.

2.2.2.2 Gejala

Gejala pada tanaman jagung manis yang terinfeksi penyakit karat adalah adanya bisul, terutama pada daun. Bisul terbentuk pada kedua permukaan daun bagian atas dan bawah. Tanda Bisul dengan warna coklat kemerahan tersebar pada permukaan daun dan berubah warna menjadi hitam kecoklatan setelah teliospora berkembang. Bisul ini dapat terlihat jelas dan bila dipegang akan terasa kasar pada saat terjadi penularan berat, daun menjadi kering Di lapang kadang-kadang epidermis tetap menutupi urediosorus sampai matang. Adakalanya epidermis pecah dan massa spora dalam jumlah besar menjadi tampak.

2.2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit

P. sorghi terutama merugikan di daerah basah di tropik. Urediospora paling banyak dipencarkan menjelang tengah hari. Suhu optimum untuk pekecambahan urediospora adalah 27-28⁰C. pada suhu ini uredium terbentuk 9 hari setelah infeksi. Jamur mengadakan infeksi melalui mulut kulit. Penyakit dipengaruhi oleh jenis tanaman jagung manis. Telah diketahui bahwa ketahanan terhadap *P. sorghi* ditentukan oleh gen-gen dominan atau dominan yang tidak penuh. *P. sorghi* terutama terdapat pada suhu yang agak rendah, di daerah pegunungan tropika atau di daerah beriklim sedang. Penyakit ini dibantu oleh suhu 16-23⁰C. urediospora terdapat di udara paling banyak di waktu siang, pada tengah hari dan setelah tengah hari. Infeksi terjadi melalui mulut kulit, pada umumnya dengan pembentukan apresorium.

Tiga faktor utama yang berinteraksi untuk mempengaruhi wabah epidemi karat pada jagung manis: (1) jumlah urediospora tersedia untuk memulai epidemi karat, (2) faktor lingkungan, dan (3) tingkat kerentanan karat dalam varietas jagung manis digunakan . Urediospora dapat bertahan musim dingin. Setiap musim semi urediospora bergerak ke utara dari Amerika Serikat barat daya dan Meksiko, setelah penanaman jagung manis berurutan dari selatan sampai ke Kanada. Suhu 60 ° sampai 75 ° F (16-24 ° C) dan kelembaban relatif tinggi (mendekati 100%) mendukung pengembangan karat.

2.2.2.3 Pengendalian

Penyakit karat dapat dikendalikan dengan beberapa cara yaitu penanaman varietas tahan (Arjuna, Bromo, Rama, Pioneer-3) dan aplikasi fungisida pada saat mulai tampak bisul pada karat daun (Wakman & Burhanuddin, 2007).

2.3 *Pseudomonas fluorescens*

P. fluorescens merupakan bakteri antagonis dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Procaryotae (Bacteria)
Divisi : Proteobacteria
Class : Proteobacteria
Family : Pseudomonadales
Genus : *Pseudomonas*
Spesies : *Pseudomonas fluorescens* (Anonim, 2013).

P. fluorescens adalah bakteri yang memanfaatkan oksigen sebagai penerima elektron. beberapa spesies juga menggunakan nitrat sebagai alternatif penerima elektron dalam respirasi anaerobik, dan karena itu dapat tumbuh dengan anaerobik. Bakteri ini berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap sel bakteri 0,5 x 1-4 μ m.

Pseudomonas kelompok *fluorescens* merupakan salah satu kelompok bakteri yang banyak dipelajari sebagai agensia pengendali hayati. Bakteri tersebut memiliki kombinasi mekanisme pengendalian hayati yang efektif. *Pseudomonas* menghasilkan beberapa metabolit sekunder dengan aktivitas antimikroba terhadap bakteri lain dan jamur patogen. Selain itu, bakteri ini menghasilkan siderofor yang

mampu menghambat pertumbuhan patogen dengan membatasi penggunaan zat besi yang tersedia di dalam tanah (Duijff *et al.*, 1993; Duffy & Defago, 1999). *P. fluorescens* mengeluarkan pigmen hijau, merah hijau, merah jambu, dan kuning terutama pada medium yang kekurangan unsur besi. *P. fluorescens* membentuk pigmen berpendar yang dikenal dengan nama fluorescein. Pyoverdine terdiri atas peptide 5-8 asam amino dan kromofor turunan kuinolin yang berberat molekul sekitar 1.000. Pyoverdine mempunyai kemampuan sebagai senyawa pengikat besi dan pengangkut besi. (Rohmah *et al.*, 2011).

Kemampuan *P. fluorescens* untuk melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti antijamur dan antibiotik serta kompetisi dalam penyerapan kation Fe (Supriadi, 2006). Adapun mekanisme pelarutan fosfat oleh bakteri pelarut fosfat diawali dari sekresi asam-asam organik diantaranya asam formiat, asetat, propionat, laktat, glikolat, glioksilat, fumarat, tartat, ketobutirat, suksinat dan sitrat, dengan meningkatnya asam-asam organik tersebut akan diikuti dengan penurunan nilai pH sehingga mengakibatkan terjadinya pelarutan P yang terikat oleh Ca (Rohmah *et al.*, 2011).

Di daerah perakaran tanaman dapat berperan sebagai jasad renik pelarut fosfat, mengikat nitrogen dan menghasilkan zat pengatur tumbuh bagi tanaman sehingga dengan kemampuan tersebut *P. fluorescens* dapat dimanfaatkan sebagai pupuk biologis yang dapat menyediakan hara untuk pertumbuhan tanaman, dimana *P. fluorescens* merupakan penghasil fitohormon dalam jumlah yang besar khususnya IAA untuk merangsang pertumbuhan. IAA merupakan hormon pertumbuhan

kelompok auksin yang sangat besar peranannya dalam pertumbuhan tanaman Heddy (1986) dalam Marwoso (2005). Dilaporkan oleh Tjondronegoro *et al.* (1989), bahwa pengaruh auksin yaitu memanjangkan dan membesarkan sel batang, menghambat proses absisi yaitu pengguguran daun, merangsang pembentukan buah, penghambat pucuk lateral yaitu menghambat pertumbuhan tunas ketiak dan dapat merangsang pertumbuhan kambium serta membentuk pertumbuhan floem dan xilem sekunder.

Beberapa strain *P. fluorescens* juga mampu menunjukkan kemampuan untuk mengimbas ketahanan tanaman terhadap patogen. Pengaruh tersebut tidak hanya berifat lokal, tetapi sistemik, sehingga tidak hanya berperan sebagai pelindung tanaman dari serangan patogen akar namun juga patogen daun (Maurhofer *et al.*, 1994). *P. fluorescens* termasuk kedalam bakteri yang dapat ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air.

2.4 *Paenibacillus polymyxa*

Menurut Ash *et al.* (1994) *P. polymyxa* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Class : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Family : Paenibacillaceae
 Genus : *Paenibacillus*
 Species : *Paenibacillus polymyxa* (nama lain *Bacillus polymyxa*, *Aerobacillus polymyxa*, *Clostridium polymyxa*, *Granulobacter polymyxa*).

P. polymyxa merupakan bakteri tanah dan dapat menjadi bakteri antagonis yang secara morfologis dapat dikenali dari bentuk elevasi pertumbuhan koloni cembung dan berlendir. Sel bakteri berbentuk batang dengan sifat gram positif, memiliki kemampuan untuk tumbuh pada pH 5.7 dan menghasilkan asam glukosa, mannitol, arabinose dan xylose (Sheela & Usharani 2013).

P. polymyxa dapat mengendalikan beberapa penyakit melalui mekanisme antagonis. *P. polymyxa* diketahui menghasilkan dua jenis antibiotik peptida yaitu antibiotik yang hanya aktif terhadap bakteri dan yang aktif terhadap jamur, bakteri gram positif, dan actinomycetes. *P. polymyxa* menghasilkan antibiotik Polymyxin dan Fusaricidin. Antibiotik Polymyxin merupakan antibiotik yang aktif terhadap bakteri gram negatif sedangkan antibiotik Fusaricidin aktif terhadap jamur dan bakteri gram positif (Raza *et al.*, 2008). Aplikasi bakteri *P. polymyxa* pada benih maupun di tanah menyebabkan bakteri *P. polymyxa* berada disekitar rizosfer sehingga dapat melindungi tanaman dari patogen lain bahkan dapat memacu pertumbuhan tanaman. *P. polymyxa* juga mampu menghasilkan auksin dan sitokinin, serta memfiksasi nitrogen.

2.5 Fungisida Antracol 70 WP

Fungisida Antracol bekerja secara kontak dan memiliki sifat protektif serta cepat dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur. Fungisida ini diproduksi dalam sediaan tepung dan berbahan aktif propinep 70%, dapat dilarutkan dengan air dan disemprotkan ke tanaman. Fungisida ini bisa digunakan pada berbagai jenis tanaman, baik tanaman sayuran daun, sayuran buah, maupun tanaman buah dan tanaman perkebunan. Antracol 70WP dapat digunakan untuk

mengendalikan penyakit jamur pada tanaman bawang merah, bawang daun, bawang putih, cabai merah, kacang tanah, kentang, kedelai, kubis, tomat, dan jagung manis.

2.6 Induksi Ketahanan Sistemik

Tanaman akan mempertahankan diri terhadap serangan patogen. Pertahanan tanaman dapat dilakukan secara fisik dan kimia. Ketahanan tanaman terinduksi adalah fenomena terjadi peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi oleh patogen setelah terjadi serangan patogen tersebut. Ketahanan ini merupakan perlindungan tanaman bukan untuk mengeliminasi patogen tetapi lebih pada aktivitas dari mekanisme pertahanan tanaman. Ketahanan terinduksi dikategorikan sebagai perlindungan secara biologi pada tanaman. Induksi resistensi atau imunisasi atau resistensi buatan adalah suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen-gen baru.

Ada dua bentuk ketahanan terinduksi yang umum yaitu *systemic acquired resistance* (SAR) dan *induced systemic resistance* (ISR). Ketahanan tanaman terinduksi dapat dipicu dengan penambahan bahan-bahan kimia tertentu, mikroorganisme non patogen, patogen avirulen, ras patogen inkompatibel, dan patogen virulen yang infeksiya gagal karena kondisi lingkungan tidak mendukung. Ketahanan tanaman terinduksi karena penambahan senyawa kimia atau menginokulasikan patogen nekrotik sering diistilahkan dengan induksi SAR. Induksi SAR dicirikan dengan terbentuknya akumulasi asam salisilat (*salicylic acid*, SA) dan protein PR (patogenesis-related proteins, PR), sedangkan ketahanan

terinduksi karena agen biotik non-patogenik sering dikenal dengan ISR, seperti oleh rizobakteria.

Mekanisme ISR terjadi sebagai akibat perubahan fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia yang berguna dalam pertahanan terhadap seranagan patogen. Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi struktural dinding sel atau perubahan reaksi biokimia pada tanaman inang. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya induksi ketahanan sistemik oleh bakteri yaitu: 1) Adanya sumbangan lipopolisakarida (LPS) oleh bakteri; Komponen sel, seperti membran lipopolisakarida (LPS) dan flagella dapat mengaktifkan respon ketahanan tanaman. Selubung sel dari sebahagian besar bakteri gram negatif mempunyai membran luar yang merupakan suatu struktur kompleks yang terdiri dari fosfolipid, lipopolysaccharida dan beberapa macam protein. Komponen-komponen yang terdapat pada permukaan sel bakteri berperan dalam interaksi antara inang dan mikroba. 2) Produksi siderofor oleh bakteri. 3) Produksi asam salisilat, yang dapat terjadi secara langsung oleh bakteri ataupun secara tidak langsung.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Agroteknologi dan di lahan petani di Kampung Baru Bandar Lampung dari bulan September 2015 sampai bulan Desember 2015.

3.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan Petri, *erlenmeyer*, pembakar bunsen, kaca preparat dan penutupnya, mikroskop majemuk, jarum ose, autoklaf, plastik tahan panas, *aluminium foil*, cangkul, penggaris dan alat tulis.

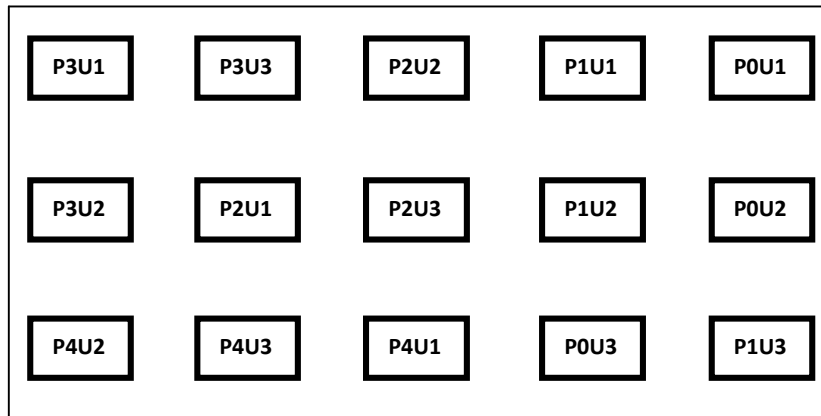
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung manis Osse, formulasi *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* dengan masa simpan 15 bulan, fungisida berbahan aktif propineb 70% dan akuades steril.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas (1) P0 kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan fungisida propineb, *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* (2) P1 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polomyxa*

selama 6 jam, (3) P2 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. fluorescens* selama 6 jam, (4) P3 perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* selama 6 jam, (5) P4 perendaman benih jagung dalam fungisida propineb selama 6 jam.

Layout penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Layout petak percobaan

Keterangan :

- P0 = kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan fungisida propineb, *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*
 P1 = perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polymyxa* selama 6 jam
 P2 = perendaman benih jagung dalam formulasi *P. fluorescens* selama 6 jam
 P3 = perendaman benih jagung dalam formulasi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* selama 6 jam
 P4 = perendaman benih jagung dalam fungisida propineb selama 6 jam
 U1 = ulangan 1
 U2 = ulangan 2
 U3 = ulangan 3

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Formulasi Bakteri

Formulasi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* diperoleh dari BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Lampung.

3.4.2 Aplikasi *P. polomyxa* dan *P. fluorescens*

Benih jagung manis Jambore direndam dalam formulasi *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* selama 6 jam.

3.4.3 Inokulasi Patogen

Inokulasi hawar daun dan karat daun dilakukan saat tanaman berumur 14 hari dan 21 hari setelah tanam dengan cara menyiramkan 2 ml suspensi inokulum penyebab hawar dan karat ke daun corong dan menyemprotkan suspensi ke daun corong. Suspensi inokulum dibuat dengan cara mencari daun tanaman yang bergejala hawar dan karat daun, kemudian daun tersebut dipotong kecil-kecil dan dimasukkan kedalam 1000 ml akuades yang sudah dilarutkan gula sebanyak 10 g.

3.4.4 Penanaman Jagung

Benih jagung ditanam pada lahan yang disiapkan dengan luas lahan 3 x 6 m. Setiap lubang tanam diberi dua benih jagung. Jarak tanam jagung 25 x 75 cm. Pemupukan dilakukan dengan pupuk NPK dengan dosis 180 kg/ha.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada keparahan penyakit tanaman jagung dan masa inkubasi. Keparahannya penyakit dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh James (1971) :

$$\text{KeP} = \frac{\sum nxv}{ZxN} \times 100\%$$

Keterangan :

- KeP : keparahan penyakit
 n : jumlah jaringan terserang pada setiap kategori (skor)
 N : kategori (skor) gejala penyakit
 Z : kategori gejala penyakit tertinggi
 N : total dari jumlah jaringan yang diamati

Skoring gejala penyakit sebagai berikut :

- Skor 0 : 0% luas daun yang bergejala
 Skor 1 : 1-20% luas daun yang bergejala
 Skor 2 : 21-40% luas daun yang bergejala
 Skor 3 : 41-60% luas daun yang bergejala
 Skor 4 : 61-80% luas daun yang bergejala

Data penunjang adalah tinggi tanaman yang diukur dari permukaan tanah sampai ujung titik daun. Pengukuran dilakukan dari tanaman jagung berumur 7 hari setelah tanam.

Data dianalisis dengan sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata

Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* mampu menekan keparahan penyakit karat dan hawar daun jagung manis.
2. Aplikasi *P. polymyxa* mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun jagung manis.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa penggunaan formulasi bakteri penginduksi ketahanan tanaman yang telah lama disimpan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C. J. & Mims C. W., 1979. *Introductory Mycology*. Third Edition. John Wiley and Sons, New York. Page 566-567.
- Anonim. 1993. *Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonim. 2013. *Keefektifan Formulasi Pseudomonas fluorescens pada Limbah Organik untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah*. IPB. Diakses melalui http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/46538/A11akr_BAB%20II%20Tinjauan%20Pustaka.pdf?sequence=6. Tanggal 10 Juni 2015
- Ash, C., F. G. Priest & Collins M. D. 1994. *Paenibacillus* gen. nov. and *Paenibacillus polymyxa* comb. nov. in validation of the publication of new names and new combinations previously effectively published outside the IJSB. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 852.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. *Kota Bandar Lampung dalam Angka Tahun*. (berbagai tahun penerbitan). BPS Kota Bandar Lampung.
- Compant S., Duffy B., Nowak J. Clement C, Barka E.A. 2005. Use of plant growth promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principle, mechanisms of action, and future prospects. *Appl and environ. Microbiol.* 7:4951-4959.
- Defago, G. 1992. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, current status. *In: 'Plant Pathogenic Bacteria'* [M. Lemmattre, S. Freigoun, K. Rudolph and J.G. Swings (eds.)] h 891 894. INRA Route de st Cyr, Versailles, France.
- De Meyer & Hofte. 1997. Salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 induces resistance to leaf infection by *Bortrytis cinerea* on bean. *Phytopathology.* 87: 588-593.
- Djojosumarto, P.A. 2000. *Tehnik Aplikasi Fungisida Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta. Hlm 46.

- Dowling D.N, & O’Gara F. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* Involved in the Biocontrol of Plant Disease. *Tibtech*. 12: 133–141.
- Duffy, B.K. & Defago G. 1999. Environmental factors modulating antibiotic and siderophore biosynthesis by *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 2429-2438.
- Duijff, B.J., Meijer J.W., Bakker P.A.H.M., & Schippers B., 1993. Siderophore-mediated competition for iron and induced resistance in the suppression of fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 99:277-289.
- Fuyudur Rohmah. 2011. Pemanfaatan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, jamur *Trichoderma harzianum* dan seresah daun jati (*Tectona grandis*) untuk pertumbuhan tanaman kedelai pada media tanam tanah Kapur. <http://EJournal.unesam.ac.id/article/4545/33/article.pdf> diakses tanggal 10 Juni 2015.
- Glick, B.R. 1995. The Enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian. Journal of Microbiology* 41: 109-117.
- Haggag W.M & Mohamed H.A.L.A. 2007. Biotechnological aspects of microorganisms used in plant biological control. *Word. J. Agric. Sci.* 3(6): 771–776.
- Imer, P., & Schinner. F. 1992. Solubilization of inorganic phosphates by microorganism isolated from forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 24(3): 389-395.
- Irfan, M. 1999. Respon Tanaman Jagung terhadap Pengolahan Tanah dan Kerapatan Tanam pada Tanah Andisol dan Ultisol. Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan. Hal 7, 13.
- Kuc, J. 1983. *Induced systemic resistance in plant caused by fungi and bacteria*, pp: 192-221 dalam B.J. Deverall (Eds.), *The Dynamics Host Devence Acad. Press, Sydney, New York, London*.
- James, C. W. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases their preparation and usage. *Canadian. Plant Disease. Survey* 51 : 39-65.
- Jugenheimer, R.W. 1958. *Hybrid Maize Breeding and Seed Production*. FAO Agricultural Development Paper. Rome
- Leeman. 1996. Iron availability affects induction of systemic resistance to *Fusarium* wilt of radish by *Pseudomonas fluorescens*. *Phytopathologi.* 86:149–155.
- Marwoso E. 2005. Pemanfaatan Rizobakteria untuk Pengendalian Virus Daun Kecil Kacang Panjang (*Cowpea little leaf virus*). Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Maurhofer, M., Hase C., Meuwly P., Mettraux J.P., & Defago G. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrosis virus by the root colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0: Influence of the *gac A* gene and of pyoverdine production. *Phytopathology* 84:139-146.
- Mulya, K., M. Wanatabe, Goto M., Takikawa Y., & Tsuyumu S. 1996. Suppression of bacterial wilt diseases of tomato by root dipping with *Pseudomonas fluorescens* PfG32: The role of antibiotic and siderophore production. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 62(2): 134-140.
- Nawangsih, A.A. 2006. *Seleksi dan Karakterisasi Bakteri biokontrol untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum) pada Tomat*. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nayar, K. 1996. Development and evaluation of a biopesticide formulation for control of foliar disease of rice. Ph.D. [Thesis], TNAU, Coimbatore, India, p. 223.
- Pakki, S & Muis A. 1999. Fluktuasi penyakit bercak daun jagung (*Helminthosporium maydis*) pada beberapa waktu tanam dalam prosiding kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto. Hlm 189-194.
- Parkunan, V. 2008. Induced disease resistance elicited by acibenzolar-s-methyl and plant growth promoting rhizobacteria in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Pathology, Physiology and Weed Science. Blacksburg, Virginia.
- Park K.S. & Kloepper J.W. 2002. Activation of PR-1a promoter by rhizobacteria that induce systemic resistance in tobacco against *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. *Biol Control*. 18: 2-9.
- Press C.M. Loper J.E. & Kloepper J.W. 2001. Role of iron in rhizobacteria mediated induced systemic resistance of cucumber. *Phytopathology* 91: 593-598.
- Rao, N.S & Subba. 1994. *Soil Microorganisms and Plant Growth*. Oxford and IBM Publishing Co. London.
- Raza, W. Yang, Shen W. 2008. *Paenibacillus polymyxa*: Antibiotics, hydrolytic enzymes and hazard assessment. *Journal of Plant Pathology*, 90 (3) : 419-430.
- Rubatzky, V. E. & Yamaguchi, 1998. *World Vegetables*. Van Nostrand Reinhold A division of International Thompson Publishing.

- Rukmana, R. 1997. *Usaha Tani Jagung*. Kanisius. Yogyakarta. Hlm 30-37.
- Semangun, H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gajah Mada University Press. 449 hlm.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gajah Mada University Press. 449 hlm.
- Sheela T. & Usharani. 2013. Influence of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the growth of maize (*Zea mays* L.). *Golden Research Thoughts* 3(6): 1-4.
- Siregar A.Z. 2007. *Hama-Hama Tanaman Padi [Disertasi]*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Soenartiningih & Fatmawati. 2012. Evaluasi ketahanan beberapa varietas sorgum terhadap penyakit antraknose. Prosiding Seminar Nasional Serealia Maros 3-4 Oktober 2011. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Sudantha M. 2010. Pengaruh aplikasi jamur *Trichoderma* spp. dan serasah dalam meningkatkan ketahanan terinduksi tanaman vanili terhadap penyakit busuk batang *Fusarium*. *Jurnal Agroteksos*. 20 (1): 10-11.
- Subekti, N. A., Syafruddin., Roy Efendi & Sri Sunarti. 2008. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman serealia. Maros.
- Suprpto. 1999. *Bertanam Jagung*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm 25-30.
- Supriadi. 2006. Analisis resiko agens hayati untuk pengendalian patogen pada tanaman. Dalam *Jurnal Litbang Pertanian* 25 (3). Hal. 75-80.
- Suryadi, Y. 2009. Efektifitas *Pseudomonas flourescens* terhadap layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tanaman kacang tanah. *Jurnal HPT Tropika*. 9(2) : 174-180.
- Syafruddin. 2002. Tolak ukur dan konsentrasi Al untuk penapisan tanaman jagung terhadap ketegangan Al. *Berita Puslitbangtan* 24: 3-4.
- Timmusk, S. 2003. Mechanism of action of the plant growth promoting rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* [Dissertation]. Uppsala, Sweden: Departemen of Cell and Molecular Biology, Uppsala University.
- Tobing, M.P.L, Ginting, O. Ginting, S. & R.K Damanik, 1995. *Agronomi Tanaman Makanan I*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Tjondronegoro PD, Natasaputra M, Gumawan AW, Djaelani M, Suwanto A. 1989. *Botani Umum*. PAU Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wakman, W. & Burhanudin. 2004. *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia Lain. Maros.
- Wirawan, G.N. & Wahab M.I. 2007. *Teknologi Budidaya Jagung*. <http://www.pustaka-deptan.go.id>. Diakses pada tanggal 18 Juni 2015.
- Zhang. 1998. Compost and compost water extract induced systemic acquired resistance in cucumber and Arabidopsis. *Phytopathology*. 88: 450-455.
- Zhu, T., Chang S.H. & Gil P. 2006. Target preparation for DNA microarray hybridization. *Methods in Molecular Biology*. 323: 349–357.