

PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT HAWAR UPIH DAUN SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG HIBRIDA P27

(Skripsi)

Oleh
Andi Irwansyah



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018

**PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa*
TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT HAWAR UPIH SERTA
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG HIBRIDA P27**

Oleh

Andi Irwansyah

Abstrak

Jagung merupakan tanaman pangan penting di Indonesia, salah satu kendala dalam budidaya tanaman jagung adalah serangan penyakit hawar upih yang disebabkan oleh cendawan *Rizoctonia solani*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* terhadap intensitas penyakit hawar upih dan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2017 sampai bulan Agustus 2017, di Desa Rantau Minyak, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri atas (1) P0 kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan fungisida serta bakteri *P. polymixa* dan bakteri *P. fluorescens* (2) P1 perendaman benih pada suspense bakteri *P. polymixa* pada benih jagung selama 12 jam (3) P2 perendaman benih pada suspense bakteri *P. fluorescens* pada benih jagung, selama 12 jam (4) P3 perendaman benih jagung pada suspense bakteri *P. polymixa* dan bakteri *P. fluorescens*, selama 12 jam dan, (5) P4 perendaman benih jagung pada fungisida propineb 70 % selama 12 jam. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan sidikragam kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* tunggal dan campuran tidak berpengaruh terhadap penurunan intensitas penyakit hawar upih. Perlakuan menggunakan bakteri *P. fluorescens* dan *P. Polymixa* secara tunggal memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman dan hasil produksi jika dibandingkan dengan perlakuan control dan perlakuan menggunakan fungisida Propineb 70%.

Kata kunci : Hawar upih, Jagung hibrida, *P. polymixa*, *P. fluorescens*, *Rhizoctonia solani*

PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT HAWAR UPIH DAUN SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG HIBRIDA P27

Oleh
Andi Irwansyah

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PERTANIAN
Pada
Jurusan Agroteknologi



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018

Judul Skripsi

: **PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT HAWAR UPIH SERTA PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG HIBRIDA P27**

Nama Mahasiswa

: **Andi Irwansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1014121199

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M.S.
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 Ratih D, M.S.

Suskandini Ratih D
.....

Sekretaris : Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.

Muhammad Nurdin
.....

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc.

Cipta Ginting
.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 Desember 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andi Irwansyah

NPM : 1014121199

Jurusan : Agroteknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali disebutkan di dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 21 Desember 2017



Andi Irwansyah
1014121199

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kayu Agung pada tanggal 17 April 1992 dengan nama lengkap Andi Irwansyah. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara, putra dari pasangan Bapak Untung dan Ibu Sumini.

Pendidikan formal yang diselesaikan penulis, yaitu :

1. Taman kanak-kanak Darma wanita diselesaikan pada tahun 1997
2. SD Negeri 02 Bumiharjo diselesaikan pada tahun 2003
3. MTS Nurul Iman Lubuk Seberuk diselesaikan pada tahun 2006
4. SMA Mari Ayu Kelapa diselesaikan pada tahun 2009

Pada tahun 2010, penulis diterima sebagai mahasiswa jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur UML (Ujian Masuk Lokal).

Pada bulan Juli-Agustus 2013, penulis melaksanakan Praktek Umum (PU) di Balai Tanaman Rempah dan Aromatik (BALITRO) Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.

Pada bulan Februari-Maret 2014 penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Taman Negri, Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur.

Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Pertanian Universitas Lampung, LS-Mata (Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian), dan UKM PSHT (Persaudaraan Setia Hati Terate) sebagai pengurus bidang kepelatihan periode 2012/2013.

Barang siapa yang bersabar atas kesulitan dan himpitan kehidupannya,
maka aku akan menjadi saksi atau pemberi syafaat baginya pada hari
kiamat.

(HR. Tirmidzi)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-
orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q.s. al-Mujadalah : 11)

Cukuplah maut sebagai pelajaran (Guru) dan keyakinan sebagai kekayaan.

(HR. Ath-Thabrani)

Bismillahirrohmannirrohim

Dengan rasa Syukur atas Ni'mat ALLAH SWT ku persembahkan karya ini kepada :

Bapak dan Ibu tercinta

Istri dan Anak ku tersayang

Serta seluruh keluarga besarku

Sebagai tanda cinta dan perjuangan ku serta terimakasih atas doa dan dukungan yang diberikan selama ini

Dan almamaterku tercinta

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senan tiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* Terhadap Intensitas Penyakit Hawar Upih Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung Hibrida P27”. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. IbuDr. Ir. Suskandini Ratih Darmawati, M.P., selaku pembimbing pertama yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan berupa ilmu pengetahuan dan mau bersabar membimbing penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. BapakIr. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dan ilmu kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc., selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

5. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Kepala Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Kukuh Setiawan, M.Sc, selaku pembimbing akademik, atas nasehat, dan motivasi yang telah diberikan.
7. Bapak Untung dan Ibu Sumini yang telah memberikan dukungan, motivasi dan telah mendidik penulis sehingga penulis menjadi dewasa.
8. Istri dan anak ku tercinta., Ajeng Nabila Dini Saputri dan Muhammad Said Zuhri Albiruni yang selalu menemani dan menjadi penyemangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Bapak dan ibu mertua yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
10. Sahabat seperjuangan., Agung Muhlis Kumbara, Rudianto Butarbutar, Reza Prasetya, Angga Saputra, I Putu W.B, dll semoga persahabatan kita akan terus terjalin.
11. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
12. Para perintis dan pelatih UKM PSHT Unila Tahun 2010 dan saudara pengesahan angkatan 2011, 2012, 2013 dst. Yang tidak disebutkan satu persatu, semoga persaudaraan kita semakin erat.

Semoga karya yang penulis ciptakan ini dapat berguna bagi kita semua dan sebagai tanda pengabdian kepada almamater tercinta. Amiin ya robbalalamin.

Bandar Lampung, 21 Desember2017

Penulis,

ANDI IRWANSYAH

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Tanaman Jagung.....	6
2.1.1 Morfologi.....	7
2.1.2 Syarat Pertumbuhan	9
2.2 Penyakit Hawar Upih Daun	10
2.2.1 Gejala.....	10
2.2.2 Penyebab Penyakit	10
2.2.3 Penyebaran.....	11
2.2.4 Perkembangan penyakit hawar upih.....	12
2.2.5 Pengendalian	12
2.3 Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	13
2.4 Bakteri <i>Paenibacillus polymixa</i>	15
2.5 Induksi Ketahanan Sistemik	16
 III. BAHAN DAN METODE	 19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Pembuatan suspensi <i>P. polymixa</i> dan <i>P. fluorescens</i>	20
3.4.2 Inokulasi Patogen.....	21
3.5 Pengamatan	21
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 22
4.1 Hasil	22

4.1.1	Intensitas Penyakit Hawar Upih Jagung	22
4.1.2	Tinggi Tanaman	23
4.1.3	Hasil produksi.....	24
4.2	Pembahasan.....	25
V.	SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1	Simpulan	28
5.2	Saran	28

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kearahan Penyakit hawar pada berbagai perlakuan	23
2. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung	24
3. Pengaruh perlakuan hasil produksi tanaman jagung	25
4. Kearahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke-4.....	34
5. Kearahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke-5.....	34
6. Kearahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke-6.....	35
7. Kearahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke-7.....	35
8. Kearahan penyakit hawar daun jagung pada berbagai perlakuan pada minggu ke-8.....	36
9. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung pada minggu ke-5.....	36
10. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung pada minggu ke-6.....	37
11. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung pada minggu ke-7.....	37
12. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung pada minggu ke-8.....	38

13. Pengaruh perlakuan terhadap hasil produksi tanaman jagung pada setiap perlakuan.....	38
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lay out penelitian.....	20
2. (a) Gejala hawar daun, (b) <i>Rhizoctonia solani</i>	22
3. Tanaman bergejala hawar upih pada skor 1.....	39
4. Tanaman bergejala hawar upih pada skor 2.....	39
5. Tanaman bergejala hawar upih pada skor 3.....	40
6. Tanaman bergejala hawar upih pada skor 4.....	40

**PENGARUH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymixa* TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT HAWAR UPIH SERTA
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG HIBRIDA P27**

(Skripsi)

Oleh

Andi Irwansyah
1014121199



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting, yang menjadi sumber karbohidrat kedua setelah padi, kebutuhan pangan dari hasil tanaman jagung terus meningkat setiap tahun, oleh karena itu saat ini pemerintah sedang melakukan upaya khusus di seluruh daerah. Propinsi Lampung merupakan salah satu sentral produksi jagung. Di Lampung, jagung ditanam di hampir semua kabupaten yaitu kabupaten Lampung Selatan, Lampung Timur dan Lampung Tengah. Produksi jagung Lampung pada tahun 2012 sebesar 1,75 juta ton dan mengalami penurunan sebanyak 67 ribu ton dibandingkan produksi pada tahun 2011 (BPS Lampung, 2012).

Kebutuhan jagung saat ini mengalami peningkatan, berkaitan erat dengan laju pertumbuhan penduduk, sehingga terjadi peningkatan konsumsi perkapita, (Rukmana, 1997). Permintaan jagung di Indonesia yang terus meningkat, menyebabkan produksi di dalam negeri belum mampu memenuhi permintaan tersebut sehingga harus dilakukan impor. Pada tahun 2010, volume impor jagung di Indonesia sebesar 1,5 juta ton, dan pada tahun 2011 impor jagung mencapai 2 juta ton (Supit, 2011).

Salah satu kendala dalam usaha peningkatan produksi jagung adalah gangguan penyakit tanaman yang menyebabkan produktivitas rendah. Penyakit pada tanaman jagung diantaranya adalah penyakit hawar upih daun yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* Kuhn (Nuryanto, 2010). Cendawan *Rhizoctonia solani* merupakan patogen tular tanah (soil borne pathogen) yang bertahan dalam tanah dalam bentuk sklerotium dan miselium, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung bahan organik dan mempunyai kisaran inang yang luas (Soenartiningih, 2015).

Selama ini pengendalian penyakit hawar upih daun jagung belum dilakukan oleh petani. Jika dilakukan pengendalian pada umumnya dengan cara penyemprotan kimiawi sehingga 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, dan bahaya keracunan bagi operator, dan pencemaran lingkungan.

Oleh karena itu diperlukan 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 polymixa*. Kedua bakteri ini juga merupakan bakteri yang dapat berfungsi sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacter*), bersifat antagonis terhadap patogen tular tanah karena menghasilkan zat antibiotik, serta dapat menginduksi ketahanan sistemik

tanaman. Penggunaan bakteri ini dilaporkan telah memberikan hasil yang positif terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman pertanian. Sebagai contohnya yaitu yang telah dilakukan oleh Nawangsih (2006) yang menggunakan bakteri antagonis *P. fluorescens* dalam menghambat perkembangan *R. solanacearum* pada tomat. Haggag (2007) juga melaporkan bahwa bakteri *P. polymixa*, dapat menginduksi ketahanan kacang tanah terhadap penyebab penyakit busuk mahkota (*Apergillus niger*).

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

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menguji keefektifan bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* dalam menekan perkembangan penyakit hawar upih daun.
2. Untuk mengetahui pengaruh bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* terhadap tinggi tanaman jagung.
3. Untuk mengetahui pengaruh bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* terhadap hasil produksi tanaman jagung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa interaksi *P. fluorescens* dengan cendawan tular tanah *Sclerotium rolfsi*, menyebabkan pertumbuhan cendawan tular tanah ini terhambat, *P. fluorescens* mampu meningkatkan kandungan

senyawa fenol di dalam jaringan tanaman (glikosida, saponin, dan tannin) dan mampu mengimbas ketahanan tanaman terhadap mikroba patogen (Soesanto, 2010). Bakteri antagonis *P. fluorescens* efektif menekan bakteri pustul *X. axonopodis* (Rahayu, 2011). 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).

P. polymixa merupakan salah satu agensia hayati yang bersifat antagonis dan dapat mengendalikan beberapa jenis penyakit tanaman. Yang paling utama adalah dapat mengendalikan penyakit BLB / Kresek pada tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris pv oryzae* (Anonim, 2016).

P. polymixa dapat digunakan sebagai inokulan tanah di lahan pertanian dan tanaman hortikultura. Biofilm *Paenibacillus polymixa* tumbuh di akar tanaman dan telah terbukti menghasilkan *exopolysaccharides* yang melindungi tanaman dari patogen. Interaksi antara spesies bakteri ini dan akar tanaman menyebabkan akar rambut mengalami perubahan fisik. Frediansyah dan Sudiana (2013) mengatakan bahwa *Paenibacillus polymixa* menghasilkan senyawa antibiotik polimyxin, memiliki aktivitas enzim CMC-ase yang tinggi untuk lahan gambut dalam bentuk konsorsium. Konsorsium tersebut memiliki kemampuan dalam menghasilkan enzim amilase dan selulosa, hormon IAA, dan kemampuan melakukan denitrifikasi, fiksasi nitrogen, dan pelarutan fosfat.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *P.polymixa* dan *P.fluorescens* menurunkan intensitas penyakit hawar upih.
2. *P.polymixa* dan *P.fluorescens* meningkatkan tinggi tanaman jagung.
3. *P.polymixa* dan *P.fluorescens* meningkatkan hasil produksi tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Klasifikasi ilmiah tanaman jagung adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Class	: Monocotyledone
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

Di Indonesia daerah-daerah penghasil tanaman jagung adalah Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Madura, Daerah Istimewa Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Maluku. Khusus daerah Jawa Timur dan Madura, tanaman jagung dibudidayakan cukup intensif karena selain tanah dan iklimnya sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman jagung, di daerah tersebut jagung banyak dimanfaatkan sebagai makanan pokok (Warisno, 1998).

2.1.1 Morfologi

Batang menjadi bagian morfologi jagung yang berfungsi untuk menopang tubuh tanaman jagung. Batang jagung berbuku-buku, yang dibatasi oleh ruas-ruas dengan jumlah ruas bervariasi antara 10-14 ruas. Batang jagung berwarna hijau, memiliki bentuk bulat dengan penampang melintang dengan lebar 2-2,5 cm. Tinggi tanaman antara 125-250 cm. Ada 3 bagian pada batang, yakni bagian epidermis atau bagian kulit luar, bagian jaringan pembuluh dan bagian pusat batang. Batang jagung tegak dan mudah terlihat sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum (Suprpto, dan Marzuki 2002).

Pada bagian daun terdiri dari bagian helai daun, pelepah daun. Helaian daun memanjang dengan ujung daun meruncing. Antar pelepah daun dan helaian daun dibatasi oleh spikula yang berguna untuk menghalangi masuknya air hujan dan embun kedalam pelepah daun. Daun akan tumbuh di setiap ruas yang ada pada batang jagung. Daun jagung adalah daun sempurna, bentuknya memanjang, 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 (Suprpto, 1999).

Jagung merupakan tanaman dikotil yang berakar serabut yang terdiri dari 3 bagian, yaitu akar penyangga, akar adventif, dan akar seminal. Ketiga bagian akar tersebut memiliki fungsi masing-masing. Bagian akar pertama yakni akar penyangga, yang berfungsi untuk membuat tanaman jagung tetap tegak dan juga untuk menyerap air dan zat hara. 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 atas permukaan tanah. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal. Akar seminal berfungsi untuk mengembangkan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah. Perkembangan akar jagung (kedalaman dan penyebarannya) bergantung pada varietas, pengolahan tanah, fisik dan kimia tanah, keadaan air tanah, dan pemupukan. Akar jagung dapat dijadikan indikator toleransi tanaman terhadap cekaman aluminium. Tanaman yang toleran aluminium, tudung akarnya terpotong dan tidak mempunyai bulu-bulu akar (Syafuruddin, 2002).

Jagung 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 batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga (Suprpto, 1999)

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

2.1.2 Syarat Pertumbuhan

Menurut Tobing *et al.*, (1995), syarat tumbuh tanaman jagung yaitu curah hujan optimum yang diperlukan tanaman jagung adalah 250-500 mm per tahun dengan bulan basah (>100 mm/bulan) 7-9 bulan dan bulan kering (<60 mm/bulan) 4-6 bulan. Tanaman jagung membutuhkan kelembaban udara sedang sampai tinggi (50-80%), hal ini bertujuan agar keseimbangan metabolisme tanaman dapat berlangsung dengan optimum. Temperatur untuk syarat pertumbuhan tanaman jagung berkisar antara 23°C – 27°C dengan temperatur optimum 25°C.

pertumbuhan tanaman akan terhambat apabila temperatur rendah, sedangkan pada temperatur tinggi pertumbuhan vegetatif akan berlebihan sehingga dapat menurunkan produksi. Tanaman jagung pada dasarnya memerlukan intensitas penyinaran yang tinggi. Semakin tinggi intensitas penyinaran, akan semakin tinggi proses fotosintesis, sehingga akan dapat meningkatkan produksi.

Jagung dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah, mulai dari tanah dengan tekstur berpasir hingga liat berat. Namun jagung akan tumbuh baik pada tanah yang gembur dan kaya akan humus dengan tingkat derajat keasaman (pH) tanah antara 5,5-7,5, dengan kedalaman air tanah 50-200 cm dari permukaan tanah dan kedalaman permukaan perakaran (kedalaman efektif tanah) mencapai 20-60 cm dari permukaan tanah. Pada tanah yang berat, perlu dibuat drainase, karena tanaman jagung tidak tahan terhadap genangan air. Proses penyerbukan tanaman jagung dapat dibantu dengan angin, akan tetapi angin yang terlalu kencang dapat menggagalkan pembungaan dan dapat merusak tanaman (Suprpto, 2002).

2.2 Penyakit Hawar Upih Daun

Laporan tentang serangan penyakit hawarupih daun sangat terbatas, Penyakit ini mengakibatkan kehilangan hasil pada tanaman jagung hingga 100% (Sudjono 1995). Seiring dengan meningkatnya intensitas serangan penyakit hawar upih, kehilangan dan penurunan hasil juga bertambah (Dela Vega dan Silvestre 2003).

2.2.1 Gejala

Tanaman jagung yang tertular *Rhizoctonia solani*, pada gejala akan awal muncul bercak-bercak berwarna agak kemerahan, dan berubah menjadi abu-abu. Kemudian bercak meluas disertai pembentukan sklerotium yang tidak beraturan, mula-mula berwarna putih, dan berubah menjadi coklat, sehingga tanaman layu atau terjadi pembusukan karena adanya hambatan transportasi unsur hara dan air. Gejala penyakit ini pada beberapa jenis tanaman juga dapat menyebabkan *damping-off* (Tarek and Moussa 2002). Selain itu juga terjadi infeksi pada tangkai dan daun yang mengakibatkan tangkai membusuk dan berkurangnya luas daun yang akan menghambat proses fotosintesis. Kerusakan tanaman menjalar ke bagian xylem dan floem.

2.2.2. Penyebab Penyakit

Penyakit hawar upih disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* yang merupakan patogen tular tanah yang banyak merusak tanaman, klasifikasi cendawan *Rhizoctonia solani* adalah sebagai berikut :

Divisio : Amastigomyceta

Sub Divisio : Deuteromycotina

Kelas : Deuteromycetes

Sub Kelas : Hyphomycetidae
 Ordo : Hyphales
 Family : Dematiaceae
 Genus : *Rhizoctonia*
 Spesies : *Rhizoctonia solani*

Rhizoctonia solani mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi, dan dapat bertahan hidup dalam tanah dengan waktu yang lama dalam bentuk sklerotia (Semangun 2008). *Rhizoctonia solani* mempunyai banyak tanaman inang, diantaranya famili rumput-rumputan dan dari famili kacang-kacangan, *Rhizoctonia solani* juga dapat bertahan hidup pada beberapa jenis rumput-rumputan, pada sisa-sisa tanaman jagung sakit, dan pada tebu.

2.2.3 Penyebaran

Cendawan *Rhizoctonia solani* mempunyai tanaman inang yang sangat luas, selain pada tanaman dari familia gamineae termasuk serealialia yaitu jagung, sorgum, gandum, rumput dan padi. Cendawan ini juga menyerang tanaman dari familia *leguminoceae* (Kacangkacangan), *Solanaceae* dan juga dari familia *Cucurbitaceae* (Semangun 2008). Cendawan *Rhizoctonia solani* bertahan di dalam tanah dan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi sebagai sklerotia atau miselium. Sklerotiumnya dikenal sebagai tempat untuk bertahan hidup selama beberapa tahun di dalam tanah, disebarkan oleh air, irigasi, tanah yang terkontaminasi, dan sisa-sisa tanaman. Cendawan *Rhizoctonia solani* dapat berkembang baik pada kelembaban yang tinggi (> 80%) dan suhu 15-35°C. Cendawan ini mulai menginfeksi tanaman sejak biji baru ditanam dengan mengeluarkan stimulan kimia yang dilepaskan oleh sel-sel yang terinfeksi ke

tanaman selanjutnya dan menyebabkan gejala khas pada batang, pelepah, daun, dan bulir. Cendawan dapat bertahan hidup pada musim dingin sebagai sklerotia pada sisa-sisa tanaman yang terinfeksi dan di dalam tanah.

2.2.4 Perkembangan Penyakit Hawar Upih

Cendawan *Rhizoctonia solani* merupakan patogen tulartanah (*soil borne pathogen*) yang bertahan dalam tanah dalam bentuk sklerotium dan miselium, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung bahan organik dan mempunyai jumlah inang yang banyak. Cendawan *Rhizoctonia* dibedakan menjadi dua kelompok spesies, yaitu binukleat (kelompok spesies yang memiliki dua inti di dalam sel hifanya) dan multinukleat (spesies lain yang memiliki lebih dari dua inti dalam sel hifanya). Perkembangan cendawan *R. solani* dapat melalui fusi dua hifa yang cocok (*compatible*). Terjadinya hubungan antara satu hifa dengan hifa yang lain memungkinkan terjadinya perpindahan inti, dan peristiwa tersebut dinamakan anastomosis. Oleh karenanya, identifikasi *R. solani* dilakukan berdasarkan kelompok anastomosisnya atau dikenal dengan Anastomosis Gouping (AG). Menurut Eken dan Demirei (2004), di alam terdapat 227 isolat cendawan *Rhizoctonia* yang meragikan dari isolat tersebut ternyata 116 termasuk jenis binukleat sedangkan 111 jenis termasuk multinukleat.

2.2.5 Pengendalian

Penyakit hawar upih dapat dikendalikan dengan melakukan penanaman varietas tahan pada musim hujan dan membuang (merompes) daun yang berada dibawah tongkol yang pelepahnya telah tertular hawar upih (Sudjono, 1995). Pengendalian

penyakit secara hayati juga dapat dilakukan karena aman terhadap lingkungan dan mikroorganismenya dapat berkembang sendiri di lapangan.

2.3 Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Bakteri *P. fluorescens* merupakan bakteri antagonis dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	:Bacteria
Filum	:Proteobacteria
Kelas	:Gamma Proteobacteria
Ordo	:Pseudomonadales
Famili	:Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Spesies	: <i>Pseudomonas fluorescens</i>

Pseudomonas fluorescens adalah sekelompok bakteri aerob 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 1-4µm.

Pseudomonas adalah 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 cendawan. 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 and Defago, 1999).

Kemampuan *P. fluorescens* untuk melindungi akar dari infeksi patogen tanah dengan cara mengkolonisasi permukaan akar, menghasilkan senyawa kimia seperti anti cendawan 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 fosfor yang terikat oleh Ca di perakaran tanaman, *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. Diketahui 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 lokal, tetapi sistemik, sehingga tidak hanya berperan sebagai pelindung tanaman dari serangan patogen akar namun juga patogen daun (Maurhofer *et al.*, 1994; Kloepper, 1993).

P. fluorescens termasuk kedalam bakteri yang dapat ditemukan dimana saja (ubiquitous), seringkali ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air.

2.4. Bakteri *Paenibacilluspolymixa*

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

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Paenibacillaceae
 Genus : *Paenibacillus*
 Species : *Paenibacillus polymixa* (nama lain *Bacillus polymixa*, *Aerobacillus polymixa*, *Clostridium polymixa*, *Ganulobacter polymixa*, *Aerobacillus polymixa*).

P. polymixa merupakan bakteri tanah yang dapat menjadi bakteri antagonis dan secara morfologis dapat dikenali dari bentuk elevasi pertumbuhan koloni cembung dan berlendir. Sel bakteri berbentuk batang dengan sifat gram positif, memiliki kemampuan untuk menghasilkan asam glukosa, mannitol, arabinose, xylose dan dapat tumbuh pada pH 5.7 (Sheela & Usharani, 2013). *P. polymixa* dapat mengendalikan beberapa penyakit melalui mekanisme antagonis dan kompetitor. *P. polymixa* diketahui menghasilkan dua jenis antibiotik peptida yaitu antibiotik yang hanya aktif terhadap bakteri dan yang aktif terhadap cendawan,

bakteri gam positif, dan actinomycetes. Aplikasi bakteri *P. polymixa* pada benih maupun di tanah menyebabkan bakteri *P. polymixa* berada disekitar rizosfer sehingga dapat melindungi tanaman dari patogen lain, bahkan dapat memacu pertumbuhan tanaman. *P. polymixa* juga mampu menghasilkan auksin dan sitokinin, serta memfiksasi nitrogen.

2.5. Induksi Ketahanan Sistemik

Tanaman akan mempertahankan diri terhadap serangan patogen. Pertahanan tanaman dapat dilakukan secara fisik dan kimia. Ketahanan tanaman terinduksi adalah fenomena yang terjadi berupa peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi oleh patogen setelah terjadi rangsangan. 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 dengan tanaman sebagai targetnya dan bukan patogennya. Induksi resistensi atau imunisasi atau resistensi buatan adalah suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen-gen baru. Induksi resistensi menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif dan atau menstimulasi mekanisme resistensi alami yang dimiliki oleh inang.

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 dan Patogenesis Related Proteins. Ketahanan terinduksi karena agen biotik non-patogenik sering dikenal dengan ISR, seperti oleh rizobakteria.

a. *Systemic Acquired Resistance (SAR)*

Terdapat sedikitnya dua komponen utama yang berperan dalam mekanisme SAR, yaitu gen penanda molekuler SAR dan *salicylic acid*. Telah diketahui bahwa penanda tersebut kemudian disebut sebagai gen SAR. Keberadaan peningkatan *salicylic acid* yang berhasil dideteksi pada bagian daun sistemik dan floem tanaman menunjukkan bahwa komponen kimia tersebut berperan sebagai system signal SAR. *Salicylic acid* adalah komponen yang dibutuhkan dalam jalur signal transduksi untuk induksi SAR, suatu bentuk peningkatan ketahanan tanaman melawan patogen berspektrum luas. Penggerak untuk sintesis SAR dan induksi SAR adalah pengenalan dari invasi mikroorganisme oleh gen penghasil resistensi.

b. *Induced Systemic Resistance (ISR)*

Ketahanan sistemik terinduksi (ISR) pada dasarnya memiliki kesamaan dengan SAR. Mekanisme ini terjadi sebagai akibat adanya infeksi oleh patogen sehingga tanaman memberikan respon berupa reaksi-reaksi pertahanan seperti HR (Hipersensitive Reaction) yang menyebabkan terjadinya lesio nekrotik pada daerah terserang. Beberapa peneliti telah melaporkan beberapa faktor yang dapat memicu ISR seperti senyawa kimia (siderofor, antibiotik dan ion Fe) yang

dihasilkan rizobakteria dan komponen sel bakteri (dinding sel mikroba, flagella, filli, membran lipopolisakarida (LPS)) dapat sebagai elicitor dalam menginduksi ketahanan secara sistemik.

Induksi resistensi tanaman merupakan aktivitas pertahanan tanaman untuk melindungi diri dari patogen. Dasar pemikiran dari induksi resistensi adalah bahwa gen untuk ketahanan atau reaksi pertahanan ada pada semua tanaman. Gen tersebut tidak diekspresikan sebelum induksi resistensi diberikan, ekspresi ketahanan baru akan muncul setelah adanya inokulasi *challenge* (infeksi susulan) pada waktu dan lokasi yang berbeda. Aktivasi gen untuk melindungi tanaman dapat diinduksi secara sistemik dengan *signalling molecules* yang dihasilkan pada tempat agens *Inducer Systemic Resistance* dan ditransportasi dengan difusi atau melalui sistem pembuluh tanaman inang. Mekanisme ISR terjadi sebagai akibat perubahan fisiologi tanaman yang kemudian menstimulasi terbentuknya senyawa kimia yang berguna dalam pertahanan terhadap serangan patogen (Defago, 1992) Perubahan fisiologi tersebut dapat berupa modifikasi struktural dinding sel atau perubahan reaksi biokimia pada tanaman inang. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan adanya induksi ketahanan 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, dan 2) Produksi siderofor oleh bakteri.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rantau Minyak, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lampung Selatan, pada bulan Juni 2017 sampai bulan September 2017.

3.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, 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 P27, suspensi bakteri *P. polymixa* dan isolat *P. fluorescens*, fungisida berbahan aktif propineb 70% dan akuades steril.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri atas (1) P0 kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan fungisida serta bakteri *P. polymixa* dan bakteri *P. fluorescens* (2) P1 perendaman benih pada suspensi bakteri *P. polymixa* pada benih jagung selama 12 jam (3) P2 perendaman benih pada

suspensi bakteri *P. fluorescens* pada benih jagung, selama 12 jam (4) P3 perendaman benih jagung pada suspensi bakteri *P. polymixa* dan bakteri *P. fluorescens*, selama 12 jam dan, (5) P4 perendaman benih jagung pada fungisida propineb 70 % selama 12 jam.

Lay out penelitian dapat dilihat pada Gambar 1

P2U4	P1U3	P4U1	P2U3
P3U1	P1U4	POU4	P2U2
P4U2	P2U1	P1U2	P3U3
POU2	P3U2	P4U4	POU3
POU1	P4U3	P4U3	P1U4

Keterangan :

- P0 = Kontrol berupa tanaman jagung yang tidak diberi perlakuan bakteri *P. polymixa* dan *P. fluorescens* atau fungisida propineb 70%
- P1 = Perendaman benih pada suspensi bakteri *P. Polymixa* selama 12 jam
- P2 = Perendaman benih pada suspensi bakteri *P. fluorescens* selama 12 jam
- P3 = Perendaman benih pada suspensi *P. polymixa* dan *P. fluorescens* selama 12 jam
- P4 = Propineb 70% selama 12 jam
- U1 = Ulangan 1
- U2 = Ulangan 2
- U3 = Ulangan 3
- U4 = Ulangan 4

Data dianalisis dengan sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata

Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5 %.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan suspensi *P. polymixa* dan *P. fluorescens*

Suspensi *P. polymixa* dan *P. fluorescens* dibuat dengan cara mensuspensikan 1 cawan biakan *P. polymixa* dan *P. fluorescens* dengan air steril sebanyak 100 ml.

Suspensi digunakan untuk merendam benih. Benih jagung P27 direndam dalam suspensi *P. polymixa* dan *P. fluorescens* selama 12 jam.

3.4.2 Inokulasi Patogen

Inokulasi hawar upih daun dilakukan dengan cara meletakkan tanaman sakit bergejala hawar upih daun di dalam polibag di antara tanaman tanaman jagung sehat.

3.5 Pengamatan

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

$$KP = \frac{\sum(z \cdot n)}{Z \cdot N} \times 100\%$$

Keterangan :

KP : keparahan penyakit

z : jumlah jaringan terserang pada setiap kategori (skor)

n : kategori (skor) serangan

Z : kategori serangan tertinggi

N : total dari jumlah jaringan yang diamati

Skoring keparahan penyakit sebagai berikut :

Skor	Luas upih yang terserang (%)
0	0
1	>1-20
2	>21-40
3	>41-60
4	>61-80

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* tidak mampu menurunkan intensitas penyakit hawar upih daun
2. Aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* dapat menambah tinggi tanaman jagung hibrida P27
3. Aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa* meningkatkan hasil produksi.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lanjutan dengan dosis yang berbeda untuk mengetahui secara menyeluruh faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengaplikasian bakteri *P. fluorescens* dan *P. polymixa*

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2016. *Paenibacillus polymixa* Pengendali Hayati BLB di DIY.
<http://distan.jogjaprovo.go.id/paenibacillus-polymixa-pengendali-hayati-blb-di-diy/>.Diakses pada 5 oktober, 2017.
- Aprilia N. Rares., Emmy Senewe., Guntur S.J Manengkey., Max M. Ratulangi.
2012. Efektivitas Mikroorganisme Antagonis Terhadap Penyakit Karat Putih Pada Tanaman Krisan (*Chrysanthemum Morifolium* Ramat) Di Kota Tomohon. Progam Studi Agoekoteknologi, Jurusan Hama & Penyakit Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi.
- Ash, C., Priest, F. G. & Collins, M. D. 1994. *Paenibacillus* gen. nov. and *Paenibacillus polymixa* comb. nov. In Validation of the Publication of New Names and New Combinations Previously Effectively Published Outside the IJSB. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 51(44): 513-852.
- BPS Lampung. 2012. Produksi Jagung di Lampung. Badan Pusat Statistika Lampung. Diakses tanggal 20 september 2017.
- Defago, G. 1992. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria, current status. In: 'Plant pathogenic bacteria' [M. Lemmattre, S. Freigoun, K.Rudolph and J.G. Swings] 891-894. INRA Route de st Cyr, Versailles, France.
- Dela Vega, A.P. and J.C. Silvestre. 2003. Yield loss estimate in USM var 9 due to banded leaf and sheath blight caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. Philippine Society for the Study of Nature (PSSN).
- De Meyer G, Hofte M. 1997. Salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 induces resistance to leaf infection by *Botrytis cinerea* on bean. Phytopathology 87(2):588-593.
- Duffy, B.K. & Defago G. 1999. Environmental Factor Modulating Antibiotic And Siderophore Biosynthesis by *Pseudomonas fluorescens* Biocontrol Strain. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 2429-2438
- Duijff, B.J., J.W. Meijer, P.A.H.M. Bakker, and B. Schippers, 1993. Siderophore mediate 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.
- Eken, C. and E. Demirei. 2004. Anastomosis Groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* isolate from bean. *Plant Pathology* 86(1):49-52.
- Frediansyah, A. dan Sudiana, I. 2013. Potensi *Paenibacillus* Spp. sebagai pemacu pertumbuhan tanaman pada ekosistem gambut tropis. Pusat Penelitian Biologi, Cibinong Science Center, LIPI. Widayariset, 16(2): 201–210.
- Fukui, R., H. Fukui., A. M. Alvarez. 1999. *Comparisons of Single Versus Multiple Bacterial Species on Biological Control of Anthurium Blight*. *Phytopathology* vol 89. 5: 366-372.
- Haggag WM, Mohamed HALA. 2007. *Biotechnological Aspects of Microorganisms Used in Plant Biological Control*. *Word J Agric Sci*.3(6):771–776.
- James, W. C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Can. Plant Dis. Surv.* 51(2): 39-65.
- Kloepper, J. W. 1993. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. Auburn University. Alabama.
- Maurhofer, M., C. Hase, P. Meuwly, J.P. Metraux, and G. Defago. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrosis virus by the root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0: Influence of the *gacA* gene and of pyoverdine production. *Phytopathology* 84(2):139-146.
- Mila, N.R. 2012. Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *CEFARS : Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 3(2).
- 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.
- Nuryanto, 2010. Hubungan Antara Inokulum awal Patogen Dengan Perkembangan Penyakit Hawar Upih Pada Padi Varietas Ciherang. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 16(2): 55–61.
- Prasetyo G. 2017. Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* Terhadap Keparahan Penyakit Karat Dan Hawar Daun Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Var. *Saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(2): 102-108.
- Rahayu M, 2011. Keefektifan Agens Hayati *Pseudomonas fluorescens* Dan

Ekstrak Daun Sirih Terhadap Penyakit Bakteri Pustul *Xanthomonas axonopodis* Pada Kedelai. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Balitkabi Malang, 15 November 2011.

- Rao, N. S. Subba . 1994 Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman Jakarta : Universitas Indonesia.
- Rukmana, R. 1997. *Usaha Tani Jagung*. Kanisius. Yogyakarta. Hlm 30-37.
- Soenartiningih, 2015. Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelelepah pada Tanaman Jagung dan Sorgum dengan Komponen Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros, Sulawesi Selatan.
- Semangun, H. 2008. Penyakit Tanaman Pangan Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sheela, T. dan Usharani. 2013. Colonization Of Exopolysaccharide Producing *Paenibacillus polymyxa* On Maize (*Zea mays* L.) Roots For Enhancing esistance Against Root Rot Disease. Department Of Microbiology Faculty Of Science Annamalai University, Chidambaram, Cuddalore District Tamil Nadu.
- Soesanto L., Mugiastuti E., Rahayuniati RE., 2010. Kajian Mekanisme Antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 Terhadap *Fusarium oxysporum* F.Sp. Lycopersici Pada Tanaman Tomat In Vivo. J. HPT Tropika. 10(2): 108 – 115, September 2010.
- Sudjono, M.S. 1995. Effectiveness of antagonists against sheath blight and ear rot caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. Konges nasional XII dan Seminar PFI. Yogyakarta: 6-8 September 1995.
- Supit, A. 2011. Impor jagung tahun ini naik. www.bisnis.com/ekonomi/Perdagangan/19701-impor-jagung-tahun-ini-naik. Diakses pada 3 April 2015.
- Suprpto. dan Marzuki, R. 2002. Bertanam Jagung Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta. Hlm 1-10.
- 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), 2006.
- Syafruddin. 2002. Fisiologi Efisiensi Hara P Pada Tanaman Jagung dalam Kondisi Cekaman Aluminium. Tesis. Pasca Sarjana IPB.

- Tarek, A. and A. Moussa. 2002. Studies on biological control of sugar beet pathogen *Rhizoctonia solani*. Biological Sciences 2(12):801-804.
- Timmusk, S. 2003 Mechanisem Of Action Of The Plant Gowth Promoting Bacterium *Paenibacillus polymixa*. Acta universitas tisupsaliensis.
- Tobing, M.P.L, Ginting, O. Ginting, S. & R.K Damanik, 1995. Agonomi Tanaman Makanan I. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Warisno. 1998. *Budidaya Jagung Hibrida*. Kanisius. Yogyakarta.