

**APLIKASI AGENS HAYATI DALAM MENEKAN  
PERKEMBANGAN PENYAKIT HAWAR DAUN KENTANG  
*Phytophthora infestans* DAN LAYU BAKTERI *Ralstonia  
solanacearum***

Oleh:

**ANI MINARNI**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2016**

**APLIKASI AGENS HAYATI DALAM MENEKAN  
PERKEMBANGAN PENYAKIT HAWAR DAUN KENTANG  
*Phytophthora infestans* DAN LAYU BAKTERI *Ralstonia  
solanacearum***

**OLEH:**

**ANI MINARNI**

**125040200111050**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA PENYAKIT DAN TUMBUHAN**

**MALANG**

**2016**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang jelas ditunjukkan rujukkannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Malang, Juli 2016

Ani Minarni

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Aplikasi Agens Hayati dalam Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Kentang *Phytophthora infestans* dan Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Nama Mahasiswa : Ani Minarni

NIM : 125040200111050

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Penyakit

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.  
NIP. 19550821 198002 1 002

Restu Rizkyta Kusuma, SP. MSc.  
NIK. 2014 09880504 2 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

### MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Gatot Mudjiono  
NIP. 19520125 197903 1 001

Penguji II

Restu Rizkyta Kusuma, SP. MP.  
NIK. 2014 09880504 2 001

Penguji III

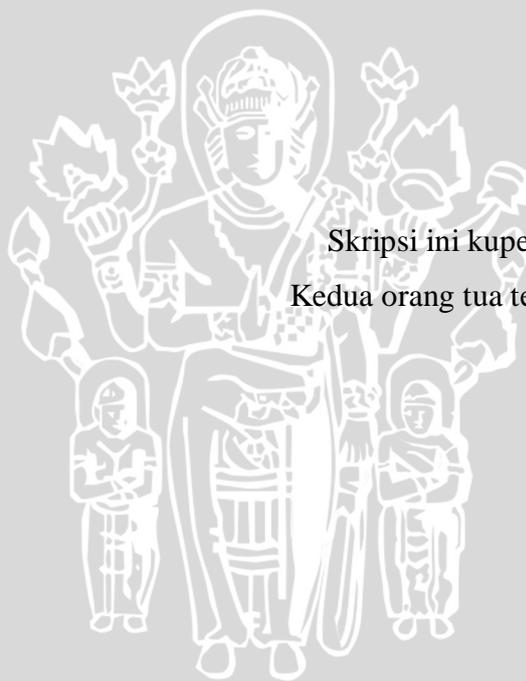
Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.  
NIP. 19550821 198002 1 002

Penguji IV

Luqman Qurata Aini, SP. M. Si. Ph. D.  
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Skripsi ini kupersembahkan untuk  
Kedua orang tua tercinta serta Kakak  
dan Adikku  
tersayang

## RINGKASAN

**Ani Minarni. 125040200111050. Aplikasi Agens Hayati dalam Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Kentang *Phytophthora Infestans* dan Layu Bakteri *Ralstonia Solanacearum*. Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. Sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Restu Rizkyta Kusuma, SP. MSc. Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.**

Tanaman kentang adalah tanaman hortikultura yang dibudidayakan oleh petani Indonesia pada wilayah dataran tinggi. Produksi tanaman kentang di Indonesia selama tahun 2013 sampai 2014 mengalami penurunan hasil produksi sebesar 87.85%. Patogen yang sering menyerang tanaman kentang dan menyebabkan kerugian yang cukup besar adalah jamur *Phytophthora infestans* penyebab penyakit hawar daun dan bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri. Mikroba *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma* sp., mikoriza dan konsorsium merupakan mikroba dari jenis bakteri dan jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh agens hayati terhadap pertumbuhan tanaman dan penekanan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh patogen *P. infestans* serta penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh patogen *R. solanacearum*.

Penelitian dilaksanakan di Dusun Dadapan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur dan Laboratorium Penyakit, Sub Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan November 2015 hingga Juni 2016. Penelitian terdiri dari beberapa tahapan: (1) Persiapan lahan dan penanaman (2) aplikasi agens hayati dan perawatan tanaman (3) pengamatan parameter pertumbuhan (4) identifikasi patogen.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa aplikasi agens hayati berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, akan tetapi tidak pada jumlah daun. Agens hayati tunggal *B. subtilis* menunjukkan pengaruh yang lebih signifikan terhadap rerata tinggi tanaman yaitu pada 56 hari setelah tanam mencapai 50.05 cm, dibandingkan perlakuan kontrol yang menunjukkan tinggi tanaman 29.33 cm. Aplikasi agens hayati terhadap penekanan penyakit hawar daun dan layu bakteri tidak menunjukkan pengaruh nyata. Pengaruh aplikasi agens hayati menunjukkan pengaruh nyata pada efektivitas pengendalian penyakit hawar daun, akan tetapi tidak pada penyakit layu bakteri. Efektivitas pengendalian penyakit hawar daun dengan jenis perlakuan konsorsium mikroba merupakan perlakuan dengan nilai efektivitas yang lebih signifikan yaitu sebesar 58.33%. Hasil identifikasi penyakit hawar daun di lapang yang kemudian dibiakkan pada media *Carrot Agar* menunjukkan kenampakan makroskopis koloni *P. infestans* berwarna putih krem, menghasilkan miselium udara, bentuk tepi koloni tidak beraturan. Hasil kenampakan mikroskopis menunjukkan hifa berwarna hialin, aseptat, psorangia berbentuk bulat lonjong dan memiliki 4-5 sporangiofora. Hasil identifikasi penyakit layu bakteri menunjukkan kesesuaian dengan tumbuhnya koloni bakteri berwarna merah pada media TTC, sehingga dapat dipastikan bahwa tanaman dengan gejala layu dilapang merupakan tanaman yang diserang oleh patogen *R. solanacearum*.

## SUMMARY

**Ani Minarni. 125040200111050. Applications of Biological Agents in Suppressing the Development of Potato Late Blight Disease *Phytophthora infestans* and Bacterial Wilt Disease *Ralstonia solanacearum*. Supervised by Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. as main supervisor dan Restu Rizkyta Kusuma, SP. MSc. as companion supervisor.**

---

Potato plants are horticultural crops which are cultivated by farmers in the highland region of Indonesia. Potato crop production in Indonesia during 2013 to 2014 decreased production yield of 87.85%. Pathogens often attack the potato crop and caused a considerable loss are *Phytophthora infestans* fungus causes late blight and *Ralstonia solanacearum* causes bacterial wilt disease. Late blight and bacterial wilt are important diseases of potato. *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma* sp., and mycorrhizal are kinds of microbial bacteria and fungi are used as biological agents. The purpose of this study was to determine the effect of growth and suppression biological agent through leaves which are blight disease caused by the pathogen *P. infestans* as well as bacterial wilt disease caused by pathogen *R. solanacearum*.

Research conducted at the Dadapan Hamlet, Village Pandanrejo, Bumiaji, Batu, East Java and Disease Laboratory, Laboratory of Bacteriology and Mycology Sub Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang. Implementation of the study began from November 2015 to June 2016. The study consists of several stages: (1) Land preparation and planting (2) the application of biological agents and care of plants (3) observation of the growth parameters (4) identification of the pathogens.

The results of data analysis showed that the application of biological agents took effect on the growth of plant height, but not on the number of leaves. Single biological agents of *B. subtilis* shows a more significant effect on the average plant height at 56 days after planting reached 50.05 cm, compared to the control treatment that shows plant height 29.33 cm. Application of biological agents against suppression late blight and bacterial wilt not indicate any real effect. Effect of application of biological agents showed a real influence on the effectiveness of controlling late blight, but not to the bacterial wilt disease. Effectiveness of control late blight disease with type of treatment using microbial consortia is treatment with more effective value significantly by 58.33%. The results of the identification of late blight in the field were then cultured in media Carrot Agar showed that the macroscopic appearance of colonies of *P. infestans* is creamy white, aerial mycelium produces, forms of the edge of colonies was irregular. The results showed that the microscopic appearance of colored hyphae hyaline, aseptate, psorangia sized oval and had 4-5 sporangiofora. The identification of the bacterial wilt that demonstrate conformity with the growth of bacterial colonies that grow on the red TTC media, so it can be ascertained that the plants with symptoms of wilting in the field is a plant that is attacked by pathogen *Ralstonia solanacearum*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan kemudahan yang selalu diberikan kepada hamba-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Aplikasi Agens Hayati dalam Menekan Perkembangan Penyakit Hawar Daun Kentang *Phytophthora infestans* dan Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum*”.

Kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. dan Restu Rizkyta Kusuma SP, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan kepada penulis selama proses pembuatan skripsi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Gatot Mudjiono dan Luqman Qurata Aini, SP. M. Si. Ph. D. selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis.
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Kedua orang tua tercinta Bapak Uri Mashuri dan Ibu Kartini, serta kakak dan adik (Lina S., Lisma N., Deni S., Rumiati, dan Rio S. L.) yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan dan do'a.
4. N. Lala L., Khurrotu A., Vindy R., Uswatun N. H., A. Faisal Akbar, Francilya D., Kristyaphine S. R. A., Fanni I. W. dan Mbak Khoirun Enisa sebagai sahabat yang selalu memberikan bantuan dan masukan selama masa kuliah.
5. Teman-teman Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan angkatan 2012.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2015

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandung pada tanggal 23 September 1993 sebagai putri kelima dari 5 bersaudara dari pasangan Bapak Uri Mashuri dan Ibu Kartini. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Cisarongge pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Cililin pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2009. Tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di MAN Cililin. Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN Tulis.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Botani pada tahun 2013 dan Manajemen Hama Penyakit Terpadu pada tahun 2015. Penulis pernah aktif mengikuti organisasi PRISMA (Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa) sebagai staff divisi kesekretariatan selama periode 2013-2014. Penulis juga pernah aktif dalam kepanitiaan LKTI (Lomba Karya Tulis Ilmiah) pada tahun 2013 dan 2014.

## DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Agens Hayati.....	4
2.1.1 <i>Trichoderma</i> sp.....	5
2.1.2 Mikoriza .....	6
2.1.3 <i>Bacillus subtilis</i> .....	7
2.1.4 <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	8
2.2 Penyakit Hawar Daun Kentang.....	9
2.3 Penyakit Layu Bakteri.....	11
III. METODE PENELITIAN .....	13
3.1 Tempat dan Waktu .....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Rancangan Penelitian .....	14
3.4 Pelaksanaan Percobaan.....	15
3.4.1 Persiapan Lahan dan Penanaman.....	15
3.4.2 Aplikasi .....	15
3.4.3 Pemeliharaan Tanaman .....	15
3.4.3 Pengamatan Percobaan .....	16
3.5 Analisis Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	20
4.1 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang.....	20
4.1.1 Tinggi Tanaman.....	20
4.1.2 Jumlah Daun.....	22
4.2 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman Kentang .....	23
4.2.1 Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun .....	23
4.2.2 Kejadian Penyakit Layu Bakteri ( <i>R solanacearum</i> ) .....	25
4.2.3 Efektivitas Pengendalian Penyakit .....	26
4.3 Identifikasi Penyakit.....	28
4.3.1 Patogen <i>Phytophthora infestans</i> .....	28
4.3.2 Patogen <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	30

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 32  
5.1 Kesimpulan..... 32  
5.2 Saran..... 32  
DAFTAR PUSTAKA ..... 33  
LAMPIRAN ..... 41



**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Aplikasi Agens Hayat .....	14
2.	Skala Kerusakan Tanaman .....	16
3.	Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Tinggi Tanaman Kentang.....	20
4.	Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Jumlah Daun Tanaman Kentang .....	22
5.	Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun .....	23
6.	Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Kejadian Penyakit Layu Bakteri.....	25
7.	Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Efektivitas Pengendalian Penyakit .....	26

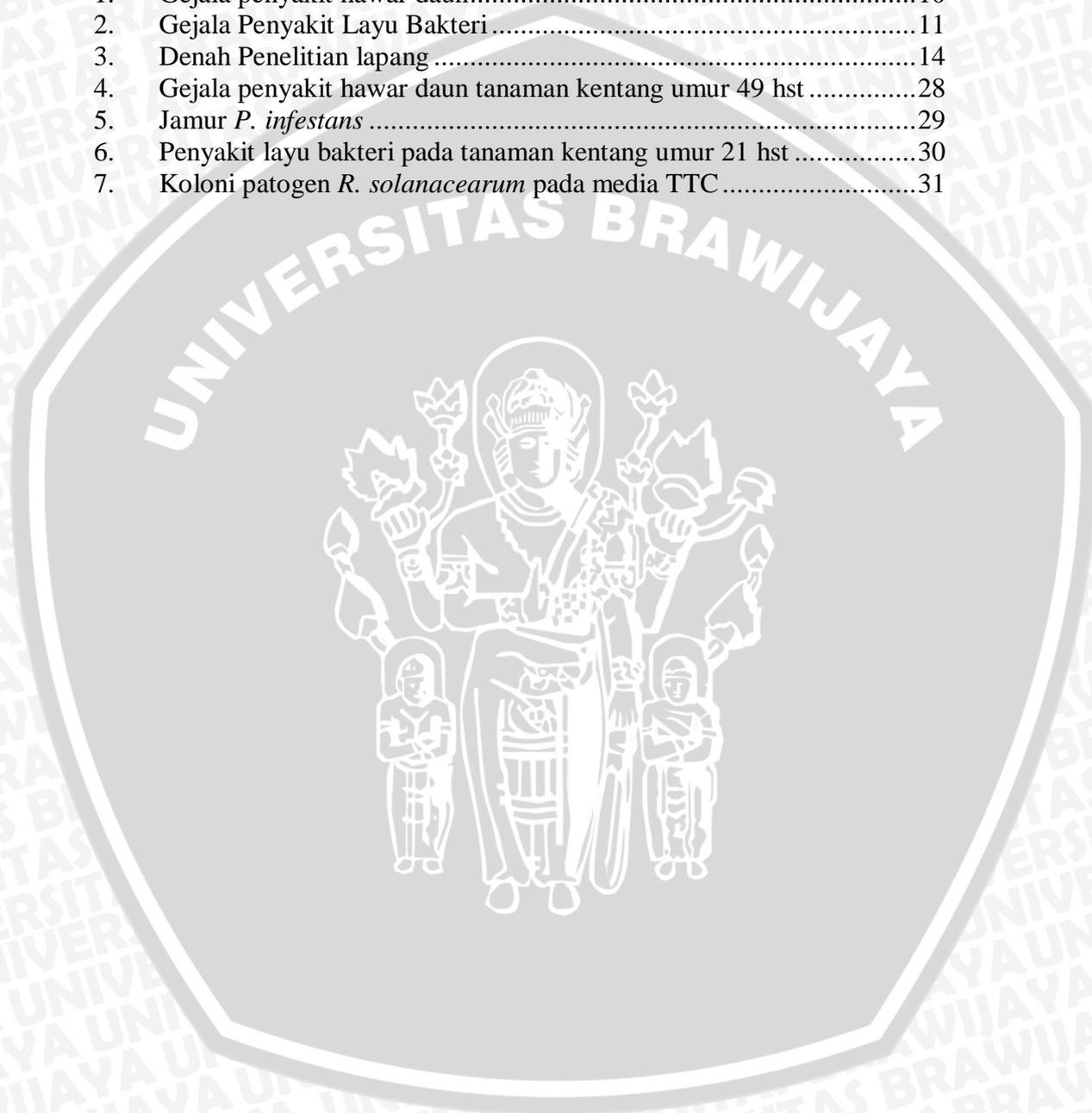
**LAMPIRAN TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang.....	41
2.	Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Kentang.....	42
3.	Analisis Ragam Intensitas Penyakit Hawar Daun.....	43
4.	Analisis Ragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri.....	44
5.	Analisis Ragam Efektivitas Pengendalian Penyakit .....	46
6.	Data Iklim Bulan November-Desember .....	47



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gejala penyakit hawar daun.....	10
2.	Gejala Penyakit Layu Bakteri.....	11
3.	Denah Penelitian lapang.....	14
4.	Gejala penyakit hawar daun tanaman kentang umur 49 hst.....	28
5.	Jamur <i>P. infestans</i> .....	29
6.	Penyakit layu bakteri pada tanaman kentang umur 21 hst.....	30
7.	Koloni patogen <i>R. solanacearum</i> pada media TTC.....	31



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kentang adalah salah satu tanaman hortikultura berbentuk perdu yang banyak dibudidayakan oleh petani Indonesia pada wilayah dataran tinggi. Di dunia, kentang termasuk dalam komoditi unggulan keempat setelah gandum, jagung dan beras yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi bagi manusia sebagai bahan pangan (Tantowijoyo dan Fliert., 2006). Umbi kentang adalah bagian tanaman yang diproduksi sebagai bahan pangan masyarakat. Kentang memiliki kandungan karbohidrat rendah kalori dengan tekstur yang mudah dicerna sehingga baik bagi kesehatan manusia. Selain itu kebutuhan harian akan vitamin C dapat terpenuhi apabila kentang dikonsumsi sebanyak 100 gram per hari (Zulkarnain, 2013).

Produksi tanaman kentang di Indonesia selama tahun 2013 sampai 2014 mengalami penurunan hasil produksi sebesar 87.85% dari 1.124.282 ton menjadi 136.541 ton (BPS, 2014). Salah satu penyebab penurunan produksi tanaman kentang dapat terjadi akibat serangan oleh organisme pengganggu tanaman (OPT). Populasi OPT dapat meningkat diakibatkan oleh penggunaan bahan agrokimia secara tidak bijaksana dalam proses budidaya tanaman kentang. Selain itu, syarat tumbuh tanaman kentang yang menghendaki wilayah dataran tinggi menyebabkan penyakit tanaman kentang menjadi masalah utama dalam budidaya. Kondisi dataran tinggi dengan suhu rendah dan kelembaban yang tinggi menyebabkan perkembangan penyakit tanaman kentang lebih pesat (Baihaqi *et al.*, 2013).

Penyakit penting pada tanaman kentang yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar diantaranya adalah hawar daun dan layu bakteri. Penyakit hawar daun disebabkan oleh jamur patogen *Phytophthora infestans*, sedangkan penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri patogen *Ralstonia solanacearum*. Penurunan hasil produksi yang disebabkan oleh penyakit hawar daun dapat mencapai 90% pada daerah endemik, sedangkan penyakit layu bakteri dapat menurunkan hasil produksi tanaman kentang sebanyak 50% (Sastrahidayat, 2013).

Agens hayati merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk penekanan perkembangan penyakit tanaman kentang. Agens hayati dalam ilmu penyakit tumbuhan diistilahkan sebagai mikroba antagonis yang memiliki kemampuan untuk menekan tingkat serangan penyakit yang disebabkan oleh patogen tertentu (Pal dan Gardener, 2006). *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*, merupakan mikroba jenis bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati (Rytter *et al.* 1989; Couillerot *et al.*, 2009). *Trichoderma* sp. dan mikoriza merupakan mikroba jenis jamur yang juga dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati (Baihaqi *et al.*, 2013; Rai, 2001). Gabungan dari mikroba berupa agens hayati *B. subtilis*, *P. fluorescens*, dan *Trichoderma* sp., yang dikenal sebagai konsorsium mikroba juga memiliki peran sebagai agens hayati (Silaban *et al.*, 2015).

Agens hayati jenis *B. subtilis* diketahui mampu menekan penyakit layu bakteri dan hawar daun kentang berturut-turut sebanyak 66,2% dan 44% (Aliye *et al.*, 2008; Grades, 2012). Bakteri *P. fluorescens* mampu menekan penyakit layu bakteri sebesar 82,7% (Aliyea *et al.*, 2008). *Trichoderma harzianum* mampu menekan penyakit layu bakteri sebesar 63-77% dan *Trichoderma viride* mampu menekan penyakit hawar daun kentang hampir setara dengan aplikasi fungisida Mancozeb (Hersanti *et al.*, 2009; Zegeye *et al.*, 2011). Mikoriza arbuskular selain sebagai penambat unsur P, juga diketahui dapat menekan pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum*, *Rosellina necatrix*, *Rhizoctonia solani* dan *Phytophthora ultimum* (Cruz *et al.*, 2011). Konsorsium mikroba diketahui mampu menekan kejadian penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai (Silaban, 2015).

Penelitian aplikasi agens hayati pada tanaman budidaya telah banyak dilakukan secara *in vivo* di dalam rumah kaca dan secara signifikan mampu menekan pertumbuhan patogen (Elad, 1980; Zegeye *et al.*, 2009; Silaban *et al.*, 2015). Diharapkan dengan penelitian ini mampu menjadikan agens hayati sebagai salah satu komponen dalam pengendalian penyakit hawar daun dan layu bakteri secara terpadu. Sehingga Agens hayati mampu memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan tanaman maupun tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun dan layu bakteri.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh aplikasi agens hayati terhadap pertumbuhan tanaman dan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh patogen *P. infestans* serta penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh patogen *R. solanacearum* pada tanaman kentang yang ditanam pada kondisi lahan.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas agens hayati terhadap pertumbuhan tanaman kentang dan penekanan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh patogen *P. infestans* serta penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh patogen *R. solanacearum*.

## 1.4 Hipotesis

Aplikasi konsorsium mikroba memiliki pengaruh efektivitas tertinggi terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman dan penekanan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh patogen *P. infestans* serta penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh patogen *R. solanacearum* dibandingkan dengan perlakuan agens hayati secara tunggal.

## 1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dan rekomendasi kepada masyarakat bahwa agens hayati dapat menjadi salah satu komponen pengendalian penyakit secara terpadu dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur patogen *P. infestans* dan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri patogen *R. solanacearum*, selain dengan menggunakan pestisida kimia.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Agens Hayati

Agens hayati adalah organisme baik berupa jamur, bakteri, nematoda, protozoa dan virus yang mampu mengendalikan patogen penyakit pada tanaman (Yudiarti, 2002). Agens hayati dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia (Fravel, 2005). Pengendalian penyakit tanaman dengan menggunakan agens hayati memiliki dampak baik bagi kualitas lingkungan karena penggunaan input bahan kimia dapat dikurangi, sehingga pencemaran lingkungan dapat ditekan dan tidak akan menimbulkan ledakan organisme pengganggu tanaman (Nurhayati, 2011).

Agens hayati memiliki sifat antagonis terhadap patogen tanaman. Sifat antagonis yang dimunculkan oleh agens hayati adalah dengan adanya pengeluaran senyawa antibiotik tertentu untuk menekan pertumbuhan patogen (Baker dan Snyder, 1995). Beberapa senyawa kimia yang dihasilkan jamur sebagai antibiotik dalam tanah antara lain adalah penisilin, streptomisin, kanamisin, tetrasiklin, dan daptomycin (Kubicek *et al.*, 2001). Antibiotik yang dihasilkan dapat berperan dalam merusak membran sel, memberikan efek penghambatan pada ribosom ataupun bagian sel lainnya (Reid *et al.*, 2002).

*Trichoderma* sp., *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* merupakan mikroorganisme dengan peran sebagai agens hayati yang aman bagi manusia dan lingkungan (Supriadi, 2006). Mikoriza arbuskular selain dapat membantu penyerapan unsur hara dan air dalam tanah (Jeffries dan Barea, 1994), juga dapat memberikan pertahanan kepada tanaman terhadap serangan penyakit, hal ini dikarenakan perakaran tanaman yang terinfeksi oleh mikoriza arbuskular akan lebih responsif terhadap serangan patogen (Azcon dan Barea 1996). Konsorsium mikroba sebagai agens hayati kombinasi organisme antagonis dari mikroba *B.subtilis.*, *P. fluorescens*, Peserta *Trichoderma* sp. diketahui mampu berperan sebagai agens hayati dalam mengendalikan penyakit tanaman (Silaban *et al.*, 2015).

### 2.1.1 *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. merupakan jamur yang mampu hidup, bersaing dan bertahan baik dalam tanah, kayu yang sedang terdegradasi maupun dari bentuk lain bahan organik tanaman. Sebagian besar jamur *Trichoderma* diklasifikasikan sebagai jamur tidak sempurna, karena selama siklus hidup jamur tersebut tidak diketahui adanya tahap seksual (Howell, 2003). Potensi *Trichoderma* sp. sebagai agen biokontrol penyakit tanaman diketahui pada awal tahun 1930-an (Weindling, 1932). *Trichoderma* sp. menginfeksi jaringan perakaran tanaman, akan tetapi memiliki sifat avirulen sehingga tidak menyebabkan tanaman sakit. Keberadaan *Trichoderma* sp. memberikan kemampuan pada tanaman untuk menginduksi senyawa trepenoid phytoalexin yang memiliki aktivitas antimikroba sehingga mampu menekan serangan patogen (Harman *et al.*, 2004).

Di dalam tanah, *Trichoderma* sp. akan mendeteksi keberadaan jamur lain yang merupakan inangnya. Sebelum melakukan kontak secara langsung dengan inang, *Trichoderma* sp. mengeluarkan sedikit enzim eksokitinase dan akan bersatu dengan senyawa oligomer yang dihasilkan dari katalisis dinding sel inang. Hasil dari penyatuan dua senyawa ini akan menginduksi ekspresi fungitoksik endokitinase yang mampu memecah senyawa polisakarida, kitin dan  $\beta$ -glucans sehingga mendegradasi dinding sel sebelum adanya kontak (Metcalf dan Wilson, 2001). Setelah senyawa ini merusak lapisan dinding sel inang, maka *Trichoderma* sp. akan bebas berpenetrasi. Penetrasi dilakukan dengan cara pelilitan hifa ke inang, setelah itu akan dimulai pembentukan apresorium di permukaan inang (Harman *et al.*, 2004).

*Trichoderma virens* diketahui memiliki senyawa antibiotik berupa gliovirin yang secara kuat mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Pythium ultimum* dan *Phytophthora* sp. (Howell dan Stipanovic, 1983). *T. virens* juga mampu mengeluarkan senyawa antibiotik lainnya berupa glikotksin yang mampu menekan pertumbuhan *Rizoctonia solani* (Wilhite dan Straney, 1996). Selain itu, *Trichoderma* sp. juga diketahui berpotensi sebagai agens hayati untuk menekan penyakit busuk pucuk vanili yang disebabkan oleh patogen *Phytophthora capsici* (Taufiq, 2012).

### 2.1.2 Mikoriza

Mikoriza merupakan jamur yang berasosiasi dengan perakaran tanaman (Linderman, 1994). Mikoriza dapat meningkatkan pasokan air dan hara pada tanaman, seperti fosfat dan nitrogen. Sebagai gantinya tanaman memberikan pasokan karbon pada mikoriza mencapai 20%. Sebanyak 80-90% spesies diantaranya memiliki hubungan simbiosis mutualisme dengan Mikoriza arbuskular (Wang dan Qiu., 2006). Mikoriza arbuskular merupakan jamur yang dapat membantu tanaman pada saat menghadapi kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Mikoriza juga dapat melindungi tanaman dari serangan patogen, membantu tanaman pada saat terjadi kekeringan dan menjaga salinitas tanah agar tetap stabil (Putten, 2003; Lozano 2012).

Struktur arbuskular merupakan bagian jamur yang menjadikan ciri khas pada jamur mikoriza arbuskular. Struktur ini terbentuk di dalam sel kortikal akar dengan cabang-cabang hifa yang sangat tipis. Strigolactones merupakan hormon yang dikeluarkan oleh perakaran tanaman untuk merangsang metabolisme dan percabangan dari jamur. Kegiatan hormonal tersebut dilakukan bersamaan dengan jamur yang mengeluarkan molekul sinyal sehingga memicu respon pertukaran nutrisi antara jamur dan perakaran tanaman. Bagian jamur yang tumbuh di dalam perakaran tanaman disebut hifa intraradikal dan hifa yang tumbuh di bagian luar perakaran menuju tanah disebut hifa ekstraradikal (Parniske, 2008).

Siklus hidup dari jamur mikoriza arbuskular yang mengacu pada genus *Glomus* pada tahapan pertama adalah perkecambahan spora yang dapat terjadi selama beberapa hari sampai dengan 6 bulan, hal ini tergantung ada viabilitas spora dari jamur. Perkecambahan diperlihatkan dengan terbentuknya tabung kecambah (*germ tube*). Tahapan kedua adalah pra-simbiosis miselium, yaitu tumbuhnya tabung kecambah sampai dengan terjadinya kontak antara hifa dengan perakaran tanaman yang dapat terjadi selama satu atau beberapa minggu. Tahapan ketiga adalah koneksi akar inang, yaitu terjadinya penetrasi apresorium jamur ke perakaran tanaman inang dengan waktu yang dibutuhkan lebih kurang selama 36 jam. Tahapan terakhir adalah simbiosis dimana dapat terbentuk miselium intraradikal, ekstraradikal dan spora pada perakaran tanaman (Dalpé *et al.*, 2005).

### 2.1.3 *Bacillus subtilis*

Mikroba *B. subtilis* merupakan bakteri saprofit yang dapat hidup pada tanah, air, udara dan bahan organik yang telah terdekomposisi. Bakteri *B. subtilis* diketahui dapat hidup pada lingkungan aerob dan juga dapat berperilaku sebagai anaerob fakultatif apabila konsentrasi oksigen disekitar tempat hidupnya rendah (Nakano dan Hullet, 1997). Penggunaan nutrisi yang berasal dari perakaran atau daun yang tumbuh pada tanaman akan memunculkan kolonisasi dari bakteri *B. subtilis* pada daerah tersebut. Sebagai gantinya koloni bakteri *B. subtilis* akan memberikan proteksi terhadap infeksi serangan patogen tanaman dengan cara mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme pertahanan yang digunakan dapat berupa kompetisi untuk mendapatkan nutrisi, memproduksi senyawa inhibitor alelochemical, dan memberikan induksi resistensi sistemik pada tanaman inang (Cawoy *et al.*, 2011).

Bakteri *B. subtilis* diketahui mampu mengendalikan beberapa patogen tanaman antara lain *Alternaria solani*, *Oidium neolycopersici*, *Cladosporium fulvum* dan *Phytophthora infestans* (Grades, 2012). Bakteri *B. subtilis* juga memfasilitasi penyebaran kolonisasi di daerah perakaran sebagai simulator imun yang mampu memperkuat ketahanan tanaman inang resisten potensial, sehingga tidak mudah untuk terserang patogen. Lipopeptida merupakan kunci dari interaksi mutualistik *B. subtilis* dengan tanaman inang dengan menstimulasi mekanisme pertahanan (Ongena dan Jacques, 2008).

Pembentukan endospora rhizobacterium *B. subtilis* mampu memproduksi lebih dari dua lusin jenis senyawa antibiotik, baik yang disintesis di dalam ribosom maupun yang disintesis di luar ribosom. Bakteri *B. subtilis* menghasilkan kelas antibiotik berupa lipopeptida yang dapat menghambat atau mengurangi laju pertumbuhan mikroorganisme lain seperti patogen tanaman. Antibiotik yang dihasilkan oleh akan berbeda-beda tergantung pada strain yang dimiliki oleh masing-masing bakteri *B. subtilis* (Stein, 2005). Antibiotik yang umum dihasilkan oleh kebanyakan strain adalah subtilosin, surfactin dan bacylisin. Akan tetapi senyawa antibiotik yang bersifat spesifik strain adalah lantibiotics subtilin, ericin, dan mersacidin (Hofemeister, 2004).

#### 2.1.4 *Pseudomonas fluorescens*

Mikroba *P. fluorescens* merupakan bakteri dengan pigmen hijau kuning bergram negatif dengan bentuk batang, flagel polar, dan bersifat aerob (Haas *et al.*, 2005). Bakteri *P. fluorescens* diketahui sebagai agens antagonis yang dapat melindungi tanaman dari patogen tanah melalui kompetisi nutrisi dengan cara memproduksi senyawa antimikroba atau dengan memunculkan respon imun sistemik terhadap patogen (Lugtenberg *et al.*, 2009). Kolonisasi *P. fluorescens* pada tanaman berada pada bagian permukaan perakaran tanaman yang kemudian membentuk mikrokoloni diantara sel-sel epidermis dan korteks (Duijff, 1997). Bakteri *P. fluorescens* memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dengan cara menekan pertumbuhan lebih dari satu jenis patogen seperti *Phytium* spp., *Fusarium oxysporum*, dan *Rhizoctonia solani* (Haas dan Defago, 2005).

Produksi siderephore oleh *P. fluorescens* diketahui mampu melindungi tanaman kentang dari patogen tanaman karena pada beberapa jenis strain mampu memproduksi senyawa antibiotik (Geels and Schippers, 1983). Produksi siderephore di dalam tanah akan tergantung kepada jenis tanah yang dijadikan tempat hidup *P. fluorescens*. Akan tetapi, dengan perkembangan bioteknologi maka dilakukan pembentukan strain baru yang menjadikan *P. fluorescens* mampu memproduksi siderephore diberbagai jenis tanah (O'Sullivan *et al.*, 1990).

Bakteri *P. fluorescens* mampu mendegradasi sejumlah besar senyawa organik, berinteraksi dengan tanaman dan berasosiasi dalam rizosfer yang bersifat menguntungkan di bidang pertanian dan sebagian lainnya bersifat patogen. Bakteri *P. fluorescens* banyak menguntungkan tanaman secara langsung, yaitu dengan memacu pertumbuhan dan meningkatkan kesehatan tanaman. Secara tidak langsung yaitu melalui penghambatan atau kompetisi dengan patogen dan parasit (Loccoz and Defago, 2004). Mekanisme *P. fluorescens* dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen tanaman diantaranya dengan menghasilkan bacitracin, chloromycetin, tyrothricin (Nesmith dan Jenkins, 1979). Bakteri *P. fluorescens* juga dilaporkan menghasilkan senyawa antibiotik antara lain bakteriosin, pioluteorin, dan pirolnitrin, fenazin 2-4-diasetil floroglusinol (Dwivedi dan Johri, 2003).

## 2.2 Penyakit Hawar Daun Kentang

Hawar daun kentang merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen *P. infestans*. Penyakit hawar daun adalah penyakit paling merusak tanaman kentang di dunia, karena pada abad ke 16 tanaman kentang yang dibudidayakan di Irlandia mengalami kerusakan parah dan tidak dapat menghasilkan umbi. Akibat dari kejadian ini lebih kurang sebanyak satu juta masyarakat Irlandia meninggal akibat kelaparan dan sebagian lainnya mengungsi ke daerah Amerika. Kejadian ini dikenal dengan istilah Irish famine (Agrios, 2005).

Patogen *P. infestans* termasuk jamur semu berupa saproba fakultatif yang kegiatan hidupnya menyerang tanaman inang yang masih hidup kemudian melanjutkan pertumbuhannya pada jaringan mati. Klasifikasi jamur *P. infestans* adalah kerajaan: Stramenophila, Filum: Oomycota, Kelas: Oomycetes, Marga: *Phytophthora* dan jenis: *Phytophthora infestans* (Abadi, 2000). Siklus hidup *P. infestans* dari mulai spora sampai muncul gejala dan menghasilkan spora baru adalah selama 4-5 hari. *P. infestans* akan mudah menginfeksi daun kentang dalam kondisi lembab selama 4-5 jam pada suhu 15-20°C. Waktu perkecambahan *P. infestans* dapat terjadi selama lebih kurang 3 jam setelah terjadi inokulasi dan dalam waktu 24 jam setelah daun terinfeksi *P. infestans* maka patogen akan memproduksi miselia putih (Soytong dan Ratanacherdchai, 2005).

Reproduksi patogen *P. infestans* dapat terjadi dengan dua cara yaitu secara aseksual dengan menghasilkan zoospore dan secara seksual berupa oospora. Pembentukan oospora terjadi apabila pada saat ada perkawinan silang antara *P. infestans* yang memiliki tipe perkawinan berbeda (Purwanti, 2002). Oospora *P. infestans* dapat bertahan di dalam tanah selama beberapa musim meskipun kondisi lingkungan sedang tidak menguntungkan (Soytong dan Ratanacherdchai, 2005). Penyebaran patogen *P. infestans* dapat terjadi dengan adanya angin atau hujan. Saat terjadi hujan, sporangia ikut terbawa oleh percikan air dan masuk ke dalam tanah sehingga dapat berkecambah dan menembus permukaan umbi kentang. Miselium yang tumbuh di dalam umbi akan membentuk haustoria ke dalam sel (Agrios, 2005).

Bagian tanaman yang dirusak oleh patogen *P. infestans* adalah daun, batang dan umbi. Patogen *P. infestans* akan bertahan pada umbi yang telah dibawa ke gudang penyimpanan, apabila pada saat proses pemanenan di lahan telah terinfeksi (Agrios, 2005). Kerusakan akan terus terjadi apabila kondisi lingkungan menguntungkan, terutama pada kondisi berembun. Sporangia dan sporangiofora pada bagian bawah permukaan daun akan terus menyebabkan lesi yang tidak teratur sehingga menyebabkan klorosis dengan diperlihatkan dari perubahan warna daun menjadi coklat secara keseluruhan dan pada akhirnya daun mengering. Kerusakan pada daun ini mengakibatkan hasil fotosintesis tanaman berkurang karena kerusakan atau pengurangan jaringan yang berfotosintesis (Abadi, 2000). Gejala pada bagian batang tanaman kentang dapat dilihat dari warna batang coklat keabu-abuan sampai coklat kehitaman (Soytong dan Ratanacherdchai, 2005). Bagian umbi yang juga terinfeksi patogen *P. infestans* akan menunjukkan warna coklat berbintik-bintik pada permukaan kulit umbi (Tantowijoyo dan Fliert, 2006).



Gambar 1. Gejala Penyakit Hawar Daun (a: daun bagian permukaan atas, b: daun bagian permukaan bawah dan batang, c: umbi) (Schumann dan D'arcy, 2000)

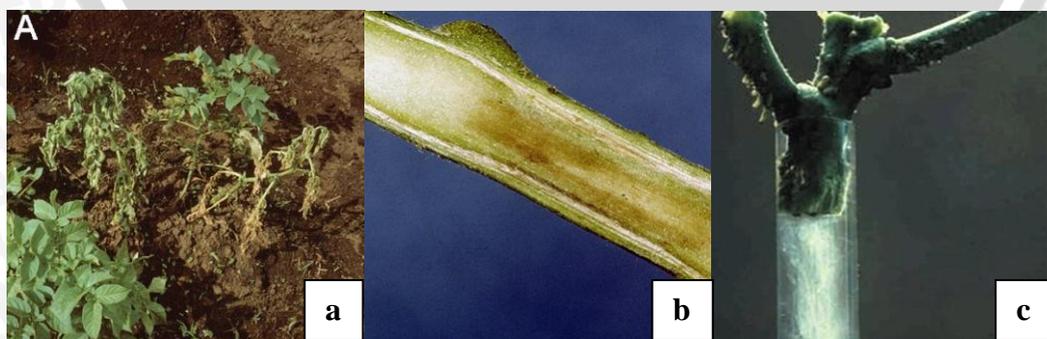
Tanaman kentang cocok dibudidayakan pada lahan dataran tinggi. Kondisi lingkungan pada daerah dataran tinggi merupakan daerah yang cukup rentan bagi tanaman kentang untuk terserang penyakit. Dimusim penghujan distribusi curah hujan pada suatu daerah akan memiliki hubungan erat dengan banyaknya keberadaan suatu penyakit, karena pada saat itu kelembaban akan relatif tinggi dan suhu menjadi rendah. Begitu juga dengan serangan penyakit hawar daun kentang yang akan terjadi secara hebat apabila kondisi lingkungan disekitar budidaya tanaman kentang memiliki intensitas hujan yang tinggi, kelembaban tinggi dan suhu yang rendah (Agrios, 2005).

### 2.3 Penyakit Layu Bakteri

Penyakit penting kedua pada tanaman kentang setelah hawar daun adalah penyakit layu bakteri (Lutaladio *et al.*, 2009). Layu bakteri adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Selain tanaman kentang, bakteri *R. solanacearum* juga dapat menyerang tanaman tomat, tembakau dan terung yaitu tanaman yang satu keluarga Solanaceae (Tantowijoyo dan Fliert, 2006). Terdapat 5 ras patogen *R. solanacearum* dan patogen ras ketiga merupakan ras yang utamanya menyerang tanaman kentang dan tomat (Meng, 2013).

Klasifikasi bakteri *R. solanacearum* adalah kerajaan: Procaryotae, Devisi: Gracilicutes, Kelas: Protobacteria, Suku: Pseudomonadaceae, Marga: *Ralstonia* dan jenis: *Ralstonia solanacearum* (Abadi, 2000). Patogen *R. solanacearum* memiliki struktur fisik dengan bentuk seperti batang dengan ukuran lebih kurang 0,5 x 1,5 mikron, tidak membentuk kapsul, bergerak dengan menggunakan satu bulu cambuk, tidak memproduksi pigmen flourecens, bersifat aerob, dan gram negatif (Duriat *et al.*, 2006).

Gejala penyakit layu bakteri pada tanaman kentang adalah daun mengalami layu yang diawali pada bagian pucuk, kemudian menyebar keseluruhan bagian tanaman (Tantowijoyo dan Fliert, 2006). Jaringan pembuluh batang dan akar berubah menjadi coklat dan apabila di tekan akan mengeluarkan eksudat bakteri berwarna keputihan (Agrios, 2005). Umbi yang terkena patogen *R. solanacearum* juga akan menunjukkan gejala bercak yang berwarna coklat sampai hitam pada bagian luar dan apabila umbi dibelah maka akan keluar eksudat bakteri dengan warna krem sampai kelabu (Duriat *et al.*, 2006).



Gambar 2. Gejala Penyakit Layu Bakteri (a: daun, b: batang dan c: masa bakteri) (Champoiseau *et al.*, 2009)

Mekanisme patogen *R. solanacearum* adalah dengan cara mengganggu transportasi makanan, nutrisi mineral dan air pada jaringan pembuluh inang. Patogen *R. solanacearum* yang menginfeksi tanaman kentang sehingga menjadi busuk, akan melepaskan diri ke dalam tanah sehingga patogen akan tersebar dan terbawa oleh aliran air tanah. Di musim yang kurang menguntungkan, *R. solanacearum* akan bertahan pada bagian tanaman yang terserang atau sisa-sisa tanaman seperti organ vegetatif tanaman atau umbi dan dapat juga bertahan di dalam tanah (Abadi, 2000).



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Dusun Dadapan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur dan Laboratorium Penyakit, Sub Laboratorium Bakteriologi dan Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan November 2015 sampai dengan Juni 2016.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian lapang meliputi cangkul, sabit, meteran, gelas ukur plastik, ember, *hand counter*, alat tulis dan alat dokumentasi kamera. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium adalah cawan Petri, penggaris, mikroskop binokuler, timbangan analitik, pipet, gelas ukur, *autoclave*, *laminar air flow cabinet* (L AFC), *microwave*, botol media 250 ml, botol media 500 ml, jarum ose, *stick L*, pisau, pinset, bunsen, korek, plastik, selotip bening, plastik *wrapping*, *object glass*, *cover glass*, kertas saring, sprayer, gunting, tabung *effendorf*, aluminium foil, kapas, kertas, tisu steril, pipet dan label.

Bahan yang digunakan selama penelitian di lapang adalah benih kentang varietas granola kembang, pupuk organik, air, jenis agens hayati *Trichoderma* sp, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, konsorsium mikroba dalam bentuk cair dengan kerapatan  $10^8$  dan mikoriza dengan kerapatan 3 spora/gr dalam bentuk granul yang diproduksi oleh jurusan hama dan penyakit tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Bahan yang digunakan selama penelitian di laboratorium adalah masa bakteri yang dari batang tanaman kentang dengan dugaan terserang patogen *R. solanacearum*, daun yang terserang patogen *Phytophthora infestans*, media biakan bakteri *Triphenyl Tetrazolium Trichloride* (TTC) yang merupakan media selektif untuk pertumbuhan bakteri *R. solanacearum*, media *Carrot Agar* (CA) sebagai media selektif bagi jamur patogen *P. infestans*, media *Nutrient Agar* (NA) sebagai media peremajaan bakteri *R. solanacearum*, *Metilen blue*, aquades, alkohol, spirtus, klorok dan sabun cair.

### 3.3 Rancangan Penelitian

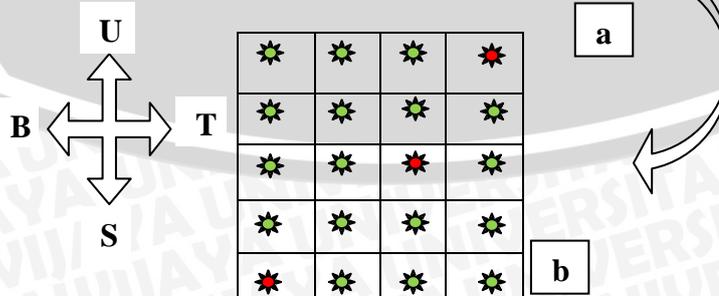
Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 6 jenis perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam rancangan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan Aplikasi Agens Hayati

No.	Kode	Perlakuan
1	P1	<i>Trichoderma sp.</i>
2	P2	<i>Bacillus subtilis</i>
3	P3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
4	P4	Mikoriza
5	P5	konsorsium ( <i>Trichoderma sp.</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescent</i> )
6	P6	Kontrol (air)

Perbandingan konsentrasi antara agens hayati dengan air adalah 12.5 ml atau satu tutup botol agens hayati dan 1 liter air sumur. Dosis yang digunakan pada perlakuan *Trichoderma sp.*, *B. subtilis*, *P. fluorescens*, konsorsium mikroba dan kontrol adalah sebanyak 30 ml per tanaman dengan cara dikocorkan pada tanah tanah dekat daerah perakaran tanaman kentang. Sedangkan perlakuan mikoriza diberikan pada tanah disaat melakukan penanaman bibit kentang dengan dosis sebanyak 12,5 gr atau ± 1 sendok makan dengan. Denah pengacakan rancangan dapat dilihat pada gambar (Gambar 3).

P6U1	P4U2	P2U3	P5U4
P5U1	P1U2	P6U3	P3U4
P4U1	P5U2	P3U3	P1U4
P3U1	P2U2	P1U3	P6U4
P2U1	P3U2	P5U3	P4U4
P1U1	P6U2	P4U3	P2U4



Gambar 3. Denah Penelitian (a: denah pengacakan dan b: warna merah sebagai sampel titik pengamatan)

### 3.4 Pelaksanaan Percobaan

#### 3.4.1 Persiapan Lahan dan Penanaman

Persiapan lahan diatur sesuai dengan rancangan acak kelompok dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan dengan jumlah keseluruhan petak percobaan adalah sebanyak 24 petak. Persiapan lahan dilakukan dengan cara pengolahan tanah sedalam  $\pm 20$  cm dengan menggunakan cangkul. Proses pengolahan lahan ini dilakukan sekaligus dengan pemupukan dasar berupa pupuk organik. Setelah pengolahan lahan, dilanjutkan dengan melakukan penanaman bibit kentang. Jarak tanam yang digunakan adalah 50 x 50 cm, dengan luas petak sebesar 3 x 2 m, sehingga terdapat sebanyak 20 lubang tanam. Jumlah bibit yang dimasukkan per lubang tanam adalah sebanyak 1 umbi bibit kentang, sehingga jumlah bibit kentang dalam setiap petak perlakuan adalah sebanyak 20 bibit.

#### 3.4.2 Aplikasi

Waktu aplikasi agens hayati dilakukan pada pagi hari dengan interval waktu 3-4 hari atau sebanyak 2 kali dalam seminggu selama 2 bulan. Akan tetapi pada perlakuan mikoriza dilakukan hanya sekali yaitu pada saat penanaman tanaman kentang. Aplikasi mikoriza dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 12,5 gr atau  $\pm 1$  sendok makan mikoriza dalam bentuk granul, kemudian dimasukkan kedalam lubang tanam bersamaan dengan penanaman bibit kentang.

#### 3.4.3 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman kentang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman, dan penyiangan. Penyiraman yang dilakukan sesuai dengan kondisi lapang, apabila di lahan terjadi hujan sehari sebelum atau pada hari pengamatan dan tanah masih dalam keadaan basah atau jenuh air, maka tidak dilakukan penyiraman. Akan tetapi apabila di lahan tidak terjadi hujan selama waktu pengamatan maka dilakukan penyiraman sebanyak dua kali dalam seminggu dipagi atau sore hari. Penyulaman dilakukan apabila ada tanaman kentang yang mati dalam waktu satu sampai minggu setelah tanam tidak mengalami pertumbuhan. Penyiangan dilakukan apabila di lahan pengamatan terdapat gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman kentang.

### 3.4.3 Pengamatan Percobaan

#### a. Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan dengan interval waktu 1 minggu sekali untuk mendapatkan data tinggi, dan jumlah daun. Data tinggi tanaman didapatkan dengan cara mengukur tanaman dari batang dekat permukaan tanah sampai pada titik tumbuh tanaman. Data jumlah daun tanaman didapatkan dengan cara menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna.

#### b. Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun

Pengamatan intensitas serangan penyakit pada tanaman kentang dengan penyakit hawar daun, terlebih dahulu dilakukan dengan cara menentukan skala kerusakan. Kerusakan yang terjadi akibat serangan penyakit dapat dilihat dari kondisi fisik tanaman seperti daun dan batang tanaman sesuai dengan gejala penyakit hawar daun. Skala dan rumus perhitungan intensitas serangan penyakit yang digunakan untuk kerusakan akibat penyakit hawar daun sebagai berikut (Abadi, 2003):

Tabel 2. Skala Kerusakan Tanaman

Nilai Skala	Kategori Serangan
0	Tidak ada serangan
1	Terdapat bercak ± 10 helai daun
2	Terdapat bercak ± 50 helai daun
3	Terdapat bercak hampir pada seluruh daun, tetapi tanaman masih nampak hijau
4	± 50% dari daun sudah hancur
5	Daun yang hancur mencapai 50-70% tanaman, tanaman kelihatan coklat
6	Daun hijau yang hancur >75%

Data intensitas serangan penyakit hawar daun kentang didapatkan dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

I : Intensitas Serangan

N : Jumlah daun dari tiap katagori serangan

V : Nilai skala tiap katagori serangan

Z : Nilai skala dari katagori serangan tertinggi

N : Jumlah daun yang diamati

c. Kejadian Penyakit Layu Bakteri

Data kejadian penyakit layu bakteri didapatkan dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (Abadi, 2003):

$$KP = \left( \frac{n}{N} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

KP : Kejadian Penyakit

n : Jumlah tanaman terserang

N : Jumlah tanaman yang diamati

d. Efektivitas Pengendalian

Nilai efektivitas pengendalian merupakan data yang menunjukkan seberapa jauh tanaman yang diperlakukan dapat diamankan produksinya dari kerusakan yang diakibatkan oleh serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Nilai efektivitas pengendalian dapat dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (Abbott, 1925):

$$Ep = \frac{X - Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

Ep : Efektivitas pengendalian

X : Jumlah tanaman total

Y : Jumlah tanaman sakit

e. Identifikasi Patogen

1. Identifikasi Patogen *Phytophthora infestans*

Identifikasi patogen *P. infestans* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara pembuatan preparat secara langsung di lahan dan pembiakan patogen pada media kultur buatan. Identifikasi di lapang pada tanaman digunakan terlebih dahulu untuk mengetahui gejala serangan penyakit hawar daun. Daun yang terserang penyakit hawar daun menunjukkan kenampakan gejala pada tanaman berupa terdapat bercak daun berwarna coklat yang kemudian menyebar. Daun yang terserang akan menunjukkan kenampakan seperti daun yang tersiram air panas (*water soaked*). Daun dalam kondisi kering akan menampakkan sporangium berwarna putih keabuan seperti tepung pada permukaan bawah daun.

Identifikasi patogen *P. infestans* dengan cara pembuatan preparat secara langsung dilahan dilakukan dengan langkah kerja yaitu, pengambilan isolat patogen pada permukaan bawah daun yang terserang dengan menggunakan selotip bening yang ditempelkan selama  $\pm 1$  menit. Selotip yang sudah menempel kemudian ditarik dari permukaan bawah daun dan ditempelkan pada *object glass* yang telah ditetesi *metilen blue*. Preparat yang telah dibuat diamati di bawah mikroskop meliputi jenis hifa bersekat atau tidak, pertumbuhan hifa yang bercabang atau tidak, warna hifa, warna sporangia, dan bentuk sporangia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). Apabila ciri mikroskopis pada preparat sesuai, maka dapat dipastikan bahwa jamur tersebut merupakan jamur *P. infestans*.

Cara yang kedua adalah dengan melakukan pembiakan patogen *P. infestans* pada media kultur buatan dengan cara memotong daun setengah sehat setengah sakit berukuran  $\pm 0.5$  cm. Daun yang telah dipotong dicuci pada larutan klorok satu kali, alkohol satu kali dan aquades 4 kali selama 1 menit kemudian ditiriskan pada tisu. Daun yang telah dicuci ditanam pada media kultur buatan berupa *Carrot Agar* (CA), kemudian ditutup dengan menggunakan plastik *wrapping*. Kegiatan pencucian, penanaman dan penutupan dilakukan pada kondisi steril di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC).

Pengamatan makroskopis dilakukan setiap hari sampai jamur dapat memuhi cawan petri berukuran 9 cm. Setelah mendapatkan ciri makroskopis jamur *P. infestans*, kegiatan selanjutnya adalah identifikasi mikroskopis pada mikroskop yang dilakukan dengan pembuatan preparat terlebih dahulu. Kegiatan pembuatan preparat dilakukan di dalam L AFC dengan langkah kerja yaitu, mengambil sedikit jamur yang dibiakkan pada media menggunakan jarum ose yang kemudian diletakkan pada *object glass* dan ditutup oleh *cover glass*. Preparat yang telah dibuat, diinkubasi selama 3 hari di dalam cawan Petri yang di dalamnya telah diletakkan tisu steril basah. Kondisi tersebut dilakukan dengan tujuan agar kondisi di dalam cawan Petri lembab dan preparat jamur dapat tumbuh. Identifikasi mikroskopis ini sama halnya dengan identifikasi preparat jamur patogen *P. infestans* yang diisolasi secara langsung pada bawah permukaan daun.

## 2. Identifikasi Patogen *R. solanacearum*

Identifikasi Pengamatan Patogen *R. solanacearum* dilakukan secara makroskopis dengan melihat kenampakan koloni yang dibiakkan pada media TTC. Tahapan yang dilakukan adalah pertama kali adalah dengan melihat kenampakan gejala berupa tanaman mengalami kelayuan dengan ciri daun merunduk yang lama-lama akan menguning, batang tanaman mengalami perubahan warna dari berwarna hijau menjadi kecoklatan dan apabila batang tanaman dipotong kemudian dimasukkan ke dalam air maka akan keluar masa bakteri. Pengambilan patogen *R. solanacearum* adalah dengan menggunakan batang yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades sebanyak  $\pm 10$  ml untuk mengeluarkan bakteri dalam bentuk masa bakteri. Setelah terdapat masa bakteri, hal yang dilakukan selanjutnya adalah mengambil suspensi bakteri dengan menggunakan mikro pipet *efendorf* sebanyak 1 ml yang kemudian dimasukkan ke tabung *effendorf*. Suspensi bakteri kemudian di biakkan pada media TTC dengan menggunakan metode *spread plate* dengan cara mengambil suspensi sebanyak 100  $\mu$ m yang kemudian diratakan dengan menggunakan *stick* L. Biakan bakteri hasil metode *spread plate* kemudian di purifikasi untuk mendapatkan biakan murni dengan metode strik tunggal.

Pengamatan makroskopis yang dilakukan adalah dengan melihat warna koloni yang tumbuh pada media TTC. Apabila tumbuh koloni bakteri berwarna merah, maka dapat di pastikan bahwa bakteri tersebut merupakan *R. solanacearum*. Sedangkan apabila koloni tidak menunjukkan warna merah, maka bakteri yang dibiakkan bukanlah *R. solanacearum*.

### 3.5 Analisis Data

Data hasil penelitian mengenai tinggi tanaman, jumlah daun, intensitas serangan penyakit, dan persentase kejadian penyakit dianalisis ragam dengan menggunakan perangkat lunak excel dan DSAASTAT ver. 1.101. Apabila data menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata, maka data akan di uji lanjut dengan menggunakan uji lanjutan Duncan dengan taraf kesalahan 5%.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang

Tinggi tanaman dan jumlah daun merupakan dua indikator pertumbuhan tanaman yang berfungsi untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman. Tinggi tanaman diukur mulai dari bagian batang dekat permukaan tanah sampai dengan titik tumbuh tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Jumlah daun tanaman kentang didapatkan dengan cara menghitung seluruh bagian daun yang telah membuka sempurna (Rojudin dan Slamet, 2003).

#### 4.1.1 Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman kentang selama kurun waktu 56 hari setelah tanam (hst) rata-rata terus mengalami peningkatan. Berdasarkan hasil analisis ragam tinggi tanaman (Lampiran 1, Tabel 1-7) diketahui bahwa pada umur 14 hingga 35 hst tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata antara perlakuan terhadap peningkatan tinggi tanaman. Nilai peningkatan tinggi tanaman pada umur 14 hingga 35 hst menunjukkan kisaran angka sebesar antara 9.88 hingga 42.21 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abadi (2003) yang menyatakan bahwa tanaman kentang akan tumbuh merata pada umur 21 hingga 35 hst di musim kemarau, sedangkan pada musim hujan tanaman akan tumbuh merata pada umur 14 hingga 21 hari setelah tanam. Hasil perhitungan rerata tinggi tanaman kentang disajikan dalam tabel (Tabel 4).

Tabel 3. Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Tinggi Tanaman Kentang

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman pada berbagai umur pengamatan hari setelah tanam (cm)						
	14	21	28	35	42	49	56
P1	9.88	17.23	30.10	39.73	45.85bc	47.44bc	48.28b
P2	11.08	18.61	32.39	42.20	49.15c	49.81b	50.05b
P3	9.89	17.44	31.92	42.21	41.61abc	43.26bc	43.25b
P4	9.88	15.46	28.11	37.29	44.65bc	43.26bc	47.50b
P5	11.02	17.47	25.58	33.59	36.64ab	37.74ab	38.34ab
P6	9.97	15.92	30.90	36.92	31.83a	29.08a	29.33a

Keterangan: Bilangan yang disertai huruf yang sama pada umur dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%. P1 (*Trichoderma* sp.); P2 (*B. subtilis*); P3 (*P. fluorescens*); P4 (mikoriza); P5 (konsorsium); dan P6 (kontrol).

Tanaman kentang pada umur mencapai 42 hingga 56 hst menunjukkan adanya pengaruh nyata antara perlakuan terhadap peningkatan tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa agens hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kentang. Agens hayati *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, *P. fluorescent* dan mikoriza merupakan perlakuan yang menunjukkan peningkatan tinggi tanaman dengan nilai yang lebih signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan *Trichoderma* sp., *B. subtilis*, *P. fluorescent* dan mikoriza selama kurun waktu 42 hingga 56 hst menunjukkan rata-rata tinggi tanaman berkisar 41.61 hingga 50.05 cm.

Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Putri *et al.* (2013), bahwa *B. subtilis* dan *P. fluorescens* diketahui sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacter* (PGPR). PGPR merupakan biostimulan yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman memproduksi fitohormon yang salah satunya adalah *Indole Acetic Acid* (IAA). Hal ini didukung dengan pernyataan Wijayati *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa IAA merupakan hormon yang mampu meningkatkan pertumbuhan sel, dan memiliki pengaruh pada peningkatan tinggi tanaman. Sama halnya dengan *B. subtilis*, *P. fluorescens* juga mampu menghasilkan fitohormon berupa IAA, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Sivasakthi *et al.*, 2014). Menurut Haran *et al.* (1996) Kolonisasi jamur *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan akar tanaman, sehingga dapat meningkatkan produksi, resisten terhadap cekaman abiotik dan dapat menyerap unsur hara. Barea (1995) menyatakan bahwa mikoriza sebagai jamur yang bersimbiosis dengan perakaran, mampu menyediakan hara immobile dan membantu serapan air bagi tanaman karena kemampuannya dalam elongasi perakaran, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Peningkatan tinggi tanaman yang lebih signifikan oleh perlakuan tunggal *B. subtilis* dan *P. fluorescens* diduga karena kedua bakteri memiliki senyawa berupa hormon IAA. Akan tetapi, peningkatan tinggi tanaman dengan jenis perlakuan *Trichoderma* sp. dan mikoriza diduga karena kedua jamur tersebut mampu meningkatkan pemanjangan perakaran tanaman. Pemanjangan perakaran tanaman ini dapat membantu tanaman dalam meningkatkan serapan hara, sehingga proses pertumbuhan tanaman dapat berlangsung dengan optimal.

#### 4.1.2 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 2, Tabel 1-7) dapat diketahui bahwa semua perlakuan uji pada berbagai umur tanaman menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata antara perlakuan terhadap peningkatan jumlah daun tanaman kentang. Tidak berbeda nyata ini menunjukkan arti bahwa baik dengan pengaplikasian agens hayati ataupun tidak, tanaman kentang menghasilkan jumlah daun yang lebih kurang sama banyak. Hasil perhitungan rerata jumlah daun tanaman kentang disajikan dalam tabel (Tabel 5).

Tabel 4. Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Jumlah Daun Tanaman Kentang

Perlakuan	Rerata jumlah daun pada berbagai umur pengamatan hari setelah tanam (helai)						
	14	21	28	35	42	49	56
P1	47.08	88.17	219.00	266.75	285.75	291.42	271.25
P2	62.92	117.58	265.42	327.50	368.58	392.83	290.08
P3	48.25	88.25	207.67	234.17	239.58	259.08	195.25
P4	50.83	98.33	238.50	312.17	343.25	361.33	304.92
P5	53.58	92.92	178.08	238.92	241.75	226.00	195.25
P6	57.58	98.58	213.17	282.92	266.17	237.17	148.33

Keterangan: P1 (*Trichoderma* sp.); P2 (*B. subtilis*); P3 (*P. fluorescens*); P4 (mikoriza); P5 (konsorsium); dan P6 (kontrol).

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa pada umur tanaman 14 hst, jumlah daun yang tumbuh berkisar 47.08 hingga 62.92 helai daun. Sedangkan pada umur 56 hst menunjukkan peningkatan jumlah daun dengan kisaran 148.33 hingga 304.92 helai daun. Bibit yang digunakan pada penelitian adalah bibit generasi kelima yang lebih kurang memiliki ukuran sama. Ukuran bibit yang sama diketahui mampu menghasilkan pertumbuhan yang lebih kurang hampir sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutapradja (2008) yang menyatakan bahwa semakin seragam ukuran bibit maka akan menghasilkan jumlah batang yang hampir sama banyak dan semakin besar ukuran bibit kentang maka akan menghasilkan jumlah batang yang lebih banyak.

Ukuran bibit tanaman kentang yang mempengaruhi pertambahan jumlah batang tanaman diduga berhubungan dengan jumlah daun. Dimana semakin seragam bibit kentang maka akan menghasilkan jumlah daun yang lebih kurang juga sama banyak. Sehingga peningkatan jumlah daun diduga dipengaruhi oleh ukuran bibit kentang digunakan dalam penelitian.

## 4.2 Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman Kentang

### 4.2.1 Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun Kentang

Hasil Analisis ragam (Lampiran 3, Tabel 1-5) intensitas serangan penyakit hawar daun menunjukkan tidak ada pengaruh nyata pada semua uji di berbagai umur tanaman. Selama kurun waktu 7 sampai dengan 21 hari setelah tanam, tanaman tidak menunjukkan adanya gejala terserang penyakit hawar daun. Gejala serangan penyakit hawar daun muncul sejak umur tanaman 28 hst. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tantowijoyo dan Fliert (2006) yang menyatakan bahwa kerusakan yang dapat ditemukan dan berbahaya ditimbulkan penyakit hawar daun dimulai dari 20 hari setelah tanam sampai dengan 80 hari setelah tanam. Hasil perhitungan rerata persentase intensitas serangan penyakit hawar daun disajikan dalam tabel (Tabel 6).

Tabel 5. Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Persentase Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun

Perlakuan	Rerata intensitas penyakit hawar daun kentang pada berbagai umur pengamatan hari setelah tanam (%)				
	28	35	42	49	56
P1	0.00	0.31	1.85	3.11	13.09
P2	0.01	0.20	0.45	4.71	27.38
P3	0.00	0.00	0.18	6.46	13.13
P4	0.00	0.00	0.00	0.14	10.69
P5	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10
P6	0.06	0.13	0.84	8.85	22.92

Keterangan: Data ditransformasikan ke Arc Sin  $\sqrt{x+0.5}$  untuk keperluan analisis statistik. P1 (*Trichoderma* sp.); P2 (*B. subtilis*); P3 (*P. fluorescens*); P4 (mikoriza); P5 (konsorsium); dan P6 (kontrol)

Serangan penyakit hawar daun yang muncul pertama kali pada tanaman kentang setelah mencapai umur 28 hst terdapat pada perlakuan *Trichoderma* sp. dan perlakuan kontrol. Persentase intensitas serangan penyakit pada umur 28 HST secara berturut-turut adalah sebesar 0.01% dan 0.06%, sedangkan pada perlakuan lainnya tidak menunjukkan adanya gejala serangan. Akan tetapi, semakin bertambah umur tanaman kentang maka intensitas serangan penyakit hawar daun terus menunjukkan peningkatan. Sampai mencapai umur 56 hst tanaman kentang pada semua perlakuan, menunjukkan terserang penyakit hawar daun. Persentase

intensitas serangan penyakit hawar daun terendah pada umur 56 hari setelah tanam ditunjukkan oleh perlakuan konsorsium dengan nilai sebesar 4.10%. Persentase tertinggi intensitas serangan penyakit hawar daun ditunjukkan oleh perlakuan *B. subtilis* dengan nilai sebesar 27.38% yang kemudian diikuti oleh perlakuan kontrol sebesar 22.92%.

Tanaman kentang dapat terserang penyakit hawar daun dikarenakan oleh kondisi lapang tempat penelitian yang pada bulan November sampai dengan bulan Desember menunjukkan kondisi lingkungan dengan suhu cukup rendah dan kelembaban relatif tinggi. Kisaran suhu terendah pada dua bulan tersebut adalah sebesar 22.3°C dan kisaran suhu tertinggi sebesar 26.3°C. Kisaran kelembaban terendah ditunjukkan dengan nilai sebesar 49% dan kelembaban tertinggi mencapai 71% (lampiran 7). Kondisi suhu dan curah hujan seperti pada bulan November dan Desember sesuai dengan pernyataan Agrios (2005) yang menyatakan bahwa, pertumbuhan jamur *Phytophthora infestans* akan sangat berlimpah pada kelembaban mendekati 100% dengan suhu antara 15-25°C.

Selain kondisi suhu dan kelembaban, intensitas serangan penyakit hawar daun juga dapat dipengaruhi oleh jenis bibit yang digunakan pada saat penanaman. Bibit kentang yang digunakan merupakan bibit dengan jenis varietas granola kembang. Menurut Sahat *et al.* (1998) bibit kentang varietas granola kembang merupakan bibit yang peka terhadap penyakit hawar daun kentang, akan tetapi tahan terhadap beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus. Akan tetapi dengan nilai intensitas sebesar 4.10% dan 27.83%, menunjukkan bahwa tanaman termasuk pada kategori tahan dan agak tahan (Maharijaya, 2008).

Intensitas penyakit pada suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah inang, patogen dan lingkungan (Agrios, 2005). Meskipun kondisi lingkungan mendukung untuk pertumbuhan patogen dan tanaman inang termasuk kedalam kategori varietas yang rentan terhadap penyakit hawar daun, diduga aplikasi agens hayati memiliki pengaruh terhadap penekanan intensitas penyakit hawar daun, hanya saja belum signifikan. Inokulum patogen *P. infestans* yang menyerang pada saat penelitian juga diduga belum mencapai tahap perkembangan yang optimum, sehingga tidak menyebabkan kerusakan parah.

#### 4.2.2 Kejadian Penyakit Layu Bakteri (*R solanacearum*)

Kejadian penyakit layu bakteri muncul pertama kali pada umur tanaman mencapai 21 hst. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abadi (2003), yang menyatakan bahwa penyakit yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman kentang pada fase pra-pembentukan umbi yaitu pada umur 21-35 hst salah satunya adalah penyakit layu bakteri. Hasil perhitungan rerata persentase intensitas serangan penyakit layu bakteri disajikan dalam tabel (Tabel 7).

Tabel 6. Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Rerata Persentase Kejadian Penyakit Layu Bakteri

Perlakuan	Rerata kejadian penyakit layu bakteri pada berbagai umur pengamatan hari setelah tanam (%)					
	21	28	35	42	49	56
P1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	0.00	8.33	8.33	16.67	16.67	16.67
P4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P5	8.33	8.33	8.33	16.67	16.67	16.67
P6	0.00	0.00	0.00	8.33	16.67	16.67

Keterangan: Data ditransformasikan ke Arc Sin  $\sqrt{x + 0.5}$  untuk keperluan analisis statistik. P1 (*Trichoderma* sp.); P2 (*B. subtilis*); P3 (*P. fluorescens*); P4 (mikoriza); P5 (konsorsium); dan P6 (kontrol)

Hasil Analisis ragam kejadian penyakit (Lampiran 4, Tabel 1-6) menunjukkan tidak ada pengaruh nyata antara pemberian agens hayati terhadap kejadian penyakit layu bakteri. Tanaman yang terserang penyakit layu bakteri merupakan tanaman dengan jenis perlakuan agens hayati *P. fluorescens*, konsorsium dan kontrol. Kejadian penyakit selama 21 hingga 56 hst memiliki kisaran nilai sebesar 8.33 hingga 16.67%. Sedangkan pada perlakuan *Trichoderma* sp., *B. subtilis* dan mikoriza tidak terserang penyakit layu bakteri.

Suhu lapang pada saat penelitian menunjukkan kisaran antara 22.3°C hingga 26.3°C (Lampiran, 6). Kondisi suhu di lapang tersebut ini sesuai dengan pernyataan Nasrun *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa *R. solanacearum* dapat tumbuh pada suhu lingkungan 13-37°C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 41°C. Meskipun kondisi suhu mampu menunjang pertumbuhan *R. solanacearum*, diduga lahan penelitian merupakan lahan non endemik sehingga kejadian penyakit layu bakteri tidak terlalu signifikan.

### 4.2.3 Efektivitas Pengendalian Penyakit

Hasil Analisis ragam (Lampiran 5, Tabel 1) dapat diketahui bahwa nilai perlakuan agens hayati menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara jenis perlakuan dengan rerata persentase efektifitas pengendalian penyakit hawar daun kentang. Sedangkan pengaruh aplikasi agens hayati tidak menunjukkan adanya pengaruh antara jenis perlakuan dengan efektivitas pengendalian penyakit layu bakteri (lampiran 5, tabel 2). Hasil perhitungan rerata persentase intensitas serangan penyakit hawar daun disajikan dalam tabel (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh Aplikasi Agens Hayati Terhadap Efektivitas Pengendalian Penyakit

Perlakuan	Rerata efektivitas pengendalian penyakit (%)	
	Penyakit hawar daun Kentang	Penyakit layu bakteri
P1	25.00ab	100.00
P2	0.00 a	100.00
P3	33.33ab	83.33
P4	0.00 a	100.00
P5	58.33b	75.00
P6	33.33ab	83.33

Keterangan: Bilangan yang disertai huruf yang sama pada umur dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%. P1 (*Trichoderma* sp.); P2 (*B. subtilis*); P3 (*P. fluorescens*); P4 (mikoriza); P5 (konsorsium); dan P6 (kontrol)

Berdasarkan tabel diatas, efektivitas pengendalian penyakit hawar daun oleh perlakuan konsorsium mikroba memiliki nilai yang lebih signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 58.33%. Konsorsium mikroba dapat menghasilkan beberapa jenis antibiotik yang berbeda-beda. Jenis antibiotik lebih dari satu jenis diduga mampu memiliki kemampuan lebih signifikan dalam menekan pertumbuhan penyakit hawar daun kentang dibandingkan dengan jenis perlakuan lainnya. Hal ini sesuai didukung oleh pernyataan Raupach dan Klopper (1998) yang menyatakan bahwa konsorsium mikroba memiliki penekanan terhadap penyakit lebih baik dan lebih konsisten dalam penekanan penyakit tanaman dibandingkan dengan penggunaan agens hayati secara tunggal. Pernyataan tersebut didukung oleh Duffy dan Weller (1995) yang menyatakan konsorsium mikroba juga dapat memperluas spektrum sebagai agens pengendali hayati, karena keberadaannya yang beragam memiliki kedekatan dengan kondisi alam yang memiliki konsep keberagaman.

Beberapa jenis antibiotik yang terkandung dalam konsorsium mikroba antara lain adalah gliovirin yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp., bacylisin yang dihasilkan oleh *B. subtilis*, dan pyoluteorin serta pyrrolnitrin yang dihasilkan oleh *P. fluorescens*. Menurut Howell (1982) antibiotik gliovirin memiliki fungsi dalam penghancuran dan menghentikan pembentukan hifa jamur patogen. Menurut Kenig *et al.* (1976) bacilysin memiliki fungsi sebagai penghambat sintesis glucosamine yang menjadikan kerusakan pada dinding sel jamur atau bakteri patogen. Menurut Souza dan Raaijmakers (2002) pyoluteorin dan pyrrolnitrin memiliki peranan penting dalam menekan pertumbuhan jamur patogen tanaman. Dari ketiga jenis antibiotik tersebut diduga saling bersinergi, sehingga mampu menekan perkembangan penyakit hawar daun lebih signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya secara tunggal.

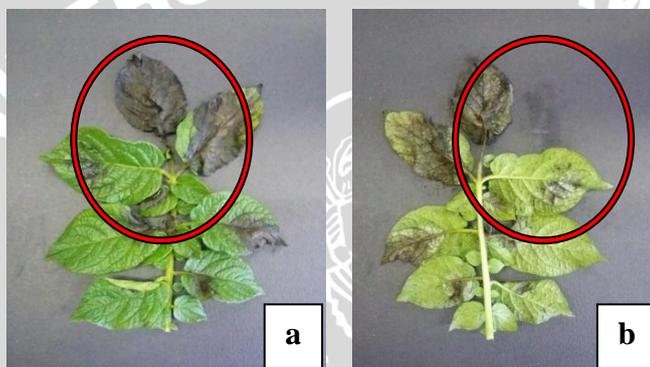
Perlakuan *B. subtilis* dan mikoriza menunjukkan nilai efektivitas pengendalian penyakit hawar daun terendah dengan nilai sebesar 0%. Nilai efektivitas yang rendah ini dapat dikaitkan dengan jumlah daun tanaman kentang. Dimana pada hasil pengamatan jumlah daun, perlakuan *B. subtilis* dan mikoriza merupakan tanaman dengan rerata jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu berturut-turut sebesar 290.08 dan 304.92. Semakin banyak jumlah daun maka akan meningkatkan kerapatan naungan yang diduga mampu meningkatkan penyebaran penyakit hawar daun. Hal sesuai dengan pernyataan Sulandjari *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa kelembaban akan meningkat seiring dengan peningkatan kerapatan naungan.

Nilai efektivitas pengendalian penyakit layu bakteri menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata antar perlakuan. Menurut Rizal *et al.* (2011) nilai efektifitas pengendalian lebih dari 70% menunjukkan arti bahwa aplikasi pestisida yang digunakan efektif dalam menekan perkembangan hama dan penyakit. Akan tetapi bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang juga memiliki nilai efektivitas pengendalian lebih dari 70%, maka dapat dikatakan bahwa dengan ataupun tanpa aplikasi agens hayati, tidak terdapat pengaruh terhadap perkembangan penyakit layu bakteri. Hal ini diduga pada lahan penelitian merupakan lahan yang tidak endemik untuk penyakit layu bakteri.

### 4.3 Identifikasi Penyakit

#### 4.3.1 Patogen *Phytophthora infestans*

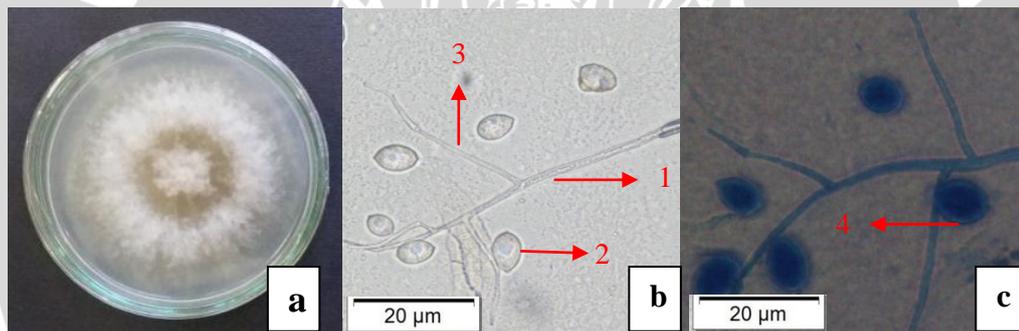
Identifikasi penyakit hawar daun di lapang dicirikan dengan adanya perubahan fungsi fisiologis yang menyebabkan perubahan pada morfologi tanaman kentang. Tanaman kentang yang terserang penyakit hawar daun menunjukkan bentuk fisiologis berupa gejala bercak kecil kecoklatan pada bagian tepi daun yang kemudian menyebarkan bentuk lesi tidak beraturan (Gambar 4a). Serbuk putih seperti tepung pada bagian permukaan bawah daun merupakan sporangium yang dihasilkan jamur *P. infestans* (Gambar 4b).



Gambar 4. Gejala Penyakit Hawar Daun Tanaman Kentang Umur 49 Hari (a: daun permukaan atas dan b: daun permukaan bawah)

Kenampakan gejala penyakit hawar daun yang dimunculkan oleh tanaman kentang tergantung pada kondisi lingkungan tempat dibudidayakannya. Kenampakan gejala ini tergantung pada kelembaban, suhu, intensitas cahaya dan varietas (Uchida, 2016). Gejala penyakit hawar daun yang muncul di lapang sesuai dengan pernyataan Kirk *et al.* (2004), bahwa tanaman kentang yang terserang penyakit hawar daun menunjukkan adanya gejala awal berupa lesi kecil pada daun dengan bentuk yang tidak beraturan. Lesi akan muncul pada daun setelah patogen *P. infestans* menginfeksi selama 3-5 hari. Gejala berupa lesi akan terus menyebar pada seluruh bagian daun, tangkai dan umbi, terutama pada kondisi suhu  $\leq 20^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban tinggi dengan RH mencapai 95-100% (Nelson, 2008). Selain terbentuknya lesi, pada kondisi lembab patogen *P. infestans* akan memproduksi sporangium atau sporangiaspora pada permukaan tanaman yang terinfeksi (Schumann dan D'Arcy, 2000).

Identifikasi lapangan dibuktikan dengan melakukan pembiakan jamur yang pada daun yang terserang *P. infestans* pada media *Carrot Agar* (CA). Koloni jamur pada media CA setelah 7 hari menunjukkan ciri-ciri makroskopis berupa permukaan koloni kasar, koloni berwarna putih krem, terdapat miselium udara dan pertumbuhan koloni melingkar dengan tepi koloni tidak rata (Gambar 5a). Kenampakan makroskopis pada media CA ini berbeda dengan kenampakan makroskopis *P. infestans* pada media PDA yang memiliki kenampakan miselium berwarna putih kapas dengan bentuk menyerupai bunga (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Perbedaan kenampakan koloni tersebut dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan pembiakan seperti cahaya yang menyebabkan bentuk makroskopis dari jamur berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sastrahidayat (1989) yang menyatakan bahwa cahaya berpengaruh terhadap konsentrasi produksi pigmen dan pertumbuhan hifa jamur.

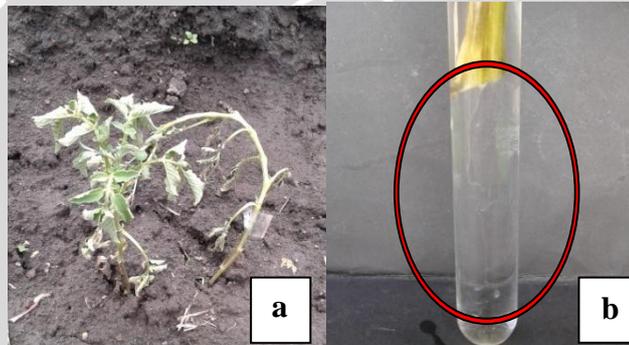


Gambar 5. Jamur *P. infestans* (a: makroskopis pada media *Carrot Agar*, b: mikroskopis (1: hifa; 2: sporigia; 3: sporangiofora), c: 4; papilla)

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa sporigia jamur berbentuk bulat lonjong, ukuran sporigia  $12.16 \times 15.09 \mu\text{m}$ , bagian ujung sporigia terdapat tonjolan, hifa tidak bersekat dengan panjang ukuran sebesar  $165.59 \mu\text{m}$ , sporangiofora berjumlah 4-5, berwarna hialin (Gambar 5b) dan memiliki lapisan pemisah yang jelas pada sporigia yang disebut papila (Gambar 5c). Hal ini sesuai dengan pernyataan Semangun (1994) yang menyatakan bahwa struktur jamur *P. infestans* memiliki miselium interseluler yang tidak bersekat, sporangiofora keluar dari mulut kulit dengan jumlah sekitar 1-5 dan memiliki jenis percabangan simpodial. Sporigia berinti banyak dan berbentuk buah dengan ukuran  $2-32 \times 16-24 \mu\text{m}$ .

#### 4.3.2 Patogen *Ralstonia solanacearum*

Identifikasi di lapang mengenai serangan penyakit layu bakteri pada tanaman kentang oleh patogen *R. solanacearum* adalah dengan cara mengamati perubahan morfologi dari tanaman kentang. Gejala tanaman kentang yang terserang penyakit layu bakteri adalah tanaman mengalami kelayuan, warna daun menguning, batang mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan dan terdapat lendir pada batang bagian dengan bau tidak sedap (Gambar 6a). Tanaman yang terserang kemudian diuji dengan cara memasukkan bagian batang tanaman bergejala tersebut ke dalam aquades pada tabung reaksi. Selama  $\pm 1$  menit, batang tanaman yang terserang penyakit layu bakteri mengeluarkan cairan kental berupa masa bakteri dengan warna putih (Gambar 6b).

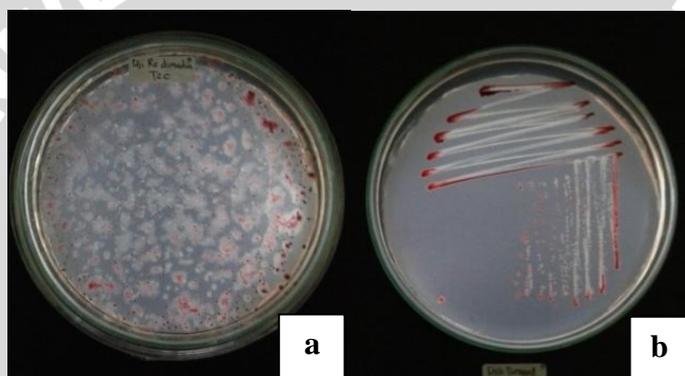


Gambar 6. Penyakit Layu Bakteri Tanaman Kentang Umur 21 Hari Setelah Tanam (a: gejala lapang, b: masa bakteri)

Gejala yang penyakit layu bakteri di lapang sesuai dengan pernyataan Champoiseau (2009) yang menyatakan bahwa tanaman kentang yang terserang penyakit layu bakteri pada waktu siang hari menunjukkan gejala layu pada bagian daun yang muda atau pada bagian pucuk terlebih dahulu, kemudian menyebar keseluruhan tanaman, sedangkan pada waktu malam dengan kondisi dingin tanaman akan nampak segar kembali. Menurut Rahman *et al.* (2010) bakteri *R. solanacearum* dalam tanah masuk pada tanaman melalui jaringan perakaran, baik melalui luka atau lubang alami. Bakteri patogen *R. solanacearum* berkolonisasi pada ruang antar sel dari korteks akar dan jaringan parenkim. Bakteri terus tumbuh hingga memasuki pembuluh xilem dan menyebar sampai ke bagian batang dan daun tanaman kentang. Sehingga pada saat batang yang terserang

dimasukkan kedalam air akan mengeluarkan eksudat yang merupakan masa bakteri *R. solanacearum*.

Identifikasi gejala penyakit layu bakteri secara lapang kemudian dibuktikan dengan caramembiakan bakteri pada media buatan selektif *Triphenyl Tetrazolium chloride* (TTC) di laboratorium. Koloni bakteri pada media buatan akan terlihat setelah dibiakkan selama 36-48 jam pada suhu 28°C . Hasil biakan bakteri pada media TTC menunjukkan warna koloni merah dengan bentuk tidak beraturan disertai adanya lendir (Gambar 7). Sehingga dapat diketahui tanaman kentang yang mengalami gejala kelayuan tersebut merupakan tanaman yang terserang oleh penyakit layu bakteri.



Gambar 7. Koloni patogen *R. solanacearum* pada media TTC (a: Eksplorasi bakteri dan b: Hasil purifikasi bakteri)

Identifikasi bakteri *R. solanacearum* pada media TTC sesuai dengan pernyataan Nesmith (1979) yang menyatakan bahwa koloni bakteri yang muncul pada media berupa cairan kental dengan bentuk bulat tidak beraturan dan mukoid dengan pola warna merah muda hingga merah. Warna koloni merah menunjukkan bahwa bakteri patogen bersifat avirulen. Hal ini didukung oleh pernyataan Champoiseau (2009) yang menyatakan bahwa bahwa koloni bakteri dengan warna merah cerah seragam pada media TTC menunjukkan bakteri *R. solanacearum* yang dibiakkan adalah bakteri non-virulen. Akan tetapi apabila bakteri pathogen virulen, maka koloni bakteri yang tumbuh menunjukkan warna koloni merah muda.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Aplikasi agens hayati memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kentang. Perlakuan dengan jenis agens hayati *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescent* dan mikoriza menunjukkan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan pada peningkatan jumlah daun, aplikasi agens hayati tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.
2. Pengaruh aplikasi agens hayati terhadap penekanan penyakit hawar daun kentang dan layu bakteri tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada semua jenis perlakuan selama kurun waktu pengamatan 56 hari.
3. Pengaruh aplikasi agens hayati terhadap efektivitas pengendalian penyakit hawar daun menunjukkan bahwa perlakuan konsorsium merupakan perlakuan dengan nilai efektivitas yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 58.33%. Sedangkan nilai efektivitas pengendalian penyakit layu bakteri menunjukkan tidak berpengaruh nyata antar perlakuan.

### 5.2 Saran

Pengaplikasian agens hayati konsorsium mikroba diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu tambahan komponen dalam serangkaian cara terpadu untuk pengendalian penyakit hawar daun pada tanaman kentang yang disebabkan oleh patogen *Phytophthora infestans*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2000. Ilmu Penyakit Tumbuhan I. Bayumedia Publishing. Malang.
- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan III. Bayumedia Publishing. Malang.
- Abbott, W. S. 1925. A Methode of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Econ. Entomol.265-267.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5<sup>th</sup> Ed. Elsevier Academic Press. London.
- Aliyea, N., C. Fininsa, and Y. Hiskias. 2008. Evaluation of Rhizosphere Bacterial Antagonists for Their Potential to Bioprotect Potato (*Solanum tuberosum*) Against Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*). Biological Control 47: 282–288.
- Azcon, C. A., and J. M. Barea. 1996. Arbuscular Mycorrhizas and Biological Control of Soil-Borne Plant Pathogens – An Overview of The Mechanisms Involved. 6: 457-464.
- Baihaqi, A., M. Nawawi, dan A. L. Abadi. 2013. Teknik Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Produksi Tanaman. 1 (3): 30-39.
- Baker, K. F. and W. Snyder, W. C. 1965. Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens: Prelude to Biological Control. University of California Press. Berkeley.
- Barea, J. M., and P. Jeffries. 1995. Arbuscular Mycorrhizas in Sustainable Soil-Plant Systems Mycorrhiza. 521-560.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2014. Produksi Tanaman Sayuran Kentang. (Online) <http://www.bps.go.id>. Diakses pada Tanggal 24 Januari 2016.
- Cawoy, H., W. Bettiol., P. Fickers and M. Ongena. 2011. Bacillus-Based Biological Control of Plant Diseases. InTech. 273-202.
- Champoiseau, P. G., Jones, J. B., and Allen, C. 2009. *Ralstonia solanacearum* Race 3 Biovar 2 Causes Tropical Losses and Temperate Anxieties. Plant Health Progress. 1-10.
- Couillerot, O., C. P. Combaret., J. C. Mellado and Y. M. Loccoz. 2009. *Pseudomonas fluorescens* and Closely Related fluorescens Pseudomonads as Biocontrol Agents of Soil-Borne Phytopathogens. Microbiology. 505-512.

- Cruz, A. F., and T. Ishii. 2011. Arbuscular Mycorrhizal Fungal Spores Host Bacteria that Affect Nutrient Biodynamics and Biocontrol of Soil- Borne Plant Pathogens. *Biology Open* 1: 52–57.
- Dalpé, Y., Souza, F. A. D. and Declerck, S. (2005). Life Cycle of *Glomus* Species in Monoxenic Culture. *Soil Biology*. 1: 49-71.
- Duffy, B. K., and Weller, D. M. 1995. Use of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* Alone and in Combination with *fluorescent Pseudomonas* spp. to Suppress Take-All of Wheat. *Plant Dis.* 79:907-911.
- Duijff, B. J., G. Pearson, V. and Lemanceau, P. 1997. Involvement of The Outer Membrane Lipopolysaccharides in The Endophytic Colonization of Tomato Roots by Biocontrol *Pseudomonas fluorescens* Strain WCS417r. *New Phytol.* 135: 325–334.
- Duriat, A. S., O. S. Gunawan, dan N. Gunaeni. 2006. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman kentang. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Dwivedi, D. and B. N. Johri. 2003. Antifungals Fro *Fluorescens Pseudomonads*: Biosynthesis and Regulation. *Curc Sci.* 85: 1693-1703.
- Elad, Y., Chet, and J. Katan. 1980. *Trichoderma harzianum*: A Biocontrol Agent Effective Against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizocionia solani*. *Phytopathology.* 70: 119-121.
- Fravel, D. R. 2005. Commercialization and Implementation of Biocontrol. *Annual Review of Phytopathology.* 43(1): 337-359.
- Geels, F. P., and B. Schippers. 1983. Reduction of Yield Depressions in High Frequency Potato Cropping Soil After Seed Tuber Treatments with Antagonistic *Fluorescent Pseudomonas* spp. *Phytopathol.* 108: 207-214.
- Grades, Z. E. D. 2012. Biological Control of Leaf Pathogens of Tomato Plants by *Bacillus subtilis* (strain FZB24): Antagonistic Effects and Induced Plant Resistance. *Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität zu Bonn.* 1-144.
- Haas, D., and G. Défago. 2005. Biological Control of Soil-Borne Pathogens by *fluorescens Pseudomonads*. *Nature Review. Microbiology.* 1-13.
- Haran, S, Schickler H, Chet I. 1996. Molecular Mechanisms of Lytic Enzymes Involved in The Biocontrol Activity of *Trichoderma harzianum*. *Microbiology.* 142: 2321–2331.

- Harman, G. E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* Species Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nature Review. Microbiology*. 2: 43-56.
- Hersanti, R. T. Rupendi, dan A. Purnama. 2009. Penapisan Beberapa Isolat *Pseudomonas florecens*, *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* yang Bersifat Antagonistik Terhadap *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Kentang. *Agrikultura*. 20 (3): 198-203.
- Hofemeister, J., Conrad, B., Adler, B., Hofemeister, B., Feesche, J., Kucheryava, N. 2004. Genetic Analysis of The Biosynthesis of Non-Ribosomal Peptide and Polyketide-Like Antibiotics, Iron Uptake and Biofilm Formation by *Bacillus subtilis* A1/3. *Mol Genet Genomics*. 272: 363-378.
- Howell, C. R., and R. D. Stipanovic. 1983. Gliovirin, A New Antibiotic From *Gliocladium Virens* and its Role in The Biological Control of *Pythium ultimum*. *Can. Microbiol*. 29: 321-324.
- Howell, C. R. 2003. Mechanisms Employed by *Trichoderma* Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. *Plant Disease*. 87 (1): 4-10.
- Jeffries, P. and J. M. Barea. 1994. Biogeochemical Cycling and Arbuscular Mycorrhizas in The Sustainability of Plant-Soil Systems. 101-115.
- Kenig, M., E. Vandamme, and E. P. Abraham. 1976. The Mode of Action of Bacilysin and Anticapsin and Biochemical Properties of Bacilysin-Resistant Mutants. *Gen Microbiol*. 94(1): 46-54.
- Kirk, W., P. Wharton., R. Hammerschmidt., F. A. E. Samen., and D. Douches. 2004. Potato Diseases Late Blight. *Extension Bulletin*. 1-8.
- Kubicek, C. P., R. L. Mach, C. K. Peterbauer, M. Lorito. 2001. *Trichoderma*: from genes to Biocontrol. *Plant Pathology*. 83 (2):11-23.
- Linderman, R. G. 1994. Mycorrhizal Interaction with The Rhizosphere Microflora: The Mycorrhizosphere Effect. *Phytopathology*. 78 (3): 366-371.
- Loccoz, Y. M. and G. Defago. 2004. *Organic Fertilisation, Soil Quality and Human Health*. Springer. USA.
- Lozano, J. M. L., R. Porcel., C. Azcon and R. Aroca. 2012. Regulation by Arbuscular Mycorrhizae of Integrated Physiological Respon Salinity in

Plants: New Challenges Physiological and Molecular Studies. 63 (11): 4033-4044.

Lugtenberg, B and F. Kamilova. 2009. Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Annu Rev Microbiol.* 63: 541–56.

Lutaladio, N. B., O. Ortiz, A. Haverkort, and D. Caldiz. 2009. Sustainable Potato Production Guidelines for Developing Countries. Food and Agriculture Organization of The United Nations.

Maharijaya, A., M. Mahmud, dan A. Purwito. 2008. Uji Ketahanan in Vitro Klon-klon Kentang Hasil Persilangan Kentang Kultivar Atlantic dan Granola terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) dan Busuk Lunak (*Erwinia carotovora*). *Bul. Agron.* 36 (2): 133-138.

Meng, F. 2013. *Ralstonia solanacearum* Species Complex and Bacterial Wilt Disease. *Bacteriol Parasitol.* 4 (2):1-4.

Metcalf, D. D., and Wilson, C. R. 2001. The Process of Antagonism of *Sclerotium Cepivorum* in White Rot Affected Onion Roots by *Trichoderma koningii*. *Plant Pathol.* 50: 249-257.

Nakano, M. M., and F. M. Hullet. 1997. Addaptation of *Bacillus subtilis* to Oxygen Limitation. *Microbiology Letters.* 157: 1-7.

Nasrun, Cristanti, T. arwiyanto dan I. Mariska. 2007. Karakteristik Fisiologis *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri Nilam.Littri. 13 (2): 43-49.

Nelson, S. C. 2008. Late Blight of Tomato (*Phytophthora infestans*). *Plant Disease.* 1-10.

Nesmith, W. C., and S. F. Jenkins, JR. 1979. A Selective Medium for The Isolation and Quantification of *Pseudomonas solanacearum* from Soil. *Phytopathology.* 69:182-185.

Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. *Prosiding Semirata.* 316-321.

Ongena, M. & Jacques, P. 2008. Bacillus lipopeptides: Versatile Weapons for Plant Disease Biocontrol. *Trends in Microbiology.* 16 (3): 115-125.

- O'Sullivan, D. J., J. Morris, and F. O'Gara. 1990. Identification of an Additional Ferric-Siderophore Uptake Gene Clustered With Receptor, Biosynthesis, And Fuwr-Uke Regulatory Genes in *fluorescent Pseudomonas* sp. Strain M114. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 2056-2064.
- Pal, K. K. and B. M. Gardener, 2006. *Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor.* 1-25.
- Parniske, M. 2008. *Arbuscular Mycorrhiza: The Mother of Plant Root Endosymbioses.* Faculty of Biology, University of Munich.6: 763.
- Purwanti, H. 2002. Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Kentang dan Tomat: Identifikasi Permasalahan di Indonesia Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. *Buletin AgroBio.5* (2): 67-72.
- Purwantisari, S., dan R. B. Hastuti.2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma.* 11 (1): 24-32.
- Putri, A. A. P., M. Martosudiro, dan T. Hadiastono. 2013. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi Soybean Mosaic Virus (Smv), Pertumbuhan Dan Produksi Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max*) (L) Merr.) Varietas Wilis. *HPT.* 1 (2): 2338-4336.
- Putten, W. H. V. D. 2003. Plant Defense Belowground and Spatiotemporal Processes in Natural Vegetation. *Ecology.* 84 (9): 2269–2280.
- Rahman, M. F., M. R. Islam., T. Rahman and M. B. Meah. 2010. Biochemical Characterization of *Ralstonia solanacerum* Causing Bacterial Wilt of Brinjal in Bangladesh. *Agric.* 21(1-2): 9-9.
- Rai, M. K. 2001. Current Advances in Mychorrhizationin Microprophagation. In *Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 37:158-167
- Raupach, G. S., and Kloepper, J. W. 1998. Mixtures of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Enhance Biological Control of Multiple Cucumber Pathogens. *Phytopathology.* 88:1158-1164.
- Reid, T. C., M. K. Hausbeck, and K. Kizilkaya. 2002. Use of Fungicides and Biological Controls in The Suppression of *Fusarium* Crown and Rootrot of Asparagus Under Greenhouse and Growth Chamber conditions. *Plant Diseases.* 86:493-98.

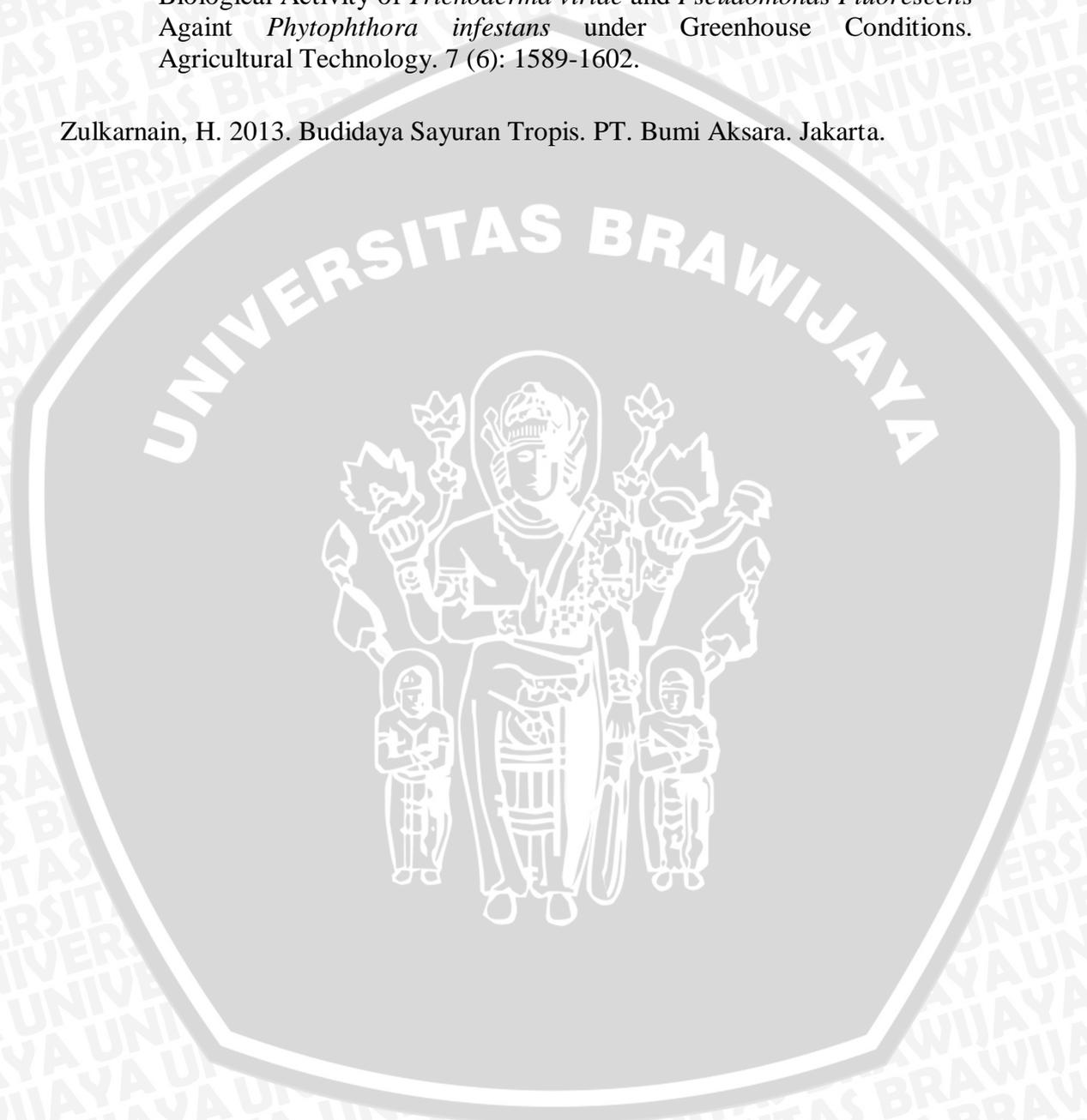
- Rizal, M., I. W. Laba, T. L. Mardiningsih, M. Darwis, E. Sugandi, dan C. Sukmana. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Menurunkan Serangan Hama Wereng Coklat *Nilaparvata lugens* pada Padi >80%. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.253-259.
- Rojudin, E. dan A. H. Slamet. 2003. Teknik Pengukuran dan Perhitungan Pertumbuhan Vegetatif Lada Perdu di Bawah Tegakan Kelapa. Buletin Teknik Pertanian. 8 (1): 34-36.
- Rytter, J. L., F. L. Lukezic, R. Craig, and G. W. Moorman. 1989. Biological contor of Geranium Rust by *Bacillus subtilis*. Phytopathology. 79: 367-370.
- Sahat, S. Kusmana, and E. Chujoy. 1998. Evaluation of 38 Potato Clones and Cultivars, in Java, Indonesia. Research Institute for Vegetables. Bandung. 6-8.
- Sastrahidayat, I. R. 2013. Penyakit Tanaman Sayur-sayuran. UB Press. Malang.
- Schumann, G. L. and C. J. D'Arcy. 2000. Late Blight of Potato and Tomato. The Plant Health Instructor. (Online). <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Oomycetes/Pages/LateBlight.aspx>. Diakses 24 Juni 2016
- Semangun, H. 1994. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM Press.
- Silaban, I. C., L. Q. Aini., dan M. A. Syibli. 2015. Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis untuk Mengendalikan Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Rebah Semai pada Kedelai (*Glycine Max L.*).3 (2): 100-107.
- Sitompul, S. M. Dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 24.
- Sivasakhti, S., Usharani, G. and Saranraj P. 2014. Biocontrol Potentiality of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPR) *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. Review. Agric. Res. 1265-1277.
- Soytong, K. and Ratanacherdchai, K. 2005. Application of Mycofungicide to Control Late Blight of Potato. Agricultural Technology. 1 (1): 19-32.

- Souza, J. T. D., and J. M. Raaijmakers. 2002. Polymorphisms Within The *prnD* and *pltC* Genes from Pyrrolnitrin and Pyoluteorin-Producing *Pseudomonas* and *Burkholderia* Spp.
- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* Antibiotics: Structures, Syntheses and Sfesific Functions. *Molecular Microbiology*. 56 (4): 845-857.
- Sulandjari, S. Pramono, S. Wisnubroto, dan D. Indradewa. 2005. Hubungan Mikroklimat dengan Pertumbuhan dan Hasil Pule Pandak (*Rauwolfia serpentina* Benth. Agrosains 7 (2): 71-76.
- Supriadi, 2006. Analisis Risiko Agens Hayati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor.
- Sutapradja, H. 2008. Pengaruh Jarak Tanaman dan Ukuran Umbi Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang Varietas Granola. *Hort*. 18 (2): 155-159.
- Tantowijoyo, W., dan E. V. D. Fliert. 2006. All About Potato “An Ecological Guide to Potato Integreted Crop Managemen”. Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan. Food and Agriculture Organization.
- Taufiq, E. 2012. Potensi *Trichoderma* spp. dalam Menekan Perkembangan Penyakit Busuk Pucuk Vanili di Pembibitan. *Buletin Risti*. 3 (1): 49-56.
- Wijayati, A., Solichatun dan Sugiarto. 2004. Pengaruh Asam Indol Asetat terhadap Pertumbuhan, Jumlah dan Diameter Sel Sekretori Rimpang Tanaman Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Biofarmasi*. 3 (1): 16-21.
- Uchida, J. Y. 2016. *Phytophthora infestans*. *Crop Knowledge Master*. Department of Plant Pathology. Universiti of Hawaii. (Online) [http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/p\\_infest.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/p_infest.htm). Diakses pada tanggal 16 Juni 2016.
- Wang, B., and Qiu Y. L. 2006. Phylogenetic Distribution and Evolution of Mycorrhizas in Landplants. *Mycorrhiza*. 16: 299–363.
- Weindling, R. 1932. *Trichoderma lignorum* as a Parasite of Other Soil Fungi. *Phytopathology*. 22: 837-845.
- Wilhite, S. E. & Straney, D. C. 1996. Timing of Gliotoxin Biosynthesis in The Fungal Biological Control Agent *Gliocladium virens* (*Trichoderma virens*). *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 45: 513–518.

Yudiarti, T. 2002. Pengenalan dan Pengembangan Agensia Hayati OPT Hortikultura. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jawa tengah.

Zegeye, E. D., A. Santhanam, D. Gorfu, M. Tessera, and B. Kassa. 2011. Biological Activity of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas Fluorescens* Againt *Phytophthora infestans* under Greenhouse Conditions. *Agricultural Technology*. 7 (6): 1589-1602.

Zulkarnain, H. 2013. Budidaya Sayuran Tropis. PT. Bumi Aksara. Jakarta.



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Tabel Analisis Ragam (Anaragam) Tinggi Tanaman Kentang

Tabel Lampiran 1. Anaragam Tinggi Tanaman 14 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	6.54	1.31	0.26 tn	2.90
Ulangan	3	33.06	11.02	2.16	
Galat	15	76.47	5.10		
Total	23	116.07	5.05		

Tabel Lampiran 2. Anaragam Tinggi Tanaman 21 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	30.00	6.00	0.78 tn	2.90
Ulangan	3	87.20	29.07	3.80	
Galat	15	114.76	7.65		
Total	23	231.96	10.09		

Tabel Lampiran 3. Anaragam Tinggi Tanaman 28 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	132.53	26.51	2.12 tn	2.90
Ulangan	3	65.72	21.91	1.75	
Galat	15	187.75	12.52		
Total	23	385.99	16.78		

Tabel Lampiran 4. Anaragam Tinggi Tanaman 35 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	166.88	33.38	0.84 tn	2.90
Ulangan	3	23.36	7.79	0.20	
Galat	15	596.82	39.79		
Total	23	787.07	34.22		

Tabel Lampiran 5. Anaragam Tinggi Tanaman 42 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	817.35	163.47	3.36 *	2.90
Ulangan	3	18.51	6.17	0.13	
Galat	15	729.14	48.61		
Total	23	1564.99	68.04		

Tabel Lampiran 6. Anaragam Tinggi Tanaman 49 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	1197.39	239.48	4.72 **	2.90
Ulangan	3	53.16	17.72	0.35	
Galat	15	761.73	50.78		
Total	23	2012.28	87.49		

Tabel Lampiran 7. Anaragam Tinggi Tanaman 56 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	1225.13	245.03	4.62 **	2.90
Ulangan	3	60.22	20.07	0.38	
Galat	15	796.14	53.08		
Total	23	2081.49	90.50		

## Lampiran 2. Tabel Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Kentang

Tabel Lampiran 1. Anaragam Jumlah Daun 14 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	724.43	144.89	0.44 tn	2.90
Ulangan	3	3328.61	1109.54	3.34	
Galat	15	4985.25	332.35		
Total	23	9038.29	392.97		

Tabel Lampiran 2. Anaragam Jumlah Daun 21 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	2394.65	478.93	0.93	0.49
Ulangan	3	3978.17	1326.06	2.56	
Galat	15	7762.94	517.53		
Total	23	14135.76	614.60		

Tabel Lampiran 3. Anaragam Jumlah Daun 28 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	17444.70	3488.94	1.18 tn	2.90
Ulangan	3	5530.24	1843.41	0.62	
Galat	15	44523.26	2968.22		
Total	23	67498.20	2934.70		

Tabel Lampiran 4. Anaragam Jumlah Daun 35 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	28848.08	5769.62	1.56 tn	2.90
Ulangan	3	12459.38	4153.13	1.12	
Galat	15	55386.53	3692.44		
Total	23	96694.00	4204.09		

Tabel Lampiran 5. Anaragam Jumlah Daun 42 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	57850.36	11570.07	1.98 tn	2.90
Ulangan	3	5919.20	1973.07	0.34	
Galat	15	87848.22	5856.55		
Total	23	151617.77	6592.08		

Tabel Lampiran 6. Anaragam Jumlah Daun 49 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	93516.93	18703.39	2.65 tn	2.90
Ulangan	3	4988.31	1662.77	0.24	
Galat	15	105926.30	7061.75		
Total	23	204431.54	8888.33		

Tabel Lampiran 7. Anaragam Jumlah Daun 56 Hari Setelah Tanam

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	79615.13	15923.03	2.01 tn	2.90
Ulangan	3	20081.94	6693.98	0.84	
Galat	15	118898.70	7926.58		
Total	23	218595.77	9504.16		

### Lampiran 3. Tabel Analisis Ragam (Anaragam) Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun

Tabel Lampiran 1. Anaragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun 28 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	0.004	0.001	1.00 tn	2.90
Ulangan	3	0.004	0.001	1.54	
Galat	15	0.01	0.001		
Total	23	0.02	0.001		

Tabel Lampiran 2. Anaragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun 35 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	0.09	0.02	0.87 tn	2.90
Ulangan	3	0.10	0.03	1.52	
Galat	15	0.32	0.02		
Total	23	0.51	0.02		

Tabel Lampiran 3. Anaragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun 42 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	1.31	0.26	1.54 tn	2.90
Ulangan	3	0.30	0.10	0.60	
Galat	15	2.55	0.17		
Total	23	4.16	0.18		

Tabel Lampiran 4. Anaragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun 49 hst

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	10.72	2.14	1.54 tn	2.90
Ulangan	3	9.13	3.04	2.18	
Galat	15	20.90	1.39		
Total	23	40.75	1.77		

Tabel Lampiran 5. Anaragam Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun 56 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	22.07	4.41	1.47 tn	2.90
Ulangan	3	11.15	3.72	1.23	
Galat	15	45.16	3.01		
Total	23	78.38	3.41		

**Lampiran 4. Tabel Analisis Ragam (Anaragam) Kejadian Penyakit Layu Bakteri**

Tabel Lampiran 1. Anaragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 21 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	5.44	1.09	1.00 tn	2.90
Ulangan	3	3.26	1.09	1.00	
Galat	15	16.32	1.09		
Total	23	25.02	1.09		

Tabel Lampiran 2. Anaragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 28 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	8.70	1.74	0.75 tn	2.90
Ulangan	3	4.35	1.45	0.63	
Galat	15	34.81	2.32		
Total	23	47.86	2.08		

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 35 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	1.45	0.24	0.08 tn	2.90
Ulangan	3	4.35	1.45	0.48	
Galat	15	42.06	3.00		
Total	23	47.86	2.08		

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 42 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	22.12	3.69	0.66 tn	2.90
Ulangan	3	3.26	1.09	0.20	
Galat	15	77.96	5.57		
Total	23	103.34	4.49		

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 49 HST

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	23.21	3.87	0.67 tn	2.90
Ulangan	3	13.05	4.35	0.75	
Galat	15	81.22	5.80		
Total	23	117.48	5.11		

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Kejadian Penyakit Layu Bakteri 56 HST

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F Tabel 0.05 %
Perlakuan	5	23.21	3.87	0.67 tn	2.90
Ulangan	3	13.05	4.35	0.75	
Residual	14	81.22	5.80		
Total	23	117.48	5.11		

### Lampiran 5. Analisis Ragam (Anaragam) Efektivitas Pengendalian Penyakit

Tabel Lampiran 1. Anaragam Efektivitas Pengendalian Penyakit Hawar Daun

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	10000	2000	4.05	*
Ulangan	3	925.93	308.65	0.625	
Galat	15	7407.41	493.83		
Total	23	18333.34	797.11		

Tabel Lampiran 2. Anaragam Efektivitas Pengendalian Penyakit Layu Bakteri

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0.05%
Perlakuan	5	2453.71	490.75	2.89	tn
Ulangan	3	509.26	169.75	1	
Galat	15	2546.3	169.75		
Total	23	5509.3	239.53		



### Lampiran 6. Data Iklim Bulan November- Desember

#### Data Klimatologi

Bulan November dan Desember

Nama Pos: Staklim Karangploso

Desa : Ngijo

Koordinat: 07° 45' 48" LS

Kecamatan : Karangploso

122° 35' 48" BT

Kabupaten : Malang

Tinggi : 575 m

Tgl	Unsur Klimatologi							
	Suhu (°C)		Radiasi matahari (grkal/cm <sup>2</sup> )		Kelembaban (%)		CH (mm)	
	Nov	Des	Nov	Des	Nov	Des	Nov	Des
1	26.3	25.1	468	399	53	68	-	34.8
2	25.7	24.7	497	383	49	65	-	12.6
3	25.0	24.4	418	272	57	64	-	-
4	25.4	25.2	514	420	51	62	1.2	0.9
5	25.9	24.8	487	343	52	63	-	-
6	25.5	23.5	333	218	55	71	-	12.2
7	24.8	25.1	270	345	61	65	0	11.7
8	24.2	24.8	300	406	65	69	42.4	2.4
9	24.7	24.5	370	333	60	65	0	-
10	23.0	24.3	312	349	68	66	12.2	9.8
11	22.3	25.2	252	312	70	67	26.8	29.1
12	24.1	24.5	337	312	65	64	37.1	-
13	25.9	24.3	437	304	62	66	-	3
14	25.5	23.0	489	131	58	71	-	0.8
15	26.0	24.3	437	343	61	69	-	10.4
16	25.4	24.0	514	385	58	68	-	-
17	24.6	23.3	381	260	64	68	-	3.4
18	25.3	23.5	505	193	63	69	28.7	19
19	25.5	23.9	406	293	60	70	-	13.8
20	26.2	24.5	424	285	56	67	0	0.0
21	25.9	26.2	370	489	61	55	-	10.8
22	26.6	24.5	530	414	54	70	-	2.7
23	26.6	24.7	518	354	49	62	-	9.2
24	26.0	24.8	381	406	57	69	-	0.6
25	25.1	24.2	302	360	64	68	-	12.0
26	25.1	24.2	383	395	67	68	1.2	0.8
27	25.1	24.4	476	468	64	65	12.2	-
28	24.1	25.0	329	393	62	63	-	-
29	25.3	24.5	374	324	62	64	3.8	0
30	24.9	25.0	374	416	69	65	-	4.6
31		24.9		416		66	-	4.1

### Lampiran 7. Deskripsi Tanaman Kentang Varitas Granola Kembang yang Digunakan dalam Penelitian

#### LAMPIRAN KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN

NOMOR : 81/Kpts/SR.120/3/2005

Tanggal : 15 Maret 2005

Golongan Varietas	: Seleksi tipe simpang dari granola
Umur Tanaman	: 130-135 hari setelah tanam
Warna Batang	: Hijau
Bentuk Penampang Batang	: Segi lima
Bentuk Daun	: Oval
Ujung Daun	: Runcing
Tepi Daun	: Bergerigi
Permukaan Daun	: Berkerut
Warna Daun	: Hijau
Ukuran Daun	: Panjang $\pm$ 9,2 cm; lebar $\pm$ 5,9 cm
Panjang Tangkai Daun	: 6,3-7,8 cm
Bentuk Bunga	: Bulat bergelombang
Warna Putik	: Putih
Warna Benangsari	: Kuning
Bentuk Umbi	: Bulat Lonjong
Ukuran Umbi	: Tinggi $\pm$ 6,64 cm, diameter $\pm$ 4,12 cm
Berat Per Umbi	: $\pm$ 127,28 g
Warna Kulit Umbi	: Kuning keputihan
Warna Daging Umbi	: Kuning
Kandungan Karbohidrat	: 15,580%
Kandungan Gula Reduksi	: 0,0690 brik
Hasil	: 38-50 ton/ha
Keterangan	: Baik dikonsumsi sebagai kentang sayur dan cocok dikembangkan di Jawa Timur
Pengusul Peneliti	: H. Koesnan, Achmad Firman, Muhammad Maksum, Susiyanti, Paulina Evy Retnaning, Prahardini, Sri Suharti, Sutoyo, Pratomo, Dyah Nuswandari, Anik Setyawati.