

**POTENSI *Trichoderma* sp. UNTUK MENGENDALIKAN
BUSUK PANGKAL BATANG (*Phytophthora* sp.) PADA
TANAMAN APEL**

Oleh
RETNO SETYONINGSIH



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2012**

**POTENSI *Trichoderma* sp. UNTUK MENGENDALIKAN
BUSUK PANGKAL BATANG (*Phytophthora* sp.) PADA
TANAMAN APEL**

Oleh:

RETNO SETYONINGSIH

0510460037-46

SKRIPSI

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2012

PERNYATAAN

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

Malang, 22Mei 2012

RetnoSetyoningsih

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Judul Skripsi : POTENSI *Trichoderma* sp. UNTUK
MENGENDALIKAN BUSUK PANGKAL BATANG
(*Phytophthora* sp.) PADA TANAMAN APEL

Nama Mahasiswa : RETNO SETYONINGSIH

NIM : 0510460037-46

Jurusan : HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping I

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Ir. Abdul Cholil
NIP. 19510807 197903 1 002

Pembimbing Pendamping II

Sri Widyaningsih, SP.MP.
NIP. 19741117 200501 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan:

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU

NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.

NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji III

Penguji IV

Ir. Abdul Cholil

NIP. 19510807 197903 1 002

Sri Widyaningsih, SP. MP.

NIP. 19741117 200501 2 001

Tanggal Lulus :



**Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua orang tua tercinta
serta keluarga besarku tersayang**

RINGKASAN

Retno Setyoningsih. 0510460037-46. Potensi *Trichoderma* sp. untuk Mengendalikan Busuk Pangkal Batang (*Phytophthora* sp.) pada Tanaman Apel. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS., Ir. Abdul Cholil dan Sri Widyaningsih SP. MP.

Apel merupakan tanaman tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim subtropik. Buah apel memiliki kandungan gizi tinggi, vitamin dan mineral yang dapat bermanfaat bagi tubuh manusia (Ashari, 2004). Di Indonesia, apel merupakan komoditas buah yang penting, namun keberadaan apel lokal mulai tersaingi oleh apel impor, sehingga petani apel lokal diharapkan mampu meningkatkan produksi apel dari segi kualitas maupun kuantitas yang aman dan sehat untuk dikonsumsi melalui budidaya tanaman apel secara organik ataupun jika membutuhkan pestisida kimia, maka penggunaannya seminimal mungkin. Budidaya tanaman apel di Indonesia terkendala oleh serangan hama dan penyakit. Salah satu penyakit penting yang menyerang tanaman apel adalah penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) yang dapat menyebabkan rendahnya produktivitas apel. *Trichoderma* sp. merupakan salah satu agen hayati yang terbukti memiliki daya antagonis pada beberapa patogen, *Trichoderma* sp. dapat mengendalikan beberapa patogen tular tanah salah satunya penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat serangan busuk pangkal batang pada areal pertanaman apel di Kebun Percobaan Banaran (Kota Batu) dan mengetahui daya antagonis tiga isolat *Trichoderma* sp., yaitu *T. viride*, *T. harzianum* dan *T. koningii* untuk menekan pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora* sp. baik secara *in vitro* maupun secara *in vivo*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Sub Tropika (penelitian *in vitro*) dan di Kebun Percobaan Banaran (penelitian *in vivo*) kab. Malang pada bulan Oktober 2010 sampai Juli 2011.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh areal lahan tanaman apel di Kebun Percobaan Banaran terdapat serangan jamur patogen *Phytophthora* sp. Pengujian secara *in vitro* untuk daya hambat tertinggi pada media V8 juice agar adalah *T. viride* sebesar 26,86%, pada media Potato Dextrose Agar (PDA) adalah *T. viride* sebesar 39,81% dan pada media Corn Meal Agar (CMA) adalah *T. koningii* sebesar 49,28%. Sedangkan pengujian secara *in vivo* kemampuan jamur *Trichoderma* sp. untuk menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. dilapang menunjukkan pengaruh yang sangat rendah.

SUMMARY

Retno Setyoningsih. 0510460037-46. Potential of *Trichoderma* sp. for Controlling Stem Rot Fungus (*Phytophthora* sp.) on Apple Plant. Supervised by Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS., Ir. Abdul Cholil and Sri Widyaningsih SP.MP.

Apple plant are annual crop from West Asia region with subtropical climate. Apples have a high nutrient content, vitamins and minerals which is useful for human health (Ashari, 2004). In Indonesia, apple fruit is considered as important commodity, unfortunately, local apples production start to be defeated by import fruits, so the local apple farmers are expected to increase apple production both in quality and quantity that safe and healthy for human consumption through organic farming and limited chemical pesticide application. Apple cultivation in Indonesia is plagued by pests and diseases attack. One of the important diseases affecting apple production is the stem rot disease (*Phytophthora* sp.) which can lead to low apple productivity. *Trichoderma* sp. is one of the biological agents known as antagonist to some soil borne pathogens include stem rot disease (*Phytophthora* sp.)

The purpose of these researches was to determine the level of stem rot attack in area of apple planting in Banaran Experimental Field (Batu City) and examine antagonistic level from three *Trichoderma* sp isolates, e.g *T. viride*, *T. harzianum* and *T. koningii* for suppress pathogen *Phytophthora* sp. both *in vitro* and *in vivo*. The research was conducted in Mycology laboratory on Indonesian Citrus and Subtropical Fruits Research Institute (*in vitro* experiment) and Banaran Experimental Field (*in vivo* experiment)-Malang District on October 2010 until July 2011.

The result showed that almost of entire Banaran Experimental Field is attacked by pathogen *Phytophthora* sp. *In vitro* experiment for inhibition rate, the highest level of V8 juice agar medium is *T. viride* of 26.86%, Potato Dextrose Agar (PDA) is *T. viride* of 39.81% and in Corn Meal Agar (CMA) medium is *T. koningii* of 49.28%. While *in vivo* testing of *Trichoderma* sp. to inhibit the growth of *Phytophthora* sp. in the field showed a very impact.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul : Potensi *Trichoderma* sp. untuk Mengendalikan BusukPangkal Batang (*Phytophthora* sp.) pada Tanaman Apel.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang
2. Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku Dosen pembimbing utama skripsi yang telah memberikan pengarahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ir. Abdul Cholil selaku Dosen pembimbing pendamping pertama yang telah membimbing, mendorong serta memotivasi penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Sri Widyaningsih selaku pembimbing pendamping kedua, atas kesediannya dalam memberikan pengetahuan dan bimbingan selama dilaboratorium dan dilapang.
5. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
6. Teman-teman Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan angkatan 2005, para pegawai di Balai Penelitian Jeruk dan Buah Subtropika, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Mei 2012

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bojonegoro, pada tanggal 23 Januari 1987 sebagai putri keempat dari empat bersaudara dari Bapak Kasmono dan ibu Sumining.

Penulis menempuh pendidikan TK Raudlatul Athfal (1992-1993), dan melanjutkan di SDN 1 Sidorejo (1993-1999), kemudian melanjutkan di SLTPN 1 Kedungadem (1999-2002), dan melanjutkan di SMUN 1 Sumberejo (2002-2005). Penulis menjadi mahasiswa S1 Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan pada tahun 2005 melalui jalur Penerimaan Siswa Berprestasi (PSB).

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis aktif dalam kegiatan organisasi seperti Departemen Kaderisasi di PTM UB (Persatuan Tenis Meja Universitas Brawijaya) periode 2006, koordinasi bidang Personalia di PTM UB periode 2007 dan anggota HIMAPTA, penulis juga aktif dalam kepanitiaan PROTEKSI (Pekan Orientasi Terpadu Keprofesian) pada tahun 2006-2007 dan Ekspedisi HPT pada tahun 2006-2007. Selain itu juga pernah mengikuti kepanitiaan Turnamen Tenis Meja Antar perguruan Tinggi Se- Indonesia Universitas Brawijaya sebagai sekretaris tahun 2006 dan mengikuti "Pelatihan Peningkatan Kualitas SDM Pelatih dan Wasit/ Juri Tenis Meja Se Jawa Timur" tahun 2006.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTARTABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Hipotesis.....	2
1.5. Manfaat.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Klasifikasi <i>Phytophthora</i> sp.....	3
2.2. Deskripsi <i>Phytophthora</i> sp.....	3
2.3. Siklus Hidup.....	4
2.4. Gejala.....	5
2.5. Faktor yang Mempengaruhi.....	6
2.6. Pengendalian.....	7
2.7. Klasifikasi <i>Trichoderma</i> sp.....	8
2.8. Ciri- Ciri <i>Trichoderma</i> sp.	
2.8.1. Ciri- Ciri <i>T. harzianum</i>	8
2.8.2. Ciri- Ciri <i>T. koningii</i>	9
2.8.3. Ciri- Ciri <i>T. viride</i>	10
2.9. <i>Trichoderma</i> sp. sebagai Pengendali Hayati.....	11
2.10. Pengendali Hayati.....	12
2.11. Antagonis.....	14
III. METODOLOGI	
3.1. Tempat dan Waktu.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian	
3.3.1. Metode penelitian secara <i>In vitro</i>	17
3.3.2. Metode penelitian secara <i>In Vivo</i>	18
3.4. Pelaksanaan Penelitian	
3.4.1. Pelaksanaan penelitian secara <i>In vitro</i>	18
1. Persiapan isolat.....	18

2. Pengujian daya hambat antagonisme ketiga isolat jamur <i>Trichoderma</i> sp. secara <i>in vitro</i>	20
3. Uji mekanisme interaksi antagonisme.....	21
3.4.2. Pelaksanaan penelitian secara <i>In Vivo</i>	
1. Persiapan inokulum jamur <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Phytophthora</i> sp.	22
2. Sterilisasi media tanam	23
3. Persiapan tanaman apel.....	23
4. Pengamatan populasi	23
5. Pelaksanaan inokulasi pada tanaman apel	23
3.5. Parameter Pengamatan	
3.5.1. Parameter pengamatan pada pengujian <i>In vitro</i>	24
3.5.2. Parameter pengamatan pada pengujian <i>In vivo</i>	25
3.6. Metode Analisis	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengujian Secara <i>In vitro</i>	
4.1.1. Identifikasi jamur <i>Phytophthora</i> sp.....	26
4.1.2. Daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap patogen <i>Phytophthora</i> sp.	
1. Uji antagonis pada media V8 juice agar	27
2. Uji antagonis pada media PDA.....	30
3. Uji antagonis pada media CMA.....	32
4.1.3. Mekanisme antagonis antara <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap patogen <i>Phytophthora</i> sp.	36
4.2. Pengujian Secara <i>In vivo</i>	
4.2.1. Pertumbuhan tanaman	
1. Tinggi tanaman	38
2. Diameter batang tanaman	40
3. Panjang akar tanaman apel	41
4.2.2. Persentase serangan patogen <i>Phytophthora</i> sp. Pada tanaman apel	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

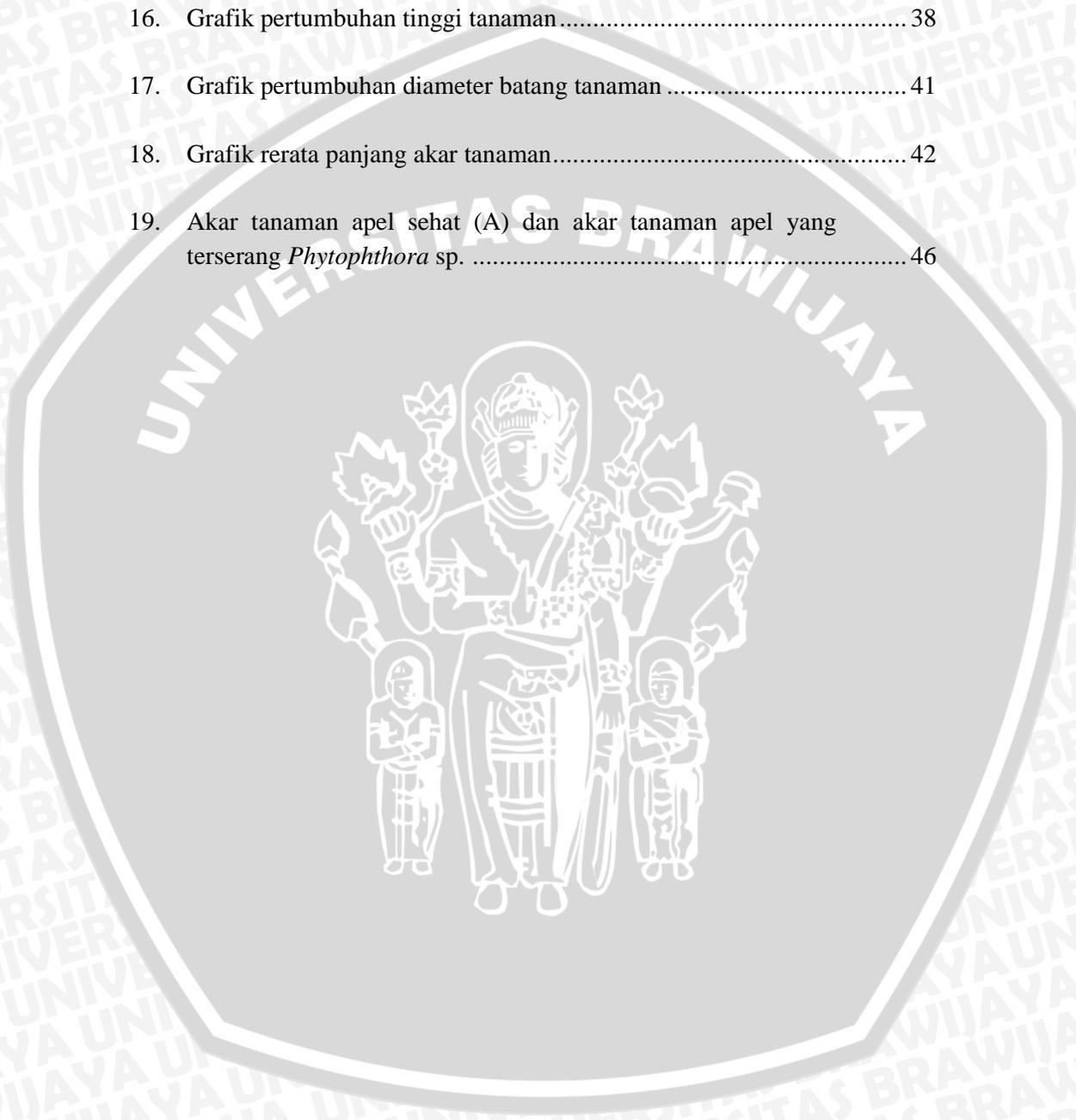
Nomor	Teks	Hal
1.	Rerata daya hambat menggunakan media V8 <i>juice agar</i> pada setiap perlakuan	28
2.	Rerata daya hambat menggunakan media PDA pada setiap perlakuan	30
3.	Rerata daya hambat menggunakan media CMA pada setiap perlakuan	33
4.	Rerata tinggi tanaman pada setiap perlakuan	38
5.	Rerata diameter batang tanaman pada setiap perlakuan	40
6.	Rerata panjang akar pada setiap perlakuan	42
7.	Persentase tingkat serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada tanaman apel	44



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Hal
1.	Siklus hidup <i>Phytophthora</i> sp.	5
2.	Jamur <i>T.harzianum</i>	9
3.	Jamur <i>T.koningii</i>	10
4.	Jamur <i>T.viride</i>	10
5.	Pengujian daya hambat antagonisme antara jamur <i>Phytophthora</i> sp. dengan <i>Trichoderma</i> sp.	21
6.	Uji mekanisme interaksi antagonisme	22
7.	Denah pengambilan sampel tanah di kebun percobaan Banaran	26
8.	Jamur <i>Phytophthora</i> sp.	27
9.	Grafik presentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar	28
10.	Uji antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar	30
11.	Grafik presentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA	31
12.	Uji antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA	32
13.	Grafik presentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA	33
14.	Uji antagonisme <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA	35

15. Interaksi mekanisme <i>Trichoderma</i> sp. dengan <i>Phytophthora</i> sp.	36
16. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman.....	38
17. Grafik pertumbuhan diameter batang tanaman	41
18. Grafik rerata panjang akar tanaman.....	42
19. Akar tanaman apel sehat (A) dan akar tanaman apel yang terserang <i>Phytophthora</i> sp.	46



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Hal
1.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 1	50
2.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 2	50
3.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 3	50
4.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 4	50
5.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 5	50
6.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 6	51
7.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media V8 juice agar hari ke 7	51
8.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 1	51
9.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 2	51
10.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 3	51
11.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 4	52
12.	Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 5	52

13. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 6.....	52
14. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media PDA hari ke 7.....	52
15. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 1.....	52
16. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 2.....	53
17. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 3.....	53
18. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 4.....	53
19. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 5.....	53
20. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 6.....	53
21. Tabel anova uji daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Phytophthora</i> sp. pada media CMA hari ke 7.....	54
22. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 2.....	54
23. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 4.....	54
24. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 6.....	54
25. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 8.....	54
26. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 10.....	54
27. Tabel anova rerata tinggi tanaman apel minggu ke 12.....	55
28. Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 2.....	55

29.	Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 4.....	55
30.	Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 6.....	55
31.	Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 8.....	55
32.	Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 10.....	55
33.	Tabel anova rerata diameter tanaman apel minggu ke 12.....	56
34.	Tabel anova rerata panjang akar tanaman apel	56
35.	Tabel anova jumlah propagul.....	56
36.	Tabel anova persentase tingkat serangan patogen <i>Phytophthora</i> sp. pada tanaman apel	56
37.	Gambar tanaman apel di kebun percobaan Banaran.....	56
38.	Gejala serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada kulit batang tanaman apel.....	57
39.	Gambar pemancingan <i>Phytophthora</i> sp. menggunakan apel manalagi	57

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Apel merupakan tanaman tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim subtropik. Di Indonesia, apel telah ditanam sejak tahun 1934 hingga saat ini. Sentra produksi apel di Indonesia adalah Malang (Batu dan Poncokusuma) dan Pasuruan (Nongkojajar), Jawa Timur. Di daerah ini apel telah diusahakan sejak tahun 1950, dan berkembang pesat pada tahun 1960 hingga saat ini karena pada tahun 1950 telah ditemukan teknik budidaya dan pembuahan tanaman apel.

Buah apel memiliki kandungan gizi tinggi, mengandung beberapa vitamin dan mineral yang dapat bermanfaat bagi tubuh manusia. Kandungan setiap 100 gram buah apel adalah 85 gram air, karbohidrat (terutama fruktosa) 10-13 gram, kalsium 10 mg, fosfor 10 mg, besi 0,2 mg, kalium 150 gram serta vitamin A, B1, B2, B6 dan vitamin C 10 mg, protein dan lemak sangat rendah dan kalori sebanyak 165-2350 kJ / 100 gram (Ashari, 2004).

Di Indonesia, apel merupakan komoditas buah yang penting, namun keberadaan apel lokal mulai tersaingi oleh apel impor. Hal ini terjadi karena penampilan apel impor terlihat lebih menarik di dibandingkan apel lokal, tetapi diduga keamanan apel impor dari aspek residu bahan kimia dan pestisida yang berbahaya bagi kesehatan konsumen saat ini belum pernah diketahui dan diteliti oleh karena itu, diharapkan petani apel lokal mampu meningkatkan produksi apel dari segi kualitas maupun kuantitas yang aman dan sehat untuk dikonsumsi dengan melakukan budidaya apel secara organik atau jika membutuhkan pestisida maka menggunakannya dengan seminimal mungkin atau residu serendah-rendahnya.

Gangguan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) merupakan salah satu faktor yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman apel salah satunya adalah penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) yang dapat menyebabkan rendahnya produktivitas apel, pengendalian penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) pada tanaman apel dengan agen hayati yang

ramah lingkungan di Indonesia belum banyak diketahui, demikian juga pengendali agen hayati *Trichoderma* dalam mengendalikan penyebab penyakit busuk pangkal batang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat serangan busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) pada areal pertanaman apel di Kebun Percobaan Banaran?
2. Apakah dari ketiga isolat jamur *Trichoderma* sp. yaitu *T.koningii*, *T.viride* dan *T.harzianum* dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) pada tanaman apel?

1.3. Tujuan

1. Untuk mengetahui adanyaserangan busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) pada areal pertanaman apel di Kebun Percobaan Banaran.
2. Untuk mengetahui daya antagonis isolat jamur *Trichoderma* sp. yaitu *T. koningii*, *T. viride* dan *T. harzianum* yangdapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora* sp.) pada tanaman apel.

1.4.Hipotesis

1. Tanah di lahan Kebun Percobaan Banaran terdapat serangan patogen *Phytophthora* sp.
2. Pemberian isolat jamur *Trichoderma* sp. memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan patogen *Phytophthora* sp. pada tanaman apel

1.5. Manfaat

Memberikan informasi tentang pemanfaatan agen hayati dari jenis *Trichoderma* sp. yang mampu mengendalikan dan menghambat pertumbuhan atau perkembangan patogen *Phytophthora* sp. pada tanaman apel.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu penyakit yang menimbulkan kerugian yang besar pada pertanaman apel adalah penyakit busuk pangkal batang yang di sebabkan oleh *Phytophthora* sp. Menurut Suhara (2006), patogen ini termasuk tular tanah dan dapat menyebabkan rebah kecambah pada bibit, menyerang batang, bunga dan buah, sehingga sangat potensial menimbulkan kerugian. Kerugian yang ditimbulkan lebih dari 66% dari semua penyakit akar dan lebih dari 90% penyakit busuk pangkal batang pada tanaman berkayu yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. (Jung, 2009).

2.1. Klasifikasi *Phytophthora* sp.

Domain	: Eukaryota
Kingdom	: Chromalveolata
Phylum	: Heterokontophyta
Class	: Oomycetes
Order	: Peronosporales
Family	: Phytiaceae
Genus	: <i>Phytophthora</i>
Spesies	: <i>Phytophthora</i> sp. (Wikipedia, 2009)

2.2. Deskripsi *Phytophthora* sp.

Phytophthora berasal dari bahasa Yunani, Phyto yang berarti tanaman dan Phthora yang artinya perusak, jamur ini disebut juga jamur air karena selain ditanah dan daerah daun sebagian besar siklus hidupnya dapat terjadi di air (Erwin & Ribeiro, 1996).

Phytophthora memiliki coenocytic mycellium dengan beberapa septa atau tidak ada sama sekali. Jamur ini dapat membentuk zoosporangia di air, spora seksualnya di sebut oospora yang dihasilkan melalui peleburan 2 gamet yaitu

oogonium dan antheredium (biasanya hanya menghasilkan 3-6 oospora (Erwin & Ribeiro, 1996).

Phytophthora yang ditumbuhkan pada media biakan atau jaringan tanaman dalam keadaan lembab, umumnya tidak berpigmen, dan apabila dilihat di bawah mikroskop, miseliumnya berwarna hyalin. Miselium bercabang dan memiliki struktur seperti tabung. Pertumbuhan umumnya terjadi pada ujung hifa (Erwin & Ribeiro, 1996).

2.3. Siklus hidup

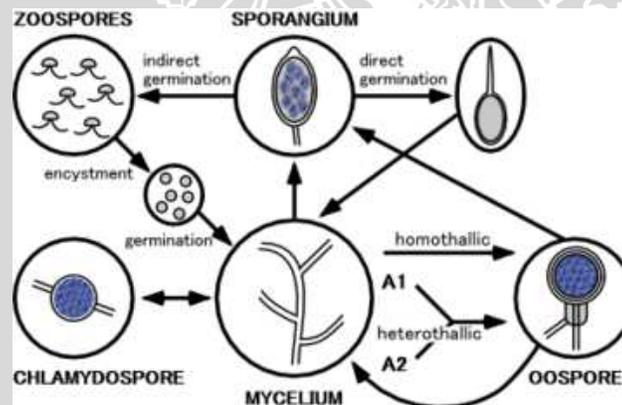
Spesies *Phytophthora* sp. menghasilkan spora aseksual pada kondisi lingkungan yang mendukung (suhu dan kelembaban optimum). Spora aseksual disebut sporangium. Sporangia dibentuk di dalam sporangiofor. Ukuran dan bentuk sporangia bermacam-macam (ovoid, obovoid, ellipsoid, limoniform (seperti lemon) dan pyriform (seperti buah pir)). Sporangium berkecambah dan akar membentuk tabung kecambah apabila kontak dengan tanaman (Erwin & Ribeiro, 1996).

Zoospora merupakan spora seksual yang dihasilkan melalui peleburan gamet jantan (oogonium) dan betina (antheredium). Zoospora dapat menyebar melalui percikan air dan aliran air dipermukaan tanah. Spora ini memiliki flagel yang dapat membantu pergerakannya mendekati inang (Erwin & Ribeiro, 1996).

Jamur ini dapat bertahan dalam tanah dan mengadakan infeksi terutama melalui tanah dan disini dapat membentuk sporangium dan spora kembara. Jamur terutama dipencarkan oleh air hujan dan air pengairan yang mengalir diatas permukaan tanah. Infeksi ke pangkal batang dibantu oleh adanya luka, misalnya yang disebabkan oleh alat-alat pertanian. Didalam kebun *P. cactorum* dapat terbawa oleh aliran air bersama-sama dengan tanah. Selain itu jamur dapat terangkut jauh karena terbawa oleh bibit (okulasi) dan tanah yang menyertai bibit ini (Semangun, 2000).

Phytophthora sp. dapat berproduksi secara aseksual dan seksual. Sedikit diketahui dari spesies ini pada struktur seksualnya karena belum pernah diamati di

laboratorium. Spesies yang berhomothallic, struktur seksual terjadi dengan pembiakan sendiri. Spesies yang berheterotallik mempunyai keturunan untuk berpasangan, ditunjukkan pada A1 dan A2. Ketika peleburan, anteridium memasukkan gamet kedalam oogonium, tiap oogonium siap berpasangan dengan anteridium atau anteridium menyerang separuh proximal dari oogonium, dan terjadilah penyatuan reproduksi oospora. Tipe spora reproduksi aseksual adalah clamidiospora dan sporangia dimana diproduksi dari zoospora. Clamidiospora biasanya berbentuk spherikal (berbentuk bola) dan berpigmen, dan mungkin dinding selnya kecil yang berperan untuk kelangsungan hidup. Sporangia mungkin bertahan pada hifa atau siap lepas dengan bantuan angin dan air. Dan juga sporangia mungkin melepaskan zoospora, dimana mempunyai dua flagel yang tidak sama dan digunakan untuk mengarahkan saat berenang ke tanaman (Wikipedia, 2009)



Gambar 1. Siklus Hidup *Phytophthora* sp.

2.4. Gejala

Gejalanya pada kulit pangkal batang terdapat bagian yang membusuk dan berbatas jelas,. Bagian yang membusuk sering mengeluarkan cairan yang berwarna kecoklatan, sehingga penyakit sering disebut sebagai "penyakit kecap". Pembusukan dapat meluas kebawah dan pembusukan akar, tetapi dapat juga kesamping sehingga pangkal batang digelang dan tanaman mati.

Kadang-kadang bagian yang sakit tidak meluas, kulit yang busuk menjadi kering dan lepas, sehingga terjadi kanker atau luka terbuka yang dibatasi oleh jaringan kalus (Semangun, 2000).

Menurut Agrios (1997), kerusakan yang ditimbulkan oleh *Phytophthora* pada akar dan batang, terjadi pada kondisi tanah yang lembab pada suhu antara 15°C dan 23°C dimana pada kondisi ini pertumbuhan tanaman menjadi baik dan rentan.

Tanaman tahunan dan kecambah yang terserang kemungkinan akan mati dalam beberapa hari, minggu atau bulan, sedangkan pada tanaman tua proses kematian dapat berlangsung lambat atau cepat, tergantung pada populasi jamur di dalam tanah dan kondisi lingkungan. Gejala yang terlihat pada tanaman tua adalah berkurangnya jumlah daun, daun menguning dan *dieback* pada ranting dan cabang. Semua tanaman yang diserang oleh *Phytophthora* menunjukkan kematian akar-akar yang kecil dan adanya nekrotik berupa lesio berwarna coklat pada akar-akar yang tua (besar). Pada tanaman muda atau tanaman tua yang sukulen, sistem perakaran menjadi hancur, diikuti oleh kematian tanaman (Agrios, 1997).

Jenis *Phytophthora* yang ditemukan menjadi penyebab busuk pangkal batang pada apel salah satunya adalah *P. cactorum* yang mempunyai ciri-ciri sporangia mempunyai papillate dan simple simpodium, mempunyai bentuk ellipsoidal, obpyriform, atau ovoid, ukuran sporangia adalah $31,4 \pm 4,8 \times 26,4 \pm 4,0$ dengan panjang lebarnya $1,2 \pm 0,1$, mempunyai dua lapisan pada dinding yang pertama tebal biasanya berukuran 1-1,5 μm . Diameter dari clamidiosporanya 25-39,7 μm , ukuran dari anteridiana adalah 8,5- 21 x 12-21 μm , tumbuh pada minimum temperatur 2°C, optimum 25°C dan maximum 31°C (Erwin & Ribeiro, 1996).

2.5. Faktor yang Mempengaruhi

Penyakit ini dapat terdapat di kebun yang lembab dan yang drainasenya kurang baik. Suhu optimum untuk perkembangan *P. cactorum* adalah 20- 28 C. Penggarapan tanah dan pembababan gulma yang kurang hati-hati dapat

menyebabkan terjadinya banyak luka pada pangkal batang yang dapat membantu infeksi (Semangun, 2000).

Beberapa faktor lingkungan abiotik dan biotik yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan *Phytophthora*, diantaranya adalah kelembaban tanah/kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik, struktur dan tekstur tanah dan adanya interaksi dengan mikroorganisme lain (Hartati, 2007).

2.6. Pengendalian

Untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang / *Phytophthora* sp. dapat dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :

- a. Memperbaiki drainasi dan mengurangi kelembaban kebun.
- b. Menghindarkan terjadinya luka- luka pada pangkal batang.
- c. Selama musim hujan tiap bulan pohon- pohon di periksa dengan teliti, agar infeksi- infeksi baru dapat segera dirawat dan diobati.
- d. Memakai batang bawah yang tahan terhadap *Phytophthora*, misalnya pada tanaman jeruk di anjurkan agar penempelan dilakukan pada tinggi 30-40cm dari permukaan tanah, untuk mengurangi kemungkinan terinfeksi batang atas yang rentan oleh jamur yang terdapat di tanah(Semangun, 2000).
- e. Menggunakan agen hayati. Di Indonesia perkembangan menggembirakan untuk penggunaan agen hayati antara lain *T. koningii* untuk *Rigidoporus microsporus* pada tanaman karet dan *Trichoderma* sp terhadap *Phytophthora capsici* pada lada yang mampu menekan pertumbuhan patogen-patogen dalam tanah. (Istikorini, 2002). Sedangkan *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus subtilis* dan spesies dari *Trichoderma* dapat menekan pertumbuhan *Phytophthora cactorum* (Thomas, Uthekede, dan Wardle, 1997)

2.7. Klasifikasi *Trichoderma* sp.

Berikut ini adalah klasifikasi dari *Trichoderma* sp. :

Kerajaan	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Subdivisi	: Pezizomycotina
Kelas	: Sordariomycetes
Subkelas	: Hypocreomycetidae
Bangsa	: Hypocreales
Marga	: Hypocreaceae
Suku	: Trichoderma
Jenis	: <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. viridae</i> (Wikipedia, 2008)

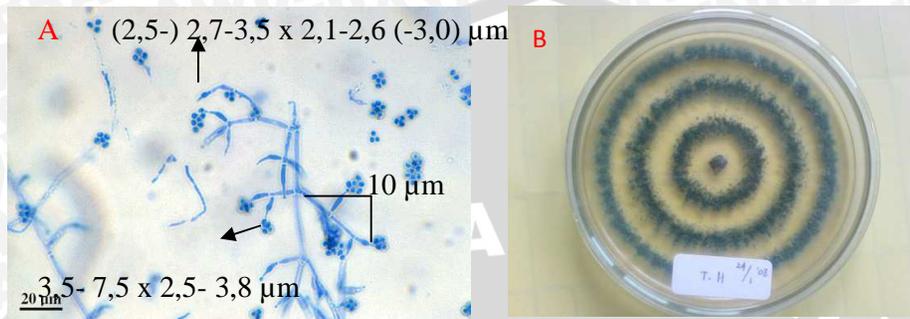
2.8. Ciri- Ciri *Trichoderma* sp.

Dari uji pendahuluan sebelumnya di ketahui ciri- ciri *Trichoderma* setiap spesies yang akan digunakan dalam penelitian ini di sertai dengan literatur yang mendukung.

2.8.1. Ciri-Ciri *T. harzianum*

Menurut Harman & Kubicek (1998), koloni *T. harzianum* tumbuh dengan cepat (pada isolasi pertumbuhan mencapai 7-9 cm) konidia sebagian besar berpencair, muncul butiran atau bubuk jika konidia tebal, berwarna hijau kekuning- kuning sampai hijau gelap, atau memproduksi berkas atau pustule dipinggir mempunyai miselium putih. Sebaliknya berwarna pucat sampai pudar kekuningan, mengkilap atau warna tidak menarik. Bau tidak jelas atau biasanya sedikit berbau tanah. Konidiospora sebagai bagian, yang cenderung vertikal teratur berbentuk susunan piramida. Phialides berbentuk ampulliform sampai lageniform, biasanya 3-4 verticillat, adakalanya sepasang, kebanyakan berukuran 3,5- 7,5 x 2,5- 3,8 μm , tempat phialides mempunyai panjang lebih dari 10 μm . Conidia

subglobose pada obovoid, kebanyakan mempunyai ukuran (2,5-) 2,7-3,5 x 2,1-2,6 (-3,0) μm , mempunyai dinding halus, subhyaline berwarna hijau pucat.

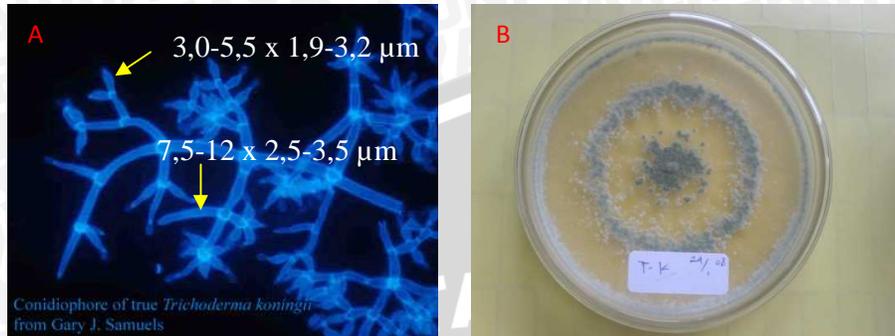


Gambar 2. Jamur *T.harzianum*

- (a). Konidia dan hifa (Ellis, 2008),
- (b). Biakan murni *T. harzianum* pada media PDA.

2.8.2. Ciri-ciri *T. Koningii*

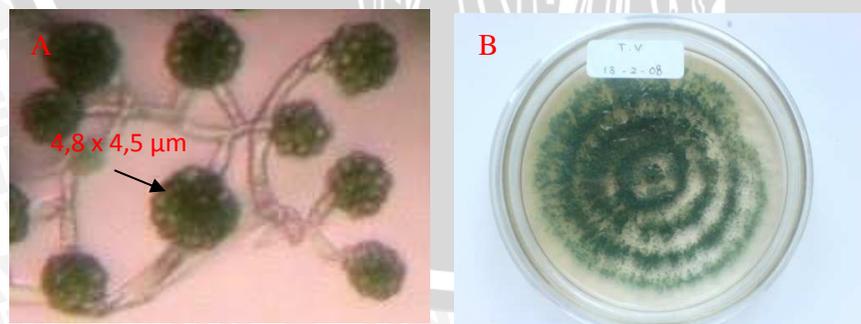
Menurut Harman & Kubicek (1998), koloni *T.koningii* biasanya tumbuh dengan cepat (7-9 cm). Konidia kadang-kadang membentuk berkas padat, membentuk kerak secara berkelanjutan, hijau tidak mengkilap hingga hijau kebiru-biruan. Sebaliknya biasanya tidak berwarna, sering juga berwarna pucat kekuningan. Konidiospora berubah-ubah, beberapa sifatnya menyempit dan flexuous dengan banyak element yang berpasangan atau lebar yang lainnya dan beberapa keras dengan element verticillate. Phialides lageniform atau ampuliform, biasanya berpasangan atau tidak selalu ditempatkan pada conidiophore flexuous, atau 3-5 verticillate dengan luas relatif dari konidiospora, kebanyakan 7,5-12 x 2,5-3,5 μm , atau ujung phialides memanjang, conidia subsilindris berbentuk bulat kecil, hijau, berukuran 3,0-5,5 x 1,9-3,2 μm . Beberapa isolat mempunyai temperatur optimum 24°C, dan maksimum mendekati 33°C.



Gambar 3. Jamur *T. koningii*
 (a). Konidia dan hifa jamur *T. Koningii* (perbesaran 200x),
 (b). Biakan murni *T. Koningii* pada media PDA.

2.8.3. Ciri-ciri *T. viride*

Menurut Harman & Kubicek (1998), ciri-ciri dari *T. viride* ini adalah ujung konidiofor dalam fialid, dinding fialospora kasar, agak bulat atau lonjong, berwarna hijau, berukuran 2,8-5,0 x 2,8-4,5 μm. Pada hifa dan konidia terlihat dengan jelas, pada hifa seperti batang yang panjang dengan ujung yang runcing, Ciri isolat *T. viride* konidiofor dan cabang sisinya lebih panjang dan langsing, tanpa perpanjangan hifa steril, fialid tidak rapat dan agak ramping, koloni hijau tua, ukuran rata-rata konidia 4,8 x 4,5 μm.



Gambar 4. Jamur *T. viride*
 (a). konidia dan hifa jamur *T. viride* (perbesaran 200x),
 (b). Biakan murni *T. viride* pada media PDA.

2.9. *Trichoderma* sp. sebagai Pengendali Hayati

Usaha pengendalian yang mulai dikembangkan akhir-akhir ini adalah pengendalian hayati yang berprinsip pada keseimbangan alami. Pengendalian hayati dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan pathogen dalam waktu relatif singkat lama, dan dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat residu toksik dari fungisida yang banyak digunakan selama ini.

Mikroorganisme yang bersifat antagonis dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati untuk patogen tanaman. Mekanisme antagonistik yang sering terjadi di lingkungan mikroorganisme di alam ialah hiperparasit, kompetisi, antibiosis dan lisis. *Trichoderma* spp. merupakan jamur antagonis yang sering digunakan dalam pengendalian patogen tanah (Winarsih dan Syafrudin, 2001).

Trichoderma sp. yang digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah adalah cendawan nonmikoriza yang dapat menghasilkan kitinase, sehingga dapat berfungsi sebagai pengendali penyakit tanaman. Kitinase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh cendawan dan bakteri (Tsujiro *et al.*, 1992) serta berperan penting dalam pemecahan kitin. Enzim adalah protein yang diproduksi oleh sel hidup dan digunakan untuk mengkatalisis reaksi kimia yang spesifik. Kitin (homopolimer ikatan β -1,4 dari asetilglukosamin) merupakan komponen struktural dari sebagian besar dinding sel cendawan patogen (Yanai *et al.*, 1994) dan polisakarida struktural terbesar penyusun utama kerangka luar udang dan serangga. Kitinase dapat mengkatalisis hidrolisis ikatan β -1,4 homopolimer N-asetilglukosamin menjadi monomer N-asetilglukosamin. (Wijaya, 2002).

Spesies jamur yang termasuk dalam kelompok ini terlihat deskripsinya agak rumit, seperti genus yang diusulkan Persoon pada mulanya genus ini terdiri dari 4 spesies, sekarang hanya 1 spesies (*T. viride*) dalam genus ini. Banyak para ahli berpendapat lain tentang batasan-batasan untuk penamaan dari golongan genus. Beberapa macam jenis *Trichoderma* antara lain *T. viride fers*, *T. hamatum* (Bon) Bainer, *T. asperellum* (dahulu *harzianum*), *T. polysporum*, dan *T. koningii* (Habazar dan Yaharwandi, 2006).

Dari beberapa para peneliti yang menggunakan agen hayati *Trichoderma* menjelaskan bahwa penggunaan agen hayati tersebut dapat menekan pertumbuhan patogen seperti halnya menurut Sudantha dan Abadi (2006) menyatakan pembusukan batang stek vanili umur delapan minggu setelah inokulasi patogen pada kontrol (tanpa jamur endofit) mencapai 83,33% (reaksi sangat peka) untuk klon vanili Timbenuh NTB dan 80,83% untuk klon vanili Malang Jawa Timur, sedang apabila diperlakukan dengan isolat jamur endofit *Trichoderma* sp. isolat ENDO-01 ENDO-01 akar tanah Timbenuh (*T. viride*), ENDO-02 batang Timbenuh (*T. koningii*), ENDO-03 buah Timbenuh (*T.longibrachiatum*), ENDO-05 batang Selebung(*T.pseudokoningii*), ENDO-06 batang Celelos (*T. viride*), dan jamur endofit *Rhizoctonia* spp. isolat ENDO-07 batang Timbenuh dan ENDO-08 batang Selebung menyebabkan pada bibit vanili tidak terjadi infeksi penyakit busuk batang (reaksi sangat tahan), baik pada klon vanili Timbenuh NTB maupun klon vanili Malang Jawa Timur. agen pengendali hayati di tanah gambut yaitu *Trichoderma koningii* dan *Gliocladium* sp. yang dapat menurunkan persentase serangan masing-masing 41,6% dan 35%.Kemampuan *T. koningii* dan *Gliocladium* sp. menekan pertumbuhan *Rhizoctonia* sp. secara *in vitro* sebesar 81% ternyata juga mampu menghambat timbulnya gejala penyakit lebih kurang 5 hari dan mampu menekan persentase tanaman sakit masing-masing dari 66,6% menjadi 25% dan 31,6% (Winarsih, 1998).

Jamur *Glomus* spp. (mikoriza) dan *T. harzianum* yang berasal dari rhizosfer tanaman lada ternyata dapat juga melindungi bibit lada terhadap serangan *P. capsici* masing-masing sebesar 52% dan 80% (Manohara.*et al*, 2005).

2.10.Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati adalah pengendalian dengan cara memanfaatkan musuh alami untuk mengendalikan OPT termasuk memanipulasi inang, lingkungan atau musuh alami itu sendiri. Pengendalian hayati bersifat ekologis dan berkelanjutan.Ekologis berarti pengendalian hayati harus dilakukan melalui

pengelolaan ekosistem pertanian secara efisien dengan sedikit mungkin mendatangkan akibat samping negatif bagi lingkungan hidup. Sedangkan berkelanjutan dapat diartikan sebagai kemampuan untuk bertahan dan menjaga upaya agar tidak merosot atau menjaga agar suatu upaya terus berlangsung (Istikorini, 2002).

Sejak dimulainya pembudidayaan tanaman sereal pada zaman neolitikum (10.000 tahun yang lalu) merupakan awal dari permuliaan tanaman periode ini juga merupakan metode pertanian dalam pengendalian patogen secara hayati dalam arti yang luas. Pengembangan budidaya tanaman lama-kelamaan lebih cenderung mengarah secara monokultur. Kondisi ini menyebabkan munculnya berbagai jenis hama dan penyakit pada tanaman tersebut, karena terjadi perubahan keadaan lingkungan yang semula beranekaragam menjadi lingkungan yang homogen.

Pengertian agens hayati menurut FAO (1988) adalah mikroorganisme, baik yang terjadi secara alami seperti bakteri, cendawan, virus dan protozoa, maupun hasil rekayasa genetik (*genetically modified microorganisms*) yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Pengertian ini hanya mencakup mikroorganisme, padahal agens hayati tidak hanya meliputi mikroorganisme, tetapi juga organisme yang ukurannya lebih besar dan dapat dilihat secara kasat mata seperti predator atau parasitoid untuk membunuh serangga.

Dengan demikian, pengertian agens hayati perlu dilengkapi dengan kriteria menurut FAO (1997), yaitu organisme yang dapat berkembang biak sendiri seperti parasitoid, predator, parasit, artropoda pemakan tumbuhan, dan patogen. Lebih jauh, jika diperhatikan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 411 tahun 1995 tentang pengertian agens hayati maka maknanya menjadi lebih sempurna lagi, yaitu setiap organisme yang meliputi spesies, subspecies, varietas, semua jenis serangga, nematoda, protozoa, cendawan (fungi), bakteri, virus, mikoplasma, serta organisme lainnya dalam semua tahap perkembangannya yang dapat dipergunakan untuk keperluan pengendalian hama dan penyakit atau organisme pengganggu, proses produksi, pengolahan hasil pertanian, dan berbagai

keperluan lainnya (Menteri Pertanian RI 1995). Definisi terakhir mempunyai pengertian bahwa agens hayati tidak hanya digunakan untuk mengendalikan OPT, tetapi juga mencakup pengertian penggunaannya untuk mengendalikan jasad pengganggu pada proses produksi dan pengolahan hasil pertanian (Supriadi, 2006).

Secara ilmiah pengendalian hayati baru dibuktikan oleh Roberts pada tahun 1874 yaitu mengenai terjadinya hambatan pertumbuhan bakteri dan jamur pathogen dalam kultur cair yang diistilalkannya sebagai antagonismus. Pengaruh antagonistik terhadap pathogen bagian atas tanaman telah dikenal relatif awal, tetapi perhatian peneliti pada tahun 1960-an lebih terkonsentrasi pada pathogen tular tanah.

Sampai saat ini masalah belum cukup lengkap pengetahuan dasar mengenai ekologi mikroba dan pathogen tanaman yang berkaitan dengan *niche* mikroorganisme yang mengkolonisasi dan berinteraksi dalam habitat tersebut. Dalam hal ini dapat diprediksi kemungkinan pengendalian pathogen tertentu menggunakan agen hayati yang dapat diseleksi dan diteliti mekanismenya. Perkembangan baru dalam rekayasa genetik, memungkinkan terjadinya perubahan dan adaptasi agen hayati membentuk inokulum yang lebih baik dan efisien melalui sistem fermentasi.

Penggunaan teknik ini juga memungkinkan untuk menggabungkan sifat-sifat yang diinginkan dari beberapa jenis organisme lain dalam ke suatu jenis agen biokontrol yang mempunyai beberapa mekanisme penyerangan pathogen ataupun kemampuan hidup dan mengkolonisasi yang lebih baik. Tetapi sekarang masih diperlukan pengetahuan mengenai arah pengembangan pengendalian hayati terhadap pathogen tanaman. Masalah yang sulit dalam pengendalian hayati adalah dalam mengintroduksi organisme asing dalam lingkungan kompleks seperti tanah. Agen hayati yang telah berhasil digunakan umumnya di aplikasi pada lingkungan tanpa kompetisi seperti pada kompos steril untuk tanaman hortikultura atau pada tanaman yang difumigasi (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

2.11. Antagonis

Pengertian antagonisme dalam bidang mikrobiologi ataupun pengendalian hayati adalah gangguan atau hambatan terhadap proses kehidupan atau pertumbuhan, perbanyakan, infeksi, penyebaran, struktur bertahan dan lain-lain dari suatu organisme (patogen) oleh organisme lain (antagonis).

Antagonis adalah identik dengan musuh alami pada bidang entomologi, tetapi efeknya dapat saja merupakan kombinasi dari beberapa mekanisme antagonis (kompetisi, antibiosis, induksi resisten, hiperparasit), sedangkan pada virus dapat bersifat proteksi silang.

Organisme yang tergolong antagonis terhadap patogen dapat berasal dari berbagai kelompok organisme seperti virus, bakteri, jamur, protozoa, nematoda. Efek dari antagonisme terhadap patogen dapat dibagi atas 2 kelompok:

1. Prainfeksi (preventif), menghambat aktivitas patogen mulai dari proses di permukaan inang sampai penetrasi ke dalam jaringan.
2. Posinfeksi (kuratif) yaitu efek antagonis setelah patogen masuk ke dalam jaringan (Habazar dan Yaharwandi, 2006).

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Mikologi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Sub Tropika (Balit Jestro-Tlekung) yang berlokasi di Jalan Raya Tlekung No.1 Junrejo- Kota Batu dan di Kebun Percobaan Banaran Kota Batu, pada bulan Oktober 2010 sampai Juli 2011.

3.2. Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow cabinet* (LAFC) adalah alat yang digunakan untuk ruang isolasi dalam keadaan steril, timbangan analitik digunakan untuk menimbang bahan- bahan, erlenmeyer 250 ml digunakan sebagai wadah atau tempat *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Corn Meal Agar* (CMA), dan *V8 juice agar*, autoclave alat yang digunakan untuk sterilisasi alat atau bahan, cawan petri digunakan untuk media tempat tumbuhnya jamur, mikroskop digunakan untuk melihat jamur secara mikroskopis, bunsen digunakan untuk menjaga kesetirlan dalam laminar air flow, jarum ose digunakan untuk mengambil isolat dalam cawan petri, kamera digital digunakan untuk mengambil gambar, hand spayer digunakan untuk menyemprotkan alkohol, obyek glass digunakan untuk mempermudah melihat jamur dibawah mikroskop, penutup obyek glass digunakan untuk menutup jamur setelah ditaruh dalam obyek glass, beaker glass 500 ml digunakan untuk mengambil aquades, gelas ukur 20 ml digunakan untuk mengukur media pada perlakuan uji mekanisme antagonis, gelas ukur 1 liter digunakan untuk mengukur aquades , suntikan digunakan untuk mengambil Teramycin, *haemocytometer* digunakan untuk menghitung spora jamur di bawah mikroskop, kantong plastik bening berukuran ½ kg digunakan untuk media dedak , polybag digunakan untuk media tanah yang akan ditanam tanaman apel, gelas plastik digunakan untuk tempat pemancingan apel dan label digunakan untuk penamaan tiap perlakuan (penandaan).

Bahan bahan yang di gunakan dalam percobaan ini adalah buah apel manalagi digunakan untuk pemancingan, sampeltanah dari Kebun Percobaan Banaran yang mengandung jamur *Phytophthora* sp. digunakan untuk memancing jamur *Phytophthora* sp., media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Corn Meal Agar* (CMA), *V8 juice agard* digunakan sebagai media tanam jamur, Teramycin digunakan untuk antibiotik agar mikroorganisme yang tidak diinginkan tidak tumbuh, alkohol 70 % digunakan untuk mensterilkan ruangan dan alat, isolat jamur *Trichoderma* sp. (*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viride*) sebagai pengendali hayati, aquades steril digunakan untuk pembuatan media dan pemancingan (uji beat), dedak sebagai media tumbuhnya *Trichoderma* sp., media *Yeast* digunakan sebagai tambahan nutrisi yang dicampur dengan media dedak.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Metode penelitian secara *In Vitro*

Penelitian secara *In Vitro* bertujuan untuk mendapatkan patogen (spesies jamur *Phytophthora* sp.) yang menyerang tanaman apel, untuk mengetahui potensi atau daya hambat ketiga isolat *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan *phytophthora* sp. dan untuk mengetahui perbedaan daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. yang menggunakan media yang berbeda yaitu PDA (*Potato Dextrose Agar*), *V8 juice Agar*, dan CMA (*Corn Malt Agar*), sedangkan untuk uji mekanisme antagonis menggunakan media PDA.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Dengan perlakuan sebagai berikut:

- a. P0 : Jamur *Phytophthora* sp. yang ditumbuhkan pada cawan petri (kontrol)
- b. P1 : Jamur *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. harzianum*.
- c. P2 : Jamur *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. viride*.
- d. P3 : Jamur *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. koningii*.

Dari perlakuan tersebut *Phytophthora* sp. ditanam ke media PDA terlebih dahulu karena jamur *Trichoderma* lebih cepat berkembang dan tumbuh pada media dibanding dengan *Phytophthora* sp.

3.3.2. Metode penelitian secara *In Vivo*

Penelitian secara *In Vivo* bertujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada masing-masing perlakuan dan untuk mengetahui potensi ketiga isolat *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan *Phytophthora* sp. pada tanaman apel. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan pada masing-masing tanaman. Perlakuan tersebut antara lain :

A0 : tanaman apel tanpa inokulasi *Phytophthora* sp. maupun *Trichoderma* sp

A1 : tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp.

A2 : tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. harzianum*

A3 : tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. viride*

A4 : tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. Koningii*

3.4. Pelaksanaan penelitian

3.4.1. Pelaksanaan penelitian secara *In vitro*

1. Persiapan isolat

Sebelum pelaksanaan penelitian dilaksanakan, diperlukan isolat jamur *Phytophthora* sp. dan *Trichoderma* sp. Oleh karena itu diperlukan adanya isolasi dan identifikasi dari isolat *Phytophthora* sp.

Untuk mendapatkan spesies *Phytophthora* sp. di lakukan dengan pemancingan menggunakan metode Beat pada buah Apel Manalagi. Sampel yang diambil untuk pemancingan yaitu dari tanah disekitar perakaran/ rhizosphere, setiap tanah yang diambil tiap blok selanjutnya akan digunakan untuk perlakuan.

Berikut ini adalah tanah yang diambil tiap bloknya untuk pemancingan dan untuk mendapatkan jamur *Phytophthora* sp yang didasarkan pada lokasi pengambilan sampel di Kebun Percobaan (KP) Banaran:

- a. Blok VI petak 3
- b. Blok VI petak 4
- c. Blok VI petak 5
- d. Blok VI petak 7

- e. Blok VI petak 10 RB
- f. Blok VII tanah dari tanaman jagung
- g. Blok VII tanaman apel Anna dan apel Manalagi 1
- h. Blok VII tanaman apel Anna dan apel Manalagi 2
- i. Blok VII tanaman apel Anna apel Manalagi 3
- j. Blok VII tanaman apel Anna dan apel Manalagi 4
- k. Blok VII tanah dari tanaman Jagung
- l. Blok VIII tanah dari Bawang Daun
- m. Blok VIII tanah dari tanaman Jagung
- n. Tanah dari tanaman apel manalagi yang sakit
- o. Tanah dari tanaman apel Anna yang sakit

Pemancingan (metode Beat) ini dilakukan untuk mempermudah mendapatkan jamur *Phytophthora* sp. dengan cara merendam apel yang sudah dilukai dan dimasukkan dalam gelas plastik yang sudah di campur dengan 50 ml aquades dan 50 gram sampel tanah tiap blok (sampel tanah yang diperkirakan terdapat patogen jamur *Phytophthora* sp.) sebelum apel dimasukkan ke dalam gelas plastik, tanah dan aquades diaduk terlebih dahulu agar tanah menyatu dengan air. Menurut Prayudi, *et al.* (2000), tanaman tersebut diinokulasikan pada buah apel (*cara pancingan*) untuk memperkecil mikrobia kontaminan setelah tiga hari masa inkubasi dalam chamber steril, bagian buah apel yang berwarna coklat di ambil secara aseptik dan di letakkan di atas media *potato dextrose agar* (PDA).

Menurut Erwin & Ribeiro (1996), untuk pemancingan *Phytophthora* sp. digunakan apel atau pir sebagai umpan yang telah di masukkan dalam beaker glass/ gelas ukur yang telah diisi dengan air setengah tinggi dari apel atau pir dan didasar air terdapat tanah yang mengandung patogen *Phytophthora* sp. *Phytophthora* sp. muncul biasanya dikarenakan adanya luka dengan mengumpulnya zoospora pada garis air.

Setelah di lakukan dengan cara pancingan, apel yang sudah berubah warna menjadi coklat atau mulai membusuk kemudian diisolasi pada media PDA dan di inkubasi kurang lebih 3 hari. Setelah inkubasi mikrobia yang tumbuh diisolasi kembali pada media PDA untuk mendapatkan isolat murni. Isolat ditumbuhkan

selama 7-10 hari untuk di determinasi. Setelah mengetahui jenis mikrobia yang tumbuh, isolat di tumbuhkan pada media khusus untuk memacu terbentuknya pertumbuhan mikrobia yang lebih baik guna mempermudah determinasi lebih lanjut, untuk jenis *Phytophthora* menggunakan media V8juice agar untuk memperbanyak terbentuknya sporangium atau klamidiospora (Prayudi, *et al.*, 2000), yang tersusun dari 15 gram agar difco, 300 ml ekstrak V8, 4,5 gram CaCO₃ (*Calcium carbonat*).

Identifikasi *Phytophthora* sp. dilihat dari bentuk miselium, bentuk sporangium, ukuran sporangium dan percabangan sporangium.

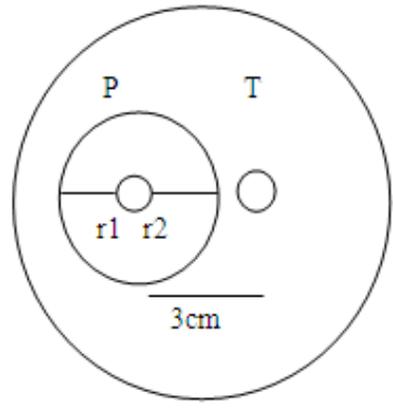
Sedangkan isolat dari ketiga spesies *Trichoderma* sp. didapat dari koleksi jamur di Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Biakan murni ketiga spesies *Trichoderma* sp. diremajakan terlebih dahulu dengan cara menanam kembali pada biakan baru, peremajaan biakan bertujuan untuk mendapatkan jamur yang tidak terlalu tua dan memiliki keseragaman umur dari masing- masing isolat.

2. Pengujian daya hambat antagonisme ketiga isolat jamur *Trichoderma* sp. secara *in vitro*.

Dalam uji antagonis dilakukan menggunakan metode oposisi langsung yaitu ketiga jenis *Trichoderma* sp sebagai pengujinya dengan *Phytophthora* sp. sebagai jamur yang akan dikendalikan dengan tujuan mengetahui daya hambat ketiga jenis *Trichoderma* terhadap *Phytophthora* sp secara langsung. Uji antagonisme dilakukan pada media PDA, V8 dan CMA untuk mendapatkan hasil maksimal media mana yang paling baik digunakan untuk uji antagonisme.

Menurut Widyastuti *et al.* (2001), daya hambat jamur antagonis diketahui dengan menghitung selisih dari panjang jari- jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur antagonis, dikurangi dengan jari-jari koloni patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur antagonis, dibagi dengan jari- jari patogen yang arahnya berlawanan dengan jamur antagonis kemudian dikalikan dengan 100 persen.

Untuk melakukan metode oposisi langsung yaitu uji antagonisme antara *Phytophthora* sp. dengan *Trichoderma* sp. pada cawan petri menggunakan metode (gambar 5). sebagai berikut :



Gambar 5. Pengujian da... amur *Phytophthora* sp.

dengan *Trichoderma* sp.

T : *Trichoderma* sp.,

P : *Phytophthora* sp.,

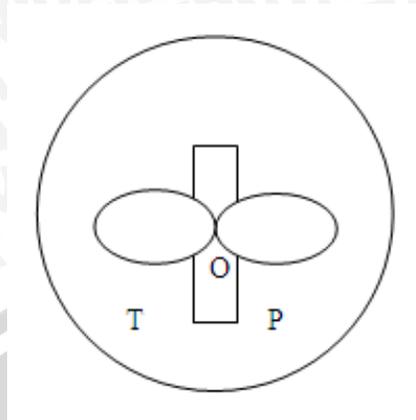
r1: Jari-jari koloni jamur *Phytophthora* sp. yang tumbuh menjauhi koloni jamur *Trichoderma* sp.

r2: Jari- jari koloni jamur *Phytophthora* sp. yang tumbuh mendekati koloni jamur *Trichoderma* sp.

3. Uji mekanisme interaksi antagonisme

Dalam uji mekanisme interaksi antagonisme sama halnya dengan uji antagonisme tetapi uji ini lebih menekankan interaksi antara *Phytophthora* sp. dan *Trichoderma* sp. untuk melihat bagaimana *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan *Phytophthora* sp.

Untuk mengetahui interaksi antara jamur *Phytophthora* sp. dengan *Trichoderma* sp. cawan petri diberi obyek glass ditengah-tengah yang berisi media PDA dengan tujuan saat pengamatan dimikroskop media PDA yang diambil tidak rusak sehingga untuk mempermudah pengambilan media diantara pertemuan jamur *Phytophthora* sp. dengan *Trichoderma* sp. uji ini menggunakan model (gambar 6.) sebagai berikut :



Gambar 6. Uji mekanisme interaksi antagonisme.

T : *Trichoderma* sp.,

P : *Phytophthora* sp.,

O : obyek glass

Dalam satu cawan petri terdapat jamur *phytophthora* sp. dan *Trichoderma* sp. diantara kedua jamur tersebut diberi obyek glass yang disterilkan terlebih dahulu kemudian dimasukkan ketengah cawan petri, media PDA dituang diatas obyek glass sebanyak 10 ml dengan tujuan media PDA dapat merata di dalam cawan petri dan di obyek glass. Tujuan penakaran media sebanyak 10ml supaya media tidak terlalu tebal sehingga memudahkan saat dilihat dibawah mikroskop.

3.4.2. Pelaksanaan penelitian secara *In Vivo*

1. Persiapan inokulum jamur *Trichoderma* sp. dan *Phytophthora* sp.

Untuk keperluan aplikasi, digunakan biakan jamur perbanyak *Trichoderma* sp. menggunakan media dedak yang tersusun dari 1 kg dedak, 1 liter aquades, dan yeast ekstrak 3,75 gram ditambah aquades 250 ml yang diambil dari 1 liter aquades di campur kemudian dibungkus dengan plastik ditimbang 100 gram/ plastik ditutup ujungnya untuk sterilisasi kemudian di inkubasi selama 7 hari. Sedangkan untuk jamur *Phytophthora* diambil untuk isolat yang sudah di biakkan atau diperbanyak pada media V8 juice Agar.

2. Sterilisasi media tanam

Media tanam yang digunakan adalah media tanah dari KP Banaran yang sudah disterilkan terlebih dahulu agar media tanam tidak terkontaminasi dengan mikroorganisme lain ketika tanaman apel ditanam. Cara sterilisasi media tanah yaitu dengan membungkus tanah dengan plastik anti panas 2 kg dimasukkan kedalam autoclave, sebelum dimasukkan kedalam autoclave diberi air sampai batas yang ditentukan kemudian autoclave ditutup rapat dinyalakan kemudian diatur lama sterilisasi (waktu) dengan suhu 121°C selama kurang lebih 20 menit dengan tekanan 1 atm.

3. Persiapan tanaman apel.

Tanaman apel yang digunakan untuk inokulasi yaitu anakan dari tanaman apel yang sebelumnya sudah ditanam pada polybag dengan tujuan agar anakan tanaman apel dapat beradaptasi dan tumbuh dengan baik sebelum digunakan untuk perlakuan, umur anakan sekitar kurang lebih satu setengah bulan dari pemisahan induk tanaman apel kemudian anakan tanaman apel dipindah ke polybag baru yang berisi media tseanah steril.

4. Pengamatan populasi.

Untuk mengetahui populasi *Phytophthora* sp., isolat yang akan digunakan untuk inokulasi menggunakan isolat yang diperbanyak dari media V8 juice agar, setiap satu media dalam cawan petri dihaluskan dengan ditambah aquadesh sebanyak 10ml setelah itu propagul akan dihitung dibawah mikroskop menggunakan *Haemocytometer*.

5. Pelaksanaan inokulasi pada tanaman apel

Untuk keperluan aplikasi, digunakan biakan jamur *Trichoderma* sp. dari media dedak dan *Phytophthora* sp. dari media V8 juice agar. Jamur *Phytophthora* yang telah berumur 7 hari atau lebih diambil dan dicampur dengan aquadesh steril 10 ml per cawan petri selanjutnya dilakukan pengadukan agar konidia terlepas dari media. *Phytophthora* sp. di inokulasikan pada media tanah tumbuh yang

terdapat anakan tanaman apel selama 7 hari dengan tujuan agar jamur *Phytophthora* sp. tumbuh terlebih dahulu seperti halnya dengan pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang ada di lapang yang menyerang tanaman apel, kemudian *Trichoderma* sp. diaplikasikan sebagai agen hayati untuk menghambat pertumbuhan dari serangan *Phytophthora* sp. dengan cara diambil campuran aquades dengan jamur *Phytophthora* sp. diambil sebanyak 20 ml kemudian disiramkan ke tanah dalam polybag yang terdapat anakan tanaman apel setelah mencapai 7 hari baru diinokulasikan dengan *Trichoderma* sp. yang ada pada media dedak sebesar 200 gram perplastik setiap polybag diberi satu plastik media dedak yang berisi *Trichoderma* sp. dan disebarakan diatas permukaan tanah dan diratakan sesuai dengan perlakuan yang digunakan.

3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1. Parameter pengamatan pada pengujian *In vitro*

Pengamatan dilakukan setiap hari dengan cara mengukur diameter pertumbuhan koloni jamur *Phytophthora* sp. menggunakan penggaris, pengukuran diameter koloni di hentikan setelah tujuh hari pengamatan.

Untuk mengetahui persentase daya hambat jamur *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan jamur tular tanah pada tanaman apel dilakukan perhitungan dengan rumus menurut Fokemma (dalam Herlina, 2009):

$$P = \frac{(r1-r2)}{r1} \times 100\%$$

Keterangan: P = Persentase penghambatan

r1 = Jari-jari koloni jamur *Phytophthora* sp. yang tumbuh menjauhi koloni jamur *Trichoderma* sp.

r2=Jari- jari koloni jamur *Phytophthora* sp. yang tumbuh mendekati koloni jamur *Trichoderma* sp.

3.5.2. Parameter pengamatan pada pengujian *In vivo*

Variabel pengamatan yang digunakan adalah dengan mengukur panjang tanaman apel, tinggi tanaman apel dan panjang akar tanaman apel.

Jumlah tanaman sakit/mati akibat serangan *Phytophthora* sp. dapat dihitung dari jumlah tanaman yang terserang (dilihat dari akar tanaman yang sakit/mati), menggunakan rumus :

$$\text{Persentase Tingkat Serangan (TS)} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

TS = Tingkat serangan
a = Jumlah tanaman sakit/mati
b = Jumlah populasi tanaman

3.6. Metode Analisis

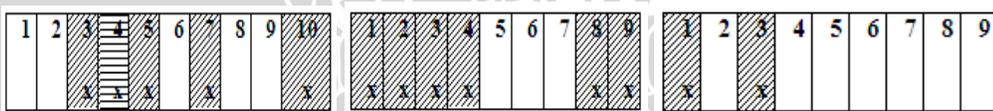
Metode analisis yang digunakan pada tiap perlakuan secara *in vitro* dan *In vivo* adalah ragam (anova), dan apabila terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, akan dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian secara *In vitro*

4.1.1. Identifikasi jamur *Phytophthora* sp.

Hasil isolasi pada tanah sampel, empat belas sampel dari lima belas sampel tanah di KP Banaran terdapat jamur patogen *Phytophthora* sp. blok yang terdapat jamur patogen *Phytophthora* sp. adalah Blok VI petak 3, Blok VI petak 5, Blok VI petak 7, Blok VI petak 10 RB, Blok VII tanah dari tanaman jagung, Blok VII tanaman apel Anna dan apel Manalagi 1, Blok VII tanaman apel Anna dan apel apel Manalagi 2, Blok VII tanaman apel Anna apel Manalagi 3, Blok VII tanaman apel Anna dan apel Manalagi 4, Blok VII tanah dari tanaman Jagung, Blok VIII tanah dari Bawang Daun, Blok VIII tanah dari tanaman Jagung, tanah dari tanaman apel manalagi yang sakit dan tanah dari tanaman apel Anna yang sakit, merupakan sampel tanah yang terdapat jamur patogen *Phytophthora* sp., sedangkan tanah sampel yang tidak terdapat jamur patogen *Phytophthora* sp. adalah Blok VI petak 4 tersaji pada gambar 7, sebagai berikut :



Gambar 7. Denah pengambilan sampel tanah di kebun percobaan Banaran.

Keterangan: 1,2,3,.... = Nomor petak dalam Blok

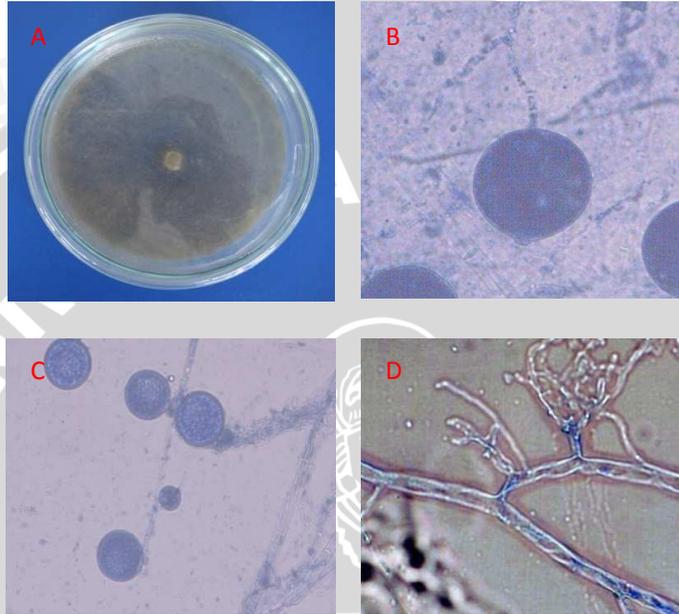
x = petak pengambilan sampel

▨ = petak yang terdapat *Phytophthora* sp.

▩ = petak yang tidak terdapat *Phytophthora* sp.

Ditemukan jamur dengan ciri- ciri makroskopis yaitu berwarna putih, koloni jamur terlihat lebih sedikit dan lebih tipis dibanding dengan jamur lainnya, miselium bergerombol ditengah- tengah cawan petri. Ciri- ciri mikroskopis jamur tersebut yaitu sporangium berbentuk ovoid, panjang sporangium berkisar sekitar 27,8- 49,8µm, diameter hifa 5 µm, tipe sporangiophore berbentuk simpel sympodium atau sederhana, hifa tidak berseptate berwarna bening (Gambar 8). Erwin dan Ribeiro (1996), menyatakan bahwa koloni dari *Phytophthora cactorum* pada media PDA petaloid koloninya lebih sedikit atau produksi koloninya kurang.

Morfologi sporangia berbentuk ovoid- obpyriform, panjang 19-55 μm , cabang sporangiofor simpel simpodium atau sederhana, diameter hifa 5.0- 5.1 μm . Hal tersebut menyatakan bahwa jamur dengan ciri-ciri tersebut diatas merupakan ciri-ciri jamur *P. cactorum*.



Gambar 8. Jamur *Phytophthora* sp.

- A. koloni patogen pada media V8 juice agar pada umur 7 hari.
- B. sporangium berbentuk ovoid dengan perbesaran 400x
- C. sporangiophore berbentuk simple sympodium perbesaran 100x.
- D. miselium perbesaran 100x.

4.1.2. Daya Hambat *Trichoderma* sp. Terhadap Patogen *Phytophthora* sp.

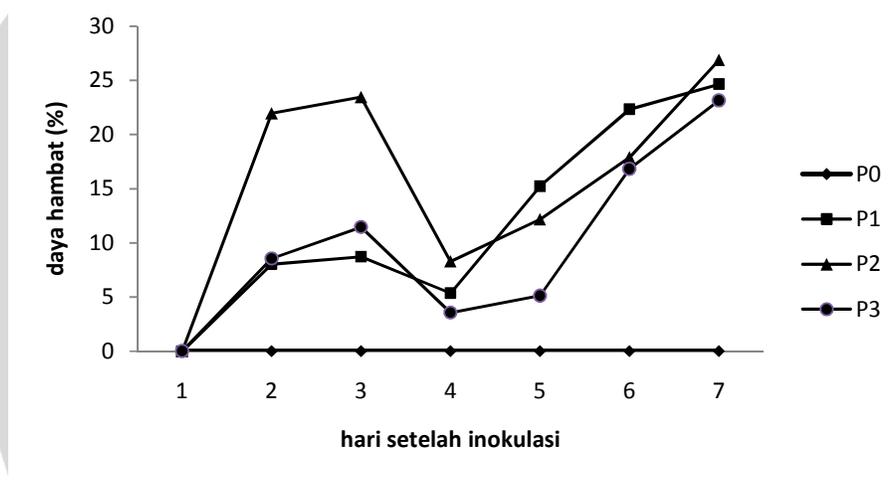
1. Uji Antagonis pada media V8 Juice Agar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, jamur *Trichoderma* sp. memiliki daya hambat terhadap jamur *Phytophthora* sp. Jamur *T.harzianum*, *T.viride*, dan *T.koningii* memiliki pengaruh yang berbeda terhadap pathogen *Phytophthora* sp. dalam media V8 juice agar. Rerata daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap patogen *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar, tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Daya hambat menggunakan media V8 juice agar pada setiap perlakuan.

perlakuan	rerata daya hambat (%)						
	1hst	2hst	3hst	4hst	5hst	6hst	7hst
Kontrol (P0)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<i>T.harzianum</i> (P1)	7.87 ab	8.02 b	8.72 b	5.35 b	15.22 c	22.33 b	24.64 b
<i>T. viride</i> (P2)	14.31 b	21.94 c	23.43 c	8.28 b	12.17 bc	17.88 b	26.86 b
<i>T. koningii</i> (P3)	2.30 ab	8.55 bc	11.45 b	3.55 b	5.12 b	16.82 b	23.14 b

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%



Gambar 9. Grafik presentase daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar. (♦= kontrol (*Phytophthora* sp.) ■= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. harzianum* ▲=*Phytophthora* sp. yang dihambat *T.viride* ●=*Phytophthora* sp. yang dihambat *T. koningii*)

Tabel 1. Menunjukkan bahwa, rerata daya hambat yang menggunakan media V8 juice agar dari keempat perlakuan memiliki pengaruh yang nyata. Jamur *T.harzianum*, *T.viride*, dan *T.koningii* yang menggunakan media V8 juice agar berpengaruh terhadap rerata daya hambat *Phytophthora* sp.

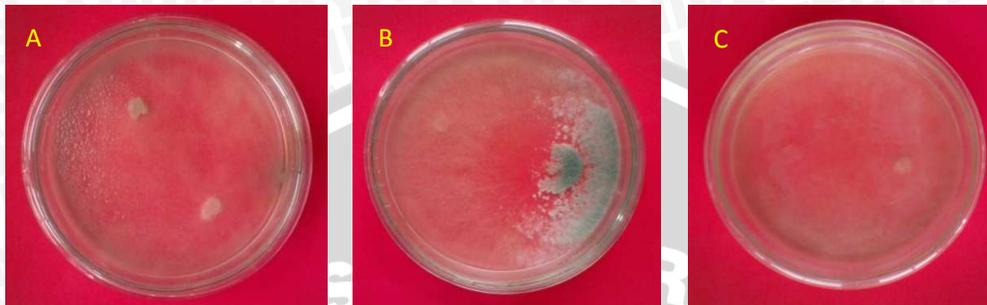
Pada pengamatan 1hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai daya hambat tertinggi yaitu 14,31 % dan tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata terhadap p0, pengamatan 2hari setelah tanam dan 3hari setelah

tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 21, 94 % dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 tetapi berbeda nyata dengan P1 dan P0 sedangkan pengamatan 3hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 23, 43% dan berbeda nyata dengan perlakuan P0, P1 dan P3, pengamatan 4hari setelah tanam ketiga perlakuan *Trichoderma* sp. mengalami penurunan daya hambat hal ini diduga bahwa pada hari tersebut ketiga perlakuan *Trichoderma* sp. telah bertemu dengan jamur *Phytophthora* sp. sehingga daya hambat akan mempengaruhi pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang disebut zona penghambatan.

Menurut Purwantisari dan Hastuti (2009), mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonism ini adalah antibiosis dan hiperparasit yang dapat diamati dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan pertumbuhan bagi *Phytophthora infestans* (antibiosis) dan pertumbuhan miselium *Trichoderma* sp. yang menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni *Phytophthora infestans* (hiperparasit). Pada pengamatan ini jamur P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 8, 72% dan tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 5hari setelah tanam perlakuan P1 memiliki nilai tertinggi yaitu 15, 22% dan tidak berbeda nyata dengan P2 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 6hari setelah tanam perlakuan P1 memiliki nilai tertinggi yaitu 22, 33% dan tidak berbeda nyata dengan P2 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, dan pengamatan terakhir 7hari setelah tanam perlakuan yang memiliki nilai tertinggi adalah P2 yaitu 26, 86% dan tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0.

Uji antagonis dengan menggunakan media V8 juice agar yang memiliki nilai daya hambat tertinggi yaitu *T. viride* sebesar 26,86 % sedangkan yang memiliki nilai daya hambat terendah adalah *T. koningii* sebesar 23,14%. Djatmiko dan Rohadi (1997) melaporkan bahwa mikroorganisme antagonis terutama *Trichoderma* spp.. Mempunyai kemampuan berkompetisi dengan patogen terbawa tanah terutama dalam mendapatkan nitrogen dan karbon. Selain itu, cendawan *Trichoderma* spp.. mempunyai kemampuan untuk menghasilkan enzim hidrolitik β 1,3 glukonase, kitinase dan selulase. Enzim-enzim inilah yang secara aktif merusak sel-sel jamur yang sebagian besar tersusun dari β 1,3 glukon

(linamirin) dan kitin sehingga dengan mudah jamur *Trichoderma* spp.. Dapat lakukan penetrasi ke dalam hifa jamur inangnya (Talanca,dkk., 1998)



Gambar 10. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar.

- A. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.viride*.
- B. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.harzianum*.
- C. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.koningii*.

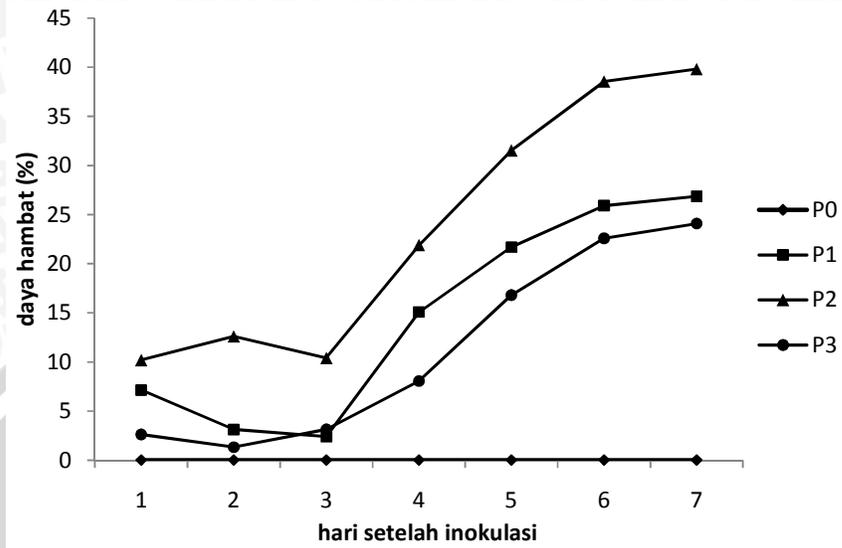
2. Uji antagonis pada media PDA.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, jamur jamur *Trichoderma* sp. memiliki daya hambat terhadap jamur *Phytophthora* sp. antara jamur *T.harzianum*, *T.viride*, dan *T.koningii* berpengaruh terhadap menekan pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang menggunakan media PDA.Rerata daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap patogen *Phytophthora* sp. pada media PDA, tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Daya hambat menggunakan media PDA pada setiap perlakuan

perlakuan	rerata daya hambat (%)						
	1hst	2hst	3hst	4hst	5hst	6hst	7hst
Kontrol (P0)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<i>T.harzianum</i> (P1)	7.15 a	3.13 ab	2.40 ab	15.08 bc	21.70 c	25.92 b	26.86 bc
<i>T. viride</i> (P2)	10.20 a	12.60 b	10.42 b	21.89 c	31.53 d	38.53 c	39.81 c
<i>T. koningii</i> (P3)	2.61 a	1.32 ab	3.13 ab	8.04 b	16.79 b	22.58 b	24.08 b

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%



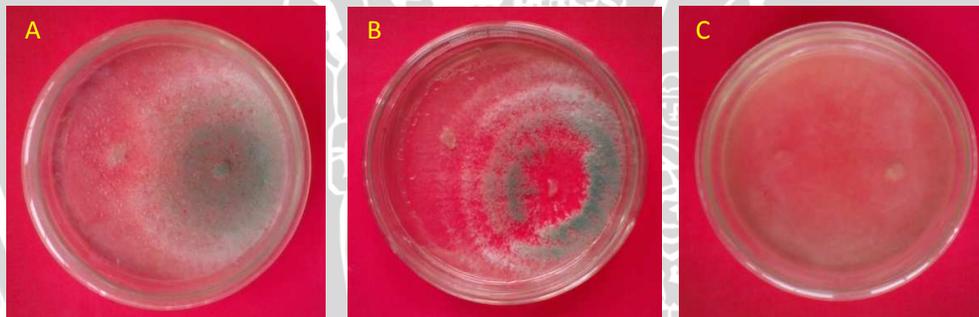
Gambar 11. Grafik presentase daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar. (◆= kontrol (*Phytophthora* sp.) ■= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. harzianum* ▲=*Phytophthora* sp. yang dihambat *T.viride* ●= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. koningii*)

Tabel 2 menunjukkan bahwa, rerata daya hambat yang menggunakan media PDA dari kelima perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan. Jamur *T.harzianum*, *T.viride*, dan *T.koningii* yang menggunakan media PDA berpengaruh terhadap rerata daya hambat *Phytophthora* sp.

Pada pengamatan 1hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 10,20 % dan tidak berbeda nyata dengan P0, P1 dan P3, pengamatan 2hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 12,60% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 3hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 10,42% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 4hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 21,89% dan tidak berbeda nyata dengan P1 tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P3, pengamatan 5hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 31, 53% dan semua perlakuan berbeda nyata antara P0, P1,P2 dan P3, pengamatan 6hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 38,53% dan berbeda nyata dengan P0, P1,P2 dan P3, dan pengamatan terakhir

7hari setelah tanam perlakuan yang memiliki nilai tertinggi adalah P2 yaitu 26,86% dan tidak berbeda nyata dengan P1 tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P3. Daya hambat mengalami penurunan pada perlakuan P1 dan P2 pengamatan 3hst sedangkan perlakuan P3 mengalami penurunan saat pengamatan 2hst. Hal ini diduga daya hambat berpengaruh pada pengamatan 3hst. Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan daya hambat *Trichoderma* sp. pada media PDA.

Menurut Lieckfeld *et al.*, (1999), spesies *Trichoderma* sp. yang berbeda, memiliki kemampuan tumbuh di media agar yang berbeda pula. *Trichoderma viride* memiliki kemampuan tumbuh yang lebih tinggi dibanding dengan *Trichoderma aurourivide*, dan *Trichoderma koningii*. Miselium *Trichoderma viride* dapat tumbuh sepanjang 30mm dalam 40 jam, sedangkan *Trichoderma aurourivide*, dan *Trichoderma koningii* hanya 10mm. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Purwantisari dan Hastuti (2009), menunjukkan bahwa penghambat cendawan *Trichoderma* spp. mampu menghambat pertumbuhan cendawan *P. infestans* pada medium PDA.



Gambar 12. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA.

- A. *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. viride*.
- B. *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. harzianum*.
- C. *Phytophthora* sp. yang dihambat dengan *T. koningii*.

3. Uji Antagonis pada media CMA

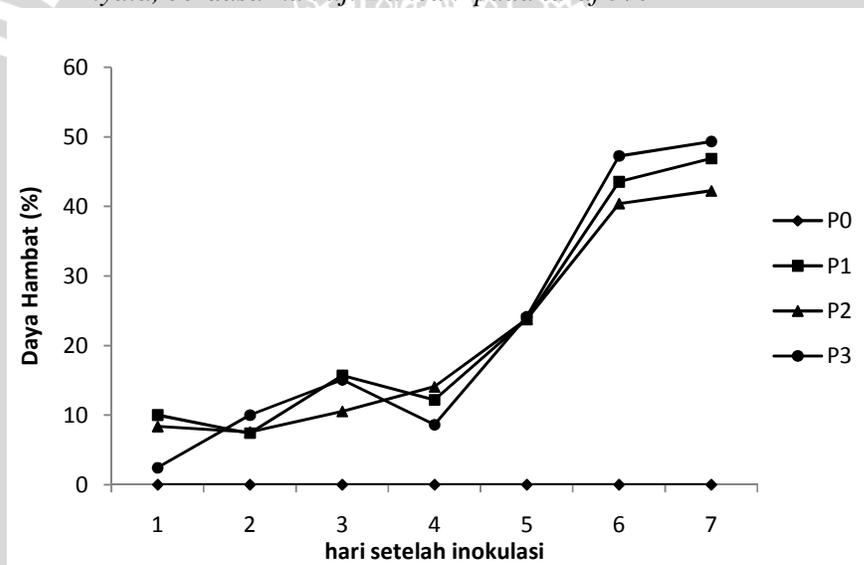
Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, jamur jamur *Trichoderma* sp. memiliki daya hambat terhadap jamur *Phytophthora* sp. antara jamur *T. harzianum*, *T. viride*, dan *T. koningii* berpengaruh terhadap menekan

pertumbuhan *Phytophthora* sp. yang menggunakan media CMA. Rerata daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap patogen *Phytophthora* sp. pada media CMA, tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Daya hambat menggunakan media CMA pada setiap perlakuan

perlakuan	rerata daya hambat (%)						
	1hst	2hst	3hst	4hst	5hst	6hst	7hst
Kontrol(P0)	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
<i>T.harzianum</i> (P1)	10.00 b	7.40 b	15.70 b	12.17 b	23.76 b	43.53 b	46.86 b
<i>T. viride</i> (P2)	8.36 b	7.55 b	10.52 ab	14.06 bc	23.76 b	40.38 b	42.22 b
<i>T. koningii</i> (P3)	2.43 b	9.99 b	15.07 b	8.61 c	24.1 c	47.22 c	49.28 b

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%



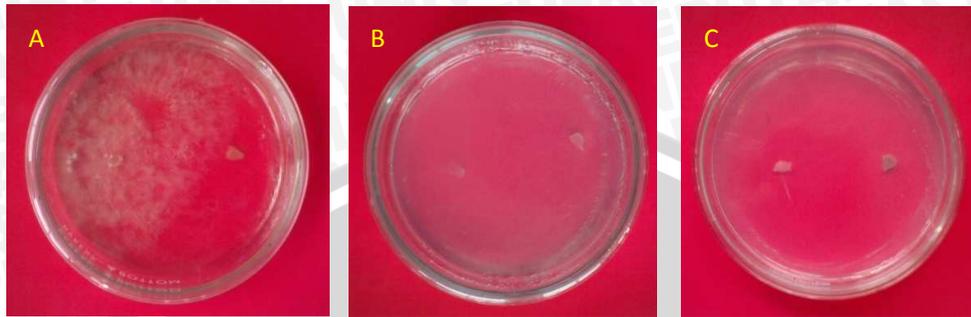
Gambar 13. Grafik presentase daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar. (♦= kontrol (*Phytophthora* sp.) ■= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. harzianum* ▲= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. viride* ●= *Phytophthora* sp. yang dihambat *T. koningii*)

Tabel 3. Menunjukkan bahwa, rerata daya hambat yang menggunakan media CMA dari kelima perlakuan memiliki pengaruh yang nyata. Jamur *T. harzianum*, *T. viride*, dan *T. koningii* yang menggunakan media CMA berpengaruh terhadap rerata daya hambat *Phytophthora* sp. Nilai daya hambat

paling tinggi dimiliki *T.koningii* sebesar 49,28% dan terendah *T.viride* sebesar 42.22%.

Pada pengamatan 1hari setelah tanam perlakuan P1 memiliki nilai tertinggi yaitu 10,00 % dan tidak berbeda nyata dengan P2 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 2hari setelah tanam perlakuan P3 memiliki nilai tertinggi yaitu 9,99% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P2 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 3hari setelah tanam perlakuan P1 memiliki nilai tertinggi yaitu 15,70% dan tidak berbeda nyata dengan P2 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 4hari setelah tanam perlakuan P2 memiliki nilai tertinggi yaitu 14,06% dan tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0, pengamatan 5hari setelah tanam perlakuan P3 memiliki nilai tertinggi yaitu 24,10% dan berbeda nyata dengan P0, P1 dan P2, pengamatan 6hari setelah tanam perlakuan P3 memiliki nilai tertinggi yaitu 47,22% dan berbeda nyata dengan P0, P1 dan P3, dan pengamatan terakhir 7hari setelah tanam perlakuan yang memiliki nilai tertinggi adalah P3 yaitu 49,28% dan tidak berbeda nyata dengan P1 dan P2 tetapi berbeda nyata dengan P0.

Adanya hambatan perkembangan koloni patogen *Phytophthora* sp. oleh jamur antagonis *Trichoderma* sp. disebabkan karena pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. lebih cepat dibanding dengan jamur patogen. Hal ini didukung oleh pernyataan Golfarb, et.al., (1989) dalam Purwantisari dan Hastuti (2009) bahwa cendawan yang tumbuh cepat mampu mengguguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan cendawan lawannya. Selain itu diduga karena selulase yang dimiliki oleh *Trichodermaspp.*. Akan merusak dinding sel selulosa cendawan patogen *P. infestans*, sesuai dengan pernyataan Salma dan Gunarto (1999) bahwa *Trichoderma spp.* Mampu menghasilkan selulase untuk mengurai selulosa menjadi glukosa. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel cendawan patogen *P. infestans*.



Gambar 14. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp pada media CMA.

A. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.viride*.

B. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.harzianum*.

C. *Phytophthora* sp.yang dihambat dengan *T.koningii*.

Hasil uji daya hambat dari ketiga media yang digunakan antara lain V8 juice agar, PDA dan CMA terdapat pengaruh terhadap daya hambat yang telah diujikan antara jamur *Trichoderma* sp. dengan *Phytophthora* sp., yang ditunjukkan dengan hasil daya hambat pada media V8 juice agar lebih rendah dibanding dengan media PDA dan CMA yaitu perlakuan P0 sebesar 0%, P2 sebesar 24,64%, P3 sebesar 23,14% sedangkan media terbaik untuk uji daya hambat adalah media CMA yaitu perlakuan P0 sebesar 0%, P1 sebesar 46,86%, P2 sebesar 42,22% dan P3 sebesar 49,28%.

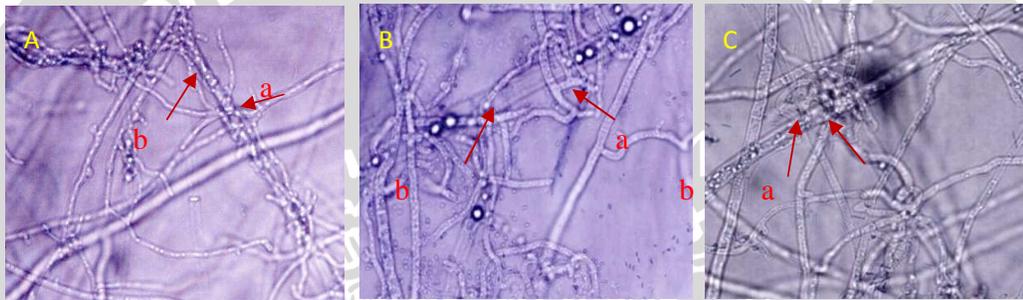
Hal ini diduga jamur *Trichoderma* sp. dan *Phytophthora* sp. mempunyai perbedaan pertumbuhan pada ketiga media yang digunakan dan berkaitan dengan kerapatan atau ketebalan lapisan miselia dalam koloni yang tidak sama meskipun ukuran diameternya sama, sehingga jumlah spora yang dihasilkan juga berbeda. jenis *Phytophthora* menggunakan media V8 juice agar (V8JA) guna memperbanyak terbentuknya sporangium atau kladospora (Erwin dan Ribeiro, 1996) sehingga untuk media V8 juice agar lebih cocok untuk pertumbuhan *Phytophthora* sp. dan terlihat bahwa hasil dari daya hambat media lebih rendah.

Menurut Aeny *et al.* (2011), menyatakan bahwa *Trichoderma* merupakan jamur yang paling mudah dibiakkan sehingga mudah diisolasi dan ditumbuhkan di laboratorium pada media buatan. Pertumbuhan *Trichoderma* secara *in vitro* dapat memenuhi permukaan cawan hanya dalam waktu empat hari. Jamur *Phytophthora*

palmivora mempunyai pertumbuhan yang relative lambat pada media PDA, yaitu memerlukan waktu 9 hari untuk tumbuh memenuhi permukaan media dalam cawan petri berdiameter 9 cm.

4.1.3. Mekanisme Antagonis antara *Trichoderma* sp. terhadap Patogen *Phytophthora* sp.

Hasil dari pengujian mekanisme didapat beberapa *Trichoderma* sp. yang mengalami interaksi dengan *Phytophthora* sp. berikut adalah gambar dari mekanisme tersebut.



Gambar 15. Interaksi mekanisme *Trichoderma* sp. dengan *Phytophthora* sp.

A. Interaksi mekanisme *T. harzianum* dengan *Phytophthora* sp.

B. Interaksi mekanisme *T. koningii* dengan *Phytophthora* sp.

C. Interaksi mekanisme *T. viride* dengan *Phytophthora* sp.

(a). *Trichoderma* sp. (b). *Phytophthora* sp.

Dari pengujian mekanisme diatas dapat dilihat bahwa *Trichoderma* sp. sedang menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. yaitu berupa adanya lilitan seperti menjerat atau mengikat hal ini dikarenakan *Trichoderma* sp. merupakan jamur agen hayati yang dapat menghambat pertumbuhan pathogen. Menurut Bentez *et al.*, (2004), enzim utama yang dihasilkan masing- masing spesies *Trichoderma* sp. juga memiliki perbedaan. Menurut Purnomo (2006), *T. harzianum* mampu menghasilkan enzim selulose 1,3-glukanase satu jam setelah inokulasi, sedangkan *T. viride* menghasilkan antibiotik viridin dan gliotoksin jamur ini juga mengeluarkan bau minyak kelapa terutama pada biakan yang sudah tua selain itu juga menghasilkan enzim β -(1,3) glukanase sehingga mampu menghancurkan miselia jamur patogenik (Sudantha dan Abadi, 2006). Menurut

Harman (1998) dalam Gultom (2008), menyatakan bahwa mekanisme utama pengendalian patogen tular tanah dengan menggunakan cendawan *Trichoderma spp.* dapat terjadi melalui :

- a. Mikoparasit (memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati).
- b. Menghasilkan antibiotik seperti alametichin, paracelsin, trichotoxin yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim chitinase, laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel.
- c. Mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan.
- d. Mempunyai kemampuan melakukan interfensi hifa. Hifa *Trichoderma spp.* akan mengakibatkan perubahan permeabilitas dinding sel.

Diketahui bahwa beberapa spesies *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan metabolit gliotoksin dan viridin sebagai antibiotik dan beberapa spesies juga diketahui dapat mengeluarkan enzim β 1,3-glukanase dan kitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inangnya, namun proses yang terpenting yaitu kemampuan mikoparasit dan persaingannya yang kuat dengan patogen (Chet, 1987). Beberapa penelitian yang telah dilakukan, *Trichoderma* sp memiliki peran antagonism terhadap beberapa patogen tular tanah yang berperan sebagai mikoparasit terhadap beberapa tanaman inang. Chet (1987), berpendapat bahwa mikoparasitisme dari *Trichoderma* sp. merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari beberapa tahap dalam menyerang inangnya. Interaksi awal dari *Trichoderma* sp. yaitu dengan cara hifanya membelok ke arah jamur inang yang diserangnya, ini menunjukkan adanya fenomena respon kemotropik pada *Trichoderma* sp. karena adanya rangsangan dari hifa inang ataupun senyawa kimia yang dikeluarkan oleh jamur inang. Ketika mikoparasit itu mencapai inangnya, hifanya kemudian membelit atau menghimpit hifa inang tersebut dengan membentuk struktur seperti kait (hook-like structure).

4.2. Pengujian secara *In vivo*

4.2.1. Pertumbuhan Tanaman

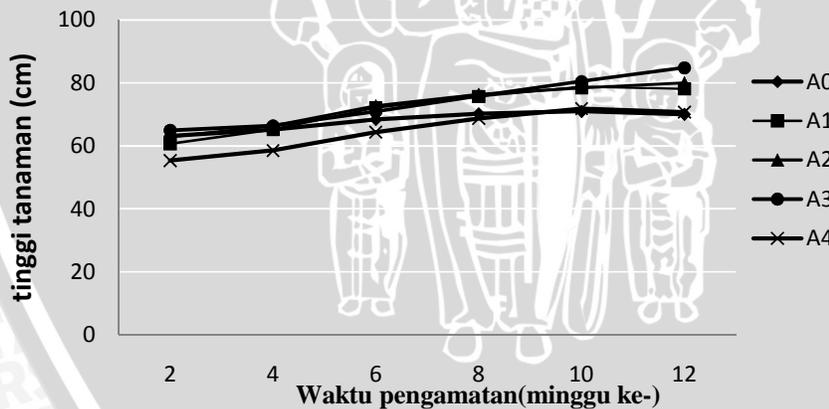
1. Tinggi tanaman.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman apel. Rerata tinggi tanaman apel pada setiap perlakuan tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata tinggi tanaman pada setiap perlakuan

perlakuan	rerata tinggi tanaman (cm)					
	2 MSI	4 MSI	6 MSI	8 MSI	10 MSI	12 MSI
A0	63.1 a	65.2 a	68.38 a	70.2 a	70.96 a	70.04 a
A1	60.2 a	65.14 a	72.14 a	75.62 a	78.78 a	78.1 a
A2	62.8 a	66.3 a	72.66 a	76.34 a	78.42 a	80 a
A3	64.9 a	66.4 a	70.92 a	75.82 a	80.48 a	84.84 a
A4	55.3 a	58.5 a	64.3 a	68.7 a	71.84 a	70.7 a

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%



Gambar 16. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman (◆=tanaman apel tanpa inokulasi ■= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. ▲= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. harzianum* ●= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. viride* ×= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. koningii*.)

Tabel 4. Menunjukkan bahwa, rerata tinggi tanaman apel dari lima perlakuan tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Aplikasi *T.harzianum*, *T.koningii*, *T.viride* tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman apel. Hal ini

diduga karena belum berpengaruhnya *Phytophthora* sp. untuk menginfeksi tanaman apel dan untuk mengetahui pengaruh infeksi *Phytophthora* sp. ke tinggi tanaman apel diperlukan waktu yang cukup lama sampai mengetahui gejalanya (tanaman sakit) yang ditimbulkan. Tanaman tahunan dan kecambah yang terserang kemungkinan akan mati dalam beberapa hari, minggu atau bulan, sedangkan pada tanaman tua proses kematian dapat berlangsung lambat atau cepat, tergantung pada populasi jamur di dalam tanah dan kondisi lingkungan (Agrios, 1997). Menurut Suhara, C. dan Yulianti, T. (2005) pada tanaman wijen yang paling sering ditemukan adalah busuk pangkal batang yang disebabkan oleh patogen *Phytophthora* sp. Serangan *Phytophthora* pada pangkal batang menyebabkan kanmetabolisme tumbuhan akan terganggu karena bagian batang yang terserang tidak dapat mentranslokasi air dan hara ke bagian atas tanaman juga tidak dapat menyalurkan zat makanan ke bawah (Agrios, 1996).

Pertambahan tinggi tanaman apel merupakan hasil dari proses fisiologis yang terjadi pada tanaman. Salah satu penentu pertambahan tinggi tanaman adalah ketersediaan unsur hara dan juga kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara tersebut. Pada saat tanaman muda, pertumbuhan tanaman terkonsentrasi pada pertumbuhan tinggi, kemudian diikuti dengan pertumbuhan diameter. Menurut Widyastuti (2007), menyatakan bahwa salah satu pendukung pertumbuhan tanaman adalah kemampuan akar dalam menyerap nutrisi dari media tanam yang disalurkan pada daun dan diolah sebagai energi untuk pertumbuhan. Selain untuk pertambahan tinggi dan diameter tanaman, energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis juga disalurkan ke perakaran tanaman. Apabila akar tanaman semakin bertambah dan berkembang, nutrisi yang diserap oleh akar menjadi tinggi, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih optimal.

Respon pengatur pertumbuhan pada tanaman tidak selalu berupa pertumbuhan secara fisik, namun juga perbaikan dalam proses fisiologi tanaman. Misalnya pada akar adanya pengatur pertumbuhan tanaman (plant growth regulator / PGR) meningkatkan kemampuan akar dalam memfiksasi nitrogen, menyerap fosfor dalam kondisi ketersediaan terbatas, dan sebagainya meningkatkan kemampuan akar dalam memfiksasi nitrogen, menyerap fosfor dalam kondisi

ketersediaan terbatas, dan sebagainya(Dewi, 2007). Berbagai manfaat positif dari mikroorganisme dalam rizosfer telah menjadikannya sumber potensial bagi ketersediaan nutrisi dalam tanah serta mendorong pertumbuhan tanaman sehingga menjadi lebih baik. Beberapa bakteri dan jamur tanah berasosiasi dengan akar tanaman budidaya dan memberikan pengaruh yang bermanfaat pada tanaman inangnya. Bakteri ini dikelompokkan ke dalam PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), sedangkan menurut Iswanto (2012), mikroba yang digunakan dalam memperkaya kompos adalah *Trichoderma harzianum* yang juga dikenal sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan *Trichoderma pseudokoningii* sebagai pengendali penyakit tular tanah (*Phytophthora* sp.)

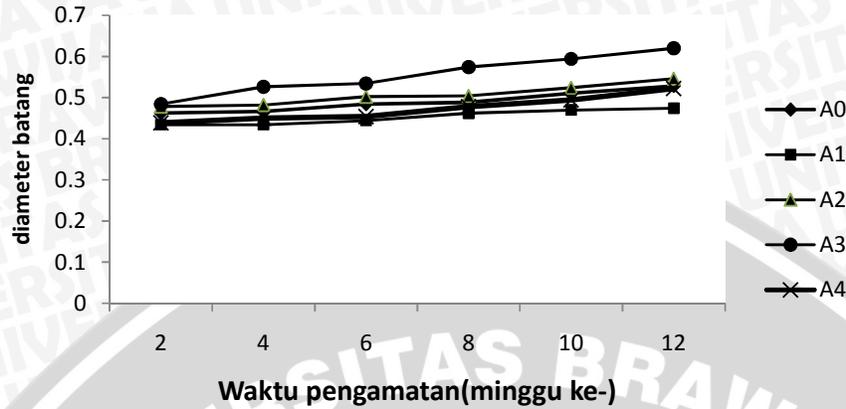
2. Diameter batang tanaman apel

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. tidak berpengaruh terhadap diameter batang tanaman apel. Rerata diameter batang tanaman apel pada setiap perlakuan tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata diameter batang tanaman pada setiap perlakuan

perlakuan	rerata diameter batang tanaman					
	2 MSI	4 MSI	6 MSI	8 MSI	10 MSI	12 MSI
A0	0.462 a	0.466 a	0.484 a	0.488 a	0.51 a	0.528 a
A1	0.434 a	0.434 a	0.444 a	0.462 a	0.47 a	0.474 a
A2	0.478 a	0.482 a	0.502 a	0.504 a	0.524 a	0.546 a
A3	0.484 a	0.526 a	0.534 a	0.574 a	0.594 a	0.62 a
A4	0.438 a	0.45 a	0.454 a	0.478 a	0.494 a	0.522 a

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%.



Gambar 17. Grafik pertumbuhan diameter batang tanaman (◆=tanaman apel tanpa inokulasi ■= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp.▲=tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. harzianum* ●= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. viride* ×= tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. koningii*).

Dari data diameter batang tanaman (tabel 5) tiap masing- masing perlakuan pada tanaman apel diatas dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari kelima perlakuan tersebut. Perlakuan jamur *T.harzianum* tidak menunjukkan perbedaan tingkat kerusakan yang signifikan jika dibanding dengan perlakuan inokulasi tunggal *Phytophthora* sp. (A1), begitu pula dengan jamur *T.viride* dan *T.koningii* juga tidak menunjukkan perbedaan dengan perlakuan inokulasi tunggal *Phytophthora* sp. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ketiga isolat *T.harzianum*, *T. viride* dan *T.koningii* di lapang dalam menekan infeksi jamur *Phytophthora* sp. sangat rendah. Menurut Widyastuti (2007), menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi pada stek pucuk jati yang baik selalu diikuti dengan pertumbuhan diameter yang baik pula. Semakin tinggi tegakan semai, maka semakin besar diameternya.

3. Panjang akar tanaman apel.

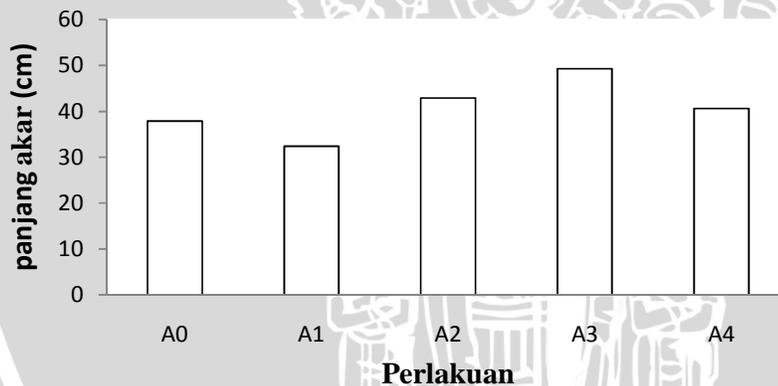
Hasil analisisragam menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. tidak berpengaruh terhadap panjang akar tanaman apel. Rerata panjang akar tanaman apel pada setiap perlakuan tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata Panjang Akar pada setiap perlakuan

perlakuan	rerata panjang akar
Tanpa <i>Phytophthora</i> sp.dan <i>Trichoderma</i> sp. (A0)	37.9a
<i>Phytophthora</i> sp. (A1)	32.4a
<i>Phytophthora</i> sp. dengan <i>T. harzianum</i> (A2)	42.9a
<i>Phytophthora</i> sp. dengan <i>T.viride</i> (A3)	49.3a
<i>Phytophthora</i> sp. dengan <i>T. koningii</i> (A4)	40.6a

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 6.menunjukkan bahwa, rerata panjang akar tanaman apel dari lima perlakuan tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Aplikasi *T.harzianum*, *T.koningii*, *T.viride* tidak berpengaruh terhadap panjang akar tanaman apel.



Gambar 18.Grafik rerata panjang akar (cm) tanaman apel. (A0 =tanaman apel tanpa inokulasi, A1 = tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp., A2 = tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. harzianum*, A3 = tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. viride*, A4 = tanaman apel di inokulasi dengan *Phytophthora* sp. dan *T. koningii*).

Dari gambar 18, dapat diketahui bahwa pada beberapa perlakuan diatas rerata panjang akar tanaman apel tertinggi berturut-turut A3 (*Phytophthora* sp. dan *T. Viride*), A2 (*Phytophthora* sp. dan *T. Harzianum*), A4 (*Phytophthora* sp. dan *T. Koningii*), A0 (tanpa inokulasi) dan A1(*Phytophthora* sp.). Perlakuan dengan penambahan jamur *Trichoderma* sp. memberikan pertumbuhan rerata panjang

akar lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian *Trichoderma* sp. Akar merupakan organ vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan akar yang kuat umumnya diperlukan untuk kekuatan dan pertumbuhan tajuk tanaman. Apabila akar mengalami kerusakan karena gangguan secara biologis, fisik atau mekanis sehingga mengurangi fungsinya maka pertumbuhan tajuk juga akan terganggu. Panjang akar merupakan hasil perpanjangan sel-sel di belakang meristem ujung; sedangkan lebar akar yang lebih daripada pembesaran sel-sel ujung merupakan hasil dari meristem lateral atau pembentukan kambium, yang memulai pertumbuhan sekunder dari meristem kambium. (Dewi, 2007)

Pentingnya akar tanaman terhadap kerapatan dan naiknya populasi *Phytophthora*, karena infeksi oleh zoospore biasanya terjadi tepat dibelakang ujung akar dalam daerah elongasi atau perpanjangan akar (Hartati, 2007). Meskipun patogen ini dapat menyerang bibit, batang, bunga, dan polong, infeksi biasanya dimulai dari bagian akar kemudian bergerak naik ke pangkal batang (Smith *et al.*, 2000).

Hasil penelitian ini didukung penelitian sebelumnya yang dilakukan Chang dan Baker (1986) dalam Widyastuti (2007), menyatakan bahwa penambahan *Tichoderma* spp. mampu mempercepat perkecambahan, pembungaan, menambah tinggi tanaman, dan meningkatkan berat basahnya pada beberapa tanaman pertanian dan perkebunan, jadi *Trichoderma* spp. terbukti berpotensi sebagai plant growth promoting agent atau agen pendorong pertumbuhan untuk tanaman kehutanan. Menurut Widyastuti (2007), menyatakan bahwa penambahan *Trichoderma* spp. Menyebabkan nilai panjang akar semai meningkat, yang merupakan indikator positif bahwa *Trichoderma* spp. mempengaruhi pertumbuhan semai dari semua perlakuan.

Tabel 7. Persentase tingkat serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman Apel.

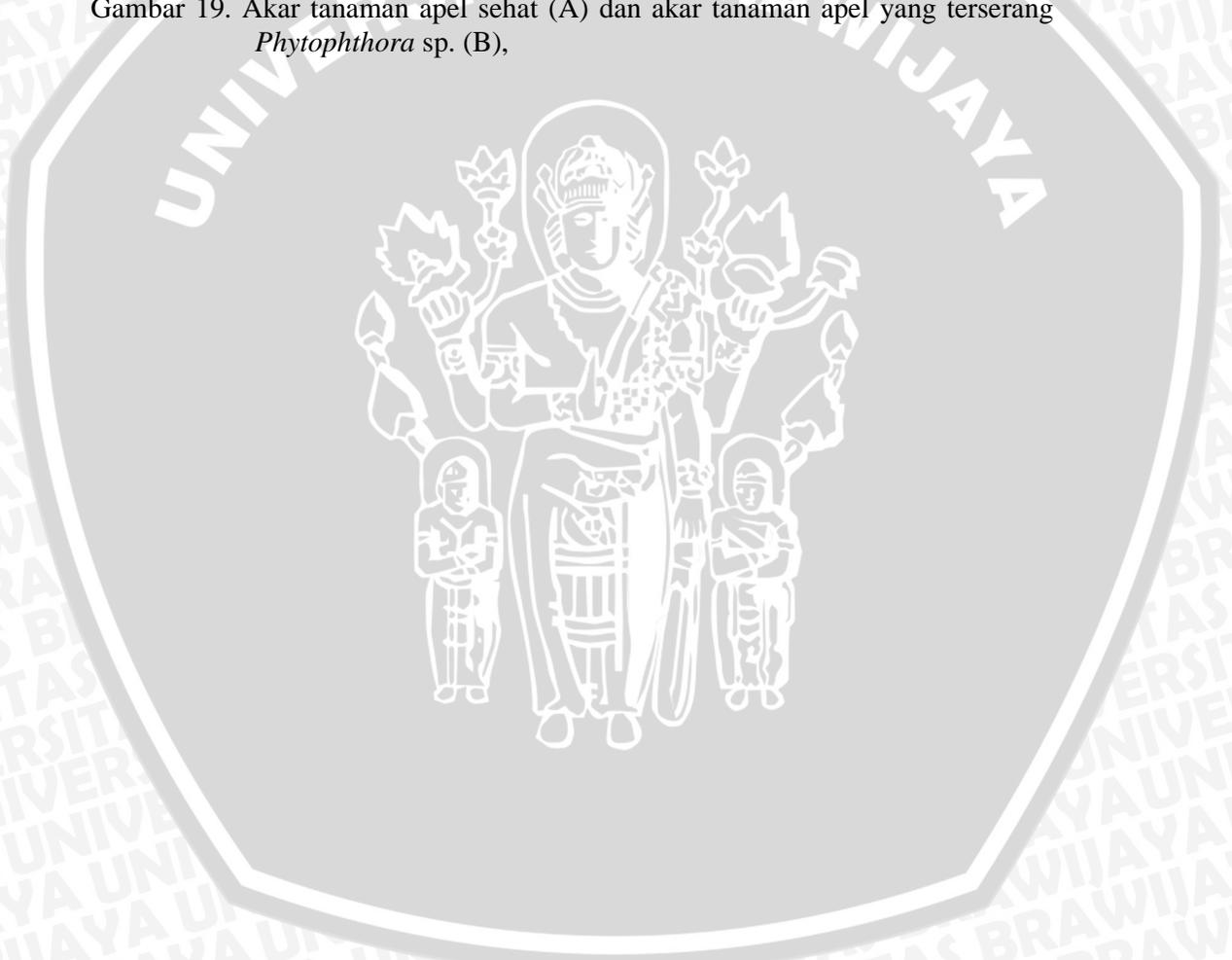
Perlakuan	% serangan
Tanaman apel tanpa inokulasi <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp.	40 a
Tanaman apel diinokulasi dengan <i>Phytophthora</i> sp.	40 a
Tanaman apel diinokulasi dengan <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>T. harzianum</i>	20 a
Tanaman apel diinokulasi dengan <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>T. viride</i>	20 a
Tanaman apel diinokulasi dengan <i>Phytophthora</i> sp. dan <i>T. koningii</i>	20 a

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%.

Tabel 7, menunjukkan bahwa persentase tingkat serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman apel dari lima perlakuan tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Aplikasi *T.harzianum*, *T.koningii*, *T.viride* tidak berpengaruh dalam memperkecil kematian tanaman apel akibat infeksi *Phytophthora* sp. diduga bahwa *Trichoderma* sp. belum adanya reaksi dalam menghambat infeksi *Phytophthora* sp. pada saat pengaplikasian di lapang atau adanya faktor lingkungan yang menghambat kerja antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp., pengamatan dilapang menunjukkan adanya gejala infeksi yang ditimbulkan pada tanaman apel adalah kematian akar-akar yang kecil (gambar 18). Hal ini sesuai dengan gejala infeksi *Phytophthora* sp. dilapang menurut Agrios (1997), menyatakan bahwa Semua tanaman yang diserang oleh *Phytophthora* sp. menunjukkan kematian akar-akar yang kecil dan adanya nekrotik berupa lesio berwarna coklat pada akar-akar yang tua (besar). Pada tanaman muda atau tanaman tua yang sukulen, sistem perakaran menjadi hancur, diikuti oleh kematian tanaman.



Gambar 19. Akar tanaman apel sehat (A) dan akar tanaman apel yang terserang *Phytophthora* sp. (B),



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Sampel tanah yang diambil dari Kebun Percobaan (KP) Banaran 14 sampel dari 15 sampel tanah terdapat terinfeksi jamur *Phytophthora* sp.
2. Secara *in vitro* jamur *Trichoderma* sp. dapat menghambat atau menekan pertumbuhan jamur *Phytophthora* sp.
3. Pada media V8 *juice agar* yang memiliki daya hambat tertinggi pada hari ke tujuh yaitu *T.viride* sebesar 26,86% , media PDA yang memiliki daya hambat tertinggi yaitu *T.viride* sebesar 39,81%, sedangkan pada media CMA yang memiliki daya hambat tertinggi yaitu *T.koningii* sebesar 49,28%.
4. Kemampuan jamur *Trichoderma* sp. untuk menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp. di lapang (*in vivo*) menunjukkan pengaruh yang sangat rendah.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengaruh media tanam yang lainnya baik secara *in vitro* maupun *in vivo* terhadap pertumbuhan jamur antagonis *Trichoderma* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeny, T.N., Juariyah, S. dan Maryono, T. 2011. Potensi antagonis beberapa isolate *Trichoderma* terhadap *Phytophthora palmivora*, penyebab busuk buah kakao. Seminar nasional sains dan teknologi- IV.
- Agrios, G.N. 1996. Ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press, New York.
- Ashari, S. 2006. Hortikultura dan Aspek Budidaya. Universitas Indonesia press. Jakarta.
- Bentez, T., M.R Ana, L. Carmen, C.C. Antonia. 2004. Biocontrol Mechanisms of *Trichoderma* strains IntMicrobiol 2004; 7(4); 249-260
- Blodgett, R. 2006. Most Probable Number from Serial Dilution BAM 8th ed. FDA/Center for Food Safety & Applied Nutrition.
- Chet, I (Ed.), 1987. Innovative Approaches to Plant Diseases Control. John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, USA. Available at <http://www.gogleterjemahan>.
- Djatkiko, H.A., dan Rohadi, S.S., 1997. Efektivitas *Trichoderma harzianum* Hasil Perbanyakan dalam Sekam Padi dan Bekatul Terhadap Patogenesisitas *Plasmodiophora brassicae* pada Tanah latosol dan Andosol. Majalah Ilmiah UNSOED, Purwokerto 2 : 23 : 10-22.
- Ellis, D. 2008. *Trichoderma harzianum*. The University of Adelaide. Australia. Available at <http://www.mycology.adelaide.edu.au>. 26 Mei 2008.
- Erwin. Donald C., dan Ribeiro. Olaf K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press. The American Phytopathological Society. Hal 18
- Gultom, J.M., 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jamur Antagonis dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi Untuk Menekan Perkembangan Jamur *Phytophthora* sp Penyebab Rebah Kecambah pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana glauca* L.). Available at <http://repository.usu.ac.id>. 10 Agustus 2010.

- Hadioetomo.1993. Mikologi Dasar Dalam Praktik dan Produser Dasar Laboratorium. Gramedia. Jakarta. Hal 163.
- Harman dan Kubicek. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium* Volume 1. Taylor & Francis. Hal 14- 15.
- Hartati, S. 2007. Pengaruh Beberapa Faktor Lingkungan terhadap Kehidupan *Phytophthora* di Dalam Tanah. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Hazabar, T. & Yaherwandi. 2006. Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan. Andalas University Press. Padang.
- Herlina, L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada Tanaman Tomat. BIOSAINTEFIKA. Vol 1, No.1 hal 62-69.
- Istikorini, Y. 2002. Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan. Makalah Falsafah Sains. Bogor.
- Jung, T. 2009. Life cycle and pathological importance of the genus *Phytophthora*. Available at http://www.Life cycle_Phytophthora. 28 Maret 2009.
- Lieckfeldt, E. *et.al.*, 1999. A Morphological and Molecular Perspective of *Trichodermaviride*: is One or Two Species?. United states Departement of Agriculture. Belstville, Maryland.
- Manohara, D. Wahyuno, D. Noveriza, R. 2005. Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada dan Strategi Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Jurnal Perkembangan Teknologi TRO VolXVII, No.2.
- Prayudi, P., Meilin, A., dan Handoko.S. 2000. Penyakit Kanker Batang Duku di jambi: Gejala, Intensitas Penyakit dan identifikasi Patogen. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi. Hal 275-279
- Purwantisari, S dan Hastuti, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. BIOMA. Vol. 11, No. 1, Hal. 24-32.
- Semangun, H. 2000. Penyakit- Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM Press.

- Smith, D.T., W.J. Grichar, and A.A.Mc.Callum. 2000. Crop profile for sesame in United States. Texas Agricultural Experiment and Collage Station. Available at <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/ussesame.html>
- Sudantha, I.M & Abadi, A.L. 2006. Uji Efektivitas Isolat Jamur Endofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Beberapa Klon Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. Available at [http://www.Findtoyoudocument/download/box666600/uji-efektivitas-beberapa-isolat-jamur-endofit-antagonistik-dalam.28 Mei 2008](http://www.Findtoyoudocument/download/box666600/uji-efektivitas-beberapa-isolat-jamur-endofit-antagonistik-dalam.28%20Mei%202008).
- Suhara, C. 2006. Cara Jitu Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Wijen. Tabloid Sinar Tani. Malang
- Suhara, C. dan Yulianti, T. 2005. Evaluasi Ketahanan Akses-Akses Wijen (*Sesamium indicum* L.) Terhadap Penyakit *Phytophthora* sp. Malang. Available at <http://www.http://balittas.litbang.deptan.go.id/ind/images/wijen07/evaluasi%20ketahanan%20aksesi.pdf>. 23 Maret 2008.
- Supriadi. 2006. Analisis Risiko Agens Hayati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman. Jurnal Litbang Pertanian Vol.25, No 3, 75 – 80.
- Talanca, A.H. Soenartiningih dan Wakman, W., 1998. Daya Hambat Jamur *Trichoderma* spp. pada Beberapa Jenis Jamur Patogen. Risalah Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan XI PEL, PFI dan HPTI Sul-sel, Maros 5 Desember 1998 Hal 317-322.
- Thomas, Utkhede. R.S, dan Wardle. D.A. 1997. Chemical and biological control of leaf blight and root caused by *Phytophthora cactorum* in American ginseng. Canadian Journal of Plant Pathology. Vol.19: 297-300.
- Widyastuti, S.M. *et.al.*, 1998. Pengendalian Hayati Penyakit Akar Merah pada Akasia dengan *Trichoderma*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. Vol.4, No.2, 67-72.
- Widyastuti, S.M. 2007. Peran *Trichoderma* dalam revitalisasi kehutanan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wijaya, S.K. 2002. Isolasi Kitinase dari *Scleroderma columnare* dan *Trichoderma harzianum*. Jurnal Ilmu Dasar. Vol.3 No.1, 30-35

Wikipedia.2003..*Phytophthora infestans*.Available at [http:// www.Wikipedia.phytophthora_infestans.co.id](http://www.Wikipedia.phytophthora_infestans.co.id).Diakses tanggal 29 Agustus 2008.

Wikipedia. 2008. *Trichoerma* sp. Available at [http:// www. Wikipedia.Trichoderma.ac.id](http://www.Wikipedia.Trichoderma.ac.id). Diakses tanggal 29 Agustus 2008.

Wikipedia. 2009. *Phytophthora*. Available at <http://www.wikipedia.Phytophthora>.Diakses tanggal 28 Maret 2009.

Winarsih, S. 1998. Seleksi Pengendalian Hayati untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Pelepah Daun jagung yang ditanam di tanah Gambut. Universitas Bengkulu.

Winarsih, S & Syafrudin. 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma viride* dan Sekam Padi terhadap Penyakit Rebah Kecambah di Persemaian Cabai. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Vol.3.No. 1.Hal 49 -55.



Lampiran 1. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 1

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
Perlakuan	16.6	3	5.533	2.462	0.113
Galat	26.967	12	2.247		
Total	43.567	15			

Lampiran 2. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 2

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	35.408	3	11.803	21.62	0
GALAT	6.551	12	0.546		
TOTAL	41.958	15			

Lampiran 3. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 3

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	35.408	3	11.803	21.62	0
GALAT	6.551	12	0.546		
TOTAL	41.958	15			

Lampiran 4. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 4

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	9.947	3	3.316	4.688	0.022
GALAT	8.488	12	0.707		
TOTAL	18.435	15			

Lampiran 5. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 5

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	24.008	3	8.003	7.853	0.004
GALAT	12.229	12	1.019		
TOTAL	36.237	15			

Lampiran 6. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 6

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	40.76	3	13.587	28.778	0
GALAT	5.665	12	0.472		
TOTAL	46.425	15			

Lampiran 7. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media V8 juice agar hari ke 7

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	56.132	3	18.711	134.948	0
GALAT	1.664	12	0.139		
TOTAL	57.795	15			

Lampiran 8. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 1

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	11.87	3	3.957	2.226	0.138
GALAT	21.325	12	1.777		
TOTAL	33.194	15			

Lampiran 9. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 2

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	13.435	3	4.478	2.458	0.113
GALAT	21.864	12	1.822		
TOTAL	35.299	15			

Lampiran 10. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 3

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	11.141	3	3.714	2.993	0.073
GALAT	14.89	12	1.241		
TOTAL	26.032	15			

Lampiran 11. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 4

Sumberragam	JK	db	KT	f.hit	sig
PERLAKUAN	35.439	3	11.813	25.43	0
GALAT	5.574	12	0.465		
TOTAL	41.013	15			

Lampiran 12. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 5

Sumberragam	JK	db	KT	f.hit	sig
PERLAKUAN	55.725	3	18.575	247.587	0
GALAT	0.915	12	0.076		
TOTAL	56.64	15			

Lampiran 13. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 6

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	70.119	3	23.373	116.976	0
GALAT	2.398	12	0.2		
TOTAL	72.516	15			

Lampiran 14. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media PDA hari ke 7

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	67.748	3	22.583	73.598	0
GALAT	3.682	12	0.307		
TOTAL	71.43	15			

Lampiran 15. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 1

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	14.067	3	4.689	3.764	0.41
GALAT	14.949	12	1.246		
TOTAL	29.016	15			

Lampiran 16. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 2

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	19.942	3	6.647	9.421	0.002
GALAT	8.467	12	0.706		
TOTAL	28.408	15			

Lampiran 17. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 3

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	39.764	3	13.255	4.774	0.021
GALAT	33.315	12	2.776		
TOTAL	73.079	15			

Lampiran 18. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 4

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	33.697	3	11.232	32.59	0
GALAT	4.136	12	0.345		
TOTAL	37.832	15			

Lampiran 19. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 5

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	74.627	3	24.876	98.049	0
GALAT	3.044	12	0.254		
TOTAL	77.671	15			

Lampiran 20. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 6

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	107.114	3	35.705	1288.133	0
GALAT	0.333	12	0.028		
TOTAL	107.447	15			

Lampiran 21. Tabel Anova uji daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora* sp. pada media CMA hari ke 7

Sumberragam	JK	db	KT	F.hit	sig
PERLAKUAN	97.949	3	32.65	13.068	0
GALAT	29.982	12	2.498		
TOTAL	127.931	15			

Lampiran 22. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 2

Sumberragam	JK	db	F.hit	sig	F. tab	
Perlakuan	150.34	4	37.585	0.356662	0.83635	2.866081
Galat	2107.6	20	105.38			
Total	2257.94	24				

Lampiran 23. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 4

Sumberragam	JK	db	F.hit	sig	F. tab	
Perlakuan	217.8264	4	54.4566	0.361359	0.833122	2.866081
Galat	3013.992	20	150.6996			
Total	3231.818	24				

Lampiran 24. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 6

Sumberragam	JK	db	F.hit	sig	F. tab	
Perlakuan	235.52	4	58.88	0.289125	0.881559	2.866081
Galat	4072.98	20	203.649			
Total	4308.5	24				

Lampiran 25. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 8

Sumberragam	JK	db	F.hit	sig	F. tab	
Perlakuan	258.6896	4	64.6724	0.282317	0.885952	2.866081
Galat	4581.548	20	229.0774			
Total	4840.238	24				

Lampiran 26. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 10

Sumberragam	JK	db	F.hit	sig	F. tab	
Perlakuan	381.5816	4	95.3954	0.368299	0.828337	2.866081
Galat	5180.328	20	259.0164			
Total	5561.91	24				

Lampiran 27. Tabel Anova tinggi tanaman apel minggu ke 12

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	797.2936	4	199.3234	0.593804	0.671149	2.866081
Galat	6713.444	20	335.6722			
Total	7510.738	24				

Lampiran 28. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 2

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.010304	4	0.002576	0.297666	0.875997	2.866081
Galat	0.17308	20	0.008654			
Total	0.183384	24				

Lampiran 29. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 4

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.024896	4	0.006224	0.944175	0.459004	2.866081
Galat	0.13184	20	0.006592			
Total	0.156736	24				

Lampiran 30. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 6

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.05384	4	0.01346	1.262901	0.317282	2.866081
Galat	0.21316	20	0.010658			
Total	0.267	24				

Lampiran 31. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 8

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.037784	4	0.009446	0.956654	0.452538	2.866081
Galat	0.19748	20	0.009874			
Total	0.235264	24				

Lampiran 32. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 10

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.043776	4	0.010944	1.018236	0.421764	2.866081
Galat	0.21496	20	0.010748			
Total	0.258736	24				

Lampiran 33. Tabel Anova Diameter Batang Tanaman Apel minggu ke 12

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	0.03848	4	0.00962	0.671038	0.619701	2.866081
Galat	0.28672	20	0.014336			
Total	0.3252	24				

Lampiran 34. Tabel Anova Panjang Akar Tanaman Apel

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	777.54	4	194.385	0.489845	0.743162	2.866081
Galat	7936.6	20	396.83			
Total	8714.14	24				

Lampiran 35. Tabel Anova Jumlah Propagul

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig	F. tab
Perlakuan	33014.15	3	11004.72	2.216336	0.125794	3.238872
Galat	79444.4	16	4965.275			
Total	112458.6	19				

Lampiran 36. Tabel anova persentase setingkat serangan patogen *Phytophthora* sp. pada tanaman Apel.

Sumberragam	JK	db	F	F.hit	sig
Perlakuan	1.786	1	1.786	.852	.366
Galat	48.214	23	2.096		
Total	50.000	24			

Lampiran 37. Gambar tanaman apel di Kebun Percobaan Banaran.

Gambar 1. Pengambilan sampel tanah kebun percobaan Banaran



Gambar 2. Pengujian tanaman apel secara *in vivo* menggunakan polybag di lokasi penelitian

Lampiran 38. Gejala serangan *Phytophthora* sp. pada kulit batang Tanaman Apel yang dikelupas berumur 1-2 tahun (kiri) dan 4-5 tahun (kanan)



Lampiran 39. Gambar pemancingan *Phytophthora* sp. menggunakan apel manalagi

