



**EFEKTIVITAS *Trichoderma harzianum* Rifai SEBAGAI BIOFUNGISIDA
TERHADAP JAMUR PATOGEN PADA UMBI TALAS JEPANG**

**skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Biologi**

Oleh:
Shela Rose Azmi

4450406018

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Efektivitas *Trichoderma harzianum* Rifai Sebagai Biofungisida Terhadap Jamur Patogen pada Umbi Talas Jepang” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana perguruan tinggi manapun.

Semarang, September 2011

Shela Rose Azmi
4450406018



PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Efektivitas *Trichoderma harzianum* Rifai Sebagai Biofungisida Terhadap Jamur Patogen pada Umbi Talas Jepang.

disusun oleh

Nama : Shela Rose Azmi

NIM : 4450406018

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada tanggal 16 September 2011.

Panitia Ujian

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam S., M.S
NIP. 195111151979031001

Dra. Aditya Marianti, M Si
NIP. 196712171993032001

Penguji

Drs. Ibnul Mubarak
NIP. 19630711199102 1001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing pendamping

Dra. Lina Herlina, M.Si
NIP. 19670207199203 2001

Dr. Enni Suwarsi R, M.Si
NIP. 196009161986012001

ABSTRAK

Azmi, SR. 2011. Efektivitas *Trichoderma harzianum* Rifai Sebagai Biofungisida Terhadap Jamur Patogen pada Umbi Talas Jepang. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dra. Lina Herlina, M.Si dan Dr. Enni Suwarsi R, M.Si .

Salah satu kendala dalam pembibitan dan budidaya talas jepang adalah munculnya penyakit busuk umbi dan busuk daun karena serangan jamur patogen yang belum diketahui jenisnya. Penyakit tersebut tergolong penting karena kemampuannya yang tinggi dalam menyerang jaringan tanaman. *Trichoderma harzianum* merupakan kapang yang sering dikaji pemanfaatannya dalam pengendalian hayati, termasuk jamur selolitik, mempunyai aktivitas antagonisme yang kuat terhadap jamur patogen dengan mekanisme hiperparasitisme dan antibiosisnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis jamur patogen dan menguji antagonisme antara *T. harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang.

Penelitian uji antagonis dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, penelitian aplikasi biofungisida *T. harzianum* terhadap tanaman talas jepang dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Uji antagonisme menggunakan metode dua biakan secara rancangan acak lengkap (RAL) satu arah berupa: *T. harzianum* umur peremajaan 0,4, 6, 8, 10 dan 12 hari diujikan dengan jamur patogen umur peremajaan 7 hari. Aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang menggunakan dosis 0, 5, 10, 15, 20 gr. Jenis jamur patogen dianalisis secara deskriptif sedangkan persentase penghambatan jamur *T. harzianum* terhadap jamur patogen serta aplikasinya pada tanaman digunakan teknik statistik anava satu arah. Bila terdapat perbedaan, selanjutnya dilakukan uji Beda Nyata Terkecil/BNT.

Hasil penelitian menunjukkan jamur yang diisolasi dari umbi talas jepang yang terserang penyakit merupakan jenis jamur *Sclerotium rolfsii* dan menyerang pada berbagai usia tanaman. Aplikasi *T. harzianum* pada tanaman talas jepang mengakibatkan tinggi, panjang akar, jumlah akar, luas daun dan berat kering tanaman lebih tinggi dibanding kontrol. Hasil ANAVA menunjukkan umur *T. harzianum* berpengaruh terhadap penghambatan *S. rolfsii* dan dosis biofungisida berpengaruh terhadap respon tinggi, panjang akar, berat kering dan luas daun tanaman. Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% perlakuan yang paling baik adalah umur *T. harzianum* 6 hari dan dosis 20 gr.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa jamur patogen penyebab penyakit pada umbi talas jepang adalah *S. rolfsii* dan *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* serta dapat merangsang tinggi tanaman, berat kering, panjang akar dan luas daun tanaman talas jepang.

Kata kunci : *Trichoderma harzianum*, talas, uji antagonis, *Sclerotium rolfsii*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Efektivitas *Trichoderma harzianum* Rifai Sebagai Biofungisida Terhadap Jamur Patogen pada Umbi Talas Jepang**”.

Dalam menyusun skripsi penulis menyadari masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis. Namun dengan segala upaya, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kemudian dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang memudahkan jalan penulis dalam menyusun skripsi.
3. Dra. Lina Herlina, M.Si, dosen pembimbing I atas bimbingan, kesabaran dan pengarahannya selama ini .
4. Dr. Enni Suwarsi R, M.Si, dosen pembimbing II atas bimbingan, pengarahan dan dorongannya dan kesabarannya selama ini.
5. Drs. Ibnu Mubarak, dosen penguji untuk waktu dan kesabaran yang sangat berarti, tanpanya penulisan skripsi ini tidak menjadi lebih baik.
6. Ir. Nana Kariada, M.Si selaku dosen wali atas bimbingan dan tuntutannya selama menempuh studi.
7. Mbak Ria, Mas Sriyadi, Mbak Fitri, Mbak Tika dan segenap pengurus Laboratorium Biologi FMIPA Unnes, atas bantuannya selama penelitian.
8. Bapak Ibu dosen dan seluruh staf pengajar Jurusan Biologi, untuk ilmu yang diberikan pada penulis.
9. Bapak dan Ibu, untuk cinta kasih, doa dan dukungannya, juga untuk kakakku Putik Pribadi, adikku Mitra Satrwa atas doa, cinta dan bantuannya selama penelitian .
10. Sahabat-sahabat terbaikku, Dewi Sarwoko, Uhwatul, Ima, Marbun, Uut, Nika, Tuti, Titin, mba Ai, mb Umi, Harto, de Amin, de Ardyan, de Uzumaki, P Dewi,

Linda P, dan semua teman-teman Bio murni 06 atas semua pelajaran tentang makna kebersamaan dan perjuangan.

11. Keluarga besar Basmala Indonesia, UKM Penelitian Unnes, SSC, Familia, JSC, Kopma, FMI, MSF, *the Nahl Family* atas semua dukungan dan pembelajaran yang luar biasa.

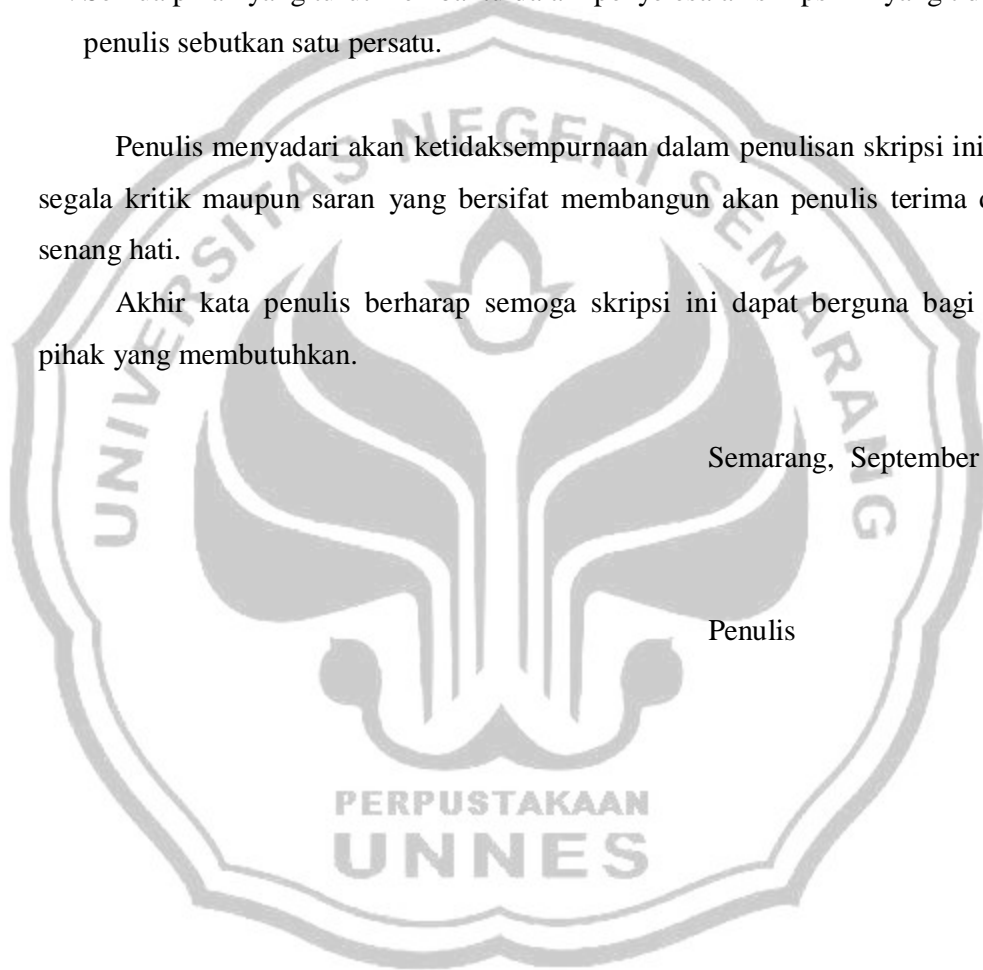
12. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini, maka segala kritik maupun saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, September 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan.....	3
C. Penegasan Istilah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS	
A. Tinjauan Pustaka	5
A. Kedudukan Taksonomi dan Morfologi Talas Jepang.....	5
B. Penyakit Tanaman Talas Jepang.....	6
C. Kedudukan Taksonomi dan Morfologi <i>T.harzianum</i> Rifai.....	7
D. Uji Antagonis	8
B. Hipotesis	11
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	12
B. Bahan Tanaman Penelitian.....	12
C. Variabel Penelitian	12
D. Rancangan Percobaan.....	13
E. Pelaksanaan Penelitian.....	16
F. Metode Analisis Data	20

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	22
B. Pembahasan.....	31
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	37
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase penghambatan <i>T. harzianum</i> terhadap pertumbuhan jamur patogen pada umbi busuk talas jepang dengan metode ganda uji antagonis.....	18
2. Panjang akar, tinggi tanaman, luas daun dan berat kering tanaman akibat pemberian biofungisida <i>T. harzianum</i>	19
3. Anava satu arah.....	20
4. Daerah penghambatan <i>T.harzianum</i> dengan berbagai umur terhadap <i>S.rolfsii</i> selama 7 hari.....	23
5. Ringkasan hasil uji ANAVA satu arah uji antagonis <i>T. harzianum</i> terhadap <i>S. rolfsii</i>	24
6. Hasil uji lanjut BNT uji antagonis <i>T. harzianum</i> terhadap <i>S. rolfsii</i>	24
7. Panjang akar dan tinggi tanaman umur 30 hari akibat pemberian jamur <i>T. harzianum</i>	27
8. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan panjang akar akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	27
9. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan tinggi tanaman talas jepang akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	28
10. Hasil uji lanjut BNT panjang akar dan tinggi tanaman umur 30 hari akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	28
11. Berat kering tanaman dan luas daun umur 30 hari akibat pemberian jamur <i>T. harzianum</i>	30
12. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan berat kering tanaman talas jepang akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	30
13. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan luas daun akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	30
14. Hasil uji lanjut BNT berat kering tanaman dan luas daun akibat pemberian <i>T. harzianum</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi umbi talas jepang	6
2. Habitus tanaman talas jepang	6
3. Morfologi <i>T. harzianum</i> dengan perbesaran 400 kali (sumber :USDA 2008)	8
4. Bagan kerangka berpikir uji antagonis <i>T. harzianum</i> terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang	10
5. Unit perlakuan uji antagonis dengan metode dua biakan.....	13
6. Denah peletakkan uji antagonis dengan metode dua biakan.....	14
7. Denah peletakkan aplikasi biofungisida <i>T. harzianum</i> terhadap talas jepang	15
8. Metode peletakan uji antagonis inokulum <i>T. harzianum</i> dan jamur patogen pada umbi talas jepang	17
9. Struktur dan morfologi jamur <i>S. rolfsii</i>	23
10. Penghambatan <i>T. harzianum</i> terhadap <i>S. rolfsii</i> selama 7 hari dengan perlakuan umur <i>T. harzianum</i> (a) 0 hari, (b) 4 hari, (c) 6 hari, (d) 8 hari, (e) 10 hari, (f).12 hari.....	25
11. Berat kering <i>T. harzianum</i> pada umur 4-12 hari	27
12. Pertumbuhan akar pada tanaman talas jepang dengan perlakuan dosis <i>T. harzianum</i> 0 gr (a), 5 gr (b), 10 gr (c), 15 gr (d), dan 20 gr (e).....	29
13. Tinggi tanaman akibat pemberian biofungisida <i>T. harzianum</i> pada tanaman talas jepang	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan analisa varian uji antagonis <i>T. harzianum</i> terhadap <i>S. rolfsii</i>	41
2. Uji beda nyata terkecil uji antagonis <i>T. harzianum</i> terhadap <i>S. rolfsii</i>	43
3. Perhitungan analisa varian aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap panjang akar talas jepang	45
4. Uji beda nyata terkecil aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap panjang akar talas jepang	47
5. Perhitungan analisa varian aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap tinggi tanaman talas jepang	49
6. Uji beda nyata terkecil aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap tinggi tanaman talas jepang	51
7. Perhitungan analisa varian aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap berat kering tanaman talas jepang	53
8. Uji beda nyata terkecil aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap berat kering talas jepang	55
9. Perhitungan analisa varian aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap luas daun talas jepang	57
10. Uji beda nyata terkecil aplikasi <i>T. harzianum</i> terhadap luas daun talas jepang	59
11. Gambar. Pertumbuhan <i>S. rolfsii</i> dan <i>T. harzianum</i> dalam masing-masing cawan petri umur 3 hari (a), 4 hari (b), 5 hari (c), 6 hari (d) dan 7 hari (e).....	61
12. Gambar. Pertumbuhan jamur <i>T. harzianum</i> dan <i>S. rolfsii</i> dengan metode dua biakan umur 1 hari (a), 2 hari (b), 3 hari (c), 4 hari (d), 5 hari (e), 6 hari (f) dan 7 hari (g).....	62
13. Gambar. <i>T. harzianum</i> dalam media PDB untuk mengukur kurva pertumbuhan umur 4 hari (a), 6 hari (b), 8 hari (c), 10 hari (d), 12 hari (e)	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan talas (*Colocasia esculenta* (L) Scott) sebagai bahan pangan telah dikenal secara luas di Indonesia. Rimpang tanaman ini mengandung karbohidrat yang memiliki peranan strategis dalam bahan pangan dan bahan baku industri. Terdapat beberapa varietas talas antara lain *C. esculenta var esculenta* dan *C. esculenta var antiquorum* (Manner 2010). *C. esculenta var antiquorum* atau yang dikenal dengan nama talas jepang atau satoimo berasal dari Cina dan Jepang. Di Indonesia talas ini dapat hidup optimal dan berkembang biak di daerah yang bersuhu rendah seperti di Wonosobo (15-24°C), Buleleng Bali (16-20°C) dan Tanah Toraja (16-24°C) (Prana 2007).

Talas jepang merupakan salah satu makanan utama masyarakat Jepang karena 50% masyarakat Jepang mengkonsumsi talas sebagai bahan makanan pokok setelah nasi. Talas juga diolah sebagai bahan produksi makanan dan minuman seperti bubur bayi, bahan baku kue dan pembuatan jelli. Jepang tidak bisa memenuhi kebutuhan talas tersebut karena keterbatasan lahan dan iklim, sehingga pemerintah Jepang melakukan ekspansi wilayah penanaman talas ke berbagai negara termasuk Indonesia untuk memenuhi kebutuhan masyarakatnya (Midmore 2006). Pembibitan talas jepang dalam skala besar telah dilakukan oleh konsorsium talas Jepang - Indonesia bekerjasama dengan Kamar Dagang dan Industri (Kadin) Indonesia sejak tahun 2003. Bibit talas kemudian disebar ke seluruh Indonesia agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Jepang akan talas tersebut (Kartini 2009).

Salah satu kendala dalam pembibitan talas jepang adalah munculnya penyakit busuk umbi dan busuk daun. Penyakit tersebut ditandai dengan umbi yang berwarna kecoklatan diikuti dengan adanya pembusukan serta adanya hifa jamur yang berwarna keputihan di sekitar umbi. Ciri dari penyakit tersebut mengindikasikan jamur tersebut terserang jamur patogen. Penyakit tersebut

tergolong penting karena kemampuannya yang tinggi dalam menyerang jaringan tanaman. Jamur yang sering menyerang jenis tanaman talas salah satunya adalah *Phytophthora colocasiae*. Jamur tersebut dapat menurunkan produksi umbi talas hingga mencapai 50% di Hawaii (Uchida 2002). Berbeda halnya dengan talas jepang yang terserang jamur bukan dari golongan *P. colocasiae*. Uji pendahuluan isolasi jamur dari umbi talas jepang yang berpenyakit menunjukkan ciri yang berbeda dengan golongan *P. colocasiae*.

Salah seorang petani di Wonosobo (komunikasi pribadi pada bulan November 2010) mengemukakan bahwa hampir seluruh (90%) sentra pertanaman talas jepang di Wonosobo terinfeksi jamur penyebab busuk umbi dan busuk daun dengan ditandai adanya hifa berwarna keputihan di sekitar umbi yang berpenyakit. Akibat paling parah yang ditimbulkan dari serangan jamur tersebut adalah kematian tanaman yang mengakibatkan kehilangan hasil produksi. Sampai saat ini belum ditemukan teknik yang efektif untuk mengatasi penyakit busuk umbi dan busuk daun talas jepang sehingga perlu dikembangkan teknik pengendalian yang cocok.

Usaha pengendalian hama dan penyakit yang dianjurkan saat ini adalah pengendalian secara hayati yang berprinsip pada keseimbangan alami. Pengendalian hayati dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan patogen dan dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat residu toksik dari fungisida sintetik. Selain itu agen pengendali hayati dapat bertahan lama di tanah, resiko terhadap perkembangan resistensi hama sasaran sangat kecil, membunuh jenis patogen sasaran tertentu dan menjadi stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* merupakan kapang yang sering dikaji pemanfaatannya dalam pengendalian hayati kapang patogen pada tanaman (Suharna 2003). *Trichoderma spp* termasuk jamur selolitik sejati karena mampu menghasilkan komponen selulase secara lengkap. Jamur tanah ini terdiri dari sembilan jenis yaitu *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. koningii*, *T. auroviride*, *T. amantum*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii* dan *T. viride* (Rifai 1969 dalam Salma & Gunarto 1999). Jamur antagonis tanah isolat lokal seperti *Trichoderma spp* mempunyai aktivitas antagonisme yang kuat terhadap jamur

patogen dengan mekanisme hiperparasitisme dan antibiosisnya sehingga efektif menghambat pertumbuhan jamur patogen tanaman dengan mendegradasi dinding selnya. Jenis-jenis *Trichoderma*, *T. harzianum* diketahui paling potensial sebagai agen pengendali hayati jamur patogen tanaman seperti *Phytophthora spp*, *Fusarium spp*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria*, *Rosillinia*, *Botrytis*, *Sclerotium rolfsii* (Suwahyono 2010).

Beberapa penelitian menunjukkan *Trichoderma spp* dapat mengendalikan berbagai macam penyakit seperti *Rhizoctonia solani* penyebab busuk akar pada tomat (Nasrun 2007). Hasil penelitian Purwantisari dan Hastuti (2009) menyimpulkan bahwa *Trichoderma spp* dapat mengendalikan penyakit busuk kentang yang disebabkan oleh *P. infestans*. Winarsih dan Safrudin (2001) menyatakan *T. viride* mampu menghambat penyakit rebah semai tanaman cabai akibat *F. oxsporum*. Jamur ini juga efektif dalam menekan penyakit moler (busuk layu) pada bawang merah yang disebabkan *F. oxsporum* pada hasil penelitian Santoso (2007).

Upaya pengendalian penyakit tanaman talas jepang menggunakan agen hayati belum pernah dilakukan petani. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi jenis jamur penyebab busuk kemudian melakukan uji antagonis pada penyakit busuk umbi talas jepang menggunakan *T. harzianum* untuk mengetahui sejauh mana dampak yang ditimbulkan antara keduanya.

B. Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas maka timbul permasalahan:

1. Jenis-jenis jamur patogen apakah yang menyerang pada umbi talas jepang?
2. Apakah *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen pada umbi talas jepang?

C. Penegasan Istilah

1. Uji antagonis adalah uji yang dilakukan untuk melihat penekanan pertumbuhan antar jamur *T. harzianum* dan jamur patogen.
2. Jamur Patogen adalah jamur yang menyebabkan tanaman mengalami perubahan proses fisiologi yang terus menerus sehingga mengakibatkan perubahan struktural yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.
3. Umbi talas jepang (*C. esculenta var antiquorum*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi yang terkena penyakit busuk umbi dengan berdiameter 7-13 cm, mempunyai mata tunas samping sebanyak 100-200 buah, dan diambil dari daerah Wonosobo pada bulan Maret 2011.
4. Indikator *T. harzianum* dapat menghambat jamur patogen adalah daerah pertumbuhan *T. harzianum* yang lebih luas dan aktivitas parasitik yang dapat mengganggu proses pertumbuhan jamur patogen.

D. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Mengidentifikasi jenis jamur patogen pada umbi talas jepang
2. Menguji antagonisme antara *T. harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang daya hambat *T. harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang dan sebagai dasar untuk mencari inovasi pengendalian penyakit talas jepang menggunakan agen hayati *T. harzianum*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

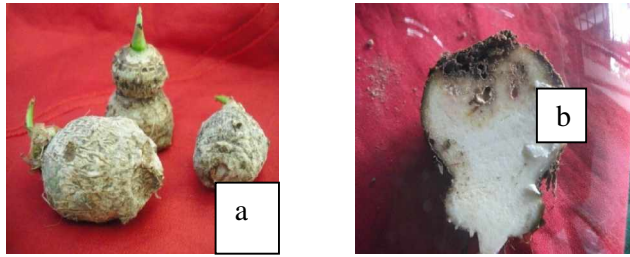
A. Tinjauan Pustaka

1. Kedudukan Taksonomi dan Morfologi Talas jepang

Kedudukan sistematik talas jepang yang digunakan dalam penelitian ini menurut *United States Department of Agriculture* (2008) sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Arales
Famili	: Araceae
Genus	: <i>Colocasia</i>
Spesies	: <i>C. esculenta var antiquorum</i> (Schott) Hubbard & Rehder
Nama daerah	: Talas jepang, satoimo

Secara taksonomi, talas jepang termasuk satu genus dengan talas yang banyak ditanam di Indonesia tetapi karena berasal dari negara Jepang, talas ini dikenal dengan talas jepang/satoimo. Di Indonesia tanaman ini hanya dijumpai di beberapa daerah saja seperti di Wonosobo, Bantaeng (Makasar), kampung kecil di daerah Buleleng Bali dan Tanah Toraja. Talas ini dapat tumbuh dengan baik di lingkungan yang dingin. Talas jepang merupakan tanaman herba, tinggi tanaman 1-2 m, daun menjari, akar serabut terdiri dari umbi yang mempunyai tunas induk dan tunas anakan yang mengelilingi umbi batang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, berat umbi talas jepang sekitar 60 gr dan berdiameter 7-13 cm serta tekstur daging umbinya lebih kenyal dibanding umbi talas varietas lokal.



Gambar 1. Morfologi umbi talas jepang

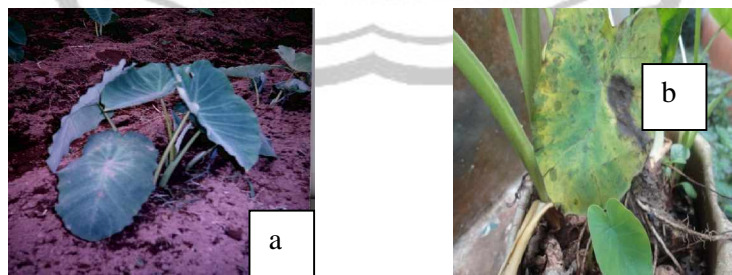
a. Morfologi umbi talas jepang yang sudah bertunas (skala 1:5)

b. Umbi talas jepang yang membusuk akibat serangan jamur patogen (skala 1:4)

2. Penyakit Tanaman Talas Jepang

Penyakit busuk umbi talas jepang ditandai dengan adanya lubang dan busuk pada umbi, terkadang busuk umbi tersebut tidak mudah ditemukan karena sering terbentuk di bawah kulit umbi dengan tidak memperlihatkan tanda penyakit di permukaannya, sedangkan busuk layu pada daun ditandai dengan adanya bercak kehitaman di permukaan daun (Uchida 2002). Gejala berikutnya terlihat jamur lapisan putih atau benang miselium pada jaringan yang terinfeksi dalam tanah diikuti dengan busuk pada umbi.

Terjadinya busuk umbi ini dikarenakan jamur patogen mencerna makanan berupa umbi diluar tubuhnya dengan cara mensekresikan enzim-enzim hidrolitik. Enzim ini menguraikan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang menyebabkan umbi mengalami pembusukan. Jamur menyerang jaringan umbi tanaman yang mengakibatkan umbi kehilangan banyak tepung dan biasa terjadi saat hujan/ kelembaban yang tinggi (Brooks 2005).



Gambar 2. Habitus tanaman talas jepang

a. Habitus tanaman talas jepang berumur 3 bulan yang tumbuh di Wonosobo (skala 1:200)

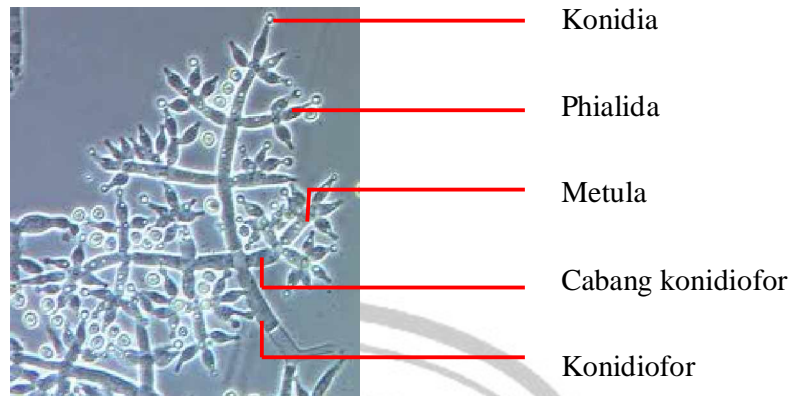
b. Busuk daun ditandai dengan adanya bercak kehitaman (skala 1:10)

3. Kedudukan Taksonomi dan Morfologi *Trichoderma harzianum* Rifai

Kedudukan sistematik *T. harzianum* yang digunakan dalam penelitian ini menurut *United States Department of Agriculture* (2008) sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Hypocreaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Spesies	: <i>T. harzianum</i> Rifai

Morfologi *T. harzianum* terdiri dari konidia yang terdapat pada struktur konidiofor. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida berupa cabang lateral yang berulang – ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek. Phialida/ cabang hifa tampak langsing dan panjang terutama pada apeks dari cabang dan berukuran $18 \times 2,5 \mu\text{m}$, konidia berbentuk semi bulat hingga oval pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$ dan berdinding halus. *Trichoderma* mempunyai khlamidospora (spora aseksual berdinding tebal dan mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang kurang menguntungkan) yang umumnya ditemukan dalam miselia dari koloni yang sudah tua, terletak interkalar dan kadang-kadang terminal, umumnya berbentuk bulat, berwarna hialin dan berdinding halus. Kemampuan *Trichoderma* dalam memproduksi klamidospora merupakan aspek penting dalam proses sporulasi sedangkan reproduksi aseksual *Trichoderma* menggunakan konidia (Gandjar 1999).



Gambar 3. Morfologi *T. harzianum* dengan perbesaran 400 kali
(sumber :USDA 2008)

T. harzianum memiliki aktivitas antifungal yang tinggi dibanding *Trichoderma* jenis lain. *T. harzianum* dapat memproduksi enzim litik dan antibiotik antifungal. Selain itu *T. harzianum* juga dapat berkompetisi dengan patogen dan dapat membantu pertumbuhan tanaman. Jamur ini juga memiliki kisaran penghambatan yang luas karena dapat menghambat berbagai jenis kapang. *T. harzianum* memproduksi metabolit seperti asam sitrat, etanol, dan berbagai enzim seperti urease, selulase, glukonase, dan kitinase. Hasil metabolit ini dipengaruhi kandungan nutrisi yang terdapat dalam media. Saat berada pada kondisi yang kaya akan kitin, *T. harzianum* memproduksi protein kitinolitik dan enzim kitinase. Enzim ini berguna untuk meningkatkan efisiensi aktivitas biokontrol terhadap patogen yang mengandung kitin (Suwahyono 2010).

4. Uji Antagonis

Uji antagonis merupakan uji kemampuan jamur dalam menekan pertumbuhan jamur lainnya. Pengendalian jamur-jamur tular tanah mekanismenya lebih kompleks. Mekanisme pengendalian patogen oleh *Trichoderma* secara alami dikelompokkan menjadi tiga fenomena dasar yang bekerja simultan dan sekaligus yaitu: proses kompetisi yang berkaitan dengan kebutuhan makanan yang tersedia, proses antibiosis dengan dikeluarkannya senyawa antibiotik oleh jamur yang dapat mematikan jamur lain dan proses

parasitik atau jamur pemangsa yang berlaku sebagai parasit terhadap jamur patogen atau sering disebut sebagai jamur mikoparasit (Suwahyono & Wahyudi 2004).

Antibiosis berperan penting dalam pengendali hayati karena proses pengendalian dari mekanisme zat biokimia dapat bekerja secara tunggal dari satu jenis substansi aktif (bahan-bahan yang mempunyai aktivitas tertentu) maupun bekerja bersama dengan aktivitas substansi aktif lain, sebagai contoh fenomena antagonistik antara jamur *Trichoderma* dengan jamur patogen. Shirmbock (1994) memberikan gambaran adanya kerja sinergis substansi aktif beberapa jenis enzim hidrolitik seperti β -(1.3)-glukanase, endokhitinase, chitobiohidrolase, dan dikeluarkan pula senyawa antibiotik dari kelompok peptaibol. Hal ini senada dengan penelitian yang menemukan senyawa peptaibol rantai pendek pada jenis *T. longibrachiatum* yang hidup di air laut. Senyawa aktif tersebut menghambat senyawa pertumbuhan spora dan hifa dari jamur patogen.

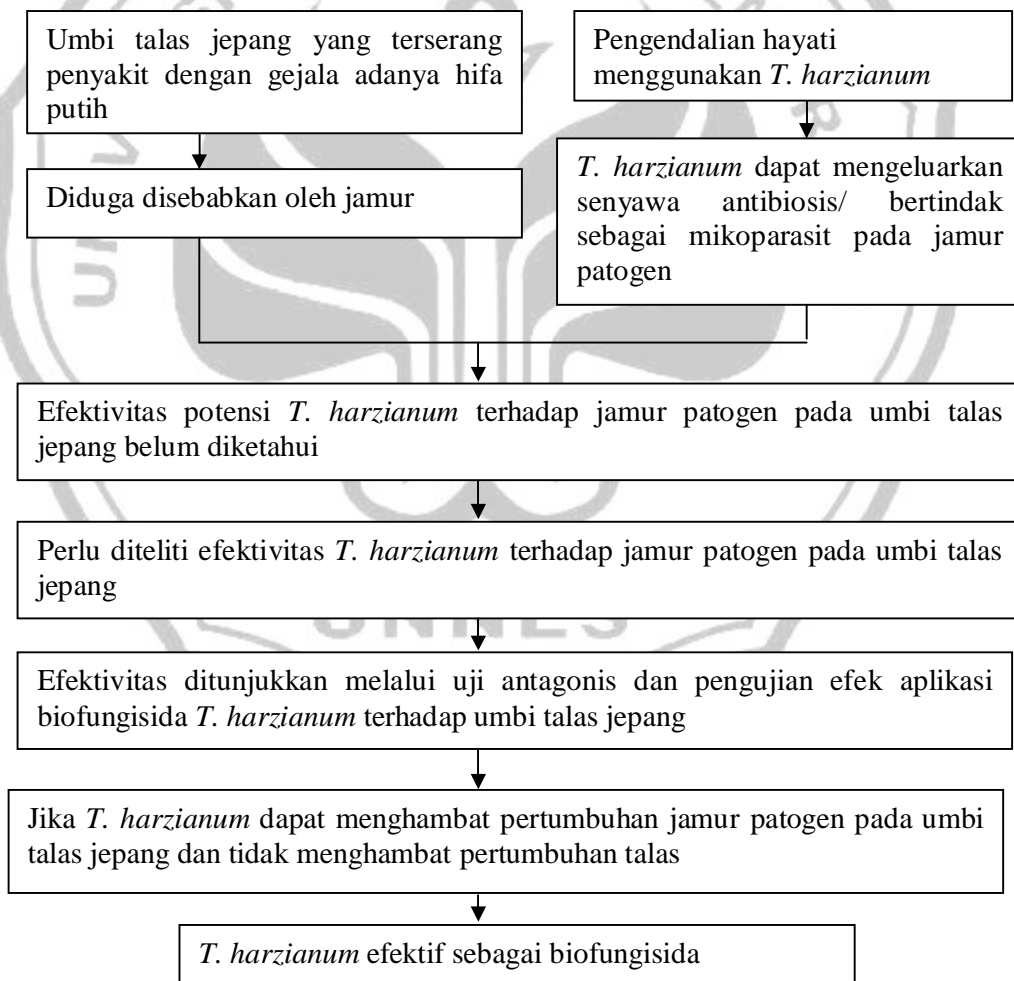
Penelitian yang dilakukan oleh Lien (1994) melalui proses antibiosis dari substansi aktif yang dihasilkan oleh *T. tricolin* senyawa tersebut merusak dan menyebabkan hilangnya informasi organ liposom yang terdapat di dalam sel. Liposom ini berperan untuk pembentukan protein pada jamur patogen *Rizoctonia solanii* sehingga proses sintesis protein terganggu dan mengakibatkan pertumbuhannya terhambat. Senyawa antibiosis tersebut sebagian besar dihasilkan oleh kelompok kapang.

Mikoparasit juga dilakukan jamur sebagai agen pengendali hayati. Fenomena parasitik pada *Trichoderma* spp. yang dikenal sebagai jamur hiperparasitis terhadap jamur - jamur tular tanah. Peristiwa adanya interaksi hifa pertama kali diteliti pada tahun 1971 oleh Denis L, parasitik ini terjadi karena adanya proses interaksi hifa antara *T. hamatum* pada jamur patogen *R. solanii* dan *Phytium* sp. Pola interaksi parasit diamati juga oleh Elad *et al.* (1983) pada *T. harzianum* terhadap jamur patogen. Pada awalnya, hifa jamur *T. harzianum* tumbuh paralel dengan jamur inang. Miselium saling menempel dengan membentuk satu lekukan pada miselium jamur inang. Jamur parasit *Trichoderma* akan membentuk semacam pengait pada ujung dari cabang pendek. Interaksi ini

diikuti dengan proses penetrasi pada miselium jamur inang yang secara parsial terjadi proses peluruhan pada dinding sel kemudian terlihat pula proses pelilitan hifa jamur pada miselium jamur inang serta proses pencernaan dan peluruhan. Proses pencernaan dan peluruhan dinding sel jamur inang ini tidak terlepas dari aktivitas enzim yang dihasilkan oleh jamur *Trichoderma* yaitu enzim β -1,3 glukonase dan kitinase.

Kerangka pikir

Berikut ini adalah kerangka berpikir berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka yang telah diuraikan sebelumnya:



Gambar 4. Bagan kerangka berpikir uji antagonis *T. harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang

B. Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka maka hipotesis dalam penelitian ini adalah *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen pada umbi talas jepang.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi

Penelitian identifikasi jenis jamur patogen dan uji antagonis dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, penelitian aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.

2. Waktu

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan, dari bulan April hingga Juni 2011.

B. Bahan Tanaman Penelitian

Bahan dalam penelitian ini adalah umbi talas jepang berpenyakit yang diambil dari daerah Wonosobo pada bulan Maret 2011.

C. Variabel Penelitian

Ada dua tahap penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Uji antagonis *T. harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang

Variabel yang diteliti meliputi:

- variabel bebas : umur peremajaan *T. harzianum* 0 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari dan 12 hari
- variabel terikat : persentase pertumbuhan jamur *T. harzianum* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen
- variabel kendali : media PDA kloramfenikol, suhu 24 °C dan pH 5,6

2. Aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang

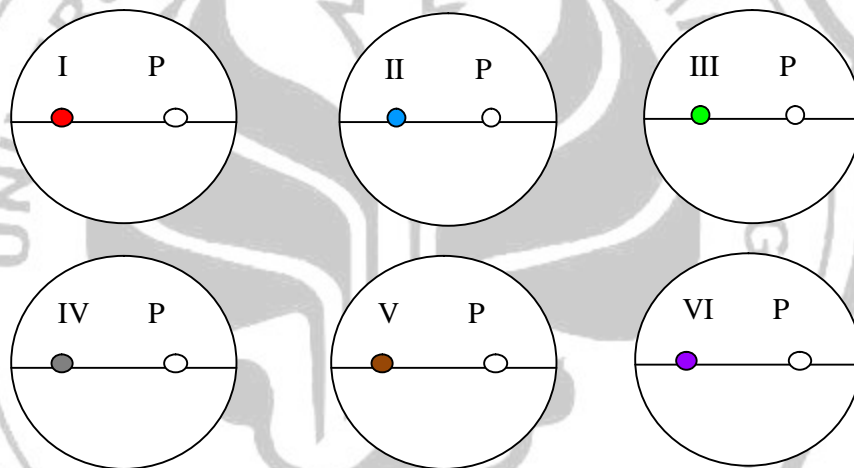
Variabel yang diteliti meliputi:

- variabel bebas : biofungisida *T. harzianum* 0 gr, 5 gr, 10 gr, 15 gr, 20 gr

- b. variabel terikat : tinggi tanaman, berat kering, luas daun, panjang akar
- c. variabel kendali : media tanam tanah kebun dan kompos rasio C/N 7,8 (disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit) dengan perbandingan 6:1

D. Rancangan Percobaan

Percobaan uji antagonis dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu umur peremajaan *T. harzianum* (0 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari dan 12 hari). Unit penelitian adalah petridish yang ditanami 2 biakan berupa *T. harzianum* dan jamur patogen dengan 4 kali ulangan.

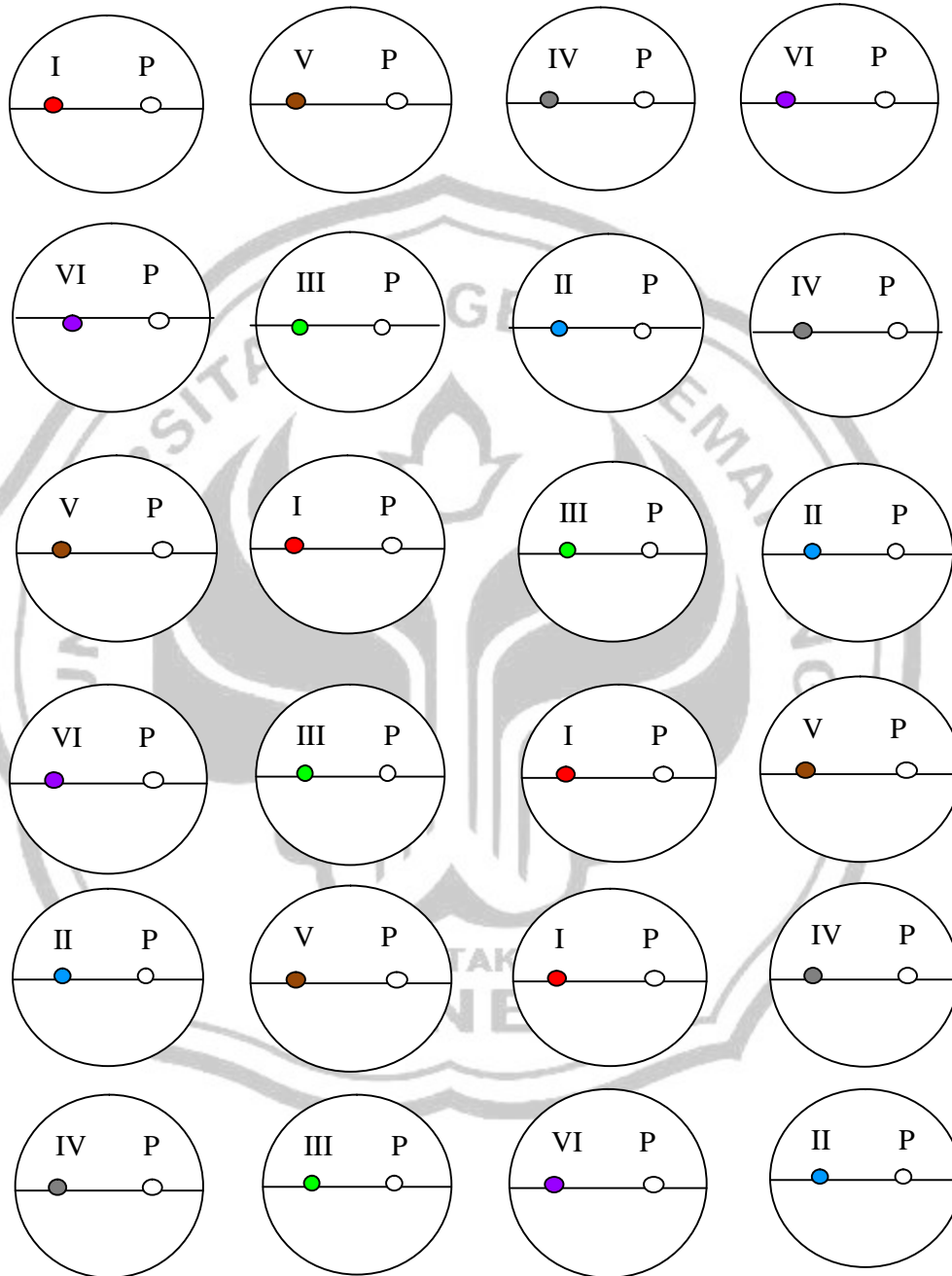


Gambar 5. Unit perlakuan uji antagonis dengan metode dua biakan

Keterangan:

- I : *T. harzianum* umur 0 hari
 II : *T. harzianum* umur 4 hari
 III : *T. harzianum* umur 6 hari
 IV : *T. harzianum* umur 8 hari
 V : *T. harzianum* umur 10 hari
 VI : *T. harzianum* umur 12 hari
 P : Jamur patogen

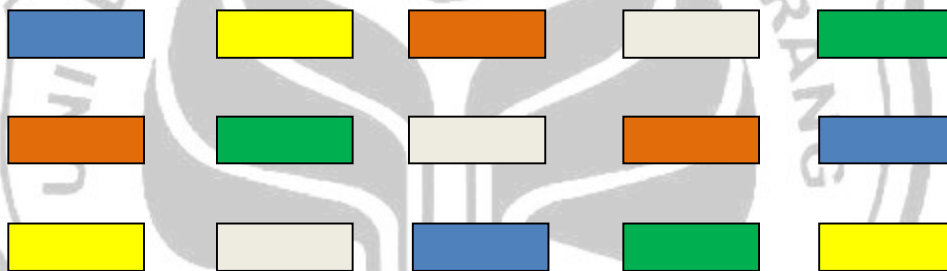
Denah rancangan percobaan uji antagonis *T. harzianum* terhadap jamur patogen :



Gambar 6. Denah peletakan uji antagonis dengan metode dua biakan






Dari satu faktor tersebut didapatkan 6 (perlakuan umur *T. harzianum*) x 4 ulangan = 24 petridish yang diamati. Penempatan petridish seperti denah pada gambar 6.

Aplikasi biofungisida *T. harzianum* terhadap talas jepang dilakukan untuk mengetahui tingkat pengendalian *T. harzianum* terhadap serangan *S. rolfsii* pada tanaman talas jepang. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor menggunakan lima perlakuan dosis biofungisida *T. harzianum* sebanyak 0 gr, 5 gr, 10 gr, 15 gr, 20 gr yang dicampur dengan media tanam berupa tanah dan kompos yang sudah disterilisasi dengan perbandingan 5 kg :1 kg dengan 3 kali ulangan. Percobaan satu faktor tersebut didapatkan 5 (perlakuan dosis biofungisida *T. harzianum*) x 3 ulangan = 15 yang diamati. Penempatan polybag seperti denah sebagai berikut.



Gambar 7. Denah peletakkan aplikasi biofungisida *T. harzianum* terhadap talas jepang

Keterangan:

-  : biofungisida *T. harzianum* 0 gr (kontrol)
-  : biofungisida *T. harzianum* 5 gr
-  : biofungisida *T. harzianum* 10 gr
-  : biofungisida *T. harzianum* 15 gr
-  : biofungisida *T. harzianum* 20 gr

E. Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap Persiapan

Mempersiapkan alat dan bahan

a. Alat-alat yang digunakan:

Peralatan gelas (petridish berdiameter 9 cm, gelas ukur 100 ml, beker glass 1L, erlenmeyer 250 ml, tabung reaksi, kaca pengaduk, lampu spirtus, gelas benda, gelas penutup), neraca digital dengan ketelitian 0,01 gram, autoklaf, *Laminar Air Flow*, ose, mikroskop, pelubang gabus berdiameter 6 mm dan penggaris dengan tingkat ketelitian 0,5 mm, polybag.

b. Bahan-bahan yang digunakan:

Potato Dextrose Agar (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB), kloramfenikol (spesifikasi: *Lanacetine choramphenicol*, PT Pertiwi Agung), alkohol 70 %, spirtus, laktofenol, isolat *T. harzianum*, umbi talas jepang yang terserang penyakit, kompos (spesifikasi *Biogreen*), tanah kebun, biofungisida *T. harzianum* (spesifikasi *Derma WP*, Balai Proteksi Hama dan Tanaman Salatiga).

2. Tahap pelaksanaan

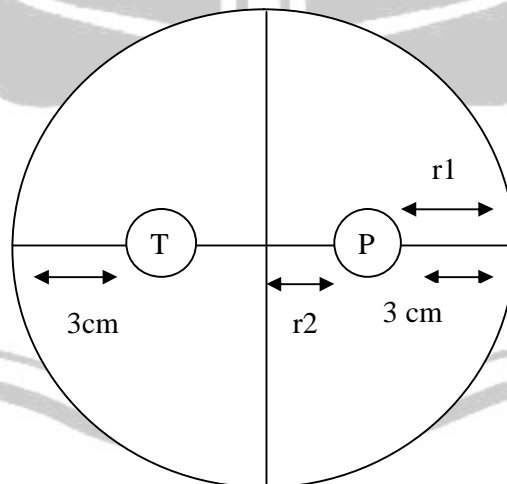
a. Isolasi dan identifikasi jamur patogen umbi talas jepang

Pengambilan sampel tanaman berpenyakit dilakukan di sentra pertanaman talas jepang di Wonosobo. Isolasi dilakukan dengan teknik *direct plating* dengan meletakkan irisan umbi talas jepang yang busuk pada medium PDA steril yang telah ditambah kloramfenikol 0,25 gr/L dalam cawan petri, kemudian diinkubasi pada suhu 24°C selama 7 hari (Mallocc 1997). Koloni-koloni yang tumbuh diidentifikasi untuk mengetahui jenis jamur yang tumbuh. Identifikasi jamur patogen dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil isolasi jamur yang berupa biakan murni dideterminasi berdasarkan morfologi mikroskopisnya dengan menggunakan kunci determinasi jamur hingga pada marga dan jenisnya (Barnet dan hunter 1972). Pengamatan secara mikroskopis meliputi ada tidaknya septa pada hifa, pigmentasi hifa, bentuk dan ornamentasi spora (vegetatif dan generatif), serta bentuk dan ornamentasi tangkai spora (Gandjar *et al* 1999).

Pengamatan makroskopis meliputi warna dan permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin).

b. Uji Antagonis *T. harzianum* Terhadap Jamur Patogen pada Busuk Umbi Tanaman *in-vitro*

Uji antagonisme mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*) menggunakan teknik Fokkema dan Meuleun (1976) (Prasetyo 2009). Pengujian dilakukan pada medium PDA dalam petridish. Bagian bawah petridish diberi tanda garis tengah dengan spidol anti air kemudian ditentukan sebuah titik yang jaraknya 3 cm dari tepi petridish sebagai tempat meletakkan inokulasi jamur patogen umbi jepang yang berupa potongan pelubang gabus sedangkan dari tepi yang lain juga diukur dengan jarak yang sama untuk meletakkan potongan pelubang gabus jamur *T. harzianum*, kemudian diinkubasi pada suhu 24°C selama 7 hari. Perlakuan menggunakan Rancangan acak lengkap yang terdiri atas 6 taraf perlakuan umur peremajaan *T. harzianum* 0, 4, 6, 8,10 dan 12 hari dengan umur jamur patogen 7 hari sebanyak 4 kali ulangan.



Gambar 8. Metode peletakan uji antagonis inokulum *T. harzianum* dan jamur patogen umbi talas jepang

Keterangan: T = *T. harzianum*,
 P = jamur patogen
 r1 = jari-jari koloni jamur patogen umbi talas jepang yang berlawanan (menjauhi) jamur *T. harzianum*
 r2 = jari-jari koloni jamur patogen umbi talas jepang yang menuju ke jamur *T. harzianum*.

c. Aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang yang terserang *S. rolfsii*

Perlakuan percobaan dosis biofungisida *T. harzianum* terhadap tanaman talas jepang yang terserang *S. rolfsii* dilakukan setelah satu minggu mencampur media tanam yang sudah disterilkan (pemanasan menggunakan autoklaf) dengan biofungisida *T. harzianum* dalam polybag. Umbi ditanam dalam media tanah dan melakukan pengamatan pertumbuhan tanaman selama satu bulan.

3. Tahap pengambilan data

Tahap pengambilan data pertumbuhan jamur antagonis *T. harzianum* dengan jamur patogen adalah dengan cara mengamati serta mengukur jari – jari koloni jamur patogen pada umbi talas jepang yang berlawanan dan menuju *T. harzianum* setiap hari selama 7 hari, kemudian daerah penghambatan diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas daerah penghambatan} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

r1 = jari-jari koloni jamur patogen umbi talas jepang yang berlawanan (menjauhi) jamur *T. harzianum*

r2 = jari-jari koloni jamur patogen umbi talas jepang yang menuju ke jamur *T. harzianum*

Tabel 1. Persentase penghambatan *T. harzianum* terhadap pertumbuhan jamur patogen pada umbi busuk talas jepang dengan metode ganda uji antagonis

Umur biakan <i>T. harzianum</i> (hari)	Besarnya Persentase Penghambatan (%)				
	Hari III	Hari IV	Hari V	Hari VI	Hari VII
0 (kontrol)					
4					
6					
8					
10					
12					

Tahap pengambilan data aplikasi biofungisida *T. harzianum* terhadap talas jepang dilakukan dengan cara mengamati dan mengukur tinggi tanaman, panjang akar, luas daun dan berat kering tanaman.

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur batang di atas permukaan tanah hingga titik tumbuh tertinggi tanaman.

Pengamatan panjang akar dilakukan dengan mengukur pangkal akar hingga ujung akar. Luas daun dihitung dengan rumus = $\frac{\text{berat daun total}}{\text{berat daun sampel}} \times n \times \pi r^2$, n : jumlah sampel (Pukan 2003). Berat kering tanaman dihitung dengan mengoven semua bagian tanaman pada suhu 50° C selama 24 jam dan ditimbang dalam satuan gram.

Tabel 2. Panjang akar, tinggi tanaman, luas daun dan berat kering tanaman akibat pemberian biofungisida *T. harzianum*

No	Biofungisida <i>T. harzianum</i>	panjang akar	tinggi tanaman	luas daun	berat kering
1	0 gr				
2	5 gr				
3	10 gr				
4	15 gr				
5	20 gr				

C. Metode Analisis Data

Jenis jamur patogen yang terdapat pada umbi busuk talas jepang di analisis secara deskriptif sedangkan persentase penghambatan jamur *T.harzianum* terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang dan aplikasi menggunakan biofungisida digunakan analisis secara kuantitatif.

Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan teknik statistik anava satu arah dengan taraf signifikansi 1%. Tabel anava satu arah adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Anava satu arah

SK	Db	JK	KT	Fh	Ft
Perlakuan		Pxx	$\frac{P_{xx}}{(t-1)}$		
Galat	$t(r-1)$	Gxx		$\frac{KTP}{KTG}$	
Total	$(t \times r) - 1$	Txx			

Keterangan :

SK	= sumber keragaman	JKP	= $\frac{(\sum \Sigma .)^2}{r}$
Db	= Derajat bebas	JKG	= JKT-JKP
JK	= Jumlah Kuadrat	KTP	= JKP/Db Perlakuan
KT	= Kuadrat tengah	KTG	= JKG/Db Galat
KTP	= Kuadrat tengah perlakuan	Pxx	= Kuadrat tengah perlakuan
KTG	= Kuadrat tengah galat	Gxx	= Kuadrat tengah galat
t	= Perlakuan	Db Perlakuan	=
r	= Ulangan	Db Galat	=
Fk	= Faktor koreksi	Fh	= F hitung
Fk		Ft	= F tabel
n	= jumlah seluruh pengamatan	Fh	= $\frac{KTP}{KTG}$
JKT	= $(\sum \sum x)^2$		

Selanjutnya, untuk menentukan penerimaan hipotesis, perlu dihitung F hitung, lalu dibandingkan dengan nilai F tabel 1% dan 5%. Penerimaan hipotesis dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F hitung lebih besar dari F tabel, berarti hasil uji *T.harzianum* berpengaruh terhadap penghambatan pertumbuhan jamur patogen umbi busuk talas jepang
2. Bila F hitung lebih kecil dari F tabel, berarti hasil uji *T.harzianum* tidak berpengaruh terhadap penghambatan pertumbuhan jamur patogen umbi busuk talas jepang

Apabila hasil uji berpengaruh, untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan rumus:

$$BNT_{\alpha} = t_{(1-0,5\alpha)} \sqrt{\frac{2 KTG}{R}}$$

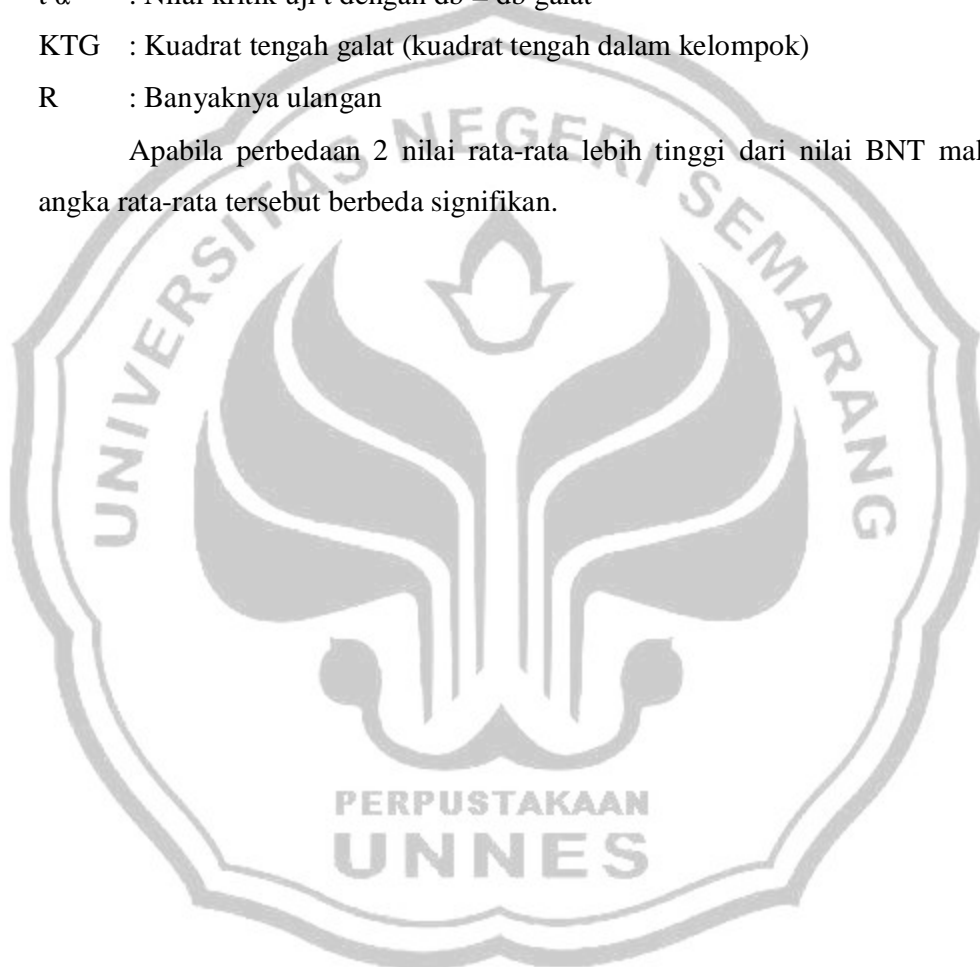
α : Taraf Signifikan

t_{α} : Nilai kritik uji t dengan db = db galat

KTG : Kuadrat tengah galat (kuadrat tengah dalam kelompok)

R : Banyaknya ulangan

Apabila perbedaan 2 nilai rata-rata lebih tinggi dari nilai BNT maka 2 angka rata-rata tersebut berbeda signifikan.



BAB IV

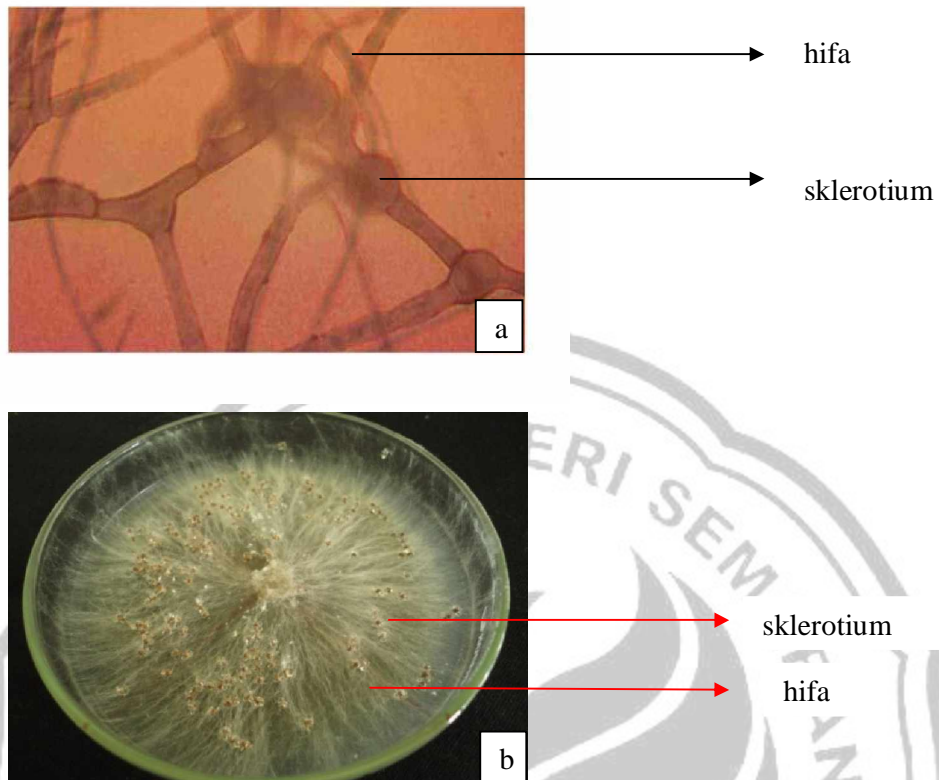
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Isolasi dan Identifikasi jamur patogen pada umbi talas jepang

Hasil pengamatan isolasi jamur patogen penyebab busuk umbi talas jepang secara makroskopis terdapat miselium yang terdiri dari benang-benang berwarna putih yang tersusun seperti bulu atau kipas dengan bagian tepi rata. Pengamatan secara mikroskopis dengan menggunakan kunci determinasi menggunakan buku Barnett dan Hunter (1972) menunjukkan adanya dua jenis hifa yang dihasilkan yaitu kasar dan lurus. Jamur ini tidak membentuk spora namun membentuk sclerotia dengan ukuran diameter (0,5 mm - 2,0 mm) yang mulai berkembang setelah 7 hari dari pertumbuhan miselium, pada umumnya sclerotia tampak berwarna putih dan berkembang menjadi coklat gelap. Sclerotia menjadi inokulum pertama untuk perkembangan penyakit, berdasarkan pengamatan tersebut jenis jamur tergolong *Sclerotium rolfsii*. Kedudukan taksonomi menurut Alexopoulos (1979) sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Basidiomycota
Kelas	: Basidiomycetes
Ordo	: Agaricales
Famili	: Typhulaceae
Genus	: <i>Sclerotium</i>
Species	: <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.



Gambar 9. Struktur dan morfologi jamur *S. rolfsii*

- a. *S. rolfsii* (perbesaran 400 kali)
- b. Koloni *S. rolfsii* yang membentuk sklerotium berwarna coklat dengan diameter 2 mm setelah berumur 10 hari (skala 2:3)

2. Hasil Uji Antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii*

Hasil uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii* dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Daerah penghambatan *T. harzianum* dengan berbagai umur terhadap *S. rolfsii* selama 7 hari

No	Umur <i>T. harzianum</i> (hari)	Rerata daerah penghambatan (%)
1	0	0,00
2	4	52,50
3	6	57,93
4	8	52,88
5	10	51,65
6	12	50,00

Hasil analisis varians (ANAVA) satu arah daerah penghambatan dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil perhitungan ANAVA satu arah ini menunjukkan bahwa F_{hit} lebih besar daripada F_{tab} artinya umur biakan *T. harzianum* berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur patogen pada umbi talas jepang. Untuk mengetahui umur biakan *T. harzianum* yang berbeda pengaruhnya dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf signifikansi 1% dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Ringkasan hasil uji ANAVA satu arah uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii* *)

Sumber varians	Db	JK	KT	F_{hit}	$F_{tab5\%}$	$F_{tab1\%}$
Perlakuan	5	9501,17	1900,24			
Galat	18	151,29	8,40	226,09**)	2,77	4,25
Total	23	9652,46	1908,64			

Keterangan :

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

***) Sangat signifikan

Tabel 6. Hasil uji lanjut BNT uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii**)

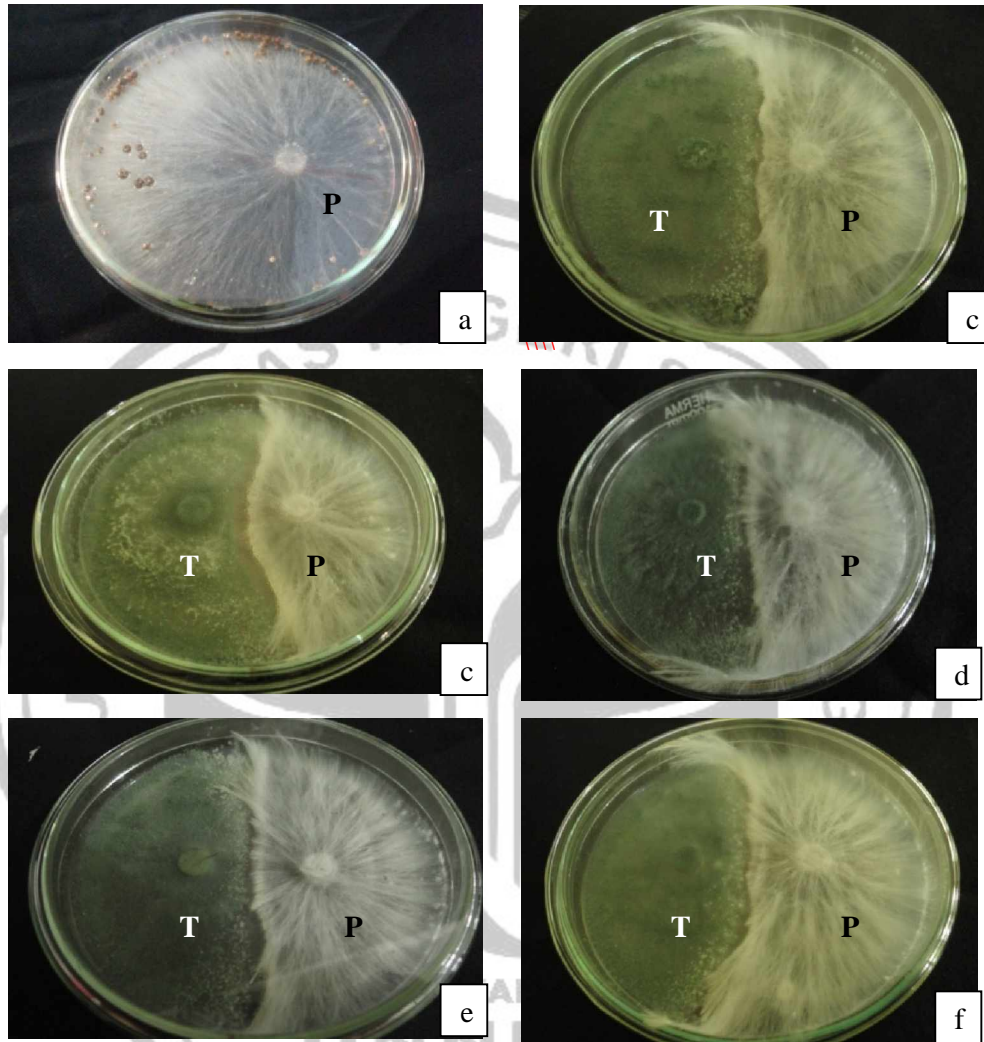
No	Umur <i>T. harzianum</i> (hari)	Rerata (%) **
1	0	0a
2	4	52,5b
3	6	57,9c
4	8	52,9b
5	10	51,7b
6	12	50,0b

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

***) Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%

Pada uji beda nyata terkecil (BNT) diketahui bahwa umur biakan *T. harzianum* 6 hari mempunyai daya hambat terhadap *S. rolfsii* paling besar yaitu sebesar 57,9 %, lebih besar secara signifikan dibanding penghambatan pada umur *T. harzianum* 0, 4, 8, 10, 12 hari yang hanya berkisar 0% - 52,2% (Tabel 6).

Gambar penghambatan *T. harzianum* terhadap *S. rolfii* pada umur *T. harzianum* 0 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari, 12 hari .



Gambar 10. Penghambatan *T. harzianum* terhadap *S. rolfii* selama 7 hari dengan perlakuan umur *T. harzianum* (a) 0 hari, (b) 4 hari, (c) 6 hari, (d) 8 hari, (e) 10 hari, (f) 12 hari (skala 2:3).

Keterangan:

T : *T. harzianum*

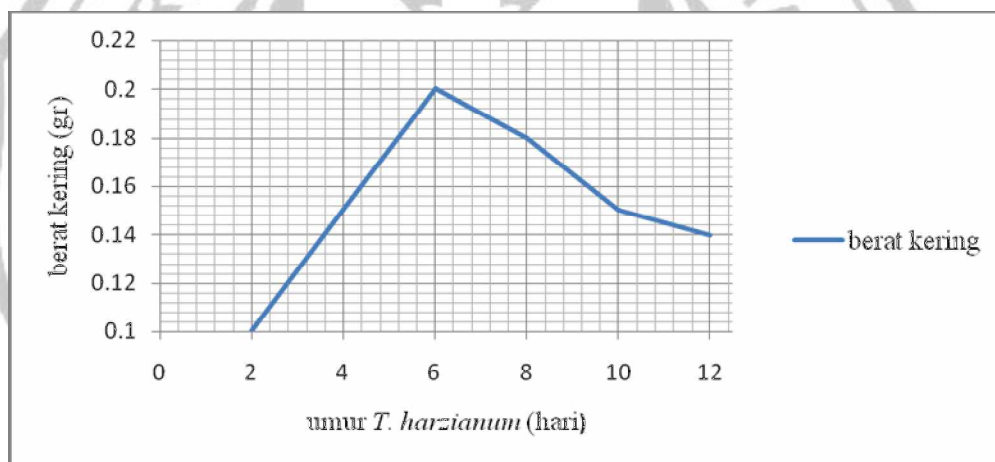
P : *S. rolfii*

Pengamatan penghambatan pertumbuhan *S. rolfii* dilakukan sejak inkubasi hari ketiga sampai hari ketujuh. Pada hari pertama dan kedua selama pengamatan, belum terjadi mekanisme antagonis antara kedua kapang dimana masing – masing kapang saling tumbuh tanpa saling mempengaruhi karena jarak

tumbuh kapang tersebut cukup lebar yaitu mencapai 3 cm. Pada hari ketiga pertumbuhan kedua biakan saling mendekat sehingga terbentuklah zona penghambatan berkisar 3-5 mm (Gambar 10).

Pertumbuhan *T. harzianum* relatif lebih cepat dibanding *S. rolfsii* dilihat dari jari-jari pertumbuhan *T. harzianum* yang mendekati *S. rolfsii* lebih luas, akibatnya jari-jari pertumbuhan biakan *S. rolfsii* yang mendekati *T. harzianum* semakin terdesak dibandingkan dengan jari-jari pertumbuhan *S. rolfsii* yang menjauhi *T. harzianum*. Pada Gambar 10 penghambatan paling besar terhadap *S. rolfsii* terlihat pada umur biakan *T. harzianum* 6 hari.

Kurva pertumbuhan *T. harzianum* dalam berat kering dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 11. Berat kering *T. harzianum* pada umur 4-12 hari

Berdasarkan Gambar 11 jumlah biomassa terus mengalami peningkatan dari hari kedua sampai hari keenam. Jumlah biomassa *T. harzianum* maksimum terjadi pada hari keenam, sedangkan mulai hari kedelapan mengalami penurunan jumlah biomassa.

T. harzianum mengalami fase lag atau fase adaptasi pada hari pertama sampai hari keempat. Hari keempat menuju hari keenam terjadi pertumbuhan yang sangat cepat yaitu fase log atau fase eksponensial. Fase eksponensial merupakan suatu kondisi dimana jumlah biomassa jamur mengalami peningkatan yang tinggi. Pada fase ini, mikroorganisme

memanfaatkan nutrisi secara maksimum untuk pertumbuhannya. Umur optimum inokulum *T. harzianum* yaitu pada saat inokulum berumur enam hari atau 144 jam. Setelah melewati jam ke-144, jumlah biomassa mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan berkurangnya nutrisi dalam medium dan dihasilkannya metabolit sekunder (idiofase) yang bersifat toksik yang dapat meracuni tubuhnya sendiri sehingga *T. harzianum* mengalami autolisis dan akan menuju ke fase kematian (Schlegel 1994).

3. Aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang

Respon panjang akar dan tinggi tanaman akibat pemberian biofungisida *T. harzianum* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Panjang akar dan tinggi tanaman umur 30 hari akibat pemberian jamur *T. harzianum*

No	Perlakuan	Rerata	
		Panjang Akar (cm)	Tinggi Tanaman (cm)
1	Kontrol	7,5	19,67
2	5 gr	17,9	22,00
3	10 gr	19,0	22,17
4	15 gr	20,3	23,33
5	20 gr	24,1	33,83

Hasil analisis varians (ANOVA) satu arah panjang akar dan tinggi tanaman akibat pemberian biofungisida *T. harzianum* dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Ringkasan hasil uji ANOVA satu jalan panjang akar akibat pemberian *T. harzianum**)

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	4	401,23	100,31			
Galat	10	9,06	0,91	110,69**)	3,48	5,99
Total	14	410,29	101,21			

Keterangan :

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

***) Sangat signifikan

Tabel 9. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan tinggi tanaman talas jepang akibat pemberian *T. harzianum**)

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab5%}	F _{tab1%}
Perlakuan	4	369,23	92,31			
Galat	10	126,67	12,67	7,29**)	3,48	5,99
Total	14	495,90	104,98			

Keterangan :

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

**) Sangat signifikan

Hasil perhitungan ANAVA satu arah menunjukkan bahwa F_{hit} lebih besar daripada F_{tab} artinya *T. harzianum* berpengaruh terhadap panjang akar talas jepang dan tinggi tanaman (Tabel 8 dan Tabel 9). Untuk mengetahui perbedaan pengaruh *T. harzianum* dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf signifikansi 1% dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

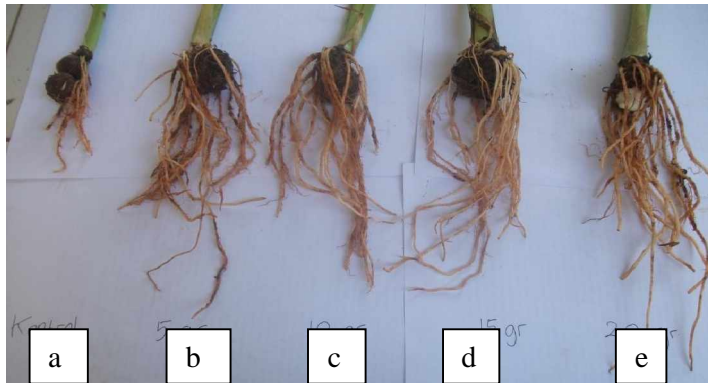
Tabel 10. Hasil uji lanjut BNT panjang akar dan tinggi tanaman umur 30 hari akibat pemberian *T. harzianum* *)

No	Perlakuan (gr)	Rerata**)	
		Panjang Akar (cm)	Tinggi Tanaman (cm)
1	Kontrol	7,5a	19,67a
2	5	17,9b	22,00a
3	10	19,0b	22,17a
4	15	20,3b	23,33a
5	20	24,1c	33,83b

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 6.

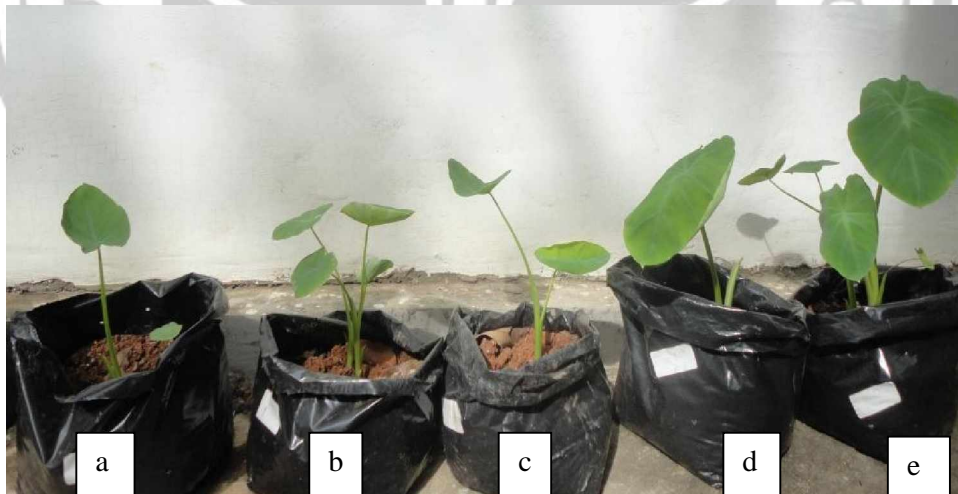
**) Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%

Pemberian *T. harzianum* berpengaruh terhadap pemanjangan akar, hal ini terlihat dari dosis 5, 10, 15 gr berbeda nyata dengan kontrol dengan ketiga dosis tersebut mempunyai pengaruh yang sama satu sama lain. Dosis 20 gr merupakan dosis yang paling efektif terhadap pemanjangan akar. Selain pemanjangan akar, *T. harzianum* cenderung merangsang jumlah akar lebih banyak dibandingkan jumlah akar pada kontrol (Gambar 12).



Gambar 12. Pertumbuhan akar pada tanaman talas jepang dengan perlakuan dosis *T. harzianum* 0 gr (a), 5 gr (b), 10 gr (c), 15 gr (d), dan 20 gr (e) (skala 1:5).

Pada Tabel 10 terlihat bahwa tinggi tanaman pada pemberian *T. harzianum* dosis 5 gr, 10 gr, 15 tidak berbeda nyata dengan kontrol, hal ini menunjukkan *T. harzianum* pada dosis tersebut tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, sedangkan dosis 20 gr merupakan dosis yang tepat karena mengakibatkan tanaman lebih tinggi dibanding kontrol (Tabel 10 & Gambar 13).



Gambar 13. Tinggi tanaman akibat pemberian biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang (skala 1:10).

Keterangan :

- a : dosis biofungisida *T. harzianum* 0 gr
- b : dosis biofungisida *T. harzianum* 5 gr
- c : dosis biofungisida *T. harzianum* 10 gr
- d : dosis biofungisida *T. harzianum* 15 gr
- e : dosis biofungisida *T. harzianum* 20 gr

Respon berat kering tanaman dan luas daun akibat pemberian jamur *T. harzianum* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Berat kering tanaman dan luas daun umur 30 hari akibat pemberian jamur *T. harzianum*

No	Perlakuan (gr)	Rerata	
		Berat kering (gr)	Luas daun (mg/cm)
1	Kontrol	2,56	111,67
2	5	6,50	213,33
3	10	6,15	247,33
4	15	9,74	279,67
5	20	10,19	314,33

Hasil analisis varians (ANAVA) satu arah terhadap respon berat kering tanaman dan luas daun akibat pemberian jamur *T. harzianum* dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan berat kering tanaman talas jepang akibat pemberian *T. harzianum**)

Sumber varians	db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	4	115,14	28,78			
Galat	10	1,15	0,11	250,86**)	3,48	5,99
Total	14	116,29	28,90			

Keterangan :

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

***) Sangat signifikan

Tabel 13. Ringkasan hasil uji ANAVA satu jalan luas daun akibat pemberian *T. harzianum**)

Sumber varians	db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	4	401,23	100,31			
Galat	10	9,06	0,91	110,69**)	3,48	5,99
Total	14	410,29	101,21			

Keterangan :

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

***) Sangat signifikan

Dari Tabel 12 & 13 *T. harzianum* berpengaruh terhadap berat kering dan luas daun tanaman talas jepang, untuk mengetahui perbedaan dosis *T. harzianum* antar perlakuan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf signifikansi 1% dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil uji lanjut BNT berat kering tanaman dan luas daun akibat pemberian *T. harzianum* *)

No	Perlakuan	rerata**)	
		Berat kering (gr)	Luas daun (mg/cm)
1	Kontrol	2,56a	111,67a
2	5 gr	6,50b	213,33b
3	10 gr	6,15b	247,33c
4	15 gr	9,74c	279,67d
5	20 gr	10,19c	314,33e

*) Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

**) Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%

Tabel 14 menunjukkan jika pada perlakuan *T. harzianum* pada dosis 15-20 gr menunjukkan berat kering paling besar dan pada dosis perlakuan *T. harzianum* 20 gr menunjukkan luas daun paling besar dibanding perlakuan dosis yang lainnya.

B. Pembahasan

1. Jamur patogen pada umbi talas jepang

Identifikasi jamur patogen pada talas jepang menunjukkan koloni jamur terdiri dari miselium yang tersusun dari hifa berbentuk benang-benang berwarna putih seperti bulu atau kipas dengan bagian tepi rata. Pengamatan secara mikroskopis jamur tidak membentuk spora namun membentuk sclerotia dengan ukuran diameter 2,0 mm yang mulai berkembang setelah 7 hari dari pertumbuhan miselium, pada umumnya sclerotia tampak berwarna putih dan berkembang menjadi coklat gelap. Sclerotia menjadi inokulum pertama untuk pemencaran jamur, berdasarkan pengamatan tersebut jenis jamur tergolong *Sclerotium rolfsii*.

S. rolfsii tergolong jamur tular tanah yang dapat bertahan lama dalam bentuk sclerotia di dalam tanah, tumbuh optimal pada suhu 15 °C- 37 °C, berkembang dalam keadaan tanah yang lembab dan sclerotia tidak aktif pada suhu dibawah 0 °C (Punja 2001). *S. rolfsii* menyerang tanaman talas jepang pada berbagai usia tanaman dan umumnya menyerang melalui akar atau batang yang masih muda. Hal ini serupa dengan serangan *S. rolfsii* terhadap bibit tanaman kapas (Yulianti 1998), dan terhadap bibit kedelai yang menyebabkan penyakit layu (Hartati 2007).

Jamur menyerang tanaman talas dikarenakan adanya sklerotia yang membentuk hifa jamur untuk menetrasi jaringan pada organ tumbuhan menggunakan enzim hidrolitik. Hifa jamur ini kemudian mengganggu pembuluh xilem sehingga tanaman kehilangan turgor dan layu. Kehilangan turgor ini terjadi karena proses degenerasi protoplas yang diikuti oleh sel-sel, jaringan bahkan organ tubuhnya. *S. rolfsii* menyerang dengan cara menghambat translokasi hara dan air melalui jaringan pembuluh sehingga proses fisiologis yang terpengaruh adalah terhambatnya penyaluran air dan zat hara dari bagian bawah ke bagian atas. *S. rolfsii* menyebabkan suplai air menuju daun terhambat, akibatnya pertumbuhan tanaman akan terganggu sehingga daun mengalami layu dan kekuningan. Perubahan proses fisiologi tanaman yang dikoloni patogen dapat berpengaruh terhadap respirasi, fotosintesis, transport nutrisi dan juga pertumbuhan tanaman (Yudiarti 2007).

S. rolfsii juga menyerang tanaman talas yang sudah membentuk umbi (talas umur 3 bulan). Serangan tersebut dikarenakan interaksi langsung antara jamur dan umbi dengan penetrasi menggunakan enzim hidrolitik berupa enzim selulose, enzim peptinose dan asam oksalat pada jamur. Enzim hidrolitik tersebut kemudian mengubah ikatan kompleks pada umbi talas menjadi ikatan sederhana sebagai sumber nutrisi *S. rolfsii*. Aktivitas hidrolitik tersebut menyebabkan umbi talas jepang menjadi busuk. Hal ini serupa dengan serangan *S. rolfsii* menggunakan enzim selulose, enzim peptinose dan asam oksalat pada kentang (Kulkarni 2007).

2. Uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii*

Berdasarkan data hasil pengamatan diperoleh rata-rata persentase hambatan dengan menggunakan perlakuan umur *T. harzianum* (0, 4, 6, 8, 10, 12 hari) secara berurutan adalah 0%, 52.5%, 57.9%, 52.9%, 51.7%, 50%. Data tersebut memperlihatkan umur isolat *T. harzianum* memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan jamur *S.rolfsii*. Dilihat dari besarnya persentase penghambatan, umur biakan *T. harzianum* memiliki pengaruh terhadap daya hambat yang signifikan terhadap pertumbuhan jamur patogen.

Perbedaan persentase hambatan pertumbuhan jamur *S. rolfsii* pada perlakuan umur biakan *T. harzianum* menunjukkan umur *T. harzianum* 6 hari mempunyai persentase penghambatan tertinggi dibanding umur *T. harzianum* yang lain (Gambar 11), hal ini diduga karena *T. harzianum* pada umur tersebut berada pada fase akhir pertumbuhan eksponensial dan mendekati idiofase dimana jamur tersebut menghasilkan antibiotik dan aktifitas enzim selulase tinggi yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii*. *T. harzianum* mempunyai aktifitas antagonis tertinggi pada saat idiofase (Wahyudi 2005).

Adanya daya hambat tersebut menunjukkan bahwa isolat jamur *T. harzianum* memiliki sifat antagonis terhadap jamur *S. rolfsii*. Hal ini ditandai dengan terjadinya mekanisme penghambatan berupa dikeluarkannya senyawa antibiosis dan hiperparasit yang dapat diamati dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan pertumbuhan bagi *S. rolfsii* dan pertumbuhan miselium *T. harzianum* yang lebih cepat sehingga mendesak pertumbuhan *S. rolfsii* (Gambar 10).

Menurut Kurniawan *et al* (2006) bahwa *Trichoderma spp.* mampu menghasilkan enzim diantaranya selulose, 1,3-glukanase dan khitinase. Soesanto *et al.* (1999) dalam Kurniawan *et al.* (2006) menyebutkan bahwa *Trichoderma spp.* juga mampu menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat mengurangi pertumbuhan jamur *Pythium sp.* Bahkan sebelumnya, Cook & Baker (1974) menyatakan bahwa senyawa gliotoksin dan viridin yang dihasilkan *Trichoderma spp.* bersifat menghambat patogen tanaman.

Trichoderma juga bersifat toleran terhadap stres dan mampu menginaktifkan enzim mikroba patogen. Selain itu, *Trichoderma spp.* mampu menghasilkan enzim penghidrolisis dinding sel patogen yang akan menghambat sintesis dinding sel patogen dan meningkatkan keaktifan yang bersifat fungisida, akibatnya jamur patogen mengalami penurunan kecepatan pertumbuhan (Harman 2000).

3. Aplikasi biofungisida *T. harzianum* pada tanaman talas jepang

Pertumbuhan talas jepang antara kontrol dan dosis perlakuan biofungisida *T. harzianum* berbeda signifikan. Secara fisik tanaman dengan perlakuan *T. harzianum* terlihat lebih tinggi, luas daun dan berat kering lebih besar, perakaran lebih panjang dan jumlah perakaran lebih banyak. Hal ini dikarenakan *S. rolfsii* yang menginfeksi umbi dapat dikendalikan dengan *T. harzianum*. Mekanisme pengendalian jamur patogen dilakukan melalui interaksi hifa langsung. Setelah konidia *T. harzianum* dimasukkan ke tanah, akan tumbuh kecambah konidianya di sekitar perakaran tanaman. Mekanisme pengendalian jamur patogen ini meliputi: mikoparasitik, antibiosis, kompetisi untuk memperoleh nutrisi dan tempat menghancurkan dinding sel jamur patogen. Dinding sel *S. rolfsii* yang terdiri dari komponen selulosa dihancurkan dengan enzim selulase *T. harzianum*, hifa jamur patogen akan rusak protoplasmanya dan jamur akan mati, sehingga transpor hara dan air menjadi lancar sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih tinggi.

Pada tanaman perlakuan jumlah dan panjang akar yang dihasilkan jauh lebih banyak dibanding akar tanaman kontrol. Hal ini diduga karena *T. harzianum* dapat merangsang pembentukan akar pada tanaman talas seperti halnya pada tanaman selada yang sistem perakarannya lebih banyak dibandingkan tanpa pemberian biofungisida (Suwahyono 2003). Beberapa golongan fungi seperti *Trichoderma* berkemampuan menginduksi dan memproduksi semacam hormon IAA pada akar tanaman tempatnya menempel dan dilepaskan ke tanah (Agrios 1997)

Trichoderma diduga menghasilkan hormon semacam hormon IAA yang memegang peranan penting dalam pertumbuhan akar dan tunas pada tanaman (Prusty *et al* 2004). IAA disintesis pada bagian meristem akar suatu tanaman dalam jumlah kecil. Mekanisme kerja IAA dapat mendorong elongasi sel pada koleoptil dan ruas tanaman. Elongasi sel terutama terjadi pada arah vertikal diikuti dengan pembesaran sel. IAA berperan dalam mengaktifkan pembuatan komponen sel, dinding sel, dan menyusun kembali ke dalam suatu matriks dinding sel yang utuh (Maslahat & Suharyanto 2005).

Pemberian *T. harzianum* pada tanaman berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan luas daun. Hal ini serupa dengan penelitian Tindaon (2008) pada tanaman kedelai yang diberi *T. harzianum* mengalami peningkatan pertumbuhan yang dapat dilihat dari adanya peningkatan tinggi tanaman dan peningkatan hasil panen. Selain itu fenomena terjadinya peningkatan pertumbuhan tanaman yang diberi perlakuan *T. harzianum* juga terlihat pada tanaman jagung, tomat, dan tembakau (Windham 1986). Tinggi tanaman dan luas daun ini berkaitan erat dengan pertumbuhan akar yang banyak dan panjang. Penyerapan air menjadi lebih tercukupi, pergerakan air dari akar ke bagian atas tanaman melewati xilem tidak ada gangguan sehingga transpor air dan nutrisi berjalan lancar dan tanaman dapat melakukan pertumbuhan dengan sempurna (Yudiarti 2007).

Keseluruhan berat kering tanaman perlakuan lebih besar dibandingkan kontrol. Berat kering tanaman merupakan hasil pertumbuhan keseluruhan semua organ tanaman (Herlina 2009). Berat kering menunjukkan kemampuan tanaman dalam menyerap bahan anorganik yang digunakan sehingga proses fotosintesis berjalan lancar untuk proses pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan unsur hara dan air, penyerapan air dan hara secara lancar dipengaruhi oleh pertumbuhan akar. Pemberian *T. harzianum* yang dapat menghambat pertumbuhan *S. rolfii* dan merangsang perakaran menjadi lebih panjang dan banyak sehingga proses penyerapan hara dan air lebih banyak yang berakibat juga terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman lebih besar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *T. harzianum* meningkatkan daya hambat terhadap *S. rolfii*, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah akar, luas daun dan berat kering tanaman talas jepang. Hal ini disebabkan karena *T. harzianum* merupakan mikroba tanah yang mempunyai peranan kunci dalam kesuburan tanah. Selain itu *T. harzianum* merupakan salah satu jenis fungi yang berpotensi sebagai pertahanan tanaman terhadap penyakit tanaman dan pemacu pertumbuhan tanaman (Chet 2006).

Secara teknis penggunaan biofungisida *T. harzianum* diawali dengan pencampuran media tanam dan kompos dengan perbandingan 6 : 1, dilanjutkan

dengan pencampuran biofungisida sebanyak 20 gr dalam 7 kg media tanah selama seminggu dengan tujuan perbanyakan dan adaptasi *T. harzianum* dalam media tanam. Setelah itu dilanjutkan dengan penanaman umbi talas jepang. Penggunaan biofungisida *T. harzianum* ini diharapkan dapat membantu petani talas jepang dalam menghadapi kendala budidaya talas jepang berupa serangan jamur *S. rolfsii*.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Jamur patogen pada umbi talas jepang adalah *Sclerotium rolfsii*.
2. *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* dan dapat merangsang tinggi tanaman, berat kering, panjang akar dan luas daun tanaman talas jepang.

T. harzianum berpotensi untuk digunakan sebagai biofungisida terhadap jamur patogen pada umbi talas jepang yang terserang *S. rolfsii*.

B. Saran

1. Dalam rangka penelitian lanjut:
 - a. pengambilan sampel umbi berpenyakit sebaiknya menggunakan tempat steril dan kedap udara agar tidak terjadi kontaminasi dari luar.
 - b. isolasi jamur patogen sebaiknya langsung dilakukan setelah pengambilan sampel agar sampel tidak mengalami pembusukan selain jamur patogen.
2. Dalam rangka aplikasi biofungisida *T. harzianum* terhadap tanaman talas jepang:
 - a. penggunaan biofungisida *T. harzianum* dilakukan dalam kondisi tanah yang lembab agar *T. harzianum* dapat bekerja secara efektif.
 - b. perbandingan biofungisida *T. harzianum* 20 gr dalam media tanam 7 kg agar *T. harzianum* tersebut bekerja secara efektif terhadap penghambatan jamur patogen dan pertumbuhan tanaman talas jepang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 2005. Plant Pathology. New York .Academic Press.
- Anonim. 2009. Situs Kota Wonosobo. *On line at <http://situs-wonosobo.blogspot.com/2009/10/tempat-wisata-di-kabupaten-wonosobo.html>* [diakses tanggal 10 Januari 2011].
- Anonim. 2008. Plants Profile for (A.DC.) Solms-Laub *Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum* (Schott) Hubbard & Rehder. *United States Department of Agriculture. On line at <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=CAPU39&format=Print&photoID=>* [diakses 21 Oktober 2010].
- Anonim. 2010. Talas Jepang Mulai Dikembangkan Penuhi Permintaan Pasar Luar Negeri. *Jawa Pos*. 8 April. Hlm.5.
- Barnet HL & BB Hunter. 1972. *Genera of Imperfect Fungi*. Burgess. Publ. Co. Minneapolis.
- Bintari SH, P Dewi & I Mubarak. 2009. *Bahan Ajar Mikrobiologi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Brooks F. 2005. Taro leaf blight. *The Plant Health Journal* 10 (1):531.
- Chet I. 2006. Enhancement of plant resistance by the biocontrol agen *Trichoderma*. *On line at <http://www.weismenn.ac.id>* [diakses tanggal 10 Januari 2009].
- Deo K, C Pradeep & Tyagi. 2009. Improving taro (*Colacosia esculenta* var *esculenta*) production using biotechnological approaches. *South Pasific Journal of Natural Science* 27 (1):6-13.
- Efri, J Prasetyo & R Suharjo. 2009. Skrining dan uji antagonisme jamur *Trichoderma harzianum* yang mampu bertahan di filosfer tanaman jagung. *J.HPT Tropika* 9 (2):121-129.
- Febi. 2010. Prospek Talas Bantaeng Cerah. Jakarta. *On line at <http://www.lepmida.com/talas/pofile>* [diakses tanggal 28 September 2010].
- Gandjar I, W Sjamsuridzal & A Oetari. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta. Yayasan Obor Indonesia.
- Gomez KA& AA Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian* (edisi kedua). Jakarta: Universitas Indonesia Press.

- Harman GE. 1998. *Trichoderma for Biocontrol of Plant Pathogens: From Basic Research to Commercialized Products*. On line at <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/bcconf/talks/harman.html> [diakses tanggal 10 Januari 2011].
- Herlina L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada Tanaman Tomat. *Laporan Penelitian*. Semarang: FMIPA UNNES.
- Kartini D. 2009. Menilik Peruntungan dari Pembibitan Satoimo. *Kontan*. 3 September. Hlm. 15.
- Katayama, Katsumi, & Takeshi. 1997. Seed potato production and control of insect pest and diseases in Indonesia. *Agrochemicals Japan Journal* 2 (1):11-13.
- Kulkarni VR. 2007 . Epidemiology and intergrated management of Potato Wilt caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Thesis). Dharwad: University of Agricultural Sciences.
- Malloch D. 1997. *Moulds Isolation, Cultivation, Identification, Mycology*. Toronto: Departement of Botany, University of Toronto.
- Midmore D, D White & V Nguyen. 2006. Development of taro,yam, yam bean and sweet potato export to Japan & USA. *RIRDC Publication* (6).
- Muller JG, YO Himmelberger, S Lloyd & JM Reed. 2010. Prediction prehistoric taro (*Colocasia esculenta* var *antiquorum*) loi distribution in Hawaii. *Economic Botany Journal* 64 (1):22-23.
- Prana MS. 2007. Studi pembungaan pada talas (*Colocasia esculenta*(L) Schoot). *Biodiversitas* 8 (1):6-66.
- Prasetyo J, Efri & R Suharjo. 2009. Seleksi dan uji antagonisme *Trichoderma* spp. Isolat tahan fungisida nabati terhadap pertumbuhan *Phytophthora capsici*. *J.HPT Tropika* 9 (1):58-66.
- Pukan KK. 2003. *Petunjuk dan Asistensi Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. Semarang: Unversitas Negeri Semarang.
- Punja ZK & A Damiani. 1996.Comparative growth, morphology and physiology of three *Sclerotium rolfsii*. *Mycologia* 88 (1):674-706.

- Purwantisari S & RB Hastuti. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Penelitian Bioma* 11 (1):24-32.
- Rawat R. 2010. Transmission electron microscopic study of the cytological changes in *Sclerotium rolfsii* parasitized by a biocontrol fungus *Trichoderma* sp. *Mycology journal* 1(4) : 237 – 241.
- Sahoo MR, M Dasgupta, PC Kole & A Mukherjee. 2010. Biochemical changes in leaf tissues of taro [*Colocasia esculenta* L. (Schott)] infected with *Phytophthora colocasiae*. *Journal of Phytopathology* 158 (3):154–159.
- Salma S & L Gunarto. 1999. Enzim selulase dari *Trichoderma* spp. *Buletin Agribio* 2 (2):20-24.
- Santoso SE, L Soesanto & TAD Haryanto. 2007. Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii* dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *J.HPT Tropika* 7 (1):53-61.
- Suwahyono U. 2010. *Biopestisida*. Jakarta. Penebar Swadana.
- & P Wahyudi. 2003. Penggunaan Biofungisida pada Usaha Perkebunan. *On line at http://www.iptek.net.id/ind/terapan/terapan_idx.php?doc=artikel_12* [diakses tanggal 3 Januari 2011].
- Tindaon H. 2008 . Pengaruh jamur antagonis *T. harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *S. rolfsii* pada tanaman kedelai di rumah kaca. (*Skripsi*). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Uchida JY, JA Silva & CY Kadooka. 2002. Improvement in taro culture and reduction in disease levels. *CTAHR Plant Disease Journal* 22 (1):1-4.
- Wahyudi P, U Suwahyono, Harsoyo, A Mumpuni & D Wahyuningsih. 2005. Pengaruh pemaparan sinar gama isotop cobalt-60 dosis 0,25-1 kGy terhadap daya antagonistik *Trichoderma harzianum* pada *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Penelitian Hayati* 10 (1):143-151.
- Young J. 2003. Pasific taro market: issues and challenges. Dalam: *Taro Symposium*. Ministry of Agriculture. Fiji, May 2003.
- Yudiarti T. 2007. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Yulianti T, N Ibrahim & S Rahayuningsih. 1998. Ekologi mikroorganisme antagonis *Sclerotium rolfsii* pada kapas. *Jurnal Penelitian Litri* 4 (1):1-4.

Lampiran 1. Perhitungan analisa varians uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii*

Umur peremajaan <i>T. harzianum</i>	Ulangan				Total	rata-rata
	1	2	3	4		
0 hari	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 hari	50.00	50.00	55.00	55.00	210.00	52.50
6 hari	61.70	58.30	61.70	50.00	231.70	57.93
8 hari	50.00	53.30	51.60	56.60	211.50	52.88
10 hari	50.00	53.30	50.00	53.30	206.60	51.65
12 hari	50.00	50.00	50.00	50.00	200.00	50.00
$\sum X_i$	261.70	264.90	268.30	264.90	1059.80	
$\sum X_i^2$	68486.89	70172.01	71984.89	70172.01	1123176.04	
Rerata	43.62	44.15	44.72	44.15	176.63	

Derajat Kebebasan (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$\text{db galat} = 6 (r - 1) = 6 (4 - 1) = 18$$

$$\text{db total} = (t \times r) - 1 = (6 \times 4) - 1 = 23$$

Faktor Koreksi

$$\text{FK} = \frac{(\sum \sum X)^2}{N} = \frac{1059.80^2}{24} = \frac{1123176.04}{24} = 46799.00$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} = (50.00)^2 + (50.00)^2 + (55.00)^2 + (55.00)^2 + \\ &\quad (61.70)^2 + (58.30)^2 + (61.70)^2 + (50.00)^2 + (50)^2 \\ &\quad + (53.30)^2 + (51.60)^2 + (56.60)^2 + (50.00)^2 + \\ &\quad (53.30)^2 + (50.00)^2 + (53.30)^2 + (50.00)^2 + (50.00)^2 \\ &\quad + (50.00)^2 + (50.00)^2 - 46799.00 \\ &= 56451.46 - 46799.00 \\ &= 9652.46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{(\sum X_i)^2}{r} - \text{FK} = \frac{0^2 + 210^2 + 231.70^2 + 211.50^2 + 206.60^2 + 200.00^2}{4} - 46799.00 \\ &= \frac{225200.7}{4} - 46799.00 \\ &= 9501.17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 9652.46 - 9501.17 \\ &= 151.28 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

$$\mathbf{KTP} = \frac{JK\ perlakuan}{db\ perlakuan} = \frac{9501.17}{5} = 1900.23$$

$$\mathbf{KTG} = \frac{JK\ galat}{db\ galat} = \frac{151.28}{18} = 8.40$$

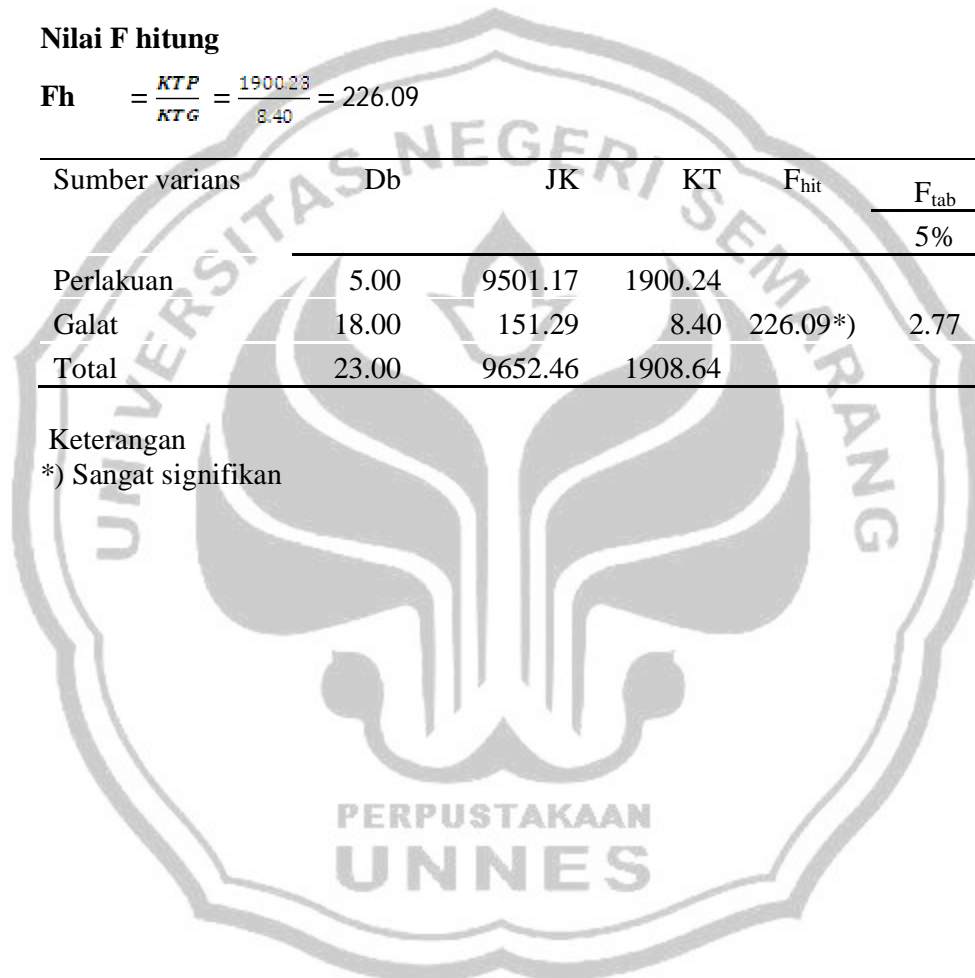
Nilai F hitung

$$\mathbf{Fh} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{1900.23}{8.40} = 226.09$$

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab}	
					5%	1%
Perlakuan	5.00	9501.17	1900.24			
Galat	18.00	151.29	8.40	226.09*)	2.77	4.25
Total	23.00	9652.46	1908.64			

Keterangan

*) Sangat signifikan



Lampiran 2. Uji beda nyata terkecil uji antagonis *T. harzianum* terhadap *S. rolfsii*

Rumus :

$$\text{BNT } \alpha = t_{(1-1/2\alpha)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Keterangan :

α = taraf kesalahan

$t_{(1-1/2\alpha)}$ = nilai kritik uji t dengan db = db galat

r = banyak ulangan

KTG = kuadrat tengah galat atau kuadrat tengah dalam kelompok

Kriteria : Jika selisih rata-rata lebih dari BNT α , berarti ada perbedaan yang signifikan,

Berdasarkan data diperoleh :

α = 1%

db galat = 18

$t_{(1-1/2\alpha)}$ = 2.10

r = 4

KTG = 8.4

$$\text{BNT } 1\% = 2.878 \times \sqrt{\frac{2 \times 8.4}{4}} = 2.878 \times 2.04 = 5.91$$

Perlakuan	Rerata
A	0
B	52.5
C	57.9
D	52.9
E	51.7
F	50

Selisih rerata	A	B	C	D	E	F
A	-					
B	52.5*	-				
C	57.9*	5.4	-			
D	52.9*	0.4	55*	-		
E	51.7*	0.8	6.2*	1.2	-	
F	50*	2.5	7.9*	2.9	1.7	-

Keterangan

* Berbeda signifikan



Lampiran 3. Perhitungan analisa varian aplikasi *T. harzianum* terhadap panjang akar talas jepang

Perlakuan	Ulangan			Total	rata-rata
	1	2	3		
Control	8	7.15	7.3	22.45	7.48
5 gr	16.9	18	19	53.90	17.97
10 gr	18.6	19.45	18.9	56.95	18.98
15 gr	20	21.21	19.6	60.81	20.27
20 gr	24	22	21	67.00	22.33
$\sum X_i$	87.5	87.81	85.8	261.11	
$\sum X_i^2$	7656.25	7710.596	7361.64	68178.43	
Rerata	17.5	17.562	17.16	52.222	

Derajat Kebebasan (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{db galat} = 5 (r - 1) = 5 (3 - 1) = 10$$

$$\text{db total} = (t \times r) - 1 = (5 \times 3) - 1 = 14$$

Faktor Koreksi

$$\text{FK} = \frac{(\sum \sum X)^2}{N} = \frac{68178.43}{15} = 4545.83$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} = (8)^2 + (7.15)^2 + (7.3)^2 + (16.9)^2 + (18)^2 + (19)^2 + \\ &\quad (18.6)^2 + (19.45)^2 + (18.9)^2 + (20)^2 + (21.21)^2 + \\ &\quad (19.6)^2 + (24)^2 + (22)^2 + (21)^2 - 4545.83 \\ &= 4955.519 - 4545.83 \\ &= 410.29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{\sum (\sum X_i)^2}{r} - \text{FK} = \frac{22.45^2 + 53.90^2 + 56.95^2 + 60.81^2 + 67.00^2}{3} - 4545.83 \\ &= \frac{14839.37}{3} - 4545.83 \end{aligned}$$

$$= 401.23$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKP} = 410.29 - 401.23$$

$$= 9.06$$

Kuadrat Tengah

$$\mathbf{KTP} = \frac{JK\ perlakuan}{db\ perlakuan} = \frac{401.23}{4} = 100.31$$

$$\mathbf{KTG} = \frac{JK\ galat}{db\ galat} = \frac{9.06}{10} = 0.91$$

Nilai F hitung

$$\mathbf{Fh} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{100.31}{0.91} = \mathbf{110.69}$$

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab}	F _{tab}
					5%	1%
Perlakuan	4	401.23	100.31			
Galat	10	9.06	0.91	110.69*)	3.48	5.99
Total	14	410.29	101.21			

Keterangan

*) Sangat signifikan

Lampiran 4. Uji beda nyata terkecil aplikasi *T. harzianum* terhadap panjang akar talas jepang

Rumus :

$$\text{BNT } \alpha = t_{(1 - 1/2\alpha)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Keterangan :

α = taraf kesalahan

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = nilai kritik uji t dengan db = db galat

r = banyak ulangan

KTG = kuadrat tengah galat atau kuadrat tengah dalam kelompok

Kriteria : Jika selisih rata-rata lebih dari BNT α , berarti ada perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan data diperoleh :

α = 1%

db galat = 10

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = 2.23

r = 3

KTG = 0.91

BNT $_{1\%}$ = $3.17 \sqrt{\frac{2 \times 0.91}{3}} = 2.46$

Perlakuan	Rerata
Kontrol	7.48
5 gr	17.97
10 gr	18.98
15 gr	20.27
20 gr	24.12

Selisih rerata	A	B	C	D	E
A	-				
B	10.48*	-			
C	11.50*	1.02	-		
D	12.79*	2.30	1.29	-	
E	14.85*	4.37*	3.35*	3.8*	-

Keterangan:

* Berbeda signifikan



Lampiran 5. Perhitungan analisa varian aplikasi *T. harzianum* terhadap tinggi tanaman talas jepang

perlakuan	Ulangan			total	rata-rata
	1	2	3		
Control	19.00	20.00	20.00	59.00	19.67
5 gr	23.00	20.00	23.00	66.00	22.00
10 gr	22.00	20.50	24.00	66.50	22.17
15 gr	30.00	20.00	20.00	70.00	23.33
20 gr	28.50	35.00	38.00	101.50	33.83
$\sum X_i$	122.50	115.50	125.00	363.00	
$\sum X_i^2$	15006.25	13340.25	15625.00	131769.00	
Rerata	24.50	23.10	25.00	72.60	

Derajat Kebebasan (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{db galat} = 5 (r - 1) = 5 (3 - 1) = 10$$

$$\text{db total} = (t \times r) - 1 = (5 \times 3) - 1 = 14$$

Faktor Koreksi

$$\text{FK} = \frac{(\sum \sum X)^2}{N} = \frac{363^2}{15} = \frac{131769}{15} = 8784.6$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} = (19)^2 + (20)^2 + (20)^2 + (23)^2 + (20)^2 + (23)^2 + \\ &\quad (22)^2 + (20.5)^2 + (24)^2 + (30)^2 + (20)^2 + (20)^2 + \\ &\quad (28.5)^2 + (35)^2 + (38)^2 - 8784.6 \\ &= 9280.50 - 8784.6 \\ &= 495.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{(\sum X_i)^2}{r} - \text{FK} = \frac{59^2 + 66^2 + 66.5^2 + 70^2 + 101.5^2}{3} - 8784.6 \\ &= \frac{27461.5}{3} - 8784.6 \\ &= 369.23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 495.90 - 369.23 \\ &= 126.67 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

$$\mathbf{KTP} = \frac{JK\ perlakuan}{db\ perlakuan} = \frac{369.23}{4} = 92.31$$

$$\mathbf{KTG} = \frac{JK\ galat}{db\ galat} = \frac{126.67}{10} = 12.67$$

Nilai F hitung

$$\mathbf{Fh} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{92.31}{12.67} = \mathbf{7.29}$$

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	4	369.23	92.31			
Galat	10	126.67	12.67	7.29*)	3.48	5.99
Total	14	495.90	104.98			

Keterangan

*) Sangat signifikan

Lampiran 6. Uji beda nyata terkecil aplikasi *T. harzianum* terhadap tinggi tanaman talas jepang

Rumus :

$$\text{BNT } \alpha = t_{(1 - 1/2\alpha)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Keterangan :

α = taraf kesalahan

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = nilai kritik uji t dengan db = db galat

r = banyak ulangan

KTG = kuadrat tengah galat atau kuadrat tengah dalam kelompok

Kriteria : Jika selisih rata-rata lebih dari BNT α , berarti ada perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan data diperoleh :

α = 1%

db galat = 10

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = 2.23

r = 3

KTG = 12.67

BNT $_{1\%}$ = $3.17 \sqrt{\frac{2 \times 12.67}{3}} = 9.21$

Perlakuan	Rerata
A	19.67
B	22.00
C	22.17
D	23.33
E	33.83

Selisih rerata	A	B	C	D	E
A	-				
B	2.33	-			
C	2.50	0.17	-		
D	3.67	1.33	1.17	-	
E	14.17*	11.83*	11.67*	10.50*	-

Keterangan:

* Berbeda signifikan



Lampiran 7. Perhitungan analisa varian aplikasi *T. harzianum* terhadap berat kering tanaman talas jepang

perlakuan	Ulangan			Total	rata-rata
	1	2	3		
kontrol	2.6	2.47	2.6	7.67	2.56
5 gr	6.85	5.9	6.76	19.51	6.50
10 gr	6.1	6.54	5.8	18.44	6.15
15 gr	9.56	10.12	9.53	29.21	9.74
20 gr	10.19	10.4	9.98	30.57	10.19
$\sum X_i$	35.3	35.43	34.67	105.4	
$\sum X_i^2$	1246.09	1255.285	1202.009	11109.16	
Rerata	7.06	7.086	6.934	21.08	

Derajat Kebebasan (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{db galat} = 5 (r - 1) = 5 (3 - 1) = 10$$

$$\text{db total} = (t \times r) - 1 = (5 \times 3) - 1 = 14$$

Faktor Koreksi

$$\text{FK} = \frac{(\sum \sum X)^2}{N} = \frac{105.4^2}{15} = \frac{11109.16}{15} = 740.61$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} = (2.6)^2 + (2.47)^2 + (2.6)^2 + (6.85)^2 + (5.9)^2 + \\ &\quad (6.76)^2 + (6.1)^2 + (6.54)^2 + (5.8)^2 + (9.56)^2 + \\ &\quad (10.12)^2 + (9.53)^2 + (10.19)^2 + (10.4)^2 + (9.98)^2 - \\ &\quad 740.61 \\ &= 856.898 - 740.61 \\ &= 116.29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{(\sum X_i)^2}{r} - \text{FK} = \frac{7.67^2 + 19.51^2 + 18.44^2 + 29.21^2 + 30.57^2}{3} - 740.61 \\ &= 2567.25 - 740.61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 116.29 - 115.14 \end{aligned}$$

$$= 1.15$$

Kuadrat Tengah

$$\mathbf{KTP} = \frac{JK\ perlakuan}{db\ perlakuan} = \frac{115.14}{4} = 28.78$$

$$\mathbf{KTG} = \frac{JK\ galat}{db\ galat} = \frac{1.15}{10} = 0.11$$

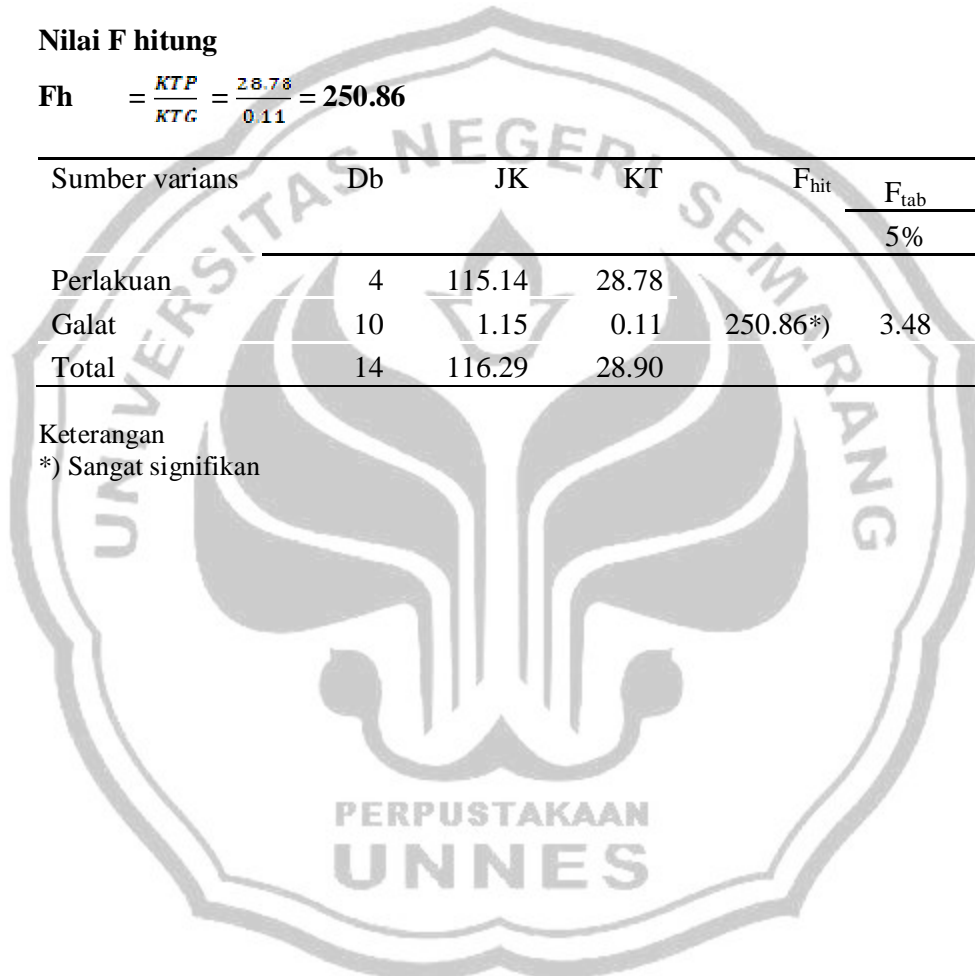
Nilai F hitung

$$\mathbf{Fh} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{28.78}{0.11} = \mathbf{250.86^*)}$$

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	4	115.14	28.78			
Galat	10	1.15	0.11	250.86*)	3.48	5.99
Total	14	116.29	28.90			

Keterangan

*) Sangat signifikan



Lampiran 8. Uji beda nyata terkecil aplikasi *T. harzianum* terhadap berat kering talas jepang

Rumus :

$$\text{BNT } \alpha = t_{(1-1/2\alpha)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Keterangan :

α = taraf kesalahan

$t_{(1-1/2\alpha)}$ = nilai kritik uji t dengan db = db galat

r = banyak ulangan

KTG = kuadrat tengah galat atau kuadrat tengah dalam kelompok

Kriteria : Jika selisih rata-rata lebih dari BNT α , berarti ada perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan data diperoleh :

α = 1%

db galat = 10

$t_{(1-1/2\alpha)}$ = 2.23

r = 3

KTG = 0.11

BNT $_{1\%}$ = $3.17 \sqrt{\frac{2 \times 0.11}{3}} = 0.87$

Perlakuan	Rerata
Control	2.56
5 gr	6.50
10 gr	6.15
15 gr	9.74
20 gr	10.19

Selisih rerata	A	B	C	D	E
A	-				
B	3.95*	-			
C	3.59*	0.36	-		
D	7.18*	3.23*	3.59*	-	
E	7.63*	3.69*	4.04*	0.45	-

Keterangan:

* Berbeda signifikan



Lampiran 9. Perhitungan analisa varian aplikasi *T. harzianum* terhadap luas daun talas jepang

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Control	101	114	120	335.00	111.67
5 gr	224	211	205	640.00	213.33
10 gr	245	250	247	742.00	247.33
15 gr	280	278	281	839.00	279.67
20 gr	313	320	310	943.00	314.33
$\sum X_i$	1163	1173	1163	3499	
$\sum X_i^2$	1352569	1375929	1352569	12243001	
Rerata	232.6	234.6	232.6	699.8	

Derajat Kebebasan (db)

$$\text{db perlakuan} = t - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{db galat} = 5 (r - 1) = 5 (3 - 1) = 10$$

$$\text{db total} = (t \times r) - 1 = (5 \times 3) - 1 = 14$$

Faktor Koreksi

$$\text{FK} = \frac{(\sum \sum X)^2}{N} = \frac{3499^2}{15} = \frac{12243001}{15} = 816200.07$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum \sum X_{ij}^2 - \text{FK} = (101)^2 + (114)^2 + (120)^2 + (224)^2 + (211)^2 + \\ &\quad (205)^2 + (245)^2 + (250)^2 + (247)^2 + (280)^2 + (278)^2 + \\ &\quad (281)^2 + (313)^2 + (320)^2 + (310)^2 - 816200.07 \\ &= 888967 - 816200.07 \\ &= 72766.93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \sum \frac{(\sum X_i)^2}{r} - \text{FK} = \frac{335^2 + 640^2 + 742^2 + 839^2 + 943^2}{3} - 816200.07 \\ &= 2665559.00 - 816200.07 \\ &= 72319.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} = 72766.93 - 72319.60 \\ &= 447.33 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah

$$\mathbf{KTP} = \frac{JK\ perlakuan}{db\ perlakuan} = \frac{72319.90}{4} = 18079.90$$

$$\mathbf{KTG} = \frac{JK\ galat}{db\ galat} = \frac{447.33}{10} = 44.73$$

Nilai F hitung

$$\mathbf{Fh} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{18069.9}{44.73} = \mathbf{404.17}$$

Sumber varians	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab}	
					5%	1%
Perlakuan	4	72319.60	18079.90			
Galat	10	447.33	44.73	404.17*)	3.48	5.99
Total	14	72766.93	18124.63			

Keterangan

*) Sangat signifikan



Lampiran 10. Uji beda nyata terkecil aplikasi *T. harzianum* terhadap luas daun talas jepang

Rumus :

$$\text{BNT } \alpha = t_{(1 - 1/2\alpha)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Keterangan :

α = taraf kesalahan

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = nilai kritik uji t dengan db = db galat

r = banyak ulangan

KTG = kuadrat tengah galat atau kuadrat tengah dalam kelompok

Kriteria : Jika selisih rata-rata lebih dari BNT α , berarti ada perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan data diperoleh :

α = 1%

db galat = 10

$t_{(1 - 1/2\alpha)}$ = 2.23

r = 3

KTG = 44.73

BNT $_{1\%}$ = $3.17 \sqrt{\frac{2 \times 44.73}{3}} = 17.31$

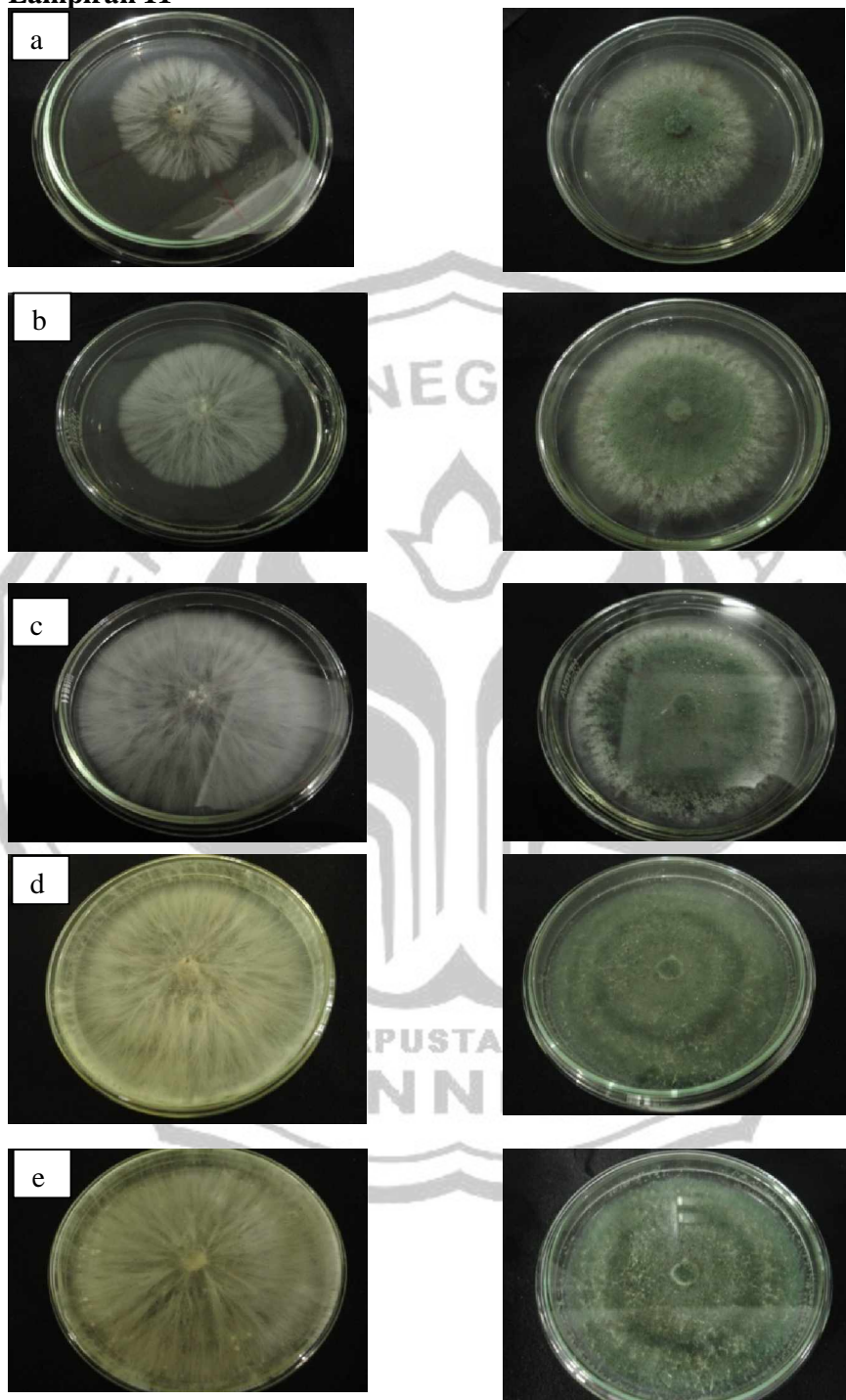
Perlakuan	Rerata
Kontrol	111.67
5 gr	213.33
10 gr	247.33
15 gr	279.67
20 gr	314.33

Selisih rerata	A	B	C	D	E
A	-				
B	101.67*	-			
C	135.67*	34.00*	-		
D	168.00*	66.33*	32.33*	-	
E	202.67*	101.00*	67.00*	34.67*	-

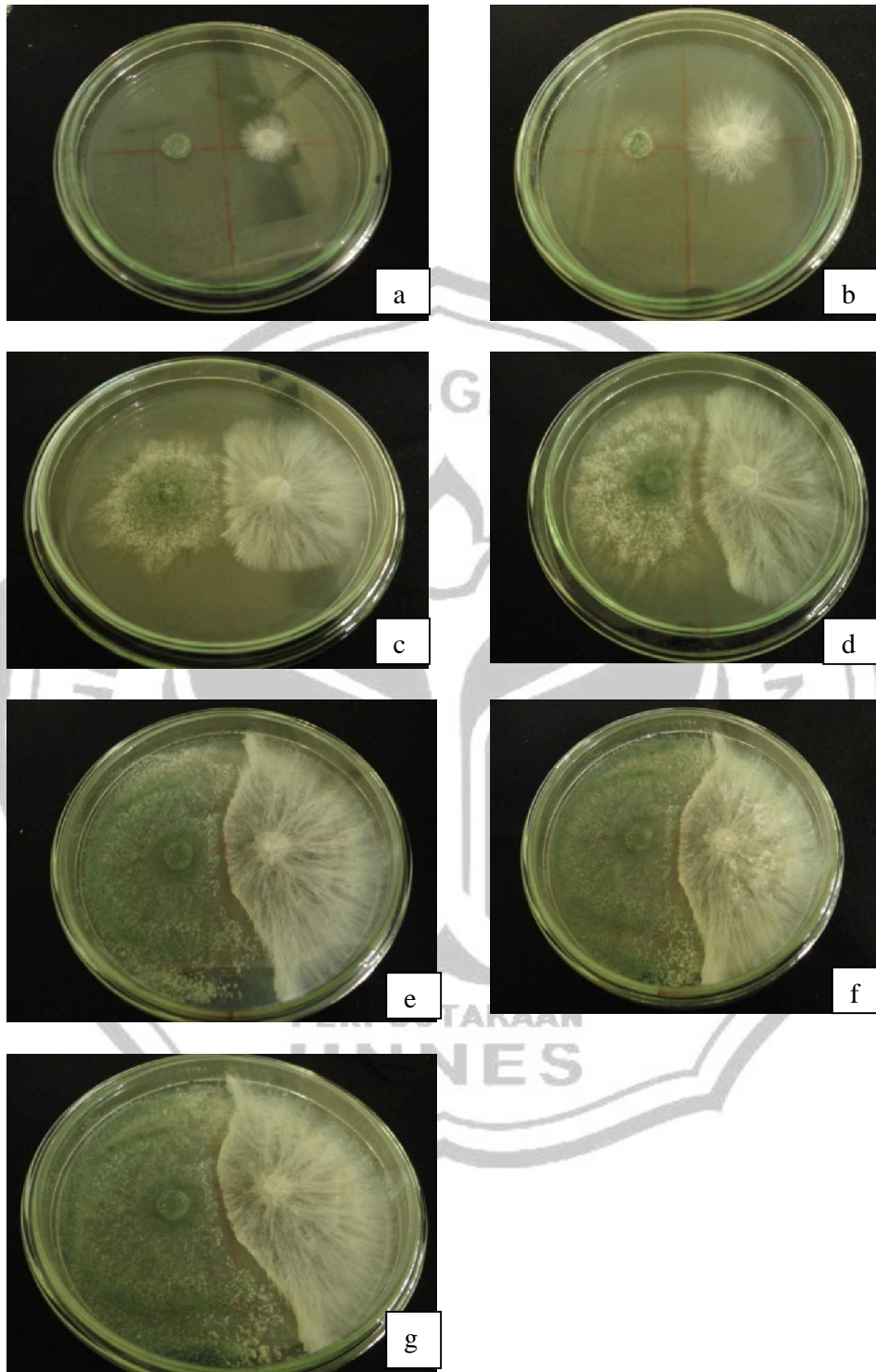
Keterangan :

* Berbeda signifikan

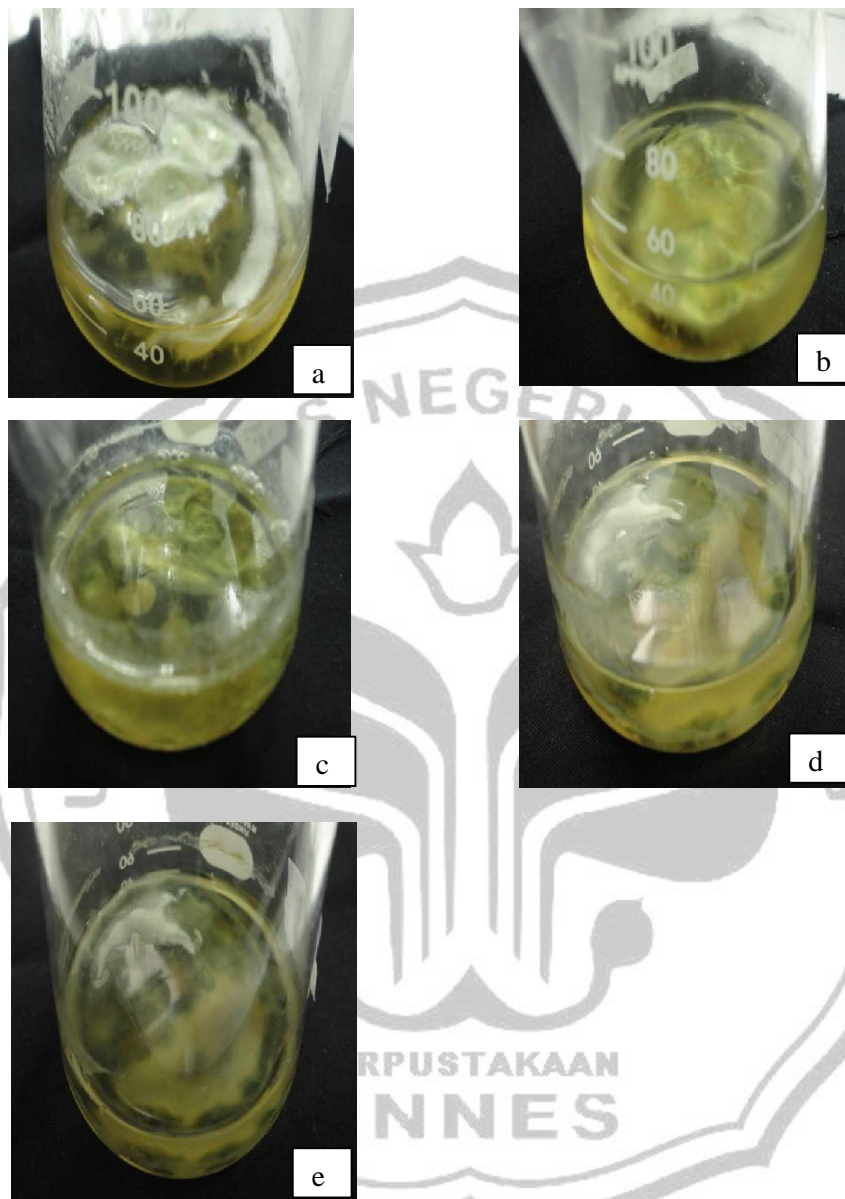


Lampiran 11

Gambar. Pertumbuhan *S. rolfsii* dan *T. harzianum* dalam masing-masing cawan petri umur 3 hari (a), 4 hari (b), 5 hari (c), 6 hari (d) dan 7 hari (e) (skala 1:2).



Gambar. Pertumbuhan jamur *T. harzianum* dan *S. rolfsii* dengan metode dua biakan umur 1 hari (a), 2 hari (b), 3 hari (c), 4 hari (d), 5 hari (e), 6 hari (f) dan 7 hari (g) (skala 1:2).



Gambar. *T. harzianum* dalam media PDB untuk mengukur kurva pertumbuhan umur 4 hari (a), 6 hari (b), 8 hari (c), 10 hari (d), 12 hari (e) (skala 1:2)

