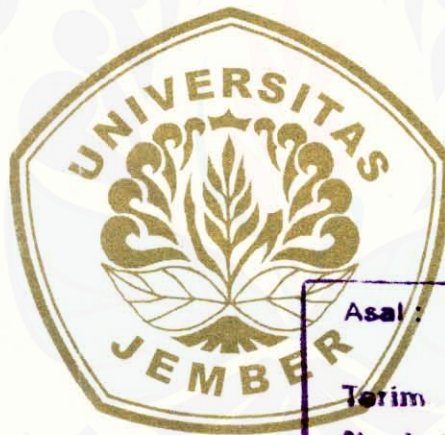


**DAYA HAMBAT AGEN HAYATI (*Trichoderma*) TERHADAP
PERTUMBUHAN FUNGI PENYEBAB PENYAKIT LAYU
PISANG (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Biologi pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember



Asal :	Hadiah	Klass
Terim :	Fundation	634.77
No. Induk :	250205	Ruk
Pengatalog :		d

Oleh :

RUKAIYA

980210103038

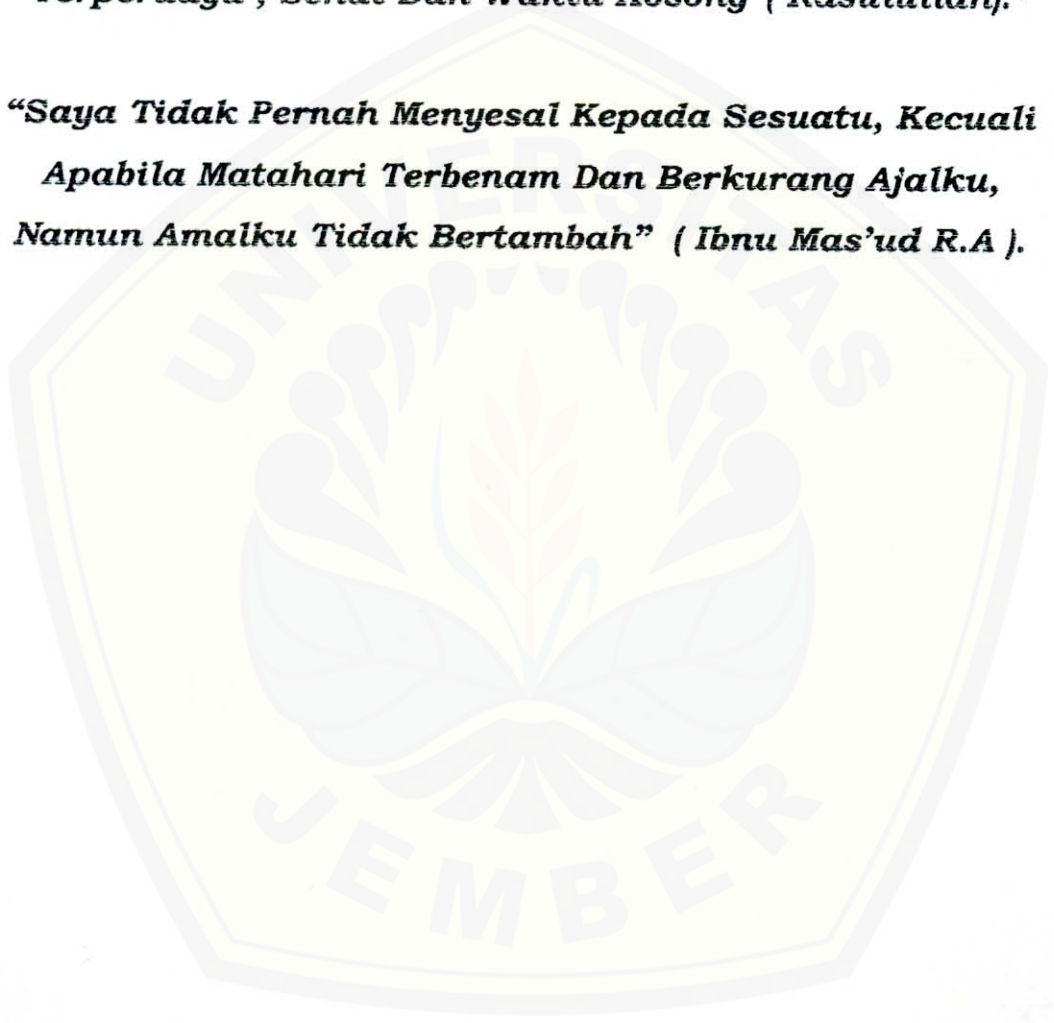
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

HALAMAN MOTTO

***"Dua Kenikmatan Yang Membuat Kebanyakan Manusia
Terperdaya ; Sehat Dan Waktu Kosong"(Rasulullah)."***

***"Saya Tidak Pernah Menyesal Kepada Sesuatu, Kecuali
Apabila Matahari Terbenam Dan Berkurang Ajalku,
Namun Amalku Tidak Bertambah" (Ibnu Mas'ud R.A)."***



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

1. Ayahanda Asraji dan Ibunda Muryanti atas do'a, cinta dan kasih sayang serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Saudara-saudaraku (Mbak Mursia, Rodia, Tuma Ina dan mas Dila) yang selalu mendukungku dan memberikan motivasi maupun materi.
3. Keponakanku yang manis (Riski, Ulid, Uul, Budi, Ari, Fatma dan Junaedi) yang selalu memberikan keceriaan dan kebahagiaan dalam kehidupanku.
4. Segenap keluargaku yang tidak dapat aku sebutkan semuanya.
5. Mirwan Unggul Wibowo, S.P. atas dukungan dan kasih sayang yang selama ini diberikan.
6. Ibunda Setyowati, Apt. dan Ayahanda Drs. A. Muin yang memberikan semangat dan restunya utukku.
7. Guru-guruku yang membekaliku dengan Ilmu.
8. Almamater yang kubanggakan.

HALAMAN PENGANTAR

**Daya Hambat Agen Hayati (*Trichoderma*) Terhadap Pertumbuhan Fungi
Penyebab Penyakit Layu Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)**

Skripsi

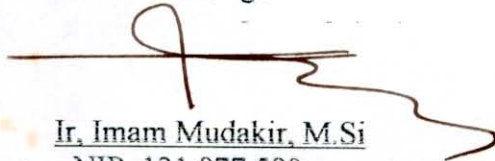
Diajukan untuk dipertahankan di depan tim penguji guna memenuhi syarat untuk
Menyelesaikan program sarjana (S-I) Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Oleh

Nama : Rukaiya
NIM : 980210103038
Jurusan / Program : P. MIPA / P. Biologi
Daerah Asal : Situbonda, Jawa Timur
Tempat / Tanggal Lahir : Situbondo / 29 Desember 1980

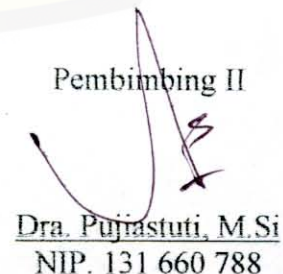
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. Imam Mudakir, M.Si
NIP. 131 877 580

Pembimbing II



Dra. Pujiastuti, M.Si
NIP. 131 660 788

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan tim penguji dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember sebagai skripsi pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 22 Juli 2004

Tempat : Gedung 3 FKIP Universitas Jember

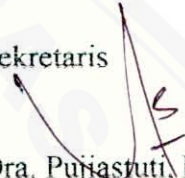
Tim Penguji:

Ketua


Drs. Suratno, M.Si

NIP. 131 993 443

Sekretaris


Dra. Pujiastuti, M.Si

NIP. 131 660 788

Anggota

1. Ir. Imam Mudakir, M.Si

NIP. 131 877 580


(.....)

2. Drs. Slamet Haryadi, M.Si

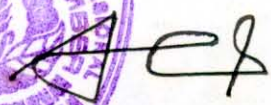
NIP. 131 993 439


(.....)

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember




Drs. H. Dwi Suparno, M.Hum

NIP. 131 274 727

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah, SWT atas rahmat, hidayah, safa'at dan inayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (skripsi) yang berjudul “ **Daya Hambat Agen Hayati (*Trichoderma*) Terhadap Pertumbuhan Fungi Penyebab Penyakit Layu Pisang (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*)**”. terselesaikannya Karya Tulis ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember.
3. Ketua Progran Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember.
4. Ir. Imam Mudakir, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Dra. Pujiastuti, M.Si selaku dosen pembimbing II, atas bimbingan dan pengarahannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ketua Lab. dan teknisi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Pendidikan Biologi, teknisi Lab. Peramaian Organisme Pengganggu Tanaman Tanggul Jember, teknisi Lab HPT dan Lab. Agronomi Universitas Jember, terimah kasih atas semua bantuan yang diberikan.
6. Teman teman Biologi "98", terimah kasih atas dukungannya.
7. Semua sahabatku di CV. Cahaya Mulya, terima kasih atas suka dukanya.
8. Adik-adikku di Barokah Graha Jl. Kalimantan X / 23A, terimah kasih telah memberi keceriaan dihari-hariku.
9. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya dengan ridho Allah, SWT dan iringan do'a harapan penulis karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya Amien.

Jember, Juli 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PENGAJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Fusarium oxysporum</i> Sebagai Patogen.....	5
2.1.1 Klasifikasi <i>Fusarium</i>	5
2.1.2 Gejala Penyakit pada Tanaman Pisang.....	6
2.1.3 Perkembangan Fungi <i>Fusarium oxysporum</i>	7

2.2	Interaksi Antara Patogen Dengan Mikroorganisme Lain di dalam Tanah.....	7
2.3	Peranan <i>Trichoderma</i> Sebagai Agen Pengendali Hayati.....	8
2.3.1	Karakteristik <i>Trichoderma</i>	8
2.3.2	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan perkembangan <i>Trichoderma</i>	9
2.3.3	Potensi <i>Trichoderma</i> Sebagai Antagonis.....	10
2.4	Hipotesis.....	11
III.	METODE PENELITIAN	12
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2	Bahan dan Alat.....	12
3.2.1	Bahan-Bahan.....	12
3.2.2	Alat-Alat.....	12
3.3	Rancangan Penelitian.....	13
3.4	Prosedur Penelitian.....	13
3.4.1	Pembuatan Isolat Biakan Murni.....	14
3.4.2	Pengujian Antagonis.....	15
3.4.3	Pengamatan.....	16
3.4.4	Membuat Slide Cultur.....	17
3.5	Analisis Data.....	17
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Hasil Penelitian.....	19
4.1.1	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 2.....	19
4.1.2	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 3.....	20
4.1.3	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 4.....	20
4.1.4	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 5.....	21

4.1.5	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 6.....	21
4.1.6	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> pada Hari ke - 7.....	22
4.1.7	Grafik daya hambat	23
4.1.8	Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i> dan <i>Trichoderma</i> Secara Makroskopis dan Mikroskopis	24
4.2	Pembahasan	28
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA	33
	LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

No.	Uraian	Halaman.
1.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 2.....	19
2.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 3.....	20
3.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 4.....	20
4.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 5.....	21
5.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 6.....	21
6.	Daya Hambat <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada hari Ke - 7.....	22

DAFTAR GAMBAR

No.	Uraian	Halaman
1.	Struktur Koloni Fungi <i>Trichoderma</i>	9
2.	Biakan Murni Dengan Diameter 0,3 cm.....	15
3.	Uji In – vitro <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i>	16
4.	Grafik Daya Hambat <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> dan <i>T. viridae</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> Dihitung pada Hari Ke – 2 sampai Hari ke – 7	23
5 a.	Gambar Koloni <i>F. oxysporum</i> pada Medium PDA (0,5 X).....	24
b.	Gambar Foto Mikroskopis <i>F. oxysporum</i> (400 X).....	24
6 a.	Gambar Koloni <i>T. harzianum</i> (hijau) pada Medium PDA (0,5 X).....	25
b.	Gambar Foto Mikroskopis <i>T. harzianum</i> (400 X)	25
7 a.	Gambar Koloni <i>T. koningii</i> (hijau) pada Medium PDA (0,5 X).....	26
b.	Gambar Foto Mikroskopis <i>T. koningii</i> (400 X)	26
8 a.	Gambar Koloni <i>T. viridae</i> (hijau) pada Medium PDA (0,5 X).....	27
b.	Gambar Foto Mikroskopis <i>T. viridae</i> (400 X).....	27

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Uraian	Halaman
1.	Matrik Penelitian	36
2.	Bagan Prosedur Penelitian.....	37
3.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 2	38
4.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 3	39
5.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 4	40
6.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 5.....	41
7.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 6	42
8.	Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % <i>Trichoderma</i> Terhadap <i>F. oxysporum</i> pada Hari Ke – 7.....	43
9.	Lembar Konsultasi Peyusunan Skripsi	44
10.	Lembar Permohonan Ijin Penelitian	45

ABSTRAK

Rukaiya, Juni 2004, **Daya Hambat Agen hayati (*Trichoderma*) Terhadap Pertumbuhan Fungi Penyebab Penyakit Layu Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)**, Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembimbing : (1). Ir. Imam Mudakir, M.Si.

(2). Dra. Pujiastuti, M.Si.

Trichoderma diketahui mampu menghambat pertumbuhan patogen penyebab penyakit layu pisang (*Fusarium oxysporum*), dengan cara mengganggu kegiatan dan pertahanan serta mempunyai daya antagonis yang tinggi dan membentuk toksin termasuk antibiotik sehingga dapat menghambat dan mematikan patogen tersebut. Maka bertolak dari asumsi tersebut, dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh penggunaan *Trichoderma* terhadap pertumbuhan fungi penyebab penyakit layu pisang (*Fusarium oxysporum*) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji adakah pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan jenis mana yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*. Penelitian ini menggunakan (RAL) dengan tiga perlakuan *Trichoderma* yaitu *T. harzianum* (t1), *T. koningii* (t2), dan *T. viridae* (t3), masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Analisis kuantitatif menggunakan Sidik ragam dan uji lanjut dengan menggunakan BNT taraf 5 %, dilakukan untuk perlakuan yang menunjukkan berbeda nyata dan menentukan perlakuan mana yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*. *T. harzianum* merupakan agen hayati yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* adalah dengan daya hambat sebesar 71, 84 % dilanjutkan *T. viridae* sebesar 65,05 % dan *T. koningii* 57, 36 %.

Kata kunci : Daya Hambat, *Trichoderma* , *Fusarium oxysporum*.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah pisang termasuk buah yang dikenal oleh setiap orang, khususnya orang Indonesia. buah pisang sangat mudah didapatkan sekalipun didaerah pedalaman. Pisang merupakan tanaman hortikultura yang tidak selalu membutuhkan persyaratan agrobisnis yang spesifik. Pisang merupakan komoditas buah-buahan yang paling banyak ditanam petani dengan produksi 3.512.599 ton/tahun, menempati urutan pertama diantara produksi buah-buahan. Asal mula tanaman pisang adalah Asia Tenggara. Indonesia disebut sebagai sentra tanaman pisang. Produksi pisang Indonesia cukup besar dari tahun ketahun. Di Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena 50 % dari produksi pisang Asia dihasilkan oleh Indonesia (Satuhu, 2002:2).

Pada tahun 1994 produksi pisang Asia dari 15.947.000 ton/tahun menurun hingga 60 %, hal ini disebabkan karena penyakit layu *Fusarium* yang sering disebut sebagai penyakit layu pisang. Penyakit ini makin meluas dan tercatat telah menyebabkan banyak kerusakan pada tanaman pisang rata-rata 26.325.442 rumpun atau senilai \pm Rp 26 milyar setahun. Penyakit ini telah tersebar hampir seluruh propinsi di Indonesia. Di Jember pada tahun 1998 hampir 80 % tanaman pisang musnah, hal ini disebabkan karena penyakit layu pisang, sehingga penyakit ini menjadi musuh nomor satu pekebun pisang di kabupaten Jember. Menurut catatan Dinas Pertanian kabupaten Jember pada tahun 1999 kerugian mencapai Rp 2.669.050.000 dengan asumsi harga pisang Rp 12.500/tandan (Hapsari, 2003:42).

Salah satu penyakit penting pada pisang adalah layu *Fusarium* yang disebabkan oleh fungi (jamur) *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense*. Patogen ini dapat menyebabkan tanaman mengalami kelayuan secara mendadak dalam jangka waktu yang relatif pendek (Semaugun, 2000:555). Patogen termasuk dalam golongan jamur tular tanah. Disamping sebagai parasit tanaman, jamur tersebut dapat hidup sebagai saproba dalam bentuk miselium atau semua bentuk konidianya (struktur istirahat) di dalam tanah dengan kurun waktu relatif lama. Patogen ini hidup sebagai parasit dan saprofit pada berbagai tanaman, terutama

pada bagian pembuluhnya sehingga menyebabkan tanaman menjadi mati. Tanah yang sudah terinfeksi sukar dibebaskan kembali dari fungi karena dapat bertahan dalam keadaan tanpa inang (Sastrahidayat, 1990:113).

Berbagai usaha pengendalian telah dilakukan antara lain, menghindari pelukaan akar pada saat pemindahan bibit ke lapang, pengaturan air yang lebih baik, tidak menanam pada areal bekas serangan patogen, mengadakan sterilisasi tanah dan penggunaan fungisida kedalam tanah, akan tetapi kurang memberikan hasil yang menggembirakan (Tjahjadi,1989:103). *Trichoderma* sebagai agen hayati yang digunakan dalam usaha mengganti pengendalian menggunakan pestisida. Pengendalian ini dilakukan karena pengendalian konvensional menggunakan pestisida menimbulkan efek samping yang sangat merugikan yaitu adanya resistensi patogen terhadap pestisida tertentu, terbunuhnya organisme bukan sasaran, kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan banyak dilaporkan sebagai dampak samping penggunaan pestisida. Sebaliknya pengendalian dengan memanfaatkan *Trichoderma* ini memiliki prospek yang sangat bagus dengan banyaknya laporan bahwa jamur tular tanah rentan terhadap antagonisme atau mikoparasitisme oleh jamur lain. Metode ini tidak menimbulkan resistensi, tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, mengakibatkan terjadinya keseimbangan biologi dan efek pengendalian untuk sekali perlakuan akan berlangsung lama (Widyastuti dkk, 2001:99).

Kemampuan *Trichoderma* sebagai agen pengendali hayati ditunjang oleh beberapa sifat penting bahwa fungi tersebut mudah ditemukan di banyak lokasi, mudah diisolasi dan dibiakkan, mempunyai kisaran mikro parasitisme yang cukup luas, dapat tumbuh cepat pada berbagai media tumbuh, tidak bersifat patogenik terhadap tanaman. *Trichoderma* sebagai organisme yang mempunyai daya antagonis yang tinggi dan dapat membentuk toksin termasuk antibiotik, sehingga dapat menghambat bahkan mematikan fungi lain (Widyastuti dkk, 1998:66). Diperkirakan penyebab penyakit layu pisang akan semakin berkembang apabila upaya pengendalian tidak dilakukan secara serius. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang "Daya Hambat Agen Hayati (*Trichoderma*) Terhadap

Pertumbuhan Fungi Penyebab Penyakit Layu Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

- 1) Adakah pengaruh penggunaan *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* ?
- 2) *Trichoderma* jenis manakah yang paling efektif atau optimal dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* ?

1.3 BATASAN MASALAH

- 1) Fungi yang diteliti adalah *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* yang menyerang tanaman pisang., fungi diperoleh dari Laboratorium Peramaian Organisme Pengganggu Tanaman di kecamatan Tanggul kabupaten Jember.
- 2) Agen hayati yang digunakan adalah *Tricoderma harzianum*, *Tricoderma koningii*, *Tricoderma viridae*, fungi diperoleh dari laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- 3) Daya hambat diperoleh dari nilai persentase antara selisih luas koloni patogen dengan luas koloni patogen dan *Trichoderma* dibanding dengan luas koloni patogen tanpa *Trichoderma*.
- 4) Uji antagonis hanya dilakukan secara In-vitro (pengujian di laboratorium).

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengkaji:

- 1) Pengaruh penggunaan agen hayati (*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viride*) dalam menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.
- 2) *Trichoderma* mana yang paling efektif atau optimal dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat:

- 1) Bagi peneliti menambah wawasan dan pengalaman dalam bidang biologi, khususnya tentang daya hambat agen hayati terhadap pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* penyebab penyakit layu pisang.
- 2) Bagi lembaga memberikan informasi tentang keefektifan penggunaan *Trichoderma* dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.
- 3) Bagi masyarakat (petani) memberikan informasi tentang penggunaan *Trichoderma* dalam menghambat pertumbuhan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Fusarium oxysporum* Sebagai Patogen

Fusarium oxysporum merupakan patogen yang sangat umum dijumpai menyerang tanaman hortikultura di Indonesia. Patogen dianggap sebagai penyakit yang paling penting pada tanaman diseluruh dunia. Bahkan penyakit ini termasuk penyakit tumbuhan yang paling merugikan ditropika (Semangun, 2000:555). Penyakit pertama kali ditemukan pada tahun 1961 di Amerika Serikat yang menyebabkan penurunan hasil mencapai 80 %, sedang di Argentina mencapai 90 %. Kehilangan hasil juga terjadi di Virginia Timur dan mengakibatkan penurunan produksi sampai 59 %. Pada tahun 1977 hampir seluruh daratan Amerika Serikat mengalami kehilangan hasil sekitar 20-50 % (Roy, *et al.*, 1997:1100).

Penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* merupakan penyakit yang paling berbahaya pada tanaman pisang. Tanaman terserang mula-mula menunjukkan gejala penguningan pada daun, akhirnya tanaman mati dan tidak dapat berproduksi (Karsinah dkk, 1999:93).

2.1.1 klasifikasi *Fusarium*

Alexopoulos dan Mims (1979:632) mengklasifikasikan fungi (jamur) sebagai berikut :

Divisio	: Mycota
Sub Divisio	: Eumycota
Klas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniales
Famili	: Tuberculariaceae
Genus	: <i>Fusarium</i>
Spesies	: <i>Fusarium oxysporum</i>

Fungi jenis ini menghasilkan dua macam konidia yaitu makrokonidia yang panjang melengkung serta meruncing di kedua ujungnya seperti bulan sabit dan mikrokonidia yang berbentuk bulat telur atau lonjong (Dwidjoseputro, 1978:311). Makrokonidium lebih jarang terdapat, tidak berwarna, kebanyakan bersekat dua

atau tiga, berukuran 25-33 x 3,5-5,5 mikrometer. Mikrokonidium bersel satu, tidak berwarna, berukuran 6-16 x 2,5-4 mikrometer (Semangun, 1996:565). Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan fungi akan membentuk klamidospora sebagai pertahanan diri. Klamidospora terbentuk pada bagian tengah atau ujung hifa, bentuk bundar, dengan diameter 5-15 mikrometer (Sastrahidayat, 1990:114).

Koloni fungi yang ditumbuhkan pada media ADK (Agar Dekstrosa Kentang) berwarna abu-abu, coklat, violet, atau putih. Sedangkan pada media ADK yang ditambahkan ekstrak sayur-sayuran, koloni mula-mula tidak berwarna, semakin tua warna menjadi krem, akhirnya koloni tampak mempunyai benang berwarna merah muda agak ungu (Semangun, 1996:564-565).

2.1.2 Gejala Penyakit Pada Tanaman Pisang

Gejala penyakit yang terinfeksi tampak pada daun yang menguning, terutama sepanjang jalur tepi daun, kemudian menyebar menuju ketangkai daun, akhirnya daun layu dengan cepat. Batang tampak patah, terkulai dan menggantung (Rukmana, 1999:59). Gejala yang paling khas adalah gejala dalam. Jika pangkal batang dibelah membujur, terlihat garis-garis coklat atau hitam menuju kesemua arah, dari batang keatas melalui jaringan pembuluh kepangkal daun dan tangkai. Perubahan warna pada berkas pembuluh paling jelas tampak dalam batang. Berkas pembuluh akar biasanya tidak berubah warna, namun sering kali akar tanaman sakit berwarna hitam dan membusuk (Semangun, 2000:556). Pada tanaman yang masih muda penyakit dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan atau kanker yang menggelang. Sedangkan tanaman dewasa yang terinfeksi sering dapat bertahan terus dan membentuk buah, tetapi buahnya kecil-kecil dan hasilnya sangat sedikit (Semangun, 1996:563).

2.1.3 Perkembangan Fungi *Fusarium oxysporum*

Fungi ini dapat bertahan hidup di dalam tanah bahkan sampai kedalaman 30 cm. Fungi ini sering dikategorikan sebagai fungi penghuni tanah (soil inhabitant) dan memiliki sifat sebagai parasit fakultatif. Sifat yang demikian menunjukkan *Fusarium oxysporum* memiliki daya saprofit yang tinggi dan dapat hidup di dalam tanah dalam waktu yang lama, sekurang-kurangnya satu tahun. Hal demikian menyebabkan usaha pengendalian dengan cara pergiliran tanaman tidak efektif, karena walaupun tanaman inang tidak ada patogen tetap hidup di dalam tanah. Struktur fungi *Fusarium oxysporum* yang hidup sebagai saprofit adalah dalam bentuk miselium. Selain itu fungi dapat hidup di dalam tanah dalam keadaan dorman yakni dalam bentuk struktur yang sangat resisten terhadap pengaruh lingkungan yang ekstrim yang disebut sebagai kladospora. Tanah yang terinfeksi sukar dibebaskan kembali dari fungi ini (Pranata, 1993:3). Fungi ini berkembang pada suhu tanah 21-33 °C, dengan suhu optimumnya adalah 25-28 °C. Pada kondisi kadar air yang tinggi menyebabkan penyakit berkembang pesat, penyakit ini dapat hidup pada pH tanah yang luas variasinya (Semangun, 1996:567). Serangan hebat terjadi pada tanah yang kaya nitrogen tetapi miskin kalium (Rukmana, 1999:41-42).

Patogen ini menyerang jaringan kortek sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air dari pada tanaman sehat. Penyakit ini terutama menular melalui perakaran tanaman sehat bersentuhan atau berhubungan dengan spora yang dilepaskan oleh tanaman sakit didekatnya, pemakaian bahan tanaman yang sakit, fungi dapat terbawa oleh tanah yang melekat pada alat-alat pertanian. Perendaman tanah dan air pengairan juga menyebabkan terjadinya pemencaran setempat (Semangun, 2000:560).

2.2 Interaksi Antara Patogen Dengan Mikroorganisme lain di dalam Tanah

Infeksi antara inang, patogen, dan lingkungan diduga lebih kompleks. Ke dalam segitiga penyakit perlu ditambahkan peranan mikroorganisme lain yang dapat berinteraksi positif atau negatif dengan patogen. Mikroorganisme yang berinteraksi negatif dengan patogen disebut sebagai antagonis (Modjo, 1990:3).

Mekanisme antagonis meliputi antibiosis, kompetisi, dan parasitisme (Beker dan Cook, 1974:433). Proses tersebut secara bersama atau tunggal dapat menekan inokulum patogen. Pada antibiosis jamur antagonis mengeluarkan antibiotik yang dapat mengakibatkan lisis pada hifa patogen. Adanya antibiotik mungkin terjadi bila mikro habitat jamur antagonis masih cukup tersedia nutrisi. Penambahan bahan organik sebagai nutrisi fungi antagonis di rhizosfer, meningkatkan lisis pada hifa dan menurunkan perkembangan patogen (Malajczuk, 1983:198).

Peristiwa kompetisi terjadi bila satu spesies atau lebih sering bersaing untuk memperoleh sumber nutrisi. Tempat yang cocok dan oksigen mempunyai peranan yang penting dalam mengubah keberadaan patogen. Hal tersebut berkaitan erat dengan perkembangan akar dan organisme saprofit yang ada disekitarnya (Malajczuk, 1983:198).

Parasitisme adalah proses kontak secara langsung antara mikroorganisme dan patogen. Peristiwa parasitisme terjadi pada *Trichoderma* yang memarasit hifa *Fusarium*, dan enzimnya menyebabkan lisis pada hifa (Malajczuk, 1983:199).

2.3 Peranan *Trichoderma* Sebagai Agen Pengendali Hayati

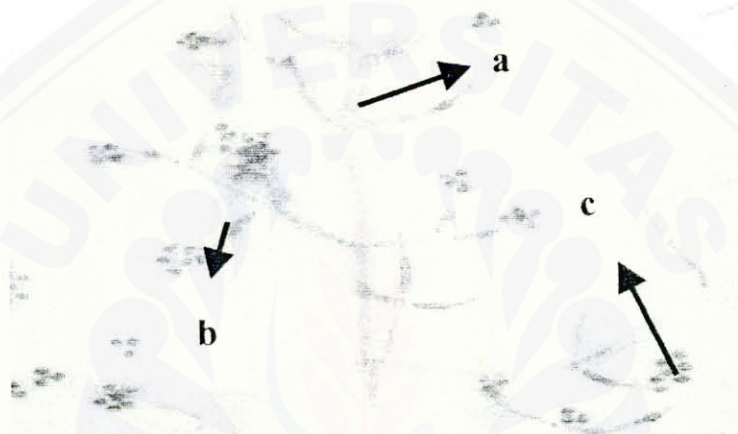
2.3.1 Karakteristik *Trichoderma*

Sistematika *Trichoderma* menurut Alexopoulos dan Mims (1979:636) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Divisio	: Mycota
Sub Divisio	: Eumycota
Klas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Spesies	: <i>Trichoderma</i> spp.

Fungi mempunyai koloni berwarna putih, kuning atau hijau, koloni fungi biasanya tumbuh cepat, diawali dengan hialin (tak berwarna atau jernih)

kemudian berwarna hijau yang terjadi saat menghasilkan konidium. Umumnya koloni fungi membentuk zona cincin pada media buatan, semakin tua umur koloni zona cincin sering tidak tampak jelas karena konidiofor baru mungkin terbentuk diluar zona cincin tersebut. warna koloni fungi dipengaruhi oleh pigmen konidia, jumlah konidia, pH media. Konidiofor berkelompok membentuk percabangan yang berulang-ulang. Konidia kadang-kadang hialin, sering juga hijau, dan mempunyai dinding halus atau kasar seperti tampak pada Gambar 1 (Rifai, 1969:5).



Gambar 1. Morfologi *Trichoderma*. (Sutton, 2004: 01)
Keterangan : a) Strigmata; b) Phialid; c) Conidia.

2.3.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Trichoderma*

Faktor- faktor yang mempengaruhi fungi tanah antara lain adalah suhu, derajat keasaman, media tumbuh, nutrisi, kandungan garam, intensitas sinar, karbondioksida. Suhu optimal untuk pertumbuhan *Trichoderma* 26° C dan maksimum antara 32 - 40° C. derajat kemasaman media tumbuh pH optimum untuk *T. harzianum* antara 3,7 - 4,7, *T. koningii* pH optimum untuk pertumbuhannya 3,7 - 6 dan *T. viride* antara 5,5 sampai dengan 6. *Trichoderma* membutuhkan sumber C,N,P,K dan energi yan dipenuhi oleh monosakarida, disakarida, polisakarida kompleks, purin, pirimidin dan asam amino. Kandungan garam yang tinggi dalam media dapat menghambat perkecambahan konidia dan konidia akan berkecambah optimal dalam kelembapan 30 %. Intensitas sinar fungi bersifat fotosensitif dan konidia dihasilkan selama periode terang. Karbondioksida

merupakan komponen yang mudah menguap dan menyebabkan penghambatan pertumbuhan miselium fungi (Domsch, et.al. 1980: 890).

2.3.3 Potensi *Trichoderma* Sebagai Agen Hayati

Pengendalian patogen pada tanaman dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan cara kimiawi, biologi, maupun dengan cara pengendalian secara terpadu. Salah satu segi pengendalian terpadu yang belum dikembangkan adalah pengendalian hayati terhadap patogen terbawa tanah (Modjo, 1990:4).

Organisme antagonis yang digunakan sebagai agensia pengendalian hayati harus mempunyai sifat-sifat : 1) mampu hidup dan berkembang biak di rhizosfir atau didekat struktur istirahat patogen, 2) mampu membentuk antibiotik yang berspektrum luas namun tidak menghambat antagonis dan tidak menyebabkan kerusakan tanaman, 3) agen antagonis mampu beradaptasi terhadap kondisi untuk dapat diproduksi secara besar-besaran, 4) agen antagonis lebih adaptif dari pada patogen terhadap lingkungan, 5) spora antagonis lebih cepat berkembang (Baker dan Cook, 1974:433).

Kemampuan *Trichoderma* sebagai agen pengendali hayati ditunjang oleh sifat dan mekanis kerja antagonismenya yaitu : antibiosis, lisis, kompetisi, dan mikoparasit. Sifat baik dan efisiennya *Trichoderma* untuk pengendali secara hayati adalah : 1) dapat ditemukan pada berbagai tempat, 2) cepat dan tumbuh diberbagai substrat, 3) kisaran parasitismenya terhadap patogen tumbuhan sangat luas, 4) jarang yang bersifat patogen pada tumbuhan tingkat tinggi, 5) dapat bekerja sebagai mikoparasit atau hiperparasit, 6) berkemampuan tinggi dalam berkompetisi makanan, ruangan atau tempat, 7) menghasilkan antibiotik, 8) sistem kerja enzim yang memungkinkan merusak pada berbagai jamur patogen (Djafaruddin,2000:115).

Trichoderma. bersifat parasit terhadap patogen tertentu karena mampu mengganggu kegiatan dan bertahannya patogen serta mampu berkompetisi tinggi , selain itu cukup efektif terhadap beberapa patogen seperti, *Fusarium sp*, *Phytophthora sp*, *Sclerotium sp*, *Phytium sp*, *Amillaria sp*, *Colletotrichum sp* (Dinas Perkebunan Daerah,1993:29).

Menurut Bell, dkk (1980:380), *Trichoderma*. sering digunakan dalam pengendalian hayati karena fungi mudah ditemukan, mudah dikembangkan, pada substrat dan mempunyai kisaran parasitisme yang luas. Potensi *Trichoderma* sebagai antagonis didukung oleh berbagai macam metabolit yang bersifat toksik dan antibiotik serta bermacam-macam enzim yaitu exaglukanase, cellubiose dan chitinase sehingga *Trichoderma* mampu menyebabkan lisisnya patogen tumbuhan. Mekanisme antagonis yang terjadi adalah antibiosis dan lisis. Mekanisme antagonistik *Trichoderma* berupa parasitisme terjadi melalui pembelitan dan penetrasi hifa (Djafaruddin, 2000:117-119).

Menurut Elad, dkk (dalam Widyastuti, dkk. 1998:71) melaporkan bahwa *Trichoderma harzianum* mampu menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* dan *Rizoctania solani* melalui mekanisme interaksi hifa dan aktifitas enzim kedua jenis *Trichoderma* tersebut (Glukanase dan kitinase) yang secara sinergis membuat dinding fungi patogen mengalami lisis hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyastuti, dkk (1999: 29) *Trichoderma harzianum* lebih efektif dalam menghambat perkembangan *R. lignosus*, hifa *T. harzianum* secara sederhana membelit hifa fungi patogen. Mekanisme penghambatan pertumbuhan miselium ini adalah mikoparasitisme, dimana fungi mikoparasitik menghasilkan indokitinase ketika terjadi interaksi sehingga pertumbuhan miselium patogen terhambat.

Hipotesis

- 1) Penggunaan *Trichoderma* memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan fungi penyebab penyakit layu pisang (*Fusarium oxysporum*), dimana *Trichoderma* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.
- 2) *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu agen hayati yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* hal ini disebabkan karena *Trichoderma harzianum* memiliki efektifitas tumbuh yang lebih cepat dari pada dua *Trichoderma* lainnya sehingga lebih cepat menghambat bahkan mematikan patogen.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Program Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua bulan, mulai pada tanggal 27 Januari sampai 27 maret 2004.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan-bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Isolat murni *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viride* diperoleh dari Laboratorium Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, *Fusarium oxysporum* forma spesialis (f.sp) *cubence* diperoleh dari laboratorium Peramaian Organisme Pengganggu Tanaman kecamatan Tanggul kabupaten Jember, aquadest 1000 ml, asam laktat 25 %, alkohol 70 %, Media Potato Dektrosa Agar (PDA) 40 gr, kapas, kertas kayu 8 m, tissue dan korek api.

3.2.2 Alat-alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah: cawan petri, labu erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 100 ml, pipet ukur 10 ml, beaker glass 250 ml, pipet tetes, jarum ent, jarum ose, lampu bunsen, inkubator, mikroskop fase kontras (binokuler), plong (pelubang), tabung reaksi, oven, rak tabung, pengaduk, gelas obyek, gelas penutup, autoclave, pemanas (hot plate), timbangan analitik dan spayer.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan fungsi patogen (*Fusarium oxysporum*) dan agen hayati (*Trichoderma*) dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan, dimana setiap unit perlakuan terdiri dari 6 isolat biakan murni yaitu:

T1 = *Fusarium oxysporum* dan *T. harzianum*

T2 = *Fusarium oxysporum* dan *T. koningii*

T3 = *Fusarium oxysporum* dan *T. viride*

Metode matematis rancangan percobaan menurut Gaspersz (1989 : 79) adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \sum_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r_i$$

Keterangan :

Y_{ij} = hasil pengamatan dari perlakuan ke-i yang memperoleh perlakuan ke-j.

μ = nilai tengah populasi.

δ_i = pengaruh aditif (koefisien regresi parsial) dari perlakuan ke - i.

\sum_{ij} = galat percobaan dari perlakuan ke - i pada pengamatan ke - j.

3.4 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat empat tahapan. Tahap pertama pembuatan isolat biakan murni dengan menumbuhkan kembali isolat dari *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*, dan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubence* dalam 8 medium cawan petri dengan waktu yang bersamaan.

Tahap kedua pengujian secara *in vitro* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae* dalam menekan pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubence* pada medium PDA. Untuk keperluan dalam pengambilan data, maka perlu menumbuhkan isolat *F. oxysporum* tanpa *Trichoderma* ditengah medium dalam cawan petri.

Tahap ketiga adalah pengamatan terhadap daya hambat fungi antagonis, dilakukan dengan mengukur diameter koloni patogen yang terhambat

pertumbuhannya. Tahap keempat yaitu pengamatan biakan murni (*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*) dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui morfologi dari masing-masing fungi tersebut dengan membuat slide cultur.

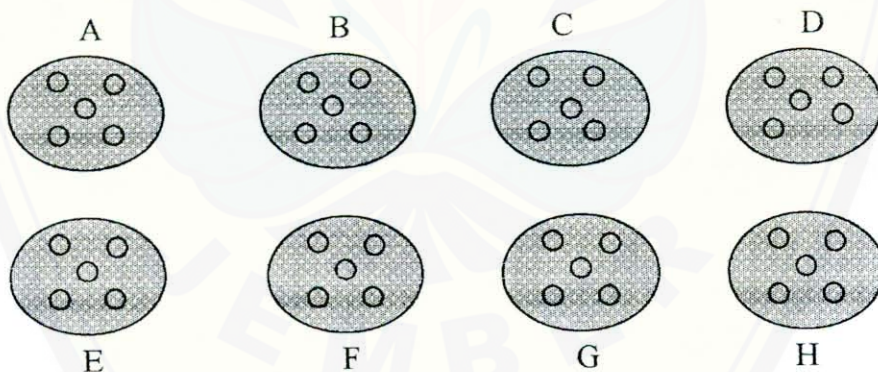
3.4.1 Pembuatan Isolat Biakan Murni

- 1) Mensterilisasi alat-alat gelas seperti cawan petri, labu erlemeyer, tabung reaksi, gelas ukur, dan pipet dengan autoclave, setelah suhu mencapai 121°C, tekanan 15 psi suhu dipertahankan selama 30 menit.
- 2) Menyiapkan 4 biakan murni pada medium agar miring (*T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae* dan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*), 2 rak tabung , 8 tabung reaksi dan 8 cawan petri.
- 3) Mengisi labu erlemeyer dengan 3,9 gram PDA ditambah dengan aquadest hingga mencapai 100 ml dan mengaduk medium sampai mendidih diatas hot plate hingga merata.
- 4) Dengan menggunakan pipet ukur 10 ml mengambil medium dalam labu erlenmeyer dan memasukkan ke dalam 8 tabung reaksi, masing-masing tabung 10 ml dan ditutup dengan kapas, kemudian meletakkan tabung dalam rak tabung.
- 5) Semua tabung yang berisi medium dalam rak tabung disterilisasi dalam autoclave, ketika suhu mencapai 121°C dan tekanan 15 psi dipertahankan selama 20 menit.
- 6) Medium dalam tabung reaksi yang sudah disterilisasi dibiarkan selama 1 menit kemudian dituang kedalam 8 cawan petri yang sudah diberi 2 tetes asam laktat 25 % dan diratakan pada seluruh medium, kemudian membiarkan medium memadat (\pm 3 menit).
- 7) 4 biakan murni seperti *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*, dan *Fusarium oxysporum* f.s.p *cubense* yang sudah disiapkan, diambil koloni secara aseptis sebanyak satu jarum ent dan meletakkan koloni tersebut ditengah medium cawan petri kemudian menutup dan membungkus cawan petri dengan kertas kayu (masing-masing biakan murni ditumbuhkan dalam 2 cawan petri).

- 8) Menginkubasikan kultur pada inkubator dengan suhu 29 °C selama 5 hari sehingga menghasilkan 8 isolat biakan murni.

3.4.2 Pengujian Antagonis

- 1) Menyiapkan 24 cawan petri dan memberi 2 tetes asam laktat 25 % pada masing-masing cawan petri dan 8 isolat biakan murni yang sudah diinkubasi selama 5 hari seperti *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*, dan *Fusarium oxysporum*.
- 2) Dalam pembuatan medium pada pengujian antagonis, PDA yang digunakan sebanyak 9,75 gram dengan pemberian aquadest hingga mencapai 250 ml.
- 3) Mengisikan masing-masing cawan petri dengan 10 ml medium dan meratakan pada seluruh medium, kemudian membiarkan sampai padat.
- 4) 8 isolat biakan muni yang sudah disiapkan seperti *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. viridae*, dan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubence* kemudian diplong seperti tampak pada gambar 2 :

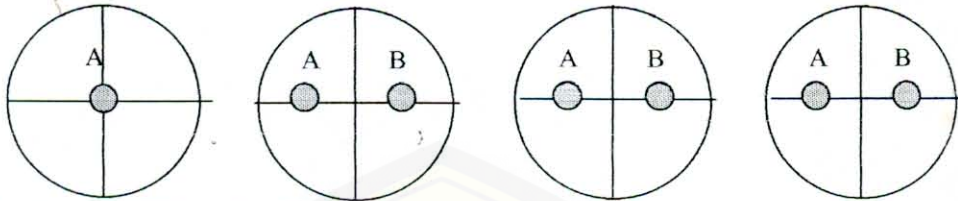


Gambar 2 : Biakan murni dengan diameter 0,3 cm (Wagiyana dkk, 2000:46)

A dan E : *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubence*
 B dan F : *T. harzianum*
 C dan G : *T. koningii*
 D dan H : *T. viridae*

- 5) Secara aseptis dengan menggunakan jarum ent memindahkan koloni patogen (*Fusarium oxysprum* f.sp. *cubense*) dan koloni fungi antagonis (*Trichoderma*) yang sudah diplong (diameter 0,3 cm) pada medium dalam cawan petri dan ditempatkan 1,5 cm dari garis tengah dengan arah yang berlawanan pada waktu yang bersamaan dan untuk keperluan dalam pengambilan data maka

ditumbuhkan fungi patogen ditengah medium cawan petri seperti tampak pada gambar 3 :



- 5) Gambar 3 : Uji in vitro *Trichoderma* terhadap *Fusarium oxysporum* (Wagiyana dkk, 2000:46).

A : *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubence*

B : *Trichoderma* (agen hayati).

T1 : *Fusarium oxysporum* dan *Trichoderma harzianum*

T2 : *Fusarium oxysporum* dan *Trichoderma koningii*

T3 : *Fusarium oxysporum* dan *Trichoderma viridae*

- 6) Menutup dan membungkus cawan petri tersebut dengan kertas kayu kemudian diinkubasikan pada inkubator dengan suhu 29 °C dan disusun merata dengan posisi terbalik (Wagiyana dkk, 2000:46).

3.4.3 Pengamatan

Pengamatan terhadap daya hambat fungi antagonis, dilakukan dengan mengukur diameter koloni patogen yang terhambat pertumbuhannya, setiap 24 jam selama 7 hari. Daya antagonis fungi terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubence* diukur berdasarkan daya hambat *Trichoderma*, dengan menggunakan rumus:

$$C = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

C = besarnya daya hambat

a = luas koloni *Fusarium oxysporum* tanpa *Trichoderma*

b = luas koloni *Fusarium oxysporum* dengan *Trichoderma* (Widyastuti dkk, 1998:67).

3.4.4 Membuat Slide Cultur

Adapun langkah-langkah membuat slide cultur menurut Bibiana (1999) adalah sebagai berikut :

1) Sterilisasi alat-alat

Cawan petri yang didalamnya dilapisi tissue dan dua batang penyangga (tusuk gigi) di atas tissue, kemudian kaca benda dan kaca penutup diletakan diatasnya. Alat-alat ini dibungkus dengan kertas kayu untuk disterilkan di dalam autoclave, apabila sterilisasi sudah selesai alat-alat tersebut dikeringkan di dalam oven. Alat-alat ini dipersiapkan untuk penanaman kultur jamur dari biakan murni.

2) Penanaman

Mengambil sedikit koloni fungi pada biakan murni yang telah dipotong dengan alat pelubang dan dengan menggunakan jarum ent potongan tersebut diletakan ditengah kaca benda selanjutnya ditutup dengan kaca penutup dan diletakan dalam cawan petri.

3) Pengamatan

Fungi diamati setelah 24 jam, kemudian dilihat morfologinya untuk diidentifikasi dengan pembesaran 400 X.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam, untuk mengkaji adakah pengaruh daya hambat *Trichoderma* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% (Gaspersz, 1989:120).

Tabel Sidik Ragam

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	t - 1	$\frac{y_1^2 + \dots + y_t^2}{r} - FK$	JKP / t - 1	KTP / KTG	5,14	10,92
Galat	t . (r - 1)	JKG - JKP	JKG / t . (r - 1)			
Total	r.t - 1	$\sum_{ij} y_i^2 . j - FK$				

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Uji BNT digunakan untuk menjawab pertanyaan tentang perlakuan mana yang berbeda apabila perlakuan menunjukkan berbeda nyata. Langkah - langkah uji BNT (Gaspersz, 1989: 120), adalah sebagai berikut :

1. $LSD = t . \alpha . dbg . \sqrt{\frac{2.KTG}{r}}$
2. Menghitung $dij = |y_i - y_j|$
3. Membandingkan perbedaan rata-rata dengan nilai LSD nya.

Jika $|y_i - y_j| > LSD$: artinya berbeda nyata (*).

Jika $|y_i - y_j| < LSD$: artinya tidak berbeda nyata (ns).

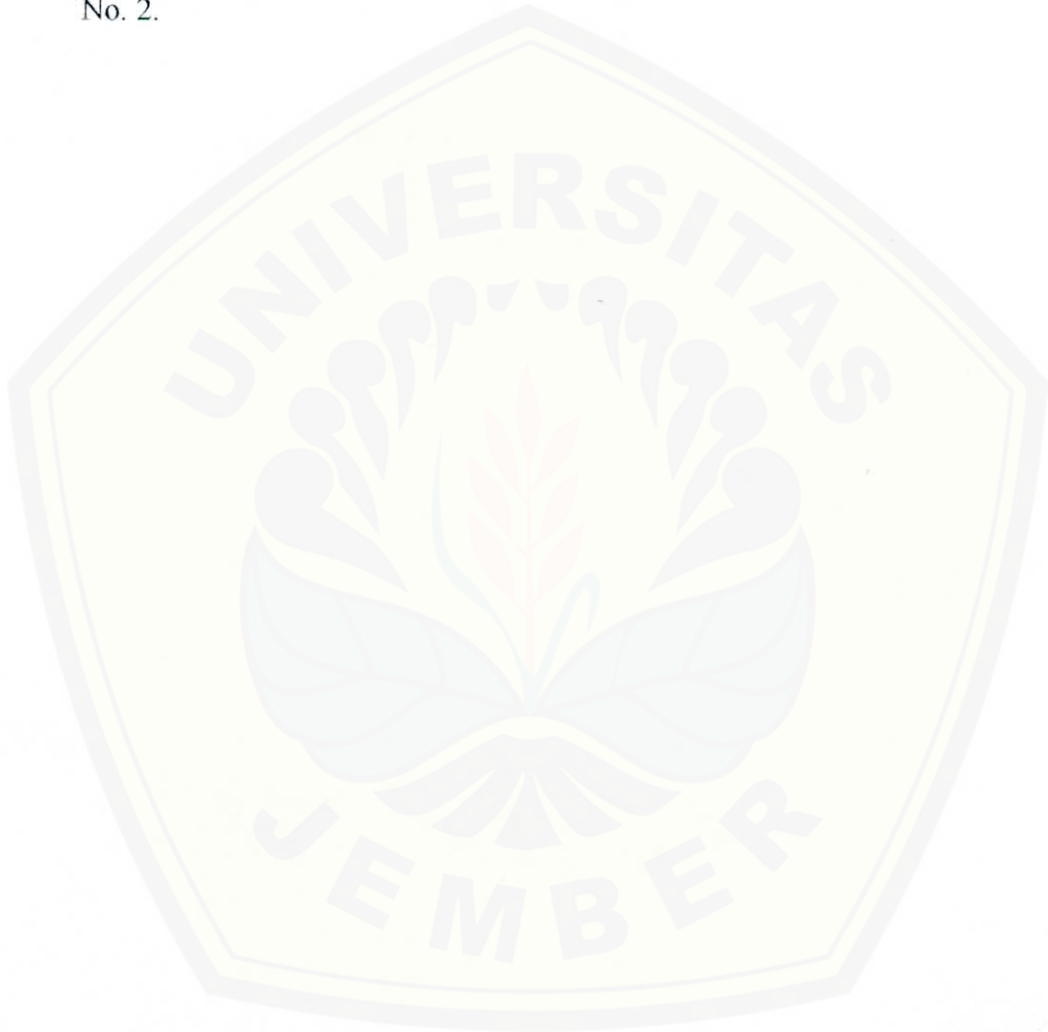
DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J. dan C.W. Mim. 1979. *Introductory Mycology*. New York: John Wiley and Sons.
- Baker, K.F. dan R. Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Baker, R. and W.T. Frankenberger. 1993. Biological Control with Fungi. In Metting, F. B. (ed). 1993. *Soil Microbial Ecology : Application in Agricultural and Environmental Management*. New York, Marcel Dekker Inc.
- Basuki. 1985. "Pengaruh Belerang dalam Pengendalian Biologi Penyakit Akar Putih pada Karet". *Berita P4TM*. Tanjung Murawa: Pusat Penelitian dan Pengembangan perkebunan.
- Bell, D.K. H.d. Wells and C.R. Markhan. 1980. "In vitro antagonism of *Trichoderma* spp. Against six fungal plant pathogens". *Phytopathology*.
- Bibiana. 1999. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: Rajawali Press.
- Dick, W.A. and M.A. Tabatabai. 1993. Significance and Potential Uses of Soil Enzymes. In Metting, F. B. (ed). 1993. *Soil Microbial Ecology : Application in Agricultural and Environmental Management*. New York, Marcel Dekker Inc.
- Dinas Perkebunan Daerah. 1993. *Trichoderma* spp. Sebagai Agenia Pengendali Hayati. Jawa Timur: Dinas Perkebunan Daerah Propensi Tingkat I.
- Djafaruddin. 2000. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Domsch, K.H., W. Gams and Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. London: Academic Press.
- Dwijoseputro, D. 1978. *Pengantar Mikologi Tumbuhan*. Gramedia Jakarta.
- Gaspersz, V. 1989. *Metode Rancangan Percobaan*. CV. Armico: Bandung.
- Gray, E. P. 2004. *Trichoderma* spp : Taxonomic Classification. (online) <http://www.doctorfungus.org>. Diakses pada Tanggal 13 Juni 2004.
- Hapsari, B. 2003. "Stop Fusarium". Dalam *Trubus* (Juli, XXXIV). No. 404. Bogor: Trubus Swadaya.

- Karsinah, Sunyoto, Jumjunidang dan Nurhadi. 1999. "Teknik Kultur Double-Layer untuk Seleksi In vitro Pisang Tahan *Fusarium oxysporum*". Dalam *Jurnal Hortikultura* (vol. 9). No. 2.
- Malajzcuk. 1983. "Microbia Antagonism to Phytophthora". Dalam P.C. Erwin, S.B. Garcia dan P.H. Tsao (eds). 1983. *Phytophthora: its Biology, Ekology and Pathology*. American Phytophatology society.
- Modjo, H.S. 1990. "Penanggulangan Patogen yang Ditularkan Lewat Tanah". *Diskusi Tembakau Cerutu II*. Malang.
- Pranata, T. 1993. "Uji Resistensi Beberapa Varietas Tomat terhadap Penyakit Layu Pembuluh oleh *Fusarium oxysporum*". Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Rifai, M.A. 1969. "A Revision of The Genus *Trichoderma*". *Micological papers*.
- Roy, K.W., J.C. Rupe, D.E. Hershman dan T.s. Abney. 1997. "Sudden Death Syndrome of Soybean". *Plant Disease*.
- Rukmana, R. 1999. *Uaha Tani Pisang*. Yogyakarta: Kanisus.
- Samson. 1984. *Introduction to Food Borne Fungi*. Belanda: Institute of Royal Netherland Academy of Arta and Society.
- Sastrahidayat, I.R. 1990. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Satuhu, S dan A. Supriyadi. 2002. *Pisang Budi Daya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Yogyakarta: Penenar Swadaya.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- , 2000. *Penyalit-penyakit Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Sutton, D.A. 2004. *Genus of Trichoderma spp.* (online) <http://www.doctorfungus.org>. Diakses Pada Tanggal 13 Juni 2004.
- Tjahjadi, H. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wagiyana, D. Sulistyanto, T. Pranata. 2000 *Pengendalian Hayati Dan Pengelolaan Habitat*. Jember: Fakultas Pertanian Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Widyastuti, S.M, Sumardi, A. Sulthoni dan Harjono. 1998. "Pengendalian Hayati Penyakit Akar Merah Pada Akasia dengan Tricoderma". Dalam *Jurnal Hortikultura* (Vol.4), No.2.

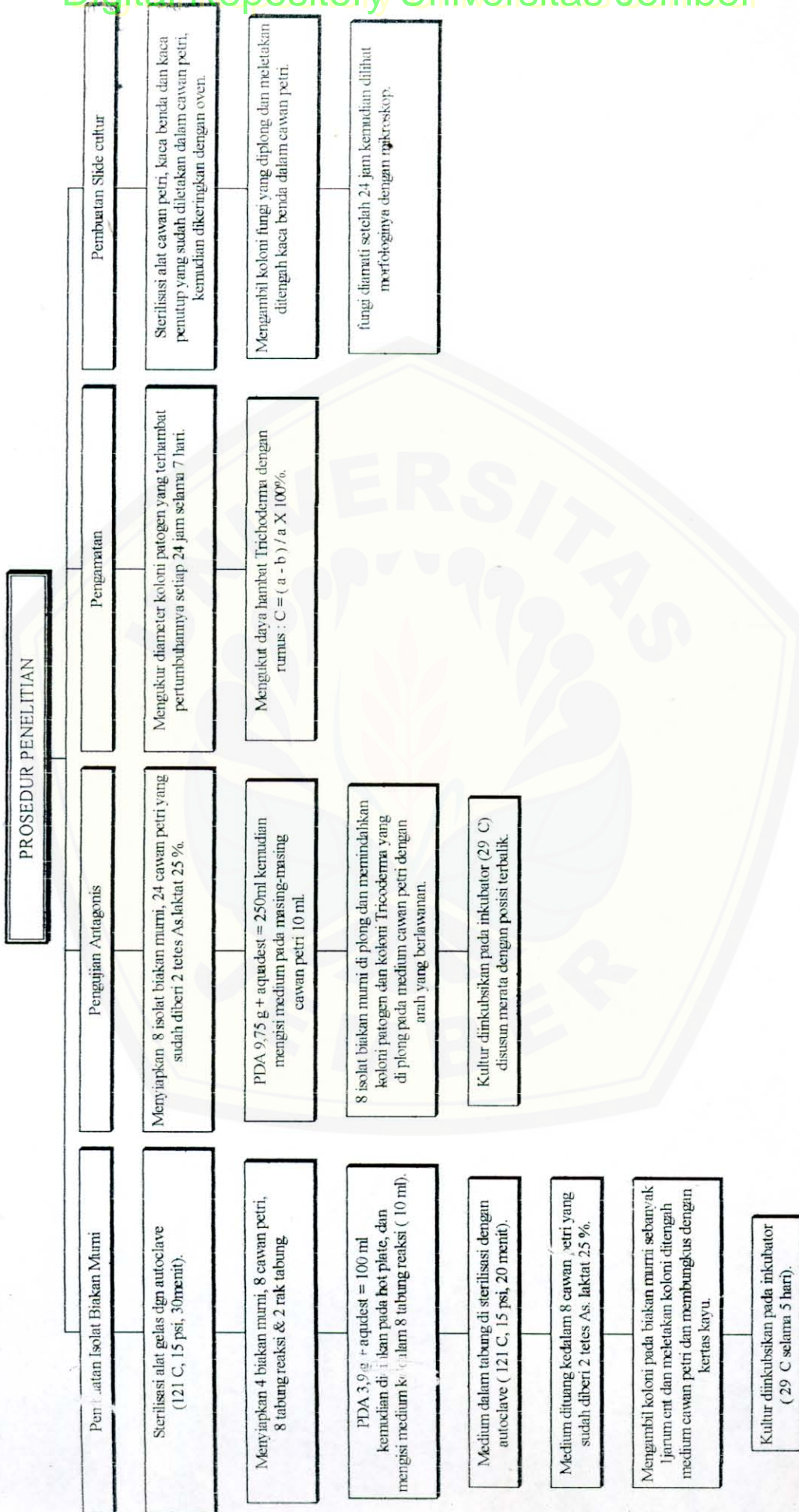
Widyastuti, S.M, Sumardi, P. Sumantoro. 2001. "Efektifitas Tricoderma spp. Sebagai Pengendalian Hayati Terhadap Patogen Tular Tanah Pada beberapa Jenis Tanaman Kehutanan". Dalam *Jurnal Hortikultura* (Vol.7) No. 2.



Lampiran 1. Matrik Penelitian.

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Hipotesis	Metode	Hasil
<p>1. Daya Hambat Agen Hayati (<i>Trichoderma</i>) Terhadap Pertumbuhan Fungi Penyebab Penyakit Layu (<i>Fusarium oxysporum f.sp. cubense</i>)</p> <p>2. <i>Trichoderma</i> jenis manakah yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i>.</p>	<p>1. Variabel bebas: daya hambat <i>Trichoderma</i> (agen hayati)</p> <p>2. Variabel terikat: Pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum f.sp. cubense</i></p>	<p>Indikator bebas : Pemberian <i>Trichoderma</i> (agen hayati)</p> <p>Indikator variabel terikat : Daya hambat <i>Trichoderma</i> terhadap <i>Fusarium oxysporum</i></p>	<p>1. <i>Trichoderma</i> memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum f.sp. cubense</i></p> <p>2. <i>Trichoderma</i> yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum f.sp. cubense</i> adalah <i>Trichoderma harzianum</i></p>	<p>1. Rancangan percobaan menggunakan RAL, dianalisis dengan sidik ragam diteruskan dengan uji BNT 5%</p> <p>2. Pengamatan deskriptif kualitatif</p>	<p>Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian <i>Trichoderma</i> pada <i>F.oxysporum</i> memberikan pengaruh dimana <i>Trichoderma</i> mampu menghambat pertumbuhan <i>F.oxysporum</i> dan <i>T. harzianum</i> merupakan isolat yang paling efektif dalam menghambat patogen dengan daya hambat sebesar 71,84 %.</p>	

Lampiran 2. Bagan Prosedur Penelitian.



Lampiran 3. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 2.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	36,00	48,21	55,21	139,42	46,47
T2 (<i>T. koningii</i>)	28,11	21,05	44,24	93,40	31,13
T3 (<i>T. viridae</i>)	48,56	53,13	46,26	147,95	49,32
Jumlah	112,7	122,4	145,7	380,77	
Rata-rata	37,6	40,8	48,6		42,31

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	16.302,80	8.151,40	98,587 **	5,14	10,92
Galat/sisa	6	496,09	82,68			
Total	8	16.798,89				

Koefisien keragaman

28,66%

ns

berbeda tidak nyata

*

berbeda nyata

**

berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD =

7,42437577

Perlakuan	T2	T1	T3
Rata-rata	31,13	46,47	49,32
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		18	18,1668063
Beda rata-rata			
T2	31,1	0	15,34
T1	46,5		0
T3	49,3		

T2	-----	-----	
T1		-----	-----
T3			-----

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	31,13	1	0	0	b
T1	46,47	2	2,45	18,1668063	ab
T3	49,32	3	2,45	18,1668063	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 4. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 3.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	50,48	54,33	50,18	154,99	51,66
T2 (<i>T. koningii</i>)	35,49	23,58	43,97	103,04	34,35
T3 (<i>T. viridae</i>)	43,34	54,33	43,97	141,64	47,21
Jumlah	129,3	132,2	138,1	399,67	
Rata-rata	43,1	44,1	46,0		44,41

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	17.834,01	8.917,00	180,313 **	5,14	10,92
Galat/sisa	6	296,72	49,45			
Total	8	18.130,72				

Koefisien keragaman

21,11%

ns

berbeda tidak nyata

*

berbeda nyata

**

berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD =

5,74182898

Perlakuan	T2	T3	T1
Rata-rata	34,35	47,21	51,66
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		14	14,0497596
Beda rata-rata			
T2	34,4	0	12,86
T3	47,2		0
T1	51,7		0

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	34,35	1	0	0	b
T3	47,21	2	2,45	14,0497596	ab
T1	51,66	3	2,45	14,0497596	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 5. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 4.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	57,42	42,82	53,67	153,91	51,30
T2 (<i>T. koningii</i>)	32,20	29,93	35,43	97,56	32,52
T3 (<i>T. viridae</i>)	39,70	53,13	35,43	128,26	42,75
Jumlah	129,3	125,9	124,5	379,73	
Rata-rata	43,1	42,0	41,5		42,19

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	16.172,56	8.086,28	161,247 **	5,14	10,72
Galat/sisa	6	300,89	50,15			
Total	8	16.473,45				

Koefisien keragaman 22,38%

ns berbeda tidak nyata

* berbeda nyata

** berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD = 5,78205589

Perlakuan	T2	T3	T1
Rata-rata	32,52	42,75	51,3
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		14	14,1481914
Beda rata-rata			
T2	32,5	0	10,23
T3	42,8		0
T1	51,3		

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	32,52	1	0	0	b
T3	42,75	2	2,45	14,1481914	ab
T1	51,3	3	2,45	14,1481914	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 6. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 5.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	62,17	56,66	60,00	178,83	59,61
T2 (<i>T. koningii</i>)	36,87	41,44	46,55	124,86	41,62
T3 (<i>T. viridae</i>)	48,22	57,67	46,55	152,44	50,81
Jumlah	147,3	155,8	153,1	456,13	
Rata-rata	49,1	51,9	51,0		50,68

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	23.146,58	11.573,29	517,345 **	5,14	10,92
Galat/sisa	6	134,22	22,37			
Total	8	23.280,81				

Koefisien keragaman 12,44%
 ns berbeda tidak nyata
 * berbeda nyata
 ** berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD = 3,861826

Perlakuan	T2	T3	T1
Rata-rata	41,62	50,81	59,61
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		9	9,449553526
Beda rata-rata			
T2	41,6	0	9,19
T3	50,8		0
T1	59,6		
			0
T2	_____	_____	
T3		_____	_____
T1			_____

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	41,62	1	0	0	b
T3	50,81	2	2,45	9,4495535	ab
T1	59,61	3	2,45	9,4495535	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 7. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 6.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	69,56	65,96	67,62	203,14	67,71
T2 (<i>T. koningii</i>)	45,57	51,00	58,44	155,01	51,67
T3 (<i>T. viridae</i>)	56,66	65,96	51,18	173,80	57,93
Jumlah	171,8	182,9	177,2	531,95	
Rata-rata	57,3	61,0	59,1		59,11

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	31.301,52	15.650,76	465,701 **	5,14	10,92
Galat/sisa	6	201,64	33,61			
Total	8	31.503,16				

Koefisien keragaman 13,08%
 ns berbeda tidak nyata
 * berbeda nyata
 ** berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD = 4,733347

Perlakuan	T2	T3	T1
Rata-rata	41,62	50,81	59,61
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		12	11,58209045
Beda rata-rata			
T2	41,6	0	9,19
T3	50,8		0
T1	59,6		
T2	_____	_____	
T3		_____	_____
T1			_____

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	41,62	1	0	0	b
T3	50,81	2	2,45	11,58209	ab
T1	59,61	3	2,45	11,58209	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 8. Data Daya Hambat, Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT Taraf 5 % *Trichoderma* Terhadap *F. oxysporum* pada Hari Ke – 7.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
T1 (<i>T. harzianum</i>)	73,05	71,09	71,37	215,51	71,84
T2 (<i>T. koningii</i>)	48,22	60,00	63,87	172,09	57,36
T3 (<i>T. viridae</i>)	62,73	71,09	61,34	195,16	65,05
Jumlah	184,0	202,2	196,6	582,76	
Rata-rata	61,3	67,4	65,5		64,75

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Nilai F-Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	37.466,22	18.733,11	589,200 **	5,14	10,92
Galat/sisa	6	190,76	31,79			
Total	8	37.656,99				

Koefisien keragaman 11,61%
 ns berbeda tidak nyata
 * berbeda nyata
 ** berbeda sangat nyata

Uji BNT

SD = 4,603921

Perlakuan	T2	T3	T1
Rata-rata	57,36	65,05	71,84
p	1	2	3
t 5%		2,45	2,45
BNT 5%		11	11,26539718
Beda rata-rata			
T2	57,4	0	7,69
T3	65,1		0
T1	71,8		0

Notasi	b	ab	a
--------	---	----	---

Perlakuan	Rata-rata	Rank	t 5%	BNT 5%	Notasi
T2	57,36	1	0	0	b
T3	65,05	2	2,45	11,265397	ab
T1	71,84	3	2,45	11,265397	a

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Lampiran 9. Lembar konsultasi.

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI

Nama : Rukaiya
 NIM / Angkatan : 980210103038 / 1998
 Jurusan / Program Studi : P. MIPA / P. Biologi
 Judul Skripsi : Daya Hambat Agen Hayati (*Trichoderma*)
 Terhadap Pertumbuhan Fungi Penyebab
 Penyakit layu Pisang (*Fusarium oxysporum* f.sp.
cubense).

Pembimbing I : Ir. Imam Mudakir, M.Si

KEGIATAN KONSULTASI

No	Hari / Tanggal	Materi konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing.
1.	03 Agustus 2003	Judul dan Matrik.	
2.	01 September 2003	Bab I, II, dan III.	
3.	25 September 2003	Bab I, II, dan III.	
4.	08 Oktober 2003	Bab I, II, dan III.	
5.	20 Oktober 2003	Bab I, II, dan III.	
6.	04 November 2003	Bab I, II, dan III.	
7.	20 November 2003	Bab I, II, dan III.	
8.	08 Desember 2003	Bab I, II, dan III.	
9.	20 Desember 2003	Seminar Proposal.	
10.	12 April 2004	Analisa Data.	
11.	05 Mei 2004	Bab I, II, III, IV, dan V.	
12.	18 Mei 2004	Bab I, II, III, IV, dan V.	
13.	21 Juni 2004	Bab I, II, III, IV, dan V.	

- Catatan :
1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
 2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar Proposal Skripsi dan ujian Skripsi.



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI

Jl. Kalimantan III/3 Kampus Tegal Boto Telp/Fax (0331) 334988

PERMOHONAN IJIN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rukaiya
 NIM : 98.210103038
 Jur / Prog.Studi : P. MIPA / P. Biologi
 Fakultas : KIP

Mengajukan permohonan untuk mengadakan penelitian berjudul

Daya hambat agen hayati (*Tricoderma spp*) terhadap pertumbuhan fungi
penyakit layu pisang (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*).....

tempat : Lab. Pendidikan Biologi.....

Dengan ketentuan bersedia mematuhi segala persyaratan yang telah ditentukan oleh Laboratorium / instansi sebagaimana tersebut di atas.

Jember, 30 Desember 2003.

Mengetahui :
Dosen Pembimbing I/II

Ir. Imam Mudakin
NIP. 131 877 580.....

Mahasiswa pemohon,

Rukaiya
NIM. 980210103038.....

Menyetujui :
Ketua Laboratorium Biologi

Dra PUJIASTUTI, M.Si
NIP. 131 660 788

Catatan :

1. Diketik rangkap 2 (dua) untuk penelitian di luar Program Studi Pendidikan Biologi, dan untuk di luar FKIP diteruskan ke Fakultas untuk diterbitkan surat pengantar ijin penelitian
2. *) Coret yang tidak perlu