

**ISOLASI DAN UJI ANTAGONIS *Trichoderma* spp.
TERHADAP KAPANG PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria vesca* L.)**

SKRIPSI

oleh

Prilya Dewi Fitriasari

0810910060-91



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**ISOLASI DAN UJI ANTAGONIS *Trichoderma* spp.
TERHADAP KAPANG PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria vesca* L.)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Biologi

oleh
Prilya Dewi Fitriasari
0810910060-91



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ISOLASI DAN UJI ANTAGONIS *Trichoderma* spp.
TERHADAP KAPANG PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA
TANAMAN STROBERI (*Fragaria vesca* L.)**

oleh
Prilya Dewi Fitriasari
0810910060-91

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 24 Juli 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Biologi

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Suharjono, M.Si
NIP. 19630223 198802 1 001

Ir. Mutia Erti Dwiastuti, MS
NIP. 19580924 198303 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Widodo, S.Si, M.Si, Ph.D, Med.Sc
NIP. 19730811 200003 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prilya Dewi Fitriasari
NIM : 0810910060-91
Judul Skripsi : Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* spp.
terhadap Kapang Penyebab Antraknosa pada
Tanaman Stroberi (*Faragaria vesca* L.)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2012
Yang menyatakan

(Prilya Dewi Fitriasari)
NIM. 0810910060-91

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipannya hanya dapat dilakukan seijin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap Kapang Penyebab Antraknosa pada Tanaman Stroberi (*Fragaria vesca* L.)

Prilya D. Fitriasari¹, Suharjono¹, M. E. Dwiastuti²

¹Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

²Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Batu

ABSTRAK

Antraknosa adalah salah satu penyakit utama pada tanaman stroberi yang disebabkan oleh kapang patogen Genus *Colletotrichum*. Salah satu alternatif pengendalian kapang tersebut dengan penggunaan agen hayati *Trichoderma* spp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kapang patogen dan kapang antagonis pada tanaman stroberi, mengetahui similaritas fenotip antarisolat kapang patogen dengan kapang *Colletotrichum* spp. dan isolat kapang antagonis dengan kapang *Trichoderma* spp. serta mengetahui potensi daya penghambatan kapang anggota Genus *Trichoderma* terhadap pertumbuhan kapang penyebab antraknosa pada tanaman stroberi secara *in vitro* dan *in vivo*. Kapang *Trichoderma* spp. diisolasi dengan metode *pour plate* sedangkan kapang patogen diisolasi dengan metode *direct plating*. Uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen dilakukan secara *in vitro* dengan metode *dual culture* dan secara *in vivo*. Berdasarkan karakteristik fenotip kapang patogen PRB1 dan PRD2 diduga merupakan anggota Genus *Colletotrichum* dengan nilai similaritas lebih dari 80 %, sedangkan kapang antagonis TKL1 diduga anggota Genus *Trichoderma* dengan nilai similaritas 84 %. Isolat TKL1 dan TKL2 mampu menghambat pertumbuhan kapang PRB3 secara berturut-turut sebesar 71,07 % dan 65,27 % pada pengamatan hari ketujuh perlakuan *in vitro* dengan menginokulasikan kapang antagonis terlebih dahulu. Pada perlakuan *in vivo* kapang *Trichoderma* yang diinokulasikan terlebih dahulu mampu menghambat serangan kapang patogen dengan nilai intensitas serangan kapang patogen terendah yaitu 4,18 % pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi sedangkan pada varietas California relatif lebih rendah dalam menghambat serangan kapang patogen.

Kata kunci : antagonis, *Colletotrichum*, stroberi, *Trichoderma*

Isolation and Antagonistic Test of *Trichoderma* spp. Against Pathogenic Molds as the Causal Agents of Anthracnose on Strawberry Plants (*Fragaria vesca* L.)

Prilya D. Fitriasari¹, Suharjono¹, M. E. Dwiastuti²

¹Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Brawijaya University, Malang

²Indonesian Citrus and Subtropical Fruits Research Institute, Batu, East Java

ABSTRACT

Anthracnose disease of strawberry is one of the major destructive disease caused by *Colletotrichum* Genera. One of the alternative way to control the pathogen is used biological control agent as *Trichoderma* spp. that reduces the activity of plant pathogens. The objectives of this research were to determine the characteristics of pathogen and antagonist molds; to determine similarity between pathogenic molds of strawberry plants with *Colletotrichum* spp. and antagonists mold with *Trichoderma* spp. based on phenotypic characters; and to observe the potential inhibition mycelial growth of pathogenic by *Trichoderma* spp. *in vitro* and *in vivo*. *Trichoderma* spp. were isolated by *pour plate* method while the pathogenic molds were isolated by *direct plating* methods. Antagonistic test of *Trichoderma* spp. against pathogenic mold carried out *in vitro* and *in vivo*. Phenotypic of pathogens (PRB1 and PRD2) were 80 % similar to members of *Colletotrichum* Genera and the antagonists (TKL1) were 84 % similar to members of *Trichoderma* Genera. Introduction of the antagonists before the pathogen gave the best growth inhibition of the pathogen. Two antagonists isolates, namely TKL1 and TKL2, caused 71.07 % and 65.27 % inhibition of pathogenic mycelia, respectively. *Trichoderma* inhibition to pathogenic mold attack on local Brastagi strawberry varieties was on the intensity value 4.18 % which was relatively higher than California varieties.

Keywords: antagonist, *Colletotrichum*, strawberry, *Trichoderma*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik serta Hidayah-Nya sehingga naskah skripsi ini dapat diselesaikan. Naskah skripsi ini disusun atas bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Suharjono, M.Si dan Ibu Ir. Mutia Erti Dwiastuti, MS. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, nasihat, dan bantuannya selama penelitian dan penulisan naskah skripsi.
2. Ibu Dra. Tri Ardyati, M.Agr.Ph.D dan Bapak Dian Siswanto, S.Si, M.Si, M.Sc. selaku dosen penguji atas saran dan kritik yang membangun guna menyempurnakan naskah skripsi ini.
3. Bapak Widodo, S.Si, M.Si Ph.D, Med.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi.
4. Pihak I-MHERE selaku penyandang dana penelitian
5. Bapak, Ibu dan keluarga tercinta atas segala kasih sayang, doa, bimbingan, dukungan dan semua pengorbanannya yang tidak terhingga.
6. Bapak Basuki, Bapak Imam, Bapak Rohmat, Mbak Yuli dan Mbak Indra sebagai staf di Laboratorium Terpadu Balitjestro serta Ibu Nanik selaku laboran di Laboratorium Mikrobiologi atas kesabarannya membantu selama penelitian.
7. Ahmad Imaduddin, Yayuk S., Devy P., Indrajayanti R., Septi Utami, Elly M. dan Anny A. atas dukungan moril yang diberikan.
8. Teman-teman di laboratorium atas segala bantuan dan dukungannya serta semua pihak lain yang turut mendukung kelancaran dan penyelesaian skripsi ini.

Naskah skripsi ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPEL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Stroberi	4
2.2 Kapang <i>Colletotrichum</i> spp. penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Stroberi	8
2.3 Kapang <i>Trichoderma</i> spp. sebagai Agensia Hayati	10
2.4 Mekanisme Antagonis <i>Trichoderma</i> spp. terhadap Kapang Patogen.....	12

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Isolasi Kapang Patogen	15
3.3 Isolasi Kapang <i>Trichoderma</i> spp.	16
3.4 Pemurnian Isolat Kapang	16
3.5 Identifikasi Kapang Patogen dan <i>Trichoderma</i> spp.	17

3.6 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> spp. terhadap Kapang Patogen secara <i>in vitro</i>	18
3.7 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> spp. terhadap Kapang Patogen secara <i>in vivo</i>	19
3.8 Pengamatan Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara <i>Trichoderma</i> spp dengan Kapang Patogen	22
3.9 Pengamatan Jaringan Tanaman yang Terinfeksi Kapang Patogen	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapang Patogen Hasil Isolasi	24
4.2 <i>Trichoderma</i> spp. Hasil Isolasi.....	29
4.3 Antagonisme antara <i>Trichoderma</i> spp. dengan Kapang Patogen Hasil Isolasi secara <i>in vitro</i>	32
4.4 Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara Kapang Antagonis terhadap Kapang Patogen	38
4.5 Antagonisme antara <i>Trichoderma</i> spp. dengan Kapang Patogen secara <i>in vivo</i>	40
4.6 Struktur Jaringan Tanaman Terinfeksi Kapang Patogen	45

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Kandungan gizi per 100 g buah stroberi	6
2. Isolat kapang patogen berdasarkan asalnya	25
3. Perbandingan karakteristik isolat <i>Colletotrichum</i> dan kapang patogen hasil isolasi	26
4. Perbandingan karakteristik antar isolat <i>Trichoderma</i>	31
5. Diameter koloni kapang patogen pada uji antagonis dua biakan	35
6. Persentase hambatan pertumbuhan kapang patogen pada tiga perlakuan dengan dua antagonis yang berbeda	35
7. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi	40
8. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas California	41
9. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas lokal Brastagi	44
10. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas California	44

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Tanaman stroberi	5
2. Siklus hidup <i>Colletotrichum</i> spp.	10
3. <i>Dual culture method</i>	19
4. Gejala antraknosa pada tanaman stroberi	24
5. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi	27
6. Konstruksi dendogram enam isolat kapang patogen	28
7. Karakteristik kapang <i>Trichoderma</i> spp. hasil isolasi	30
8. Konstruksi dendogram antar isolat <i>Trichoderma</i> spp. dengan isolat acuan	32
9. Antagonisme <i>Trichoderma</i> spp. terhadap kapang patogen	33
10. Persentase penghambatan pertumbuhan kapang patogen	37
11. Mikoparasitisme kapang <i>Trichoderma</i> spp. terhadap kapang patogen	39
12. Irisan jaringan daun dan tangkai daun tanaman stroberi	46



DAFTAR RUMUS

	Halaman
1. Penentuan nilai similaritas	18
2. Persentase penghambatan kapang antagonis terhadap kapang patogen	19
3. Kerapatan spora	20
4. Persentase intensitas serangan kapang patogen	22



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Komposisi medium PDA.....	55
2. Lokasi pengambilan sampel	55
3. Karakteristik kapang patogen	56
4. Karakteristik kapang antagonis	59
5. Persentase penghambatan kapang patogen pada metode dua biakan oleh dua jenis kapang antagonis dan tiga kombinasi perlakuan	61
6. Metode dua biakan untuk uji interaksi	62
7. Kapang patogen hasil isolasi yang memiliki ciri makroskopis seperti <i>Colletotrichum</i> spp.	62
8. Biakan kapang antagonis dari tiga lokasi pengambilan sampel ..	63
9. Lahan atau lokasi untuk uji <i>in vivo</i>	63
10. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi berdasarkan waktu dan perlakuan	64
11. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas California berdasarkan waktu dan perlakuan	67
12. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas lokal Brastagi antarperlakuan dan waktu pengamatan	69
13. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas California antarperlakuan dan waktu pengamatan	70
14. Rata-rata jumlah bunga dan buah tanaman stroberi varietas lokal Brastagi.....	72
15. Rata-rata jumlah bunga dan buah tanaman stroberi varietas California.....	73
16. Data prakiraan cuaca wilayah Malang dan Batu menurut BMKG Stasiun Klimatologi Karangploso	74

DAFTAR ISTILAH

Antibiosis	salah satu mekanisme antagonis dengan mengeluarkan antibiotik atau senyawa kimia oleh mikroba antagonis yang berbahaya bagi organisme patogen
Apresoria/apresorium	dinding hifa yang menebal dan berlapis-lapis untuk menembus dinding sel
Aservulus/ <i>acervuli</i>	badan buah
Direct plating	metode isolasi kapang dengan meletakkan bagian tanaman pada media secara aseptis
<i>Dual culture</i>	metode dua biakan, menumbuhkan dua jenis mikroba pada dua sisi yang berbeda
Mikroba antagonis	mikroba yang mempunyai pengaruh merugikan terhadap mikroba lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya
Mikroba patogen	mikroba yang mampu menyebabkan penyakit terhadap tanaman inangnya
LCB	<i>Lactophenol cotton blue</i> , zat pewarna kapang
Mikoparasitisme	salah satu mekanisme antagonis dengan cara melingkarkan hifa dan membentuk apresorium pada hifa patogen
Monospora	pemurnian isolat kapang dengan mencuplik spora tunggal
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i> , media umum untuk kultivasi kapang

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman stroberi (*Fragaria vesca* L.) merupakan tanaman buah yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi. Tanaman stroberi pada usia tanam dua bulan sudah mampu berbuah dengan siklus produksi yaitu setiap tanaman atau per pohon dapat dipanen dua hari sekali dan dalam sekali petik menghasilkan buah 0,3 kg/tanaman dengan masa produktif mencapai dua tahun. Selain itu, pasar stroberi juga bertambah 15 % per tahun dengan harga cenderung stabil di pasaran (KusumaAgrowisata, 2011). Daya pikat stroberi terletak pada warna buah yang merah mencolok berukuran kecil, menarik, serta rasa yang manis dan segar. Buah stroberi banyak dimanfaatkan sebagai makanan dalam keadaan segar maupun dalam bentuk olahan. Namun demikian dalam bidang pembudidayaan tanaman stroberi, petani di Indonesia belum banyak yang mengenal serta berminat untuk membudidayakannya. Hal ini dikarenakan tanaman stroberi perlu perawatan serta syarat pertumbuhan tertentu seperti ketinggian tempat dan media tanam yang sesuai. Budidaya tanaman stroberi di Indonesia pun harus dilakukan di dataran tinggi (Gunawan, 2003).

Kendala lain yang sering muncul dalam budidaya tanaman stroberi adalah adanya gangguan hama maupun penyakit yang dapat menyebabkan kerusakan pada akar, daun, bunga dan buah. Penyakit utama pada tanaman stroberi salah satunya adalah antraknosa yang disebabkan oleh kapang patogen anggota Genus *Colletotrichum* (Semangun, 2003). Hampir semua bagian tanaman diserang oleh patogen tersebut sehingga mengakibatkan bercak berwarna kecoklatan, busuk buah matang serta busuk akar. Insiden antraknosa di Ohio, Amerika Serikat mengakibatkan kerugian panen buah stroberi akibat peningkatan antraknosa, meskipun penyakit tersebut terjadi secara sporadis atau jarang tetapi dalam satu kali serangan akan sangat menghancurkan panen sampai mencapai 100 % kerugian panen buah stroberi (Ellis & Erincik, 2008).

Upaya pengendalian penyakit antraknosa yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan fungisida sintetik karena dianggap praktis, mudah didapat dan menunjukkan efek yang cepat. Namun demikian aplikasi fungisida tersebut seringkali meninggalkan residu pada bagian tanaman dan lingkungan sehingga berbahaya bagi

lingkungan itu sendiri serta kesehatan manusia terutama bila dikonsumsi melalui buah segar maupun olahannya (Duriat, 1994). Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan untuk antraknosa adalah dengan penggunaan agen hayati *Trichoderma* spp. yang bersifat antagonis terhadap patogen. *Trichoderma* spp. adalah kapang saprofit tanah yang secara alami mampu menyerang berbagai jenis kapang patogen penyebab penyakit pada tanaman. Kapang *Trichoderma* spp. memiliki tingkat pertumbuhan sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka proses isolasi, identifikasi serta mengetahui tingkat kemiripan (similaritas) antara kapang patogen hasil isolasi dengan kapang anggota Genus *Colletotrichum* maupun antara kapang antagonis hasil isolasi dengan kapang *Trichoderma* perlu dilakukan. Tahapan selanjutnya yang penting dilakukan adalah uji antagonis antara *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen untuk mengetahui potensi *Trichoderma* spp. dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen sebagai upaya pengendalian penyakit antraknosa pada tanaman stroberi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka rumusan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini:

1. Bagaimanakah karakteristik kapang patogen dan kapang antagonis pada tanaman stroberi hasil isolasi serta similaritas isolat kapang patogen tersebut dengan kapang *Colletotrichum* spp. dan isolat kapang antagonis dengan kapang *Trichoderma* spp. berdasarkan karakter fenotip?
2. Bagaimanakah potensi penghambatan isolat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan kapang penyebab antraknosa pada tanaman stroberi secara *in vitro* maupun *in vivo*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik kapang patogen dan kapang antagonis pada tanaman stroberi hasil isolasi similaritas isolat kapang patogen pada tanaman stroberi dengan kapang *Colletotrichum* spp. dan isolat kapang antagonis dengan kapang *Trichoderma* spp. berdasarkan karakter fenotip.

2. Mengetahui potensi daya penghambatan kapang anggota Genus *Trichoderma* terhadap pertumbuhan kapang penyebab antraknosa pada tanaman stroberi.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan agen hayati yang potensial untuk mengendalikan kapang *Colletotrichum* spp. penyebab antraknosa pada tanaman stroberi.
2. Meningkatkan aplikasi biofungisida yang ramah lingkungan sehingga mengurangi aplikasi fungisida sintetik dalam rangka mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.
3. Meningkatkan produksi pertanian stroberi guna mendukung kesejahteraan petani.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Stroberi

Tanaman stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Negara Chili, Amerika Selatan. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L. Telah dibudidayakan ke berbagai negara di Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *F. vesca* L. lebih banyak dibudidayakan jika dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia. Buah stroberi dimanfaatkan sebagai makanan dalam keadaan segar atau olahannya. Produk makanan yang terbuat dari stroberi telah banyak dikenal misalnya sirup, selai, ataupun stup (*compote*) stroberi (Gunawan, 2003).

Tanaman stroberi terdiri atas bagian buah, bunga, daun, stolon dan akar (Gambar 1). Bunga stroberi berbentuk klaster (tandan) pada beberapa tangkai bunga. Bunga biasanya mekar tidak bersamaan, bunga yang terbuka awal biasanya lebih besar ukurannya. Bunga berwarna putih, berdiameter 2,5-3,5 cm, terdiri dari 5-10 kelopak bunga berwarna hijau, 5 mahkota bunga, sejumlah tangkai putik dan 2-3 lusin benang sari (Yudi, 2007). Buah stroberi berwarna merah, namun buah tersebut adalah buah semu yang sebenarnya merupakan *receptacle* yang membesar. Buah sejati yang berasal dari ovul yang diserbuki, berkembang menjadi buah kering dengan biji keras. Struktur buah keras ini disebut *achene* (Prihatman, 2006).

Daun tanaman stroberi tersusun pada tangkai yang berukuran agak panjang. Tangkai daun berbentuk bulat serta seluruh permukaannya ditumbuhi oleh bulu-bulu halus. Helai daun bersusun tiga (*trifoliate*). Bagian tepi daun bergerigi, berwarna hijau, dan berstruktur tipis. Batang tanaman stroberi beruas-ruas pendek dan berbuku-buku, banyak mengandung air, serta tertutupi pelepah daun, sehingga seolah-olah tampak seperti rumpun tanpa batang. Buku-buku batang yang tertutup oleh sisi daun mempunyai kuncup (*gemma*). Kuncup ketiak dapat tumbuh menjadi anakan atau stolon (Yudi, 2007).

Stolon adalah cabang kecil yang tumbuh mendatar atau menjalar di atas permukaan tanah. Penampakan stolon secara visual mirip dengan sulur. Tunas dan akar stolon tumbuh membentuk generasi tanaman baru. Stolon yang tumbuh segera dipotong atau dipisahkan

dari rumpun induk sebagai bahan tanaman (bibit). Bibit yang berasal dari stolon disebut geragih atau *runners*. Struktur akar tanaman stroberi terdiri atas pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apeks*), bulu akar (*pilus radicalis*), dan tudung akar (*calyptras*). Tanaman stroberi berakar tunggang (*radix primaria*), akarnya terus tumbuh memanjang dan berukuran besar. Panjang akarnya mencapai 100 cm, namun akar tersebut hanya menembus lapisan tanah atas sedalam 15-45 cm, bergantung pada jenis dan kesuburan tanahnya (Yudi, 2007).



Gambar 1. Tanaman stroberi

Tanaman stroberi selain buahnya dapat dimakan, daun dan akarnya juga dapat dimanfaatkan. Beberapa manfaat dari setiap bagian tanaman stroberi dijelaskan oleh Balitjestro (2010). Buah stroberi memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi karena mengandung *quercetin*, *ellagic acid*, antosianin dan kaempferol. Kandungan senyawa tersebut menjadikan buah stroberi sebagai alternatif yang baik untuk meningkatkan kesehatan jantung, mengurangi risiko beberapa penyakit kanker dan memberikan dorongan positif terhadap kesehatan tubuh. Buah stroberi juga berguna untuk membantu penyerapan zat besi dari sayuran yang dikonsumsi selain itu juga dapat membantu proses diet dan baik bagi penderita diabetes. Pemanfaatan buah stroberi untuk kecantikan di antaranya untuk obat jerawat, mempercantik kulit, memutihkan gigi serta meningkatkan kekuatan otak dan penglihatan. Bagian yang dapat dimakan dari buah stroberi mencapai 96 % dengan kandungan vitamin C sebesar 56,7 mg per 100 gram buah (Tabel 1) (Balitjestro,

2010). Menurut Soemadi (1997) tanaman stroberi termasuk dalam Divisi Spermatophyta, Subdivisi Angiospermae, Kelas Dicotyledonae, Ordo Rosales, Famili Rosaideae, Subfamili Rosaceae, Genus *Fragaria*, dan Spesies *Fragaria vesca* L.

Tabel 1. Kandungan gizi per 100 g buah stroberi

Kandungan Gizi	Nilai Satuan
Air	92 g
Energi	30 kkal
Protein	0,6 g
Lipid (total)	0,4 g
Karbohidrat	7 g
Serat	0,5 g
Abu	0,4 g
Kalsium	14 mg
Besi	0,4 mg
Magnesium	10 mg
Fosfor	19 mg
Kalium	166 mg
Natrium	1 mg
Zn, Cu dan Mn	< 0,5 mg
Vitamin C	56,7 mg
Lemak Jenuh	0,02 mg
Lemak tidak jenuh monolipid	0,052 mg
Lemak tidak jenuh polilipid	0,186 mg
Kolesterol	0
Fitosterol	12 mg
Asam amino	522 mg

Daun tanaman stroberi berperan sebagai *diuretic* dan antirematik. Selain mengandung *ellagic acid*, daun tanaman stroberi juga memiliki zat *astringent*. Akar tanaman stroberi mengandung zat antiradang. Air rebusan akar yang diminum secara rutin dapat memulihkan pembengkakan akibat nyeri sendi dan asam urat. Akar tanaman stroberi juga bermanfaat sebagai obat diabetes (Balitjestro, 2010).

Tanaman stroberi adalah tanaman subtropis yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi daerah tropis yang memiliki temperatur 17-20 °C. Selain itu tanaman stroberi dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan antara 600-700 mm/tahun. Tanaman stroberi dapat tumbuh optimum dengan periode fotoperiodisitas harian 8-10 jam serta dengan kelembaban udara 80-90 %. Ketinggian tempat yang memenuhi syarat untuk pertumbuhan tanaman stroberi tersebut adalah 1.000-1.500 meter di atas permukaan laut (dpl) (Soemadi, 1997).

Budidaya atau penanaman stroberi dapat dilakukan di kebun maupun di pot. Media tanah yang dibutuhkan adalah tanah liat berpasir, gembur, mengandung banyak bahan organik serta tata air dan udara yang baik. Derajat keasaman tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya tanaman stroberi di kebun adalah 5,4-7,0 dengan kedalaman air tanah 50-100 cm dari permukaan tanah. Jika penanaman dilakukan di pot maka pH tanah yang ideal adalah 6,5-7,0 serta media tanamnya mudah merembeskan air dan unsur hara harus selalu tersedia (Soemadi,1997).

Stroberi yang dibudidayakan di Indonesia merupakan hasil introduksi dari beberapa Negara Subtropis. Varietas stroberi introduksi yang dapat ditanam di Indonesia antara lain varietas Sweet Charlie (asal Amerika Serikat), Oso Grande (asal California), Tristar (asal Amerika Barat), Nyoho (asal Jepang dan Korea) serta Hokozawe (asal Jepang). Varietas- varietas tersebut telah banyak dibudidayakan khususnya di daerah dataran tinggi seperti Lembang, Cianjur, Cipanas dan Sukabumi (Jawa Barat), Batu dan Situbondo (Jawa Timur), Magelang dan Purbalingga (Jawa Tengah), Bedugul (Bali), dan Brastagi (Sumatera Utara) (Balitjestro, 2010).

Berdasarkan laporan dari PT. Perkebunan Nusantara XII (PTPN XII) Bondowoso yang memiliki lahan stroberi seluas 11 hektar, buah yang dipetik dalam sekali panen bisa mencapai 1 ton setiap 1 hektar lahan. Perusahaan Kusuma Agrowisata, Batu sebagai salah satu sentra penanaman stroberi di Jawa Timur melaporkan bahwa dari lahan stroberi seluas 8,7 hektar dapat memproduksi 4,5 ton buah segar setiap tahunnya. Buah stroberi segar setiap kilogramnya dijual Rp 40.000 - Rp 50.000 (KusumaAgrowisata, 2011).

2.2 Kapang *Colletotrichum* spp. penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Stroberi

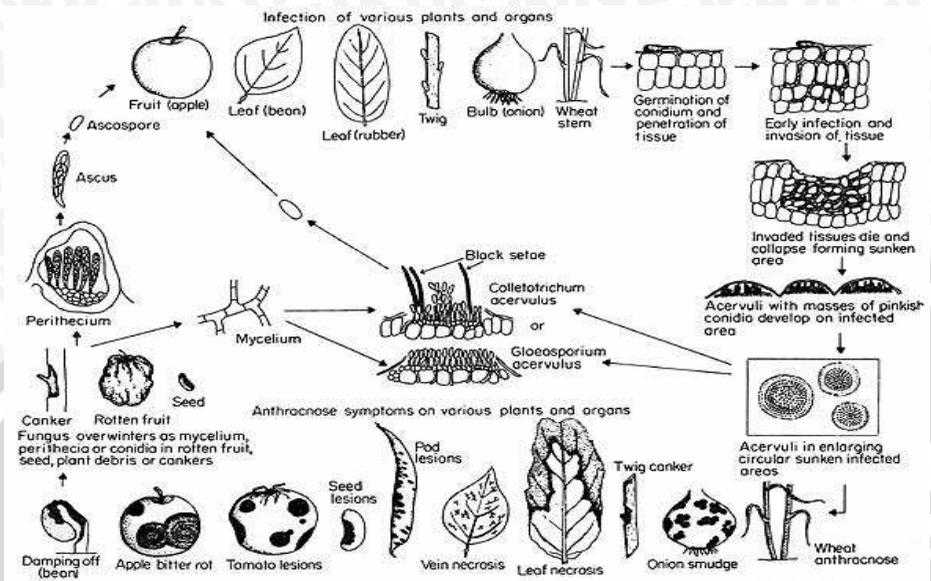
Antraknosa merupakan salah satu penyakit penting yang dapat menyerang bagian akar, daun, tangkai, bahkan buah tanaman stroberi. Penyakit ini disebabkan oleh beberapa spesies kapang yang termasuk dalam Genus *Colletotrichum* seperti *C. acutatum*, *C. fragariae*, dan *C. gloeosporioides*. Gejala penyakit yang diakibatkan oleh spesies-spesies tersebut hampir sama pada tanaman stroberi yaitu akar yang terserang antraknosa akan menunjukkan gejala berwarna merah dan membusuk, daun akan menampilkan bercak-bercak bulat berwarna coklat dengan pusat bercak berwarna keunguan pada permukaan daun sedangkan pada buah akan tampak luka serta berwarna kecoklatan terutama pada buah yang matang (Ellis & Erincik, 2008).

Colletotrichum spp. secara biologis memiliki konidia berbentuk *obovate* kecil, lurus atau kadangkala sedikit melengkung, berukuran $16 \times 4,5 \mu\text{m}$. *Setae* dewasa pada *Colletotrichum fragariae* Brooks berwarna coklat tua, memiliki lebar yang sama kecuali pada bagian apikal yang memiliki fungsi seperti *phialides* dan menghasilkan konidia. Biakan kapang pada medium PDA berwarna abu-abu kecoklatan hingga abu-abu gelap (Xie *et al.*, 2010). Konidia *Colletotrichum* spp. terikat pada *matrix mucilaginous* ekstraselular sehingga konidiumnya tidak dapat berkecambah apabila masih dalam aservulus (Manandhar *et al.*, 1995). Konidia *Colletotrichum* spp. yang berlendir tidak dapat terlepas dari aservulus dengan bantuan angin namun terdispersi oleh air (Bailey *et al.*, 1992). Menurut Manandhar *et al.* (1995) konidia *C. gloeosporioides* akan terlepas dari aservulus apabila terdedah percikan air hujan. Percikan air hujan ini dapat menyebarkan konidia dan menularkannya pada tanaman sehat.

Infeksi *Colletotrichum* spp. diawali dengan menempelnya konidia dan perkecambahan konidia pada permukaan tanaman. Perkecambahan konidia menghasilkan tabung kecambah yang kemudian berdiferensiasi membentuk apresoria yang diperlukan untuk menembus *barrier* kutikula. Setelah penetrasi, hifa tumbuh secara interselular dan intraselular pada jaringan (Bailey *et al.*, 1992; Henson *et al.*, 1999). Miselia tumbuh dalam lumen sel tanpa merusak membran inang, yaitu tumbuh di antara membran plasma dan dinding sel tanaman (Bailey *et al.*, 1992).

Selama bertahan dan mengkolonisasi tanaman inang, sebagian besar Genus *Colletotrichum* mendapatkan makanan secara biotropik dan nekrotropik. Awalnya, nutrisi yang diperoleh kapang berasal dari sel hidup, setelah fase nekrotropik makanan diperoleh dari sel yang mati. Kapang berkembang dengan membentuk struktur infeksi termasuk tabung kecambah, apresorium, hifa intraselular primer dan hifa nekrotropik sekunder (Bailey *et al.*, 1992; Dickman, 2000). *Colletotrichum* spp. cenderung menghasilkan infeksi laten subkutikular pada buah yang mentah. Hal ini dikarenakan pada buah yang mentah kaya akan asam-asam organik dan senyawa fenol tetapi sedikit mengandung karbohidrat. Sebaliknya, buah yang masak, kaya akan karbohidrat namun sedikit mengandung asam-asam organik dan senyawa fenol. Oleh karena itu, selama pematangan buah, tabung kecambah mulai berkembang dari apresoria dan mempenetrasi kutikula epidermis. Hifa menginvasi jaringan buah lebih lanjut dan menimbulkan bercak nekrotik. Infeksi tersebut bersifat laten dalam bentuk apresorium sampai pelunakan atau pemasakan buah (Binyamini & Nadel, 1972; Brown, 1975; Agrios, 1997).

Proses infeksi juga melibatkan beberapa macam enzim yang dihasilkan oleh kapang patogen, seperti kitinase, selulase, pektinase dan poligalakturonase. Beberapa *Colletotrichum* spp. menghasilkan kitinase untuk mendegradasi kitin. Penelitian mengenai aktivitas kitinase telah dideteksi dalam filtrat kultur lebih dari 20 spesies kapang patogenik. Adanya kitinase pada tempat penetrasi menunjukkan keterlibatan kitinase dalam penetrasi kapang terhadap tanaman yang diserang (Bailey *et al.*, 1992; Podila *et al.*, 1995; Huang, 2001). Setelah berhasil menembus kutikula, hifa dari *Colletotrichum* spp. menghancurkan dinding sel epidermis dengan enzim pendegradasi dinding sel seperti poligalakturonase, pektinase dan protease. Kerusakan dinding sel tersebut dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan sel pada tanaman. Kapang ini secara cepat mengkolonisasi jaringan dan selanjutnya *aservulus* terbentuk melengkapi siklus hidupnya (Gambar 2) (Brown, 1975; Bailey *et al.*, 1992).



Gambar 2. Siklus hidup *Colletotrichum* spp.

Selain enzim, toksin juga dihasilkan oleh *Colletotrichum* spp. selama proses infeksi. Beberapa toksin telah berhasil diisolasi dari beberapa spesies anggota Genus *Colletotrichum*, misalnya *colletotrichin* dari *C. nicotianae* dan *C. capsici*, *colletopyron* dari *C. nicotianae* dan *aspergillo-marasmin* dari *C. gloeosporioides* (Bailey et al., 1992). Senyawa toksin mampu menimbulkan gejala penyakit karena secara langsung merusak protoplasma tanaman inang dan menyebabkan kematian sel. Toksin merusak sel tanaman dengan menurunkan permeabilitas membran sel dan dengan menonaktifkan atau menghambat enzim sehingga mengganggu reaksi enzimatik dalam tanaman. Sel-sel tanaman yang telah dirusak oleh kapang patogen tersebut menghasilkan bercak nekrotik (Holliday, 1980; Agrios, 1997).

2.3 Kapang *Trichoderma* spp. sebagai Agenasia Hayati

Upaya pengendalian penyakit antraknosa yang banyak dilakukan sampai saat ini adalah dengan aplikasi pestisida maupun fungisida sintetik. Fungisida sintetik dianggap lebih praktis, mudah diperoleh dan menunjukkan efek yang cepat. Adiyoga & Soetiarso (1999) melaporkan bahwa 80 % petani sayuran menggunakan

fungisida untuk mengendalikan penyakit tanaman. Akan tetapi, aplikasi fungisida tersebut sering meninggalkan residu yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia bila dikonsumsi, baik dalam bentuk sayur dan buah olahan maupun dalam bentuk segar (Duriat, 1994). Dampak lain dari residu fungisida adalah penolakan impor oleh banyak negara atas berbagai produk sayur dan buah yang mengandung residu fungisida dan pestisida lain (Caswell & Mojduszka, 1996).

Alternatif pengendalian penyakit pada tanaman dapat dilakukan melalui pengendalian hayati yang lebih ramah lingkungan. Salah satu agensia hayati terhadap penyakit antraknosa adalah dengan menggunakan kapang antagonis. Beberapa golongan kapang yang termasuk kapang antagonis yaitu *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Aspergillus* sp. dan sebagainya. Kapang antagonis tersebut merupakan kapang yang umum terdapat dalam tanah, mampu tumbuh dengan cepat dan bersifat antagonistik terhadap kapang lain (Abadi, 2003).

Trichoderma spp. adalah kapang saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang berbagai jenis kapang patogen penyebab penyakit pada tanaman. Kapang *Trichoderma* spp. memiliki tingkat pertumbuhan sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi. Trianto & Sumantri (2003 dalam Purwantisari & Hastuti, 2009) menyatakan bahwa mekanisme antagonis yang dilakukan *Trichoderma* spp. adalah berupa parasitisme, antibiosis dan mikoparasitisme.

Menurut Rifai (1969) jenis *Trichoderma* yang umum terdapat di Indonesia adalah *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. hamatum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. psudokoningii*, dan *T. viride*. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh kapang *Rhizoctonia solani*. *Trichoderma* spp. isolat Lampung mampu menekan pertumbuhan kapang *Fusarium oxysporum* pada tanaman pisang. Pemakaian *Trichoderma* spp. juga dapat mengendalikan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* (Trianto & Sumantri, 2003, dalam Purwantisari & Hastuti, 2009).

Trichoderma spp. sebagai salah satu agensia hayati memiliki keunggulan karena bersifat spesifik target, mengkoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan kapang patogen,

mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman. Pengaplikasian *Trichoderma* spp. dapat dilakukan melalui tanah secara langsung, melalui perlakuan benih maupun melalui kompos. Menurut Arwiyanto *et al.* (2007) *Trichoderma* spp. sebagai kapang antagonis mudah dibiakkan secara massal, mudah disimpan dalam waktu lama dan dapat diaplikasikan sebagai *seed furrow* dalam bentuk tepung atau butiran.

Perkembangbiakan *Trichoderma* spp. akan terjadi apabila hifa mengadakan kontak dengan bahan organik seperti kompos, bekatul atau beras jagung. Hapsari (2003) menunjukkan bahwa kapang *Trichoderma* spp. dapat bertahan selama tiga bulan jika disimpan dalam kulkas atau sebulan pada medium beras jagung yang telah difermentasi dan disimpan pada suhu kamar. Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pengemas antara lain *talk* dan kaolin (Trianto & Sumantri, 2003 dalam Purwantisari & Hastuti, 2009).

2.4 Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Kapang Patogen

Mikroba antagonis adalah mikroba yang mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap mikroba lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya. Antagonisme yang dilakukan meliputi (a) kompetisi nutrisi atau sesuatu yang lain dalam jumlah terbatas yang diperlukan oleh mikroba, (b) antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang lain oleh mikroba dan berbahaya bagi organisme patogen dan (c) predasi, hiperparasitisme maupun mikoparasitisme (Istikorini, 2002). Sifat antagonis kapang *Trichoderma* spp. telah banyak diteliti. Penginokulasian kapang tersebut ke dalam tanah dapat menekan serangan penyakit layu tanaman. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh toksin yang dihasilkan kapang ini mampu menekan pertumbuhan dan atau membunuh antagonisnya (Khairul, 2001).

Mekanisme antagonis *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen dilakukan melalui beberapa cara, antara lain kompetisi untuk mendapatkan ruang dan nutrisi, menghasilkan metabolit yang dapat menghambat perkecambahan spora patogen, berinteraksi dengan patogen melalui kontak langsung dan sintesis enzim hidrolitik yang bersifat toksik serta membunuh sel dengan antibiosis (Benitez *et al.*, 2004). Beberapa strain *Trichoderma* menghasilkan senyawa toksik yang bersifat volatil dan non-volatil, seperti *harzianic acid*,

alamethicins, *tricholin*, *peptaibols*, antibiotik, *6-penthy- α -pyrone*, *massoilactone*, *viridin*, *gliovirin*, *glisoprenins*, *heptelidic acid* serta beberapa senyawa toksik lain. *Gliovirin* merupakan senyawa yang sangat efektif untuk dijadikan sebagai agen pengendali hayati. Enzim pendegradasi dinding sel yang dihasilkan oleh *Trichoderma* adalah enzim kitinolitik dan glukanolitik (Noveriza & Quimio, 2010) serta proteolitik yang berperan dalam aktivitas mikoparasitisme.

Enzim-enzim kitinolitik terdiri atas kitinase (Lu *et al.*, 2004; Seidl, 2008). Kitinase adalah nama untuk golongan enzim yang mampu menghidrolisis ikatan β -1,4 pada kitin dan oligomer kitin. Kitin merupakan komponen penting dari dinding sel beberapa kapang patogen. Produksi kitinase oleh kapang antagonis antara lain berfungsi untuk merusak kitin dinding sel kapang patogen. Kitinase tersebut akan berdifusi ke dinding sel kapang patogen dan merusak dinding sel tersebut. Proses ini akan diikuti dengan pelilitan miselia kapang patogen dan sekresi senyawa peptida yaitu *peptaibol*. Bernitez *et al.* (2004) menyatakan bahwa *peptaibol* termasuk ke dalam kelas peptida linier yang memiliki aktivitas anti mikrobia yang tinggi dalam melawan bakteri Gram positif dan kapang. *Peptaibol* tersebut akan melubangi membran sel kapang patogen (Elad *et al.*, 1983). *Peptaibol* bersinergi dengan enzim pendegradasi dinding sel untuk menghambat pertumbuhan kapang patogen.

Mekanisme antagonis *Trichoderma* juga dapat dilakukan dengan mikoparasitisme. *Trichoderma* berinteraksi dengan patogen dan menyebabkan hifa patogen mengalami distorsi serta rusak. Mekanisme mikoparasitisme ini juga melibatkan perubahan morfologi, seperti pelinggaran hifa dan pembentukan appresorium. *Trichoderma* melekat pada patogen dengan mengikat senyawa lektin melalui dinding sel patogen. *Trichoderma* melingkari patogen dan membentuk appresorium kemudian menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel serta *peptaibols* yang membantu hifa *Trichoderma* masuk ke dalam lumen patogen dan mengasimilasi dinding sel (Benitez *et al.*, 2004).

Mekanisme perlindungan tanaman oleh *Trichoderma* tidak hanya melibatkan serangan terhadap patogen pengganggu tetapi juga melibatkan produksi beberapa metabolit sekunder yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan akar dan tanaman serta memacu mekanisme pertahanan tanaman itu sendiri (Shoresh & Harman, 2008; Contreras-Cornejo *et al.*, 2009). Hanson & Howell (2004)

menunjukkan bahwa endoxilanase, suatu enzim hidrolitik, yang dihasilkan *T. virens*, mampu menginduksi peningkatan produksi fitoaleksin dan terpenoid oleh tanaman. Endoxilanase dan senyawa penginduksi lainnya yang dihasilkan *T. virens* tidak menyebabkan nekrosis atau kematian sel tanaman. Penelitian terbaru dari Shores *et al.* (2010) memperkuat temuan Hanson dan Howell tersebut, yakni kemampuan kapang biokontrol dalam memicu tanaman memproduksi berbagai senyawa yang membantu tanaman mengatasi gangguan patogen serta mengatasi berbagai cekaman lingkungan.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Desember 2011 sampai dengan Bulan Juni 2012. Penelitian dikerjakan di Laboratorium Terpadu Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro), Kota Batu, Propinsi Jawa Timur. Sampel berupa bagian daun, tangkai daun dan buah stroberi yang bergejala antraknosa serta tanah diambil di kebun petani stroberi daerah Pandan Rejo-Kota Batu, kebun stroberi di kebun percobaan Tlekung serta kebun percobaan Kliran-Kota Batu pada Bulan Januari 2012.

3.2 Isolasi Kapang Patogen

Sampel tanaman diambil menurut metode *search sampling* yaitu dengan cara mengamati langsung bagian tanaman stroberi yang terserang antraknosa yaitu dengan ciri pada bagian daun terdapat bercak *nekrotik* kecoklatan yang menandakan adanya nekrosis dan pada bagian buah dan tangkai daun terdapat bagian yang berwarna coklat, busuk dan kering. Bagian tanaman yang menunjukkan gejala terserang penyakit diambil, disimpan dalam plastik dan dibawa ke laboratorium. Sampel diambil sesuai jumlah yang ada di lapang atau maksimal tiga sampel untuk masing-masing bagian tanaman.

Kapang patogen diisolasi dengan menggunakan teknik *direct plating* (Malloch, 1997). Daun yang menunjukkan gejala antraknosa diiris atau disayat tipis secara melintang pada batas antara bagian daun yang sakit dan yang sehat. Irisan daun, tangkai daun dan buah disterilisasi dengan cara dicelupkan berturut-turut pada larutan akuades steril:alkohol 70 %: akuades steril masing-masing selama 30 detik:60 detik: 30 detik menggunakan pinset selanjutnya ditiriskan di atas kertas saring atau kertas tissue. Irisan daun yang sudah steril permukaannya kemudian diletakkan secara aseptis pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang mengandung 50 mg/L terramycin. Biakan diinkubasi pada suhu 25 °C selama kurang lebih 72 jam. Koloni kapang yang tumbuh kemudian diisolasi dengan cara disubkultur pada media PDA yang mengandung 50 mg/L terramycin dan diinkubasi selama tujuh hari pada suhu 25 °C.

3.3 Isolasi Kapang *Trichoderma* spp.

Sampel tanah untuk isolasi kapang *Trichoderma* spp. diambil menurut metode *search sampling* yaitu diambil dari tanah yang ditanami tanaman stroberi bergejala antraknosa. Sampel tanah diambil dengan menggunakan bor tanah pada kedalaman 0-10 cm dari permukaan tanah. Sampel tanah kemudian dimasukkan dalam kantong plastik untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium.

Trichoderma spp. diisolasi dengan menggunakan metode pengenceran (*dilution method*) menurut Srilakshmi *et al.* (2001). Sampel tanah diambil sebanyak 1 g dengan cara ditimbang menggunakan timbangan digital dan disuspensikan ke dalam 9 mL akuades steril pada tabung reaksi untuk selanjutnya dilakukan seri pengenceran sampai 10^{-5} . Suspensi sampel pada setiap tingkat pengenceran diambil 0,1 mL dan dinokulasikan ke dalam cawan petri steril untuk di *pour plate*. Masing-masing cawan yang berisi suspensi sampel tersebut dituangi dengan medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang mengandung 50 mg/L terramycin (Aryantha & Guest, 2006). Biakan kemudian diinkubasi pada suhu 25 °C selama tujuh hari. Koloni kapang *Trichoderma* spp. yang tumbuh diisolasi dengan cara dicuplik menggunakan jarum enten dan diinokulasikan pada media PDA kemudian diinkubasikan selama lima hari pada suhu 25 °C.

3.4 Pemurnian Isolat Kapang

Isolat-isolat kapang patogen dan *Trichoderma* spp. dimurnikan dengan teknik monospora menurut Funder (1953). Masing-masing isolat kapang yang sudah membentuk spora diambil sporanya sebanyak satu oose kemudian disuspensikan dalam 40 µL akuades steril yang mengandung 20 µL Tween 80 pada gelas obyek. Suspensi spora diambil dengan menggunakan jarum oose dan digoreskan pada permukaan medium PDA pada cawan petri secara *continuous streak*. Biakan spora diinkubasikan selama 10-18 jam pada suhu 25 °C (sampai spora berkecambah). Satu spora yang berkecambah dicuplik, kemudian dipindahkan ke dalam medium PDA yang baru dalam cawan petri. Biakan diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu 25 °C. Koloni kapang yang tumbuh merupakan isolat murni yang berasal dari satu spora (isolat monospora). Isolat kapang yang sudah murni digunakan untuk uji antagonis dan identifikasi berdasarkan karakter fenotip.

3.5. Identifikasi Kapang Patogen dan *Trichoderma* spp.

Kapang patogen dan *Trichoderma* spp. diidentifikasi berdasarkan karakter fenotip yang diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Karakter morfologi koloni isolat yang diamati secara makroskopis meliputi diameter, bentuk, tepi, permukaan dan warna koloni. Karakter kapang yang diamati secara mikroskopis meliputi struktur hifa, bentuk konidia, konidiofor dan lain-lain. Bagian-bagian dari kapang yang diamati secara mikroskopis tersebut dilakukan dengan pengamatan preparat yang diwarnai dengan menggunakan *lactophenol cotton blue* (LCB) dan pengamatan dengan pembuatan suspensi kultur. Pengamatan struktur preparat kapang dilakukan dengan cara biakan kapang dicuplik dengan menggunakan jarum enten dan diletakkan pada gelas obyek yang telah ditetesi dengan LCB. Hifa kapang diurai menggunakan jarum enten dengan bantuan mikroskop stereo. Hifa yang telah terurai ditutup dengan gelas penutup dan diamati menggunakan mikroskop *Olympus BX51* yang terhubung kamera *Evolution™ LC Color Olympus U-PMTVC* mulai dari perbesaran terendah sampai perbesaran tertinggi.

Karakter-karakter dari isolat kapang patogen dan kapang *Trichoderma* spp. dianalisis secara numerik menggunakan program CLAD 97 untuk mengetahui nilai similaritas fenotip. Isolat acuan yang digunakan untuk kapang antagonis yaitu *Trichoderma harzianum*, *T. koningii* dan *T. viride* yang diperoleh dari koleksi Balitjestro, Batu. Isolat yang memiliki karakter fenotip sesuai dengan parameter atau variabel uji diberi tanda positif (+), sedangkan isolat yang tidak memiliki karakter fenotip bersangkutan diberi tanda negatif (-). Karakter fenotip yang bertanda positif (+) diubah menjadi angka 1 sedangkan yang bertanda negatif (-) diubah menjadi angka 0 agar dapat dianalisis dengan program CLAD 97. Nilai silmilaritas ditentukan dengan *simple matching method* (SS_M) menggunakan persamaan 1 (Sembiring, 2002 dalam Suharjono, 2008).

$$SS_M = \frac{(a + d)}{(a + b + c + d)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

a = jumlah karakter yang (+) untuk kedua isolat;

b = jumlah karakter yang (+) untuk isolat pertama dan (-) untuk isolat kedua;

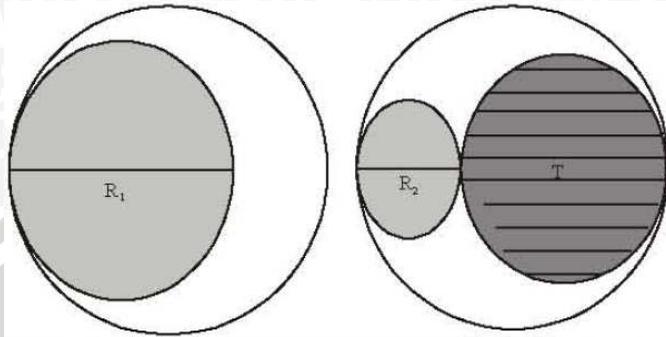
c = jumlah karakter yang (-) untuk isolat yang pertama dan (+) untuk isolat yang kedua;

d = jumlah karakter yang (-) untuk kedua isolat.

3.6 Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap Kapang Patogen secara *in vitro*

Percobaan untuk uji antagonisme atau penghambatan kapang *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Kombinasi perlakuan pada percobaan tersebut adalah jenis kapang *Trichoderma* dan waktu penginokulasian kapang. Kombinasi waktu penginokulasian kapang yaitu (a) inokulasi kapang antagonis (*Trichoderma* spp.) dilakukan bersamaan dengan inokulasi kapang patogen; (b) inokulasi kapang antagonis terlebih dahulu (48 jam) kemudian diinokulasikan kapang patogen; (c) inokulasi kapang patogen terlebih dulu (48 jam) kemudian diinokulasikan kapang antagonis. Parameter yang diamati yaitu persentase penghambatan kapang *Trichoderma* terhadap pertumbuhan kapang patogen.

Uji penghambatan kapang patogen oleh *Trichoderma* dilakukan dengan mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*) (Benhamou & Chet, 1993). Isolat kapang patogen maupun isolat *Trichoderma* yang telah murni, dilubangi dengan menggunakan pelubang gabus atau *corc borrer* dimana pelubangan dilakukan dalam satu baris lingkaran. Hasil cuplikan masing-masing isolat tersebut diinokulasikan pada medium PDA dengan jarak 3 cm pada cawan petri (Gambar 3) sesuai dengan kombinasi perlakuan. Biakan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 28 °C. Koloni kapang patogen yang tumbuh diukur jarak pertumbuhan koloninya (diameter) pada biakan dengan adanya *Trichoderma* serta dibandingkan dengan biakan kontrol yaitu tanpa *Trichoderma* spp. pada cawan yang diinokulasi *Colletotrichum* spp.



Gambar 3. *Dual culture method*

T = *Trichoderma* spp.; R1 & R2 koloni kapang patogen

Persentase penghambatan dihitung dengan menggunakan persamaan 2 (Anggraeni & Suharti, 1996 dalam Dewi, 2000).

$$P = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- P = persentase penghambatan *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen
- R₁ = jarak pertumbuhan kapang patogen pada kontrol
- R₂ = jarak pertumbuhan kapang patogen yang diinokulasi dengan *Trichoderma* spp.

3.7 Uji Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap Kapang Patogen secara *in vivo*

Percobaan untuk uji antagonisme atau penghambatan kapang *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen secara *in vivo* dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat ulangan. Kombinasi perlakuan pada percobaan tersebut antara lain:

- a. Bagian permukaan daun stroberi tanpa disemprot suspensi spora *Trichoderma* spp. dan suspensi kapang patogen (hanya disemprot akuades steril)
- b. Bagian permukaan daun stroberi hanya disemprot suspensi spora *Trichoderma* spp. (kontrol negatif)
- c. Bagian permukaan daun stroberi hanya disemprot suspensi suspensi spora kapang patogen (kontrol positif)

- d. Bagian permukaan daun stroberi disemprot suspensi spora *Trichoderma* spp. dan suspensi spora kapang patogen secara bersamaan
- e. Bagian permukaan daun stroberi disemprot suspensi spora kapang patogen terlebih dahulu (inkubasi dua hari) kemudian disemprot suspensi spora *Trichoderma* spp.
- f. Bagian permukaan daun stroberi disemprot suspensi spora *Trichoderma* spp. terlebih dahulu (inkubasi dua hari) kemudian disemprot suspensi spora kapang patogen.

Parameter yang diamati yaitu persentase intensitas serangan atau kejadian penyakit pada permukaan daun, masa inkubasi, jumlah daun, jumlah bunga dan jumlah buah. Pembuatan suspensi spora dilakukan untuk persiapan aplikasi pada tanaman stroberi. Suspensi spora kapang patogen disiapkan dengan cara biakan murni yang sudah membentuk spora pada medium PDA dalam cawan petri ditambahkan dengan akuades steril sebanyak 10 mL yang mengandung Tween 20, kemudian dengan bantuan kuas gambar no.5, permukaan koloni dikikis secara perlahan sehingga bagian atas terlepas dan diperoleh suspensi spora. Suspensi awal tersebut kemudian didiamkan selama 5 menit. Suspensi spora selanjutnya dimasukkan dalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan dengan akuades steril sehingga volumenya menjadi 100 mL kemudian dikocok perlahan untuk memisahkan spora dari miselium (Burns & Benson, 2000). Suspensi setelah itu disaring dengan menggunakan kain penyaring. Suspensi spora kemudian ditetaskan pada *haemocytometer* untuk dihitung kerapatannya. Kerapatan spora yang digunakan untuk aplikasi adalah 10^8 spora/mL akuades steril (Prayogo & Hardaningsih, 2001). Kerapatan spora dihitung menggunakan rumus 3 (Gabriel & Riyatno dalam Sulistyorini *et al.*, 1995).

$$S = \frac{(t \times d)}{(n \times 0,25)} \times 10^6 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- S = jumlah spora
- d = faktor pengenceran
- t = total spora dalam semua kotak hitung
- n = jumlah semua kotak yang dihitung

Persiapan pembuatan suspensi spora kapang *Trichoderma* spp. dilakukan sama seperti pada pembuatan suspensi spora kapang patogen. Suspensi spora yang siap diaplikasikan kemudian diambil satu tetes menggunakan pipet tetes dan dihitung dengan menggunakan *haemocytometer* untuk menentukan kerapatan sporanya (Prayogo & Hardaningsih, 2001). Kerapatan spora yang digunakan untuk aplikasi adalah 10^6 - 10^8 spora/mL akuades steril (Julak, 2006). Kerapatan spora dihitung menggunakan rumus 3.

Benih tanaman stroberi varietas lokal Brastagi dan varietas California dibeli dari petani stroberi dengan umur tanaman \pm 3 bulan dan dalam kondisi yang tidak berpenyakit. Tanaman dipindahkan pada media baru dalam polybag dengan komposisi utamanya adalah tanah gunung atau tanah andosol yang telah disterilisasi. Sebelum dilakukan penanaman pada media tanam yang baru, bagian akar tanaman dicuci menggunakan air yang selanjutnya direndam dalam larutan fungisida Ridomil yang berbahan aktif *mefenoksam* 4 % dan *mankozeb* 64 % selama 1 menit dan selanjutnya dicuci kembali dengan air. Tanaman kemudian siap ditanam dan diaklimatisasi sampai tanaman terlihat tegak (tidak layu).

Tanaman yang telah siap untuk diapikasi dengan suspensi kapang diletakkan pada lahan uji dengan peletakan secara acak dan telah diberi label sesuai perlakuan. Bagian tanaman yang disemprot adalah pada bagian daun secara merata dan ketika suspensi *Trichoderma* yang disemprotkan maka bagian tanah juga disemprot. Permukaan daun yang akan disemprot suspensi terlebih dahulu disterilisasi dengan menggunakan etanol 70 %. Suspensi spora kapang dengan densitas 10^6 - 10^8 spora/mL air disemprotkan pada permukaan daun yang sudah steril sesuai dengan kombinasi perlakuan. Tanaman uji selanjutnya disungkup dengan plastik tembus pandang dan dilakukan pengamatan selama empat minggu. Pengamatan dilakukan pada bagian permukaan daun serta berbagai kondisi fisiologis tanaman seperti jumlah buah dan bunga serta faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembaban udara. Pengukuran suhu dan kelembaban udara menggunakan *thermohyrometer*.

Intensitas infeksi yang diakibatkan oleh kapang patogen pada tanaman dihitung dengan skoring. Skoring yang digunakan pada penelitian yaitu skor 0 = tidak menunjukkan adanya gejala penyakit pada daun, 1 = \leq 20 % menunjukkan adanya gejala, 2 = 21 – 40 % terdapat gejala penyakit, 3 = 41 – 60 % terdapat gejala penyakit, 4 =

≥ 60 % terdapat gejala penyakit. Nilai skoring yang diperoleh digunakan pada perhitungan persentase intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi. Persentase intensitas serangan dihitung dengan rumus 4 (Filonow & Dole, 1999):

$$I = \frac{\sum (n \times V)}{Z \times N} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- I** = intensitas serangan
- n** = jumlah daun yang terserang pada tiap skoring
- V** = nilai skor pada tiap daun yang terserang
- Z** = nilai skor tertinggi
- N** = jumlah daun yang diamati dalam satu polybag

Data persentase kejadian penyakit antraknosa pada tanaman stroberi dianalisis varians yang dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95 % dan uji nonparametrik (*Kruskal-wallis*). Analisis statistik data tersebut menggunakan program SPSS versi 16 *for windows*.

3.8 Pengamatan Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara *Trichoderma* spp. dengan Kapang Patogen

Uji mekanisme penghambatan kapang patogen oleh *Trichoderma* spp. dilakukan menurut Aryantha & Guest (2006) yang dimodifikasi. Metode yang digunakan yaitu gelas obyek steril dimasukkan dalam cawan petri steril kemudian dituangi dengan media PDA sebagai media pertumbuhan kapang. Pada bagian tepi cawan berisi media diinokulasikan kapang patogen dengan menggunakan jarum enten dan pada sisi yang berlawanan diinokulasikan pula kapang antagonis (*Trichoderma*). Cawan petri kemudian ditutup dan diinkubasi pada suhu 25 °C selama tujuh hari. Pewarna *lactophenol cotton blue* (LCB) ditetaskan pada pertemuan hifa kapang patogen dan antagonis kemudian ditutup dengan gelas penutup. Biakan yang tumbuh diamati mekanisme interaksi yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop *Olympus BX51* yang terhubung kamera *Evolution™ LC Color Olympus U-PMTVC* mulai dari perbesaran terendah sampai perbesaran tertinggi.

3.9 Pengamatan Jaringan Tanaman yang Terinfeksi Kapang Patogen

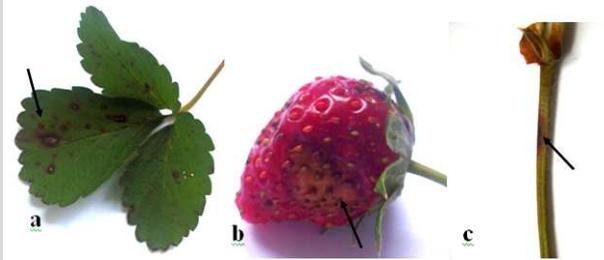
Daun dan tangkai daun yang terserang gejala antraknosa digunakan untuk pembuatan preparat jaringan. Daun dan tangkai daun disayat tipis menggunakan silet tajam serta *sterofoam* atau wortel untuk membantu menjepit irisan daun. Hasil irisan kemudian diletakkan di dalam cawan petri berisi larutan safranin, dengan bantuan kuas gambar, irisan diambil dan diletakkan di atas gelas obyek yang kemudian ditutup dengan gelas penutup. Selanjutnya preparat sederhana tersebut diamati dengan menggunakan mikroskop *Olympus BX51* pada perbesaran terkecil hingga perbesaran 400x.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapang Patogen Hasil Isolasi

Kapang patogen berhasil diisolasi dari tiga bagian tanaman stroberi yang menunjukkan gejala antraknosa pada tiga lokasi pengambilan sampel. Gejala penyakit tersebut yaitu adanya bercak hitam keabu-abuan pada daun, diameter becak antara 2-4 mm, daun dapat memiliki banyak bercak namun tidak sampai mati (Gambar 4a). Buah sakit memiliki gejala luka berbentuk bulat, berwarna kecoklatan dengan adanya massa spora berwarna merah muda kekuningan (Gambar 4b) sedangkan pada tangkai daun dan stolon juga mengalami infeksi dengan ciri adanya luka berbentuk bulat dan berwarna merah kecoklatan (Gambar 4c). Enam dari sepuluh kapang patogen hasil isolasi (Tabel 2) memiliki ciri makroskopis dan mikroskopis seperti biakan *Colletotrichum* spp. (kapang patogen penyebab antraknosa) (Tabel 3).



Gambar 4. Gejala antraknosa pada tanaman stroberi
(a) bercak pada daun, (b) busuk pada buah, dan (c)
bercak pada tangkai daun

Karakteristik koloni kapang pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) setelah tujuh hari inkubasi, suhu 28 °C memiliki pigmentasi atas putih dan semakin lama bagian pusat berwarna oranye kecoklatan dan bagian bawah berwarna kecoklatan, seta tidak terdapat pada kultur, beberapa koloni memiliki tekstur permukaan atas yang halus dan beberapa kasar (Gambar 5). Akhter *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa *acervuli* dan seta diproduksi setelah tiga minggu inkubasi pada suhu 28 °C di media PDA. Ukuran seta berkisar antara 24-80 μm panjangnya dan 4-6 μm untuk ukuran diameter. Warna koloni *C. fragariae* pada media PDA yaitu

berwarna *beige* (warna antara abu-abu dan coklat sampai abu-abu gelap), koloni *C. gloeosporioides* berwarna putih dan selanjutnya akan berwarna abu-abu gelap sedangkan koloni *C. acutatum* berwarna putih untuk 4-5 hari yang selanjutnya akan berubah menjadi coklat keabu-abuan.

Berdasarkan pertumbuhannya, koloni kapang setelah tujuh hari masa inkubasi mencapai rata-rata diameter 5,9-6,9 cm. Menurut Smith & Black (1990) *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. acutatum* dan *C. fragariae* dapat dibedakan berdasarkan pertumbuhannya pada medium PDA terutama pada suhu 32 °C dengan rata-rata diameter koloni pada hari kelima *C. acutatum*, *C. gloeosporioides* dan *C. fragariae* berturut-turut 13 mm, 63 mm dan 69 mm. Berdasarkan karakteristik makroskopis maka kapang patogen yang telah berhasil diisolasi dapat diindikasikan sebagai kapang *Colletotrichum* spp. dan mendekati karakter *C. fragariae*.

Tabel 2. Isolat kapang patogen berdasarkan asalnya

Kode Isolat	Asal sampel	Varietas tanaman	Organ
TLT1	Tlekung, Batu	Lokal Brastagi	tangkai daun
TLT2	Tlekung, Batu	Lokal Brastagi	tangkai daun
PRD2	Pandanrejo, Batu	California	daun
TLD1	Tlekung, Batu	Lokal Brastagi	daun
PRB1	Pandanrejo, Batu	California	buah
PRB3	Pandanrejo, Batu	California	buah

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa konidia dari keenam isolat hasil isolasi memiliki ciri yang sama yaitu hialin, konidia berbentuk *obovate*, lurus dengan ukuran panjang antara 38,7-43,9 μm x 4-5 μm untuk ukuran lebar sedangkan konidia yang muncul dari konidiofor berukuran antara 17-18 μm x 4-5,1 μm (Gambar 5c dan 5d). Hifa kapang patogen memiliki karakteristik hialin, bersekat tebal dan hifa bercabang. Bentuk konidia dari *Colletotrichum* menurut Gunnell & Gubler (1992) yaitu untuk *C. fragariae* konidianya berbentuk *obovate*, lurus atau kadangkala sedikit melengkung. Konidia *C. acutatum* berbentuk *elliptic* atau bulat panjang sampai bentuk *fusiform*. Konidia *C. gloeosporioides* membujur (*oblong*) dengan ujung yang tumpul, lurus, lebih pendek dan lebih luas jika dibandingkan dengan konidia pada dua isolat yang

lain. Hifa *C. fragariae*, *C. acutatum*, dan *C. gloeosporioides* adalah bersekat, bercabang dan hialin.

Tabel 3. Perbandingan karakteristik isolat *Colletotrichum* dan kapang patogen hasil isolasi

Isolat	Morfologi konidia		Karakteristik pada media PDA ^a		
	bentuk	panjang (µm)	lebar (µm)	diameter (cm)	
TLT1	<i>Obovate</i>	40,3 17-18 ^b	4,9 4-5,1 ^c	Putih, oranye kecoklatan Putih, oranye kecoklatan	5,9
TLT2	<i>Obovate</i>	40,6	5	Putih, oranye kecoklatan	5,9
PRD2	<i>Obovate</i>	39,7	5,3	Putih, oranye kecoklatan	6,2
TLD1	<i>Obovate</i>	41,1	4,9	Putih, oranye kecoklatan	6,5
PRB1	<i>Obovate</i>	38,7	4,5	Putih, oranye kecoklatan	5,8
PRB3	<i>Obovate</i>	43,9	4,1	Putih, oranye kecoklatan	6,1
<i>C. fragariae</i> ^d	<i>Obovate</i>	18	4	Putih, coklat keabuan	6,9 ^e
<i>C. acutatum</i> ^d	<i>Elliptic</i> , <i>fusiform</i>	15,5	3,7	Putih, coklat keabuan	6,3 ^e
<i>C. gloeosporioides</i> ^d	<i>Oblong</i> , <i>cylindrical</i>	15	4,3	Abu-abu gelap	6,3 ^e

^aPengamatan pada hari ketujuh

^bUkuran panjang konidia yang muncul pada konidiofor

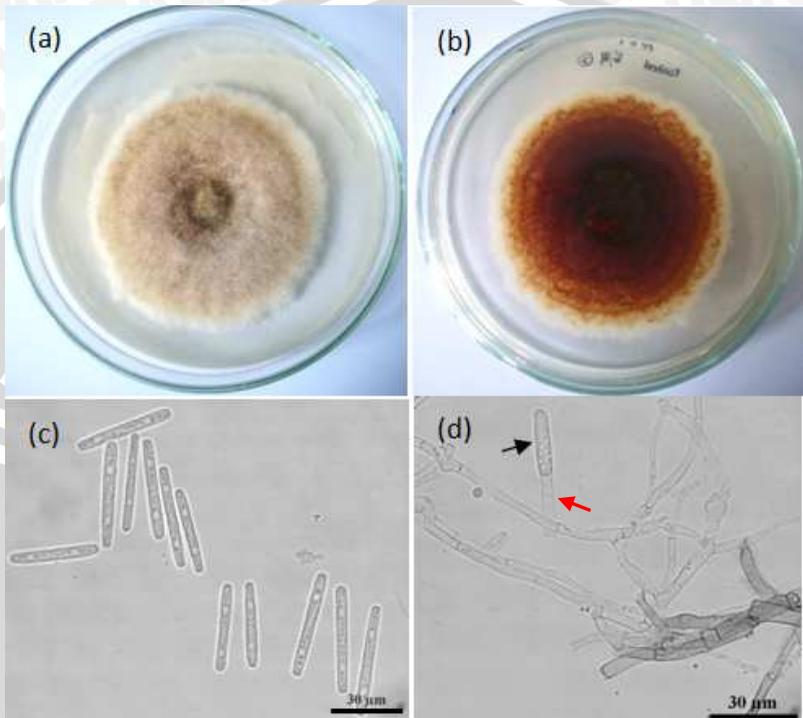
^cUkuran lebar konidia yang muncul pada konidiofor

^d*Colletotrichum* acuan menurut Gunnell & Gubler (1992)

^eDiameter koloni pada hari kelima inkubasi (Gunnell & Gubler, 1992)

Berdasarkan deskripsi dari bentuk konidia dan karakteristik koloni maka isolat hasil isolasi diduga sebagai kapang anggota Genus *Colletotrichum* akan tetapi jika dibandingkan dengan ukuran konidia maka terdapat perbedaan pada rata-rata ukuran konidia dari tiga spesies anggota Genus *Colletotrichum* menurut Gunnell & Gubler (1992) yaitu 18 µm x 4 µm, 15,5 µm x 3,7 µm dan 15 µm x 4,3 µm secara berurutan untuk *C. fragariae*, *C. acutatum*, dan *C. gloeosporioides*. Konidia dari kapang hasil isolasi memiliki ukuran dua kali lebih panjang daripada deskripsi ukuran konidia menurut Gunnell dan Gubler namun untuk konidia yang muncul dari

konidiofor berukuran relatif sama dengan ukuran konidia *C. fragariae*.

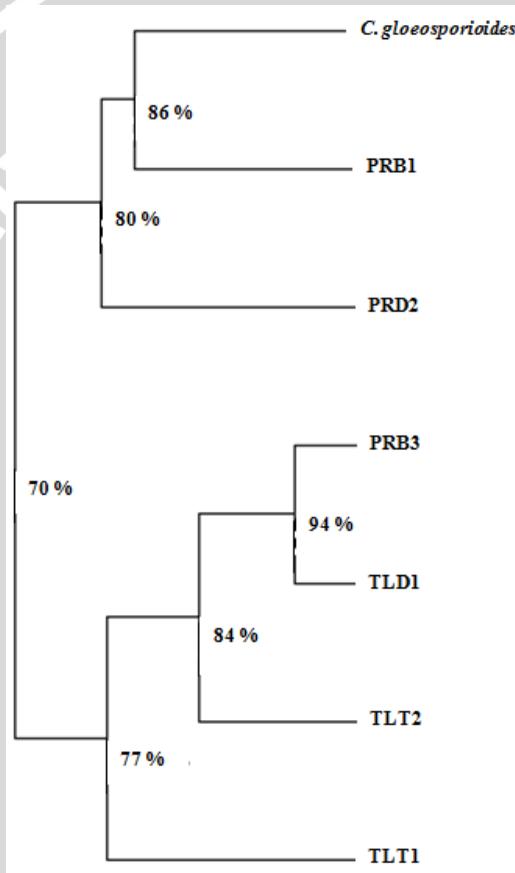


Gambar 5. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi

(a&b) biakan kapang patogen pada media PDA, 28 °C pada hari ketujuh, tampak atas dan bawah; **(c)** konidia kapang patogen; **(d)** konidia (anak panah hitam) muncul dari konidiofor (anak panah merah) (perbesaran 400x)

Similaritas atau kemiripan secara fenotipik antarenam isolat kapang patogen dengan isolat acuan *Colletotrichum gloeosporioides* (Gunnell & Gubler, 1992) dianalisis berdasarkan karakteristik makroskopis maupun mikroskopis secara lebih terperinci (Lampiran 3). Hasil konstruksi dendogram (Gambar 6) menunjukkan bahwa isolat yang memiliki similaritas lebih dari 80 % atau berada dalam satu genus adalah isolat PRB3 dengan TLD1 (94 %) dan antara dua isolat tersebut dengan isolat TLT2 (84 %). Isolat PRB1 memiliki

nilai similaritas sebesar 86 % terhadap isolat acuan *C.gloeosporioides* sedangkan isolat PRD2 memiliki nilai similaritas sebesar 80 % terhadap isolat acuan *C.gloeosporioides*. Berdasarkan nilai similaritas tersebut diduga bahwa isolat patogen PRB1 dan PRD2 berada dalam Genus *Colletotrichum* tetapi bukan termasuk spesies *C. gloeosporioides*.



Gambar 6. Konstruksi dendogram enam isolat kapang patogen

Konstruksi dendogram atau matriks similaritas dibuat untuk memperlihatkan hubungan individual antarisolat berdasarkan koefisien persentase similaritas di antara isolat-isolat tersebut (Priest, 1993). Nilai similaritas memiliki kisaran tertentu sehingga antarisolat

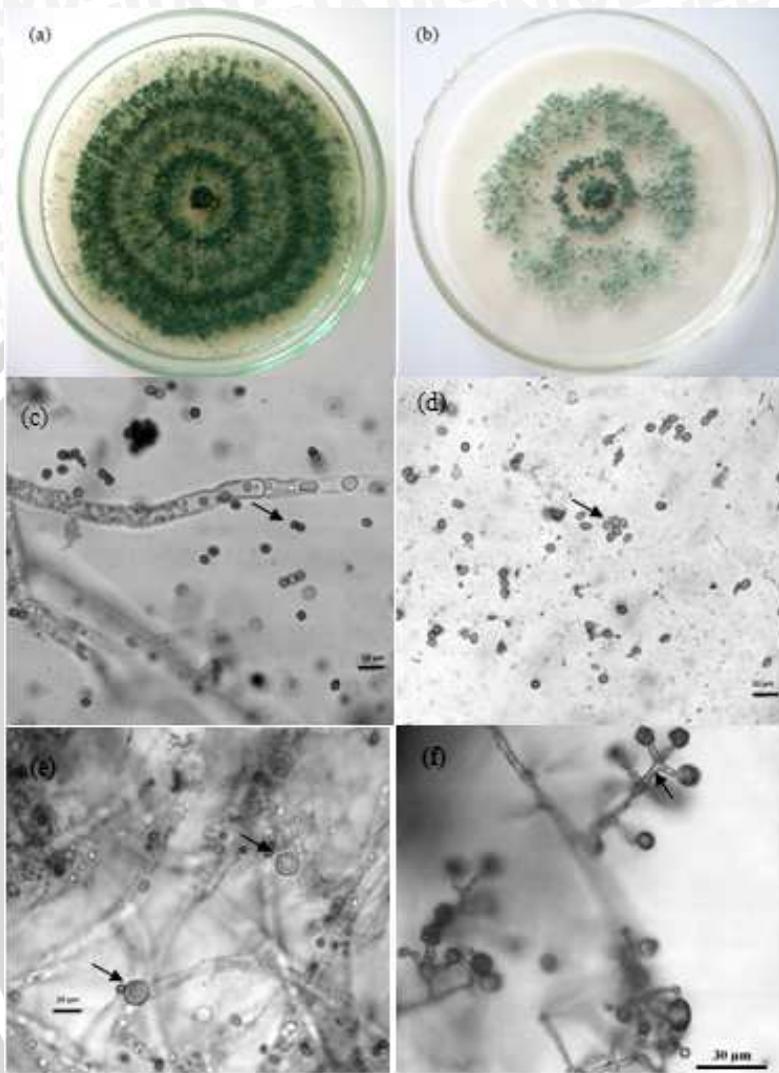
dapat dikelompokkan dalam tingkatan spesies, genus maupun famili berdasarkan persentase kemiripannya.

Nilai similaritas fenotipik antarisolat lebih dari 80 % menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut berada dalam satu genus, sedangkan nilai similaritas fenotipik kurang dari 80 % menunjukkan bahwa antarisolat tidak berada dalam satu genus (Prescott *et al.*, 2002). Rahayu (2009) menyebutkan bahwa satu genus memiliki nilai similaritas sebesar 89-99 %, sedangkan pada satu spesies nilai similaritasnya sebesar 99 % dan nilai similaritas 100 % dapat dinyatakan sebagai satu strain.

4.2 *Trichoderma* spp. Hasil Isolasi

Kapang *Trichoderma* spp. berhasil diisolasi dari sampel tanah di daerah Kliran. Karakteristik dua biakan *Trichoderma* hasil isolasi (TKL1 dan TKL2) pada media PDA masa inkubasi tujuh hari, suhu 28 °C memiliki pigmentasi koloni berwarna hijau tua pada TKL1 dan hijau lebih muda pada isolat TKL2. Garis radial terlihat jelas pada isolat TKL1 dibandingkan isolat TKL2 dan pertumbuhan TKL1 lebih cepat yaitu diameter koloni pada hari keempat telah mencapai ukuran sembilan sentimeter sedangkan diameter isolat TKL2 yaitu 7,35 cm. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis, isolat TKL1 memiliki bentuk konidia bulat sedangkan TKL2 memiliki konidia berbentuk oval, kladospora terdapat pada dua isolat tersebut dan konidiofor bercabang (Gambar 7).

Isolat TKL1 diduga sebagai *T. harzianum* dan/atau diduga pula sebagai *T. viride* sedangkan isolat TKL2 memiliki ciri yang mengarah pada *T. koningii*. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan perbandingan deskripsi makroskopis maupun mikroskopis antara isolat hasil isolasi (TKL1 dan TKL2) dengan isolat acuan *T. harzianum*, *T. koningii* dan *T. viride* (Tabel 4).



Gambar 7. Karakteristik kapang *Trichoderma* spp. hasil isolasi
(a) biakan TKL1 inkubasi 7 hari, 28 °C, media PDA; **(b)** biakan TKL2 inkubasi 7 hari, 28 °C, media PDA; **(c)** konidia bulat TKL1; **(d)** konidia oval TKL2; **(e)** klamidospora (anak panah); **(f)** percabangan konidiofor (anak panah) (perbesaran 400x)
 Bar=10 μm (c-e), 30 μm (f).

Tabel 4. Perbandingan karakteristik antar isolat *Trichoderma*

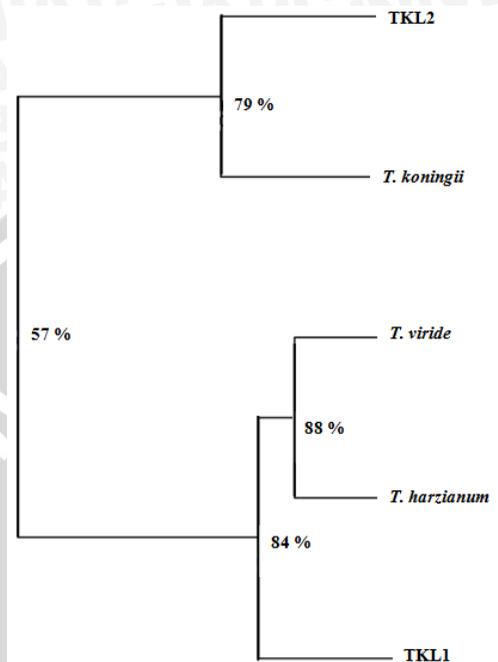
Isolat	Morfologi koloni ^a		Ciri mikroskopis ^b		
	Pigmentasi	Garis radial	Konidia ^c	Klamido-spora	Konidio-for
TKL1	hijau gelap koloni putih dengan warna hijau muda	ada, jelas	bulat; 3,7 µm	bulat; 10x8,7 µm	bercabang
TKL2	gelap, sedikit warna kuning koloni putih	ada, jelas	bulat; 3,74 µm	bulat; 9,5x8,6 µm	bercabang
<i>Trichoderma harzianum</i>	dengan warna hijau muda koloni hijau	tidak ada	oval; 4,1 µm	11,5x10,1 µm	bercabang
<i>Trichoderma koningii</i>	gelap, sedikit warna kuning	ada	bulat; 3,5 µm	bulat; 9,6x7,6 µm	bercabang

^a. Pengamatan setelah inkubasi 7 hari, 28 °C, koloni ditumbuhkan pada media PDA

^b. Pengamatan mikroskopis dengan mikroskop Olympus BX51, perbesaran 400x

^c. Ukuran yang tertera adalah diameter konidia

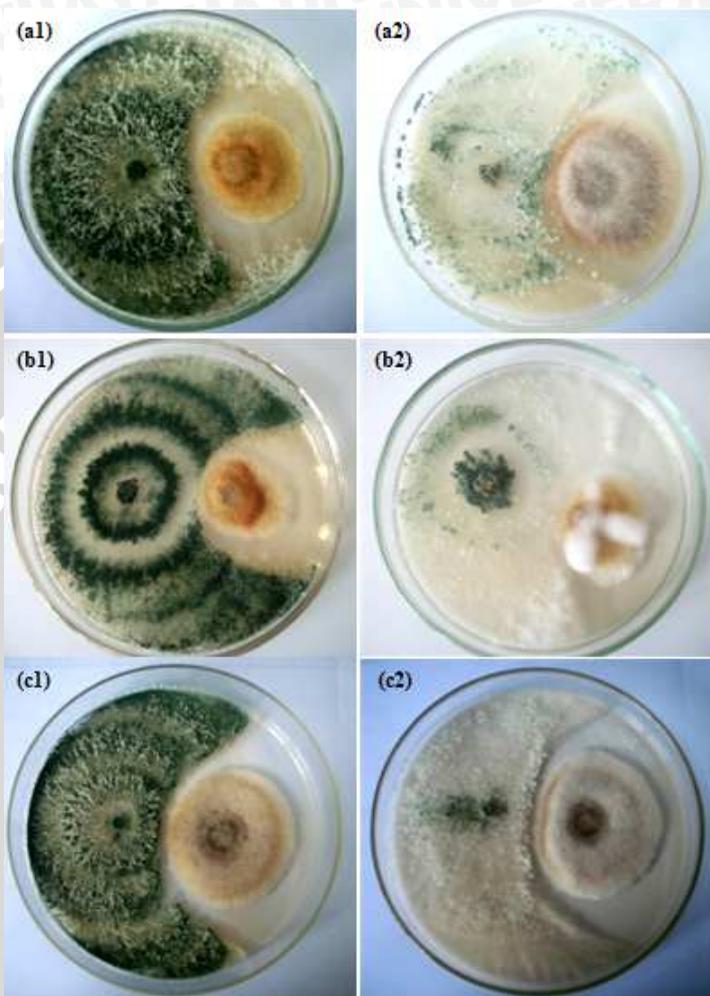
Konstruksi dendrogram pada kelima isolat *Trichoderma* (Gambar 8) yang dibuat berdasarkan karakteristik masing-masing isolat (Lampiran 4) menunjukkan bahwa isolat TKL2 memiliki nilai similaritas sebesar 79 % dengan *T. koningii*, sedangkan isolat TKL1 memiliki nilai similaritas sebesar 84 % dengan *T. viride* dan *T. harzianum*. Nilai similaritas antara isolat acuan *T. viride* dan *T. harzianum* sebesar 88 % yang diasumsikan bahwa isolat tersebut berada dalam satu genus. Akan tetapi nilai similaritas antara isolat acuan *T. koningii* dengan *T. viride* dan *T. harzianum* sekitar 57 % sehingga kurang memenuhi asumsi bahwa ketiga isolat acuan tersebut berada dalam satu Genus *Trichoderma*. Hal ini dapat disebabkan karakteristik yang digunakan kurang banyak dan kurang spesifik. Menurut Priest (1993) diperlukan kurang lebih 50-200 karakter yang meliputi karakteristik biokimia (termasuk sensitivitas terhadap antibiotik), morfologi, dan karakter koloni untuk menentukan derajat similaritas diantara beberapa organisme dalam pembuatan taksonomi numerik (taksonomi fenetik).



Gambar 8. Konstruksi dendrogram antar isolat *Trichoderma spp.* dengan isolat acuan

4.3 Antagonisme antara *Trichoderma spp.* (TKL1 dan TKL2) dengan Kapang Patogen Hasil Isolasi (PRB3) secara *in vitro*

Pola penghambatan antara dua isolat antagonis (koloni berwarna hijau) terhadap kapang patogen (koloni berwarna putih kecoklatan) diamati pada hari ke tujuh inkubasi (Gambar 9). Dua kapang antagonis (*Trichoderma spp.*) yang diinokulasikan mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen (PRB3) pada tiga perlakuan berbeda. Kedua kapang antagonis tersebut menghambat pertumbuhan kapang patogen tanpa membentuk adanya zona bening sebagai zona hambat, akan tetapi koloni kapang patogen berhenti tumbuh ketika kapang antagonis mulai mendekati koloni patogen. Hal ini dimungkinkan karena adanya senyawa yang dikeluarkan oleh kapang antagonis sebagai mekanisme penghambatan. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Zivkovic *et al.* (2010).



Gambar 9. Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen (a1-a2) Inokulasi kapang antagonis dan kapang patogen dilakukan bersamaan; (b1-b2) inokulasi kapang antagonis terlebih dahulu (48 jam); (c1-c2) inokulasi kapang patogen terlebih dahulu (48 jam). (kode angka 1) Kapang antagonis yang digunakan TKL1, (kode angka 2) TKL 2

Pertumbuhan yang cepat dari *Trichoderma* spp. ditunjukkan dengan luas koloni yang hampir memenuhi cawan pada hari ketujuh. Pertumbuhan yang cepat memberikan keuntungan dalam hal

kompetisi mendapatkan ruang dan nutrisi ketika dipasangkan dengan kapang patogen. Hal tersebut merupakan mekanisme awal sebelum *Trichoderma* mengeluarkan mikotoksin (Barbosa *et al.*, 2001). Menurut Aryantha & Guest (2006) struktur hifa dari isolat *Colletotrichum* secara nyata mengandung senyawa toksik ketika ditumbuhkan bersama dengan *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma* spp. diketahui mampu memproduksi sejumlah antibiotik seperti trichodermin, trichodermol, trichotoxin, harzianum A dan harzianolide (Dennis & Webster, 1971 dalam Zivkovic *et al.*, 2010). Komponen kimiawi tersebut yang memiliki peranan besar dalam melakukan penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum* maupun kapang fitopatogen lainnya (Zazzerini & Tosi, 1985; Gupta *et al.*, 1995 dalam Zivkovic *et al.*, 2010).

Berdasarkan hasil pengukuran diameter koloni kapang patogen pada uji antagonisme (Tabel 5), diketahui rata-rata diameter koloni kapang patogen terbesar adalah pada kontrol (5,05 cm; 5,9 cm dan 6,9 cm) karena pada kontrol tidak diinokulasikan kapang antagonis sehingga pertumbuhan kapang patogen dapat optimal. Diameter koloni kapang patogen yang diinokulasikan dengan TKL1 memiliki rata-rata ukuran diameter yang lebih kecil (1,7-5,9 cm) jika dibandingkan dengan ukuran diameter koloni kapang patogen yang diinokulasi dengan TKL2 (3-5,8 cm). Hal ini mengindikasikan bahwa isolat TKL1 mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen lebih baik jika dibandingkan dengan isolat TKL2. Namun, jika dilihat berdasarkan penghambatan pertumbuhan secara keseluruhan, maka kapang patogen pada medium PDA terhambat pertumbuhannya oleh kedua kapang antagonis baik TKL1 maupun TKL2 dibandingkan dengan kontrol.

Berdasarkan tiga perlakuan yang diberikan, rata-rata diameter koloni kapang patogen terbesar yaitu 5,85 cm pada perlakuan kapang patogen diinokulasikan terlebih dahulu sebelum diinokulasikan kapang antagonis. Rata-rata diameter koloni kapang patogen terkecil yaitu 2,35 cm pada perlakuan kapang antagonis diinokulasikan terlebih dahulu sedangkan pada perlakuan penginokulasian kapang patogen dan antagonis bersamaan rata-rata diameter koloni kapang patogen yaitu 3,9 cm. Hal ini menunjukkan bahwa isolat antagonis mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen lebih baik jika diinokulasikan terlebih dahulu.

Tabel 5. Diameter koloni kapang patogen pada uji antagonis dua biakan

Perlakuan	Diameter koloni kapang patogen (cm) ^a		
	dipasangkan dengan TKL1	dipasangkan dengan TKL2	Kontrol ^b
Inokulasi antagonis dan patogen bersamaan	3,7	4,1	5,9
Inokulasi antagonis terlebih dahulu	1,7	3	5,05
Inokulasi patogen terlebih dahulu	5,9	5,8	6,9

^a Pengukuran pada hari ke tujuh pengamatan

^b Kontrol kapang patogen tanpa diinokulasi kapang antagonis

Tiga perlakuan yang digunakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap persentase penghambatan pertumbuhan kapang patogen oleh kapang antagonis, tetapi isolat TKL1 dan TKL2 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai persentase penghambatan. Kombinasi antara perlakuan dengan jenis kapang antagonis yang digunakan juga tidak menunjukkan nilai yang berbeda nyata terhadap persentase penghambatan kapang patogen oleh kapang antagonis. Nilai persentase hambatan oleh dua kapang antagonis terhadap kapang patogen setelah hari ketujuh pengamatan tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase hambatan pertumbuhan kapang patogen pada tiga perlakuan dengan dua antagonis yang berbeda (hari ketujuh)

Perlakuan	*Persentase hambatan oleh dua antagonis berbeda (%)	
	TKL 1	TKL2
Inokulasi antagonis dan patogen bersamaan	58,90b	54,43b
Inokulasi antagonis terlebih dahulu	71,07a	65,27a
Inokulasi patogen terlebih dahulu	31,40c	31,37c

*angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) antar perlakuan

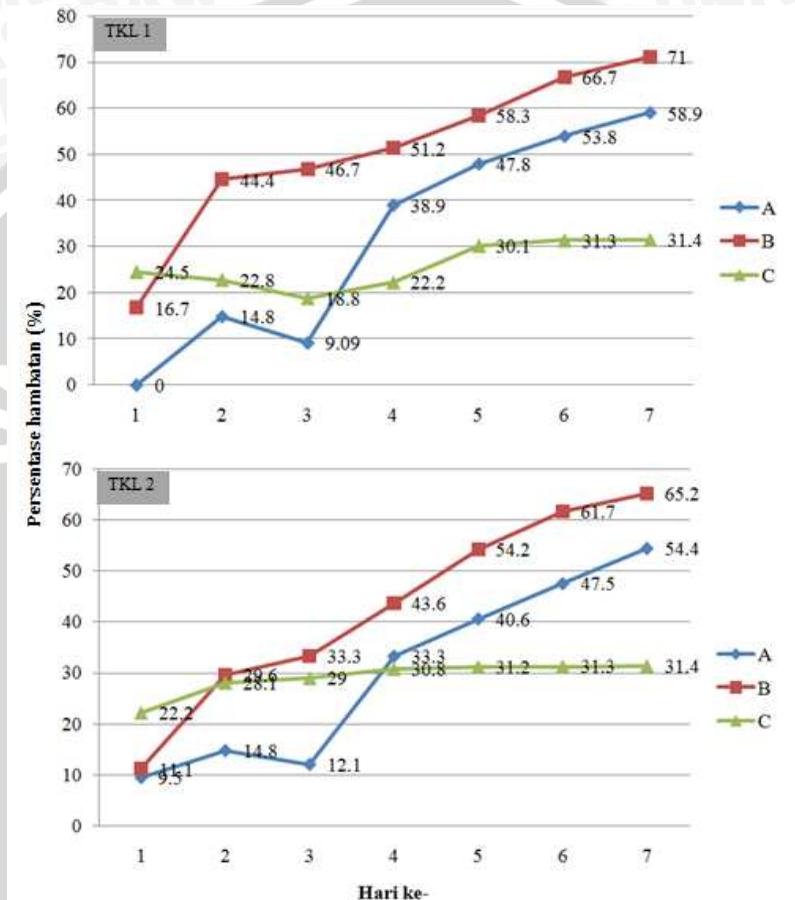
Kapang antagonis yang diinokulasikan sebelum penginokulasian patogen (perlakuan B), secara signifikan memiliki nilai penghambatan tertinggi (71,07 % isolat TKL1 dan 65,27 % isolat TKL2) jika dibandingkan dengan dua perlakuan waktu

inokulasi yang lain. Nilai persentase penghambatan terendah adalah pada perlakuan C (31,4 % isolat TKL1 dan 31,37 % isolat TKL2). Pada perlakuan A nilai persentase penghambatan untuk TKL1 adalah 58,9 % dan untuk isolat TKL2 sebesar 54,43 %. Dua isolat *Trichoderma* (TKL1 dan TKL2) yang digunakan menunjukkan adanya potensi antagonistik dengan kapang patogen pada tiga perlakuan. Hal ini berarti bahwa kemampuan dari masing-masing isolat *Trichoderma* untuk menghambat pertumbuhan miselium dari kapang patogen tidak sepenuhnya bergantung pada waktu aplikasi. Pemberian salah satu dari kedua isolat *Trichoderma* tersebut akan dapat menekan perkembangan kapang patogen sehingga tidak semakin meluas ketika telah terjadi serangan antraknosa pada tanaman stroberi di lapang yang diakibatkan oleh kapang *Colletotrichum*.

Sobowale *et al.* (2005) melakukan penelitian uji antagonisme kapang *T. pseudokoningii* sebagai agen antagonis, berhasil menghambat pertumbuhan kapang *Fusarium verticillioides* secara *in vitro* dengan kombinasi perlakuan seperti pada penelitian ini. Selanjutnya penelitian dilakukan di lapang dengan pengamatan keberadaan patogen pada bagian batang jagung dan hasilnya tidak bergantung sepenuhnya pada waktu pengaplikasian antagonis.

Berdasarkan pengamatan harian selama tujuh hari masa inkubasi (Gambar 10) menunjukkan bahwa nilai persentase penghambatan dengan perlakuan kapang antagonis diinokulasikan terlebih dahulu (perlakuan B) mengalami peningkatan dari hari pertama sampai hari ketujuh inkubasi. Perlakuan A yaitu inokulasi kapang antagonis dan kapang patogen dilakukan bersamaan mengalami penurunan nilai persentase hambatan pada hari ketiga. Hal ini dimungkinkan pada hari ketiga pertumbuhan dari miselium kapang patogen menyamai pertumbuhan kapang antagonis atau bahkan lebih cepat, akan tetapi pada hari keempat terjadi peningkatan nilai persentase penghambatan atau dengan kata lain pertumbuhan kapang patogen mulai terhambat oleh pertumbuhan kapang antagonis. Perlakuan C yaitu kapang patogen diinokulasikan terlebih dahulu baik pada TKL1 maupun TKL2 hanya dapat menghambat pertumbuhan kapang patogen sebesar kurang lebih 30 % pada hari terakhir pengamatan dan peningkatan penghambatan dari hari ke hari juga hanya meningkat sedikit, sehingga akan

memberikan hasil yang kurang efektif jika metode tersebut diaplikasikan di lapang.



Gambar 10. Persentase penghambatan pertumbuhan kapang patogen oleh TKL1 dan TKL2 selama tujuh hari masa inkubasi **Perlakuan A**, Inokulasi kapang antagonis dan patogen bersamaan; **B**, inokulasi kapang antagonis terlebih dulu (48 jam); **C**, inokulasi kapang patogen terlebih dulu (48 jam)

Hasil uji antagonisme antara isolat *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen (PRB3) secara *in vitro* menunjukkan bahwa perlakuan dengan menginokulasikan kapang antagonis terlebih dahulu daripada kapang patogen dapat secara efektif menghambat

pertumbuhan kapang patogen. Hal ini menunjukkan bahwa akan lebih baik jika keberadaan kapang antagonis di lapang telah ada sebelum munculnya patogen sehingga diharapkan dapat menekan perkembangan dari patogen tersebut atau menggunakan kapang antagonis sebagai usaha pencegahan (preventif) sebelum munculnya penyakit pada tanaman.

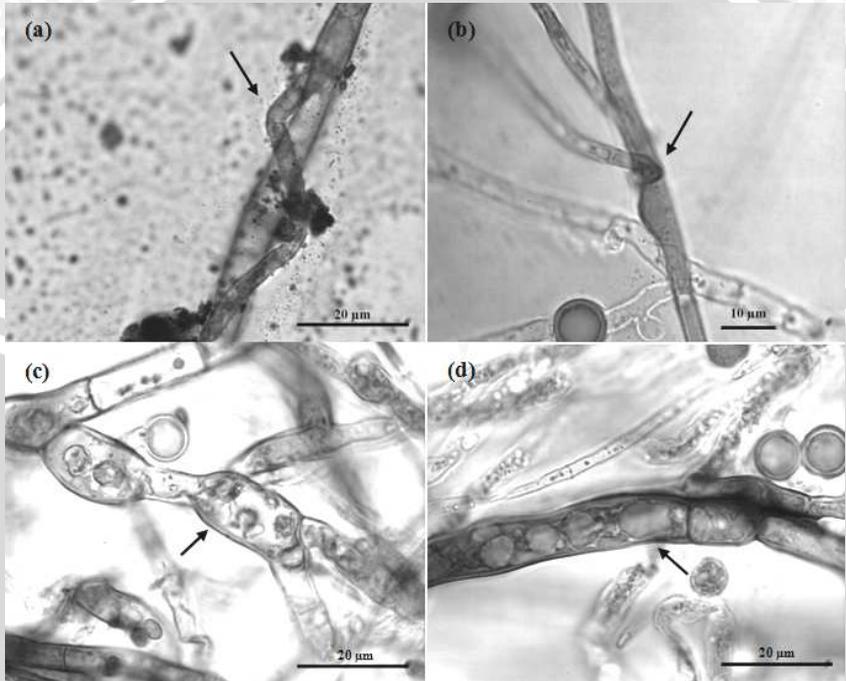
4.4 Mekanisme Penghambatan (Interaksi) antara Kapang Antagonis terhadap Kapang Patogen

Berdasarkan hasil pengamatan uji interaksi antara kapang antagonis dengan kapang patogen diketahui bahwa hifa kapang antagonis (*Trichoderma* spp.) mampu mengadakan kontak dengan hifa kapang patogen melalui mekanisme mikoparasitisme. Mekanisme mikoparasitisme yang dilakukan oleh kapang antagonis yaitu dengan cara melingkarkan atau membelitkan hifa pada hifa kapang patogen (PRB3) (Gambar 11a dan 11b). Penetrasi oleh hifa kapang antagonis terhadap hifa kapang patogen tidak terlihat pada hasil pengamatan ini, tetapi tanda kerusakan hifa kapang patogen terlihat jelas pada hasil pengamatan (Gambar 11c dan 11d).

Menurut Cook & Baker (1983 dalam Sudantha *et al.*, 2011) pada umumnya mekanisme antagonisme kapang *Trichoderma* spp. dalam menekan patogen dengan cara mikoparasitik dan sebagai kompetitor yang agresif. Proses mekanisme antagonis *Trichoderma* spp. melalui mikoparasitisme yaitu mula-mula pertumbuhan miselia kapang *Trichoderma* spp. memanjang kemudian membelit dan mempenetrasi hifa kapang patogen, sehingga hifa inang mengalami vakuolisasi dan lisis. Selanjutnya hifa kapang antagonis tumbuh di dalam hifa patogen.

Chet & Baker (1980 dalam Cook & Baker, 1983) melaporkan bahwa kapang *T. harzianum* dan *T. hamatum* bertindak sebagai mikoparasit terhadap jamur *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfisii*. Dua kapang anggota Genus *Trichoderma* tersebut menghasilkan enzim β -(1,3) *glucanase* dan *chitinase* yang menyebabkan eksolisis pada hifa inang. Jones & Watson (1969 dalam Cook & Baker, 1983) melaporkan pula bahwa enzim β -(1,3) *glucanase* juga dihasilkan oleh kapang *T. viride*, sehingga pada penelitiannya, kapang tersebut mampu menghancurkan miselia kapang *Sclerotinia sclerotiorum*. Lebih lanjut Chet & Baker (1981 dalam Cook & Baker, 1983) mengungkapkan bahwa kapang *T.*

hamatum juga menghasilkan enzim selulase sehingga menambah kemampuannya sebagai mikoparasit pada kapang *Phytium* spp. Menurut Tronso & Hjeljord (1998 dalam Kethan, 2001) kombinasi kedua enzim tersebut meningkatkan kemampuan *T. harzianum* sebagai agensia hayati.



Gambar 11. Mikoparasitisme kapang *Trichoderma* spp. terhadap kapang patogen
(a) dan (b) kontak langsung hifa kapang antagonis pada hifa kapang patogen (anak panah), (c) dan (d) kerusakan struktur hifa patogen (anak panah) (perbesaran 1000x).
Bar= 20 μm (a,c,d) dan 10 μm (b)

4.5 Antagonisme antara *Trichoderma* spp. dengan Kapang Patogen secara *in vivo*

Hasil uji yang dilakukan di lapang menunjukkan bahwa pemberian suspensi kapang *Trichoderma* pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi mampu menekan pertumbuhan kapang patogen. Hal ini berdasarkan hasil pengukuran intensitas serangan kapang

patogen dengan nilai intensitas serangan terendah (selain kontrol) 4,18 % pada perlakuan dengan penginokulasian kapang antagonis (*Trichoderma* spp.) terlebih dahulu sebelum penginokulasian kapang patogen pada tanaman, meskipun nilai tersebut tidak signifikan ($p>0,05$) jika dibandingkan dengan perlakuan lain.

Tabel 7. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi

Perlakuan	Intensitas serangan (%) pada minggu							
	I		II		III		IV	
Kontrol (akuades steril)	A ^{**}	0 a [*])	A	0 a	A	0 a	A	1,05 a
Kontrol negatif (antagonis "A")	A	0 a	A	3,13 a	A	6,25 a	A	8,33 a
Kontrol positif (patogen "P")	A	0 a	A	0 a	A	2,1 a	A	6,25 a
A bersamaan P	A	0 a	A	0 a	A	6,25 b	A	8,33 bc
P terlebih dulu	A	0 a	A	2,07 a	A	10,43 a	A	11,45 a
A terlebih dulu	A	0 a	A	0 a	A	1,05 a	A	4,18 a

*) Angka yang diikuti huruf kecil yang sama di sebelah kanan angka, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan pada perlakuan yang sama ($p>0,05$).

***) Angka yang didahului huruf kapital yang sama di sebelah kiri angka, tidak berbeda nyata antar perlakuan pada waktu yang sama ($p>0,05$).

Hasil pengujian secara *in vivo* pada tanaman stroberi varietas California menunjukkan bahwa kapang *Trichoderma* yang diinokulasikan kurang mampu menghambat perkembangan kapang patogen. Perlakuan dengan menginokulasikan suspensi kapang *Trichoderma* terlebih dahulu sebelum diinokulasikan kapang patogen pada tanaman stroberi menunjukkan hasil pengukuran intensitas serangan kapang patogen sebesar 15,62 %. Nilai intensitas serangan terendah adalah pada kontrol positif yang diinokulasikan suspensi kapang patogen saja yaitu sebesar 7,3 % meskipun secara statistika hasil tersebut tidak signifikan pada semua perlakuan (tidak ada perbedaan antarperlakuan terhadap nilai intensitas serangan kapang patogen). Tanaman stroberi varietas California dengan kontrol positif memiliki nilai intensitas serangan kapang patogen terendah diduga karena pada tanah atau media pertumbuhan tanaman pada perlakuan tersebut juga terdapat kapang *Trichoderma* yang terbawa percikan air. Hal ini dikuatkan dengan hasil reisolasi tanah pada semua

perlakuan menunjukkan adanya biakan *Trichoderma* yang tumbuh di media PDA. Kontaminasi kapang patogen juga terjadi pada perlakuan uji *in vivo* pada tanaman kontrol akuades steril dan kontrol negatif.

Tabel 8. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas California

Perlakuan	Intensitas serangan (%) pada minggu							
	I		II		III		IV	
Kontrol (akuades steril)	A ^{**}	0 a [*])	A	0 a	A	9,37 a	A	11,45 a
Kontrol negatif (antagonis "A")	A	0 a	A	0 a	A	5,2 a	A	9,37 a
Kontrol positif (patogen "P")	A	0 a	A	0 a	A	6,25 b	A	7,3 bc
A bersamaan P	A	0 a	A	1,05 a	A	6,25 a	A	8,32 a
P terlebih dulu	A	0 a	A	1,05 a	A	7,27 a	A	8,32 a
A terlebih dulu	A	0 a	A	0 a	A	13,55 a	A	15,62 a

*) Angka yang diikuti huruf kecil yang sama di sebelah kanan angka, tidak berbeda nyata ($p>0,05$) antar waktu pengamatan (tiap perlakuan).

***) Angka yang didahului huruf kapital yang sama di sebelah kiri angka, tidak berbeda nyata ($p>0,05$) antar perlakuan.

Berdasarkan nilai persentase intensitas serangan kapang patogen dari waktu ke waktu pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi terjadi peningkatan intensitas serangan pada minggu ketiga dengan nilai rata-rata sebesar 4,34 % atau peningkatan terjadi sebanyak 3,48 % dibandingkan nilai persentase intensitas serangan pada minggu pertama dan kedua. Sedangkan pada tanaman stroberi varietas California juga terjadi peningkatan intensitas serangan pada minggu ketiga sebesar rata-rata 7,9 % pada semua perlakuan dibandingkan minggu sebelumnya, meskipun nilai tersebut tidak signifikan ($p>0,05$) terhadap nilai intensitas pada minggu pertama dan kedua. Intensitas serangan semakin meningkat pada minggu keempat yaitu menjadi sebanyak 10,1 %. Peningkatan persentase intensitas serangan pada kedua varietas tanaman diduga karena kapang patogen telah menyerang tanaman pada fase nekrotropik dan berkembangbiak lebih banyak pada minggu ketiga dibanding waktu sebelumnya meskipun beberapa faktor lingkungan juga memengaruhi kecepatan serangan.

Rata-rata masa inkubasi atau periode laten pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi dan varietas California berdasarkan hasil penelitian yaitu selama 2 minggu. Menurut Indratmi (2009) rata-rata masa inkubasi patogen *Colletotrichum gloeosporioides* berkisar antara 2-3 hari setelah inokulasi pada varietas yang peka terhadap penyakit antraknosa. Masa inkubasi atau periode inkubasi merupakan interval waktu antara inokulasi dengan munculnya gejala penyakit. Lama periode inkubasi dipengaruhi oleh ketahanan tanaman, tingkat perkembangan patogen serta pengaruh lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Berdasarkan penelitian King *et al.* (1997 dalam Smith, 2008) periode yang diperlukan dari mulai terjadinya infeksi sampai terjadinya perkecambahan awal (periode laten) oleh *Colletotrichum* spp. pada tanaman stroberi bergantung pada suhu lingkungan. Periode laten dapat terjadi selama 2-3 hari pada suhu 25 °C dan selama 6-17 hari pada suhu 5 °C. *Colletotrichum acutatum* dapat bertahan pada daun yang terserang selama delapan minggu pada kondisi rumah kaca berdasarkan hasil penelitian Leandro *et al.* (2003).

Kontaminasi yang terjadi pada perlakuan *in vivo* tanaman stroberi kontrol negatif (hanya disemprot suspensi *Trichoderma*) baik pada varietas lokal Brastagi maupun varietas California diduga terjadi akibat konidia kapang patogen pada perlakuan lain turut terbawa angin maupun percikan air meskipun pada tiap tanaman telah disungkup dengan plastik Menurut Suhardi (2009) percikan air turut memberikan peran terhadap penyebaran spora, karena air berperan sebagai substansi pengikat spora dan sebagai media pemencaran spora bersama dengan air yang memercik atau mengalir. Angin juga merupakan agen pemencaran spora jamur patogenik, terutama spora yang dibentuk di atas permukaan daun seperti embun bulu (*downy mildew*), embung tepung (*powdery mildew*), bercak daun (*leaf spot*), dan karat (*rust*). Angin merupakan agen pembawa spora yang efektif karena ukuran spora yang relatif kecil dan ringan meskipun efektivitas angin sebagai agen pemencaran spora dibatasi oleh sifat spora yang tidak tahan terhadap kelembaban rendah dan sinar ultraviolet (UV), terutama untuk kelompok spora yang dibentuk di atas badan buah serta yang mempunyai dinding sel tipis dan hialin.

Pengaruh densitas suspensi kapang patogen dan faktor lingkungan juga turut memengaruhi hasil uji antagonisme di lapang. Hasil penghitungan konidia kapang patogen sebanyak 10^6

konidia/mL air, sehingga kurang maksimal untuk dapat menyebabkan terjadinya suatu penyakit pada tanaman. Pengaruh lingkungan menjadi faktor penentu ketika dilakukan pengaplikasian di lapang. Data pengukuran suhu dan kelembaban pada pengamatan yang dilakukan siang hari menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 31-35 °C sedangkan kelembaban pada empat minggu pengamatan berkisar pada angka 42-50 %. Menurut data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun Klimatologi Karangploso-Malang, pada Bulan Mei atau ketika perlakuan dilakukan suhu udara di Malang dan Batu antara 18-30 °C serta kelembaban 50-92 % (Lampiran 16). Berdasarkan faktor lingkungan tersebut maka pertumbuhan kapang patogen tidak optimal karena kondisi lingkungan kurang memenuhi persyaratan untuk perkecambahan kapang patogen.

Menurut Fitzell & Peak (1984) dan Purwantara (1988) hampir semua kapang yang bersifat patogen memerlukan kelembaban relatif yang tinggi selama proses pembentukan spora dan perkembangan penyakit. Spora *C. gloeosporioides* penyebab antraknosa pada buah mangga, kakao, dan karet dibentuk saat kelembaban relatif udara lebih dari 95 %. Jumlah spora yang berkecambah pada kelembaban 99 % lebih kurang separuh dibanding pada kelembaban 100 %, dan pada kelembaban 97 % perkecambahan sedikit (Wastie, 1972). Pada kelembaban yang rendah, viabilitas spora cepat menurun atau bahkan mati. Viabilitas spora di udara pada umumnya pendek, terutama pada atmosfer dengan kelembaban relatif rendah.

Beberapa parameter yang juga diamati pada penelitian ini diantaranya rata-rata jumlah daun (Tabel 9 dan 10), rata-rata jumlah bunga dan rata-rata jumlah buah (Lampiran 13) pada dua varietas tanaman stroberi yaitu varietas lokal Brastagi dan varietas California.

Tabel 9. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas lokal Brastagi

Perlakuan	Jumlah daun pada minggu ke								
		I	II	III	IV				
Kontrol (akuades steril)	<i>B</i> ^{**}	14 a [*]	<i>B</i>	20 a	<i>B</i>	27 b	<i>B</i>	34 c	
Kontrol negatif (antagonis "A")	<i>B</i>	16 a	<i>B</i>	19 a	<i>B</i>	25 b	<i>B</i>	34 c	
Kontrol positif (patogen "P")	<i>AB</i>	14 a	<i>AB</i>	16 a	<i>AB</i>	18 b	<i>AB</i>	24 c	
A bersamaan P	<i>A</i>	9 a	<i>A</i>	13 a	<i>A</i>	18 b	<i>A</i>	22 c	
P terlebih dulu	<i>AB</i>	13 a	<i>AB</i>	17 a	<i>AB</i>	23 b	<i>AB</i>	28 c	
A terlebih dulu	<i>AB</i>	13 a	<i>AB</i>	17 a	<i>AB</i>	21 b	<i>AB</i>	27 c	

Tabel 10. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas California

Perlakuan	Jumlah daun pada minggu ke								
		I	II	III	IV				
Kontrol (akuades steril)	<i>A</i> ^{**}	14 a [*]	<i>A</i>	16 a	<i>A</i>	19 b	<i>A</i>	18 b	
Kontrol negatif (antagonis "A")	<i>A</i>	13 a	<i>A</i>	15 a	<i>A</i>	17 b	<i>A</i>	20 b	
Kontrol positif (patogen "P")	<i>A</i>	12 a	<i>A</i>	15 a	<i>A</i>	17 b	<i>A</i>	20 b	
A bersamaan P	<i>A</i>	11 a	<i>A</i>	14 a	<i>A</i>	18 b	<i>A</i>	24 b	
P terlebih dulu	<i>A</i>	15 a	<i>A</i>	17 a	<i>A</i>	24 b	<i>A</i>	22 b	
A terlebih dulu	<i>A</i>	15 a	<i>A</i>	18 a	<i>A</i>	25 b	<i>A</i>	29 b	

*) Angka yang diikuti huruf kecil yang sama di sebelah kanan angka, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan ($p>0,05$)

***) Angka yang diikuti huruf kapital yang sama di sebelah kiri angka, tidak berbeda nyata antar perlakuan ($p>0,05$)

Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas lokal Brastagi (Tabel 9) terbanyak yaitu pada tanaman yang disemprot akuades steril dan pada tanaman yang disemprot suspensi *Trichoderma* spp. sebanyak 34 helai daun pada minggu keempat pengamatan. Hal ini diduga karena pada kedua perlakuan tersebut tidak diinokulasikan kapang patogen, meskipun pada perlakuan tanaman yang disemprot suspensi kapang patogen juga menunjukkan rata-rata jumlah daun yang cukup banyak (24 helai daun). Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas California (Tabel 10) terbanyak yaitu 29 helai daun

pada tanaman yang disemprot suspensi *Trichoderma* spp. terlebih dahulu sebelum disemprot suspensi kapang patogen.

Berdasarkan pengamatan dari minggu pertama sampai minggu keempat pada dua varietas tanaman terjadi rata-rata peningkatan jumlah daun. Hal ini dapat terjadi karena tanaman tetap melakukan proses fisiologis meskipun telah diinokulasikan kapang patogen dimana densitas kapang patogen yang diinokulasikan hanya 10^6 konidia/mL air serta kelembaban yang rendah sehingga konidia kapang patogen tidak dapat berkecambah. Selain itu, adanya inokulasi kapang *Trichoderma* spp. diduga juga telah membantu pertahanan tanaman terhadap serangan kapang patogen.

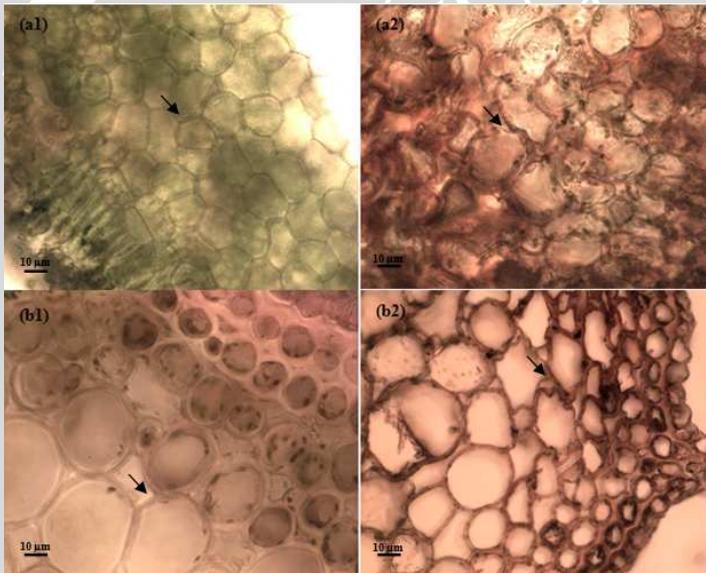
Menurut Shores *et al.* (2010) kapang *T. harzianum* yang telah diinokulasikan pada akar tanaman, tidak terdeteksi keberadaannya pada batang. Meskipun kapang tersebut tidak mampu menyebar ke jaringan tanaman secara sistemik, namun diketahui bahwa interaksi kapang antagonis di akar mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen yang berada pada bagian atas tanaman (Benhamou & Chet, 1993).

4.6 Struktur Jaringan Tanaman Terinfeksi Kapang Patogen

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi kerusakan pada jaringan daun maupun tangkai daun yang terserang antraknosa (Gambar 12). Jaringan daun yang tidak terinfeksi (sehat) (Gambar 12a1) memiliki dinding sel yang utuh sedangkan jaringan daun yang telah terinfeksi (Gambar 12a2) mengalami lisis pada dinding selnya sehingga sel menjadi mati. Hal yang sama juga terjadi pada jaringan tangkai daun (Gambar 12b1 dan b2). Kerusakan jaringan tersebut akan mengganggu proses fisiologis pada tanaman. Daun yang terserang antraknosa mengalami nekrosis sehingga proses fotosintesis terganggu. Jika kerusakan jaringan pada bagian tangkai daun telah mencapai sel-sel pembuluh angkut maka dapat memengaruhi proses distribusi nutrisi dalam jaringan tanaman.

Proses infeksi oleh kapang patogen ke dalam jaringan tanaman tidak dapat teramati, tetapi berdasarkan penelitian Curry *et al.* (2002 dalam Smith, 2008) pada tangkai daun dan stolon tanaman stroberi yang terinfeksi *C. acutatum* dan *C. fragariae* diketahui proses infeksi dilakukan dengan cara menembus atau menembus bagian kutikula jaringan dengan bantuan *aporesorium*. Hifa kemudian muncul dan berada di antara kutikula dan dinding sel pada bagian

epidermis jaringan, sub epidermis dan masuk ke sel bagian dalam. Kapang tersebut mulai menginvasi pada fase biotropik yang dilakukan secara singkat. Pada fase biotropik, kapang menginvasi jaringan sel yang hidup sebelum memasuki fase invasi selanjutnya. Fase invasi kedua yaitu fase invasi nekrotropik, kapang patogen akan berkembangbiak di antara sel-sel yang mati. *Acervuli* atau badan buah segera terbentuk setelah bagian jaringan korteks mulai mengalami gangguan atau kerusakan. *Acervuli* yang muncul melalui kutikula kemudian melepaskan konidia. Curry *et al.* (2002) juga menjelaskan bahwa beberapa kapang patogen mampu memodifikasi struktur kitin pada awal penetrasi ke dalam tanaman inang sehingga kapang patogen dapat terhindar dari pengaruh proses kitinase tanaman inang.



Gambar 12. Irisan jaringan daun dan tangkai daun tanaman stroberi (a1) jaringan daun tidak terinfeksi ditandai dinding sel yang utuh (anak panah) (a2) jaringan daun terinfeksi penyakit antraknosa ditandai dinding sel lisis (anak panah) (b1) jaringan tangkai daun tidak terinfeksi, (b2) jaringan tangkai daun terinfeksi penyakit antraknosa (perbesaran 400x). Bar=10 µm

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan karakteristik fenotip kapang PRB1 dan PRD2 diduga merupakan anggota Genus *Colletotrichum* dengan nilai similaritas lebih dari 80 %, sedangkan kapang antagonis TKL1 diduga anggota Genus *Trichoderma* dengan nilai similaritas 84 %.
2. Isolat TKL1 dan TKL2 mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen PRB3 berturut-turut sebesar 71,07 % dan 65,27 % pada pengamatan hari ketujuh perlakuan *in vitro* dengan menginokulasikan kapang antagonis terlebih dahulu. Pada perlakuan *in vivo* kapang *Trichoderma* yang diinokulasikan terlebih dahulu mampu menghambat serangan kapang patogen dengan nilai intensitas serangan kapang patogen terendah yaitu 4,18 % pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi sedangkan pada varietas California relatif lebih rendah dalam menghambat serangan kapang patogen.

5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya, diantaranya:

1. Dilakukan analisis molekular kapang patogen dan antagonis berdasarkan sekuen ITS1-5,8S-ITS2 rDNA selanjutnya di amplifikasi dengan PCR menggunakan primer ITS4 dan ITS5.
2. Perlu dilakukan isolasi dan uji metabolit kapang antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan kapang patogen.
3. Perlu memerhatikan musim atau faktor lingkungan untuk pengaplikasian di lapang (perlakuan *in vivo*) sehingga diperoleh data yang valid dan dapat diketahui efektivitas kapang antagonis ketika diaplikasikan.
4. Dilakukan isolasi mikroorganisme endofit untuk mendapatkan agen hayati yang lebih beragam selain *Trichoderma* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.L. 2003. **Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Bayumedia Publishing. Malang. Hal: 68-71.
- Adiyoga, W. & T. A. Soetiarso. 1999. Strategi Petani dalam Mengelola Resiko pada Usaha Tani Cabai. *Jurnal Hortikultura* 8(4):1299-1311.
- Agrios, G. N. 1997. **Plant Pathology**. Acad. Press. Tokyo.
- Akhter, M. S., S. Alam, M. S. Islam, & M. W. Lee. 2009. Identification of the Fungal Pathogen that Causes Strawberry Anthracnose in Bangladesh and Evaluation of In Vitro Fungicide Activity. *Mycobiology* 37(2):77-81.
- Arwiyanto, T., H. Hadisutrisno, A. Djatmiko, & B. H. Sunarminto. 2007. Potency of Three Genus from moderately Three Rhizosphere of Plants as Biological Control Agents of Lincat Disease In Indonesian. *Journal of Indonesian Agricultural Sciences* 9(1): 48-57.
- Aryantha, I. N. P., & D. I. Guest. 2006. Mycoparasitic and Antagonistic Inhibition on *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathol. J.* 5 (3): 291-298.
- Bailey, J. A. & M. J. Jeger. 1992. *Colletotrichum*: Biology, Pathology and Control. CAB. International. 88-120.
- Balitjestro. 2010. Mengenal Tanaman Stroberi. <http://balitjestro.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 25 Oktober 2011.
- Barbosa, M. A., K. G. Rehn, M. Menezes, & L. R. Mariano. 2001. Antagonism of *Trichoderma* species on *Cladosporium herbarum* and their Enzymatic Characterization. *Braz. J. of Microbiol.* 32:98-104.
- Benhamou, N & I. Chet. 1993. Hyphal Interactions Between *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*: Ultrastructure and Gold Cytochemistry of the Mycoparasitic process. *Phytopathology* 83: 1062-1071.

- Benítez, T., A. N. Rincon, M. C. Limon & A. C. Codon. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Internat. Microbiol.* 7: 249-260.
- Binyamini, N., & M. Schiffmann-Nadel. 1972. Latent Infection in Avocado Fruit Due to *Colletotrichum gleosporioides*. *Phytopathology* 62: 592-594.
- Brown, G. E. 1975. Factor Affecting Postharvest Development of *Colletotrichum gleosporioides* in Citrus Fruits. *Phytopathology* 65: 404-409.
- Burns, J. R. & D. M. Benson. 2000. Biocontrol of Damping off *Catharanthus roseus* Caused by *Pythium ultimum* with *Trichoderma virens* and Binucleate *Rhizoctonia* Fungi. *Plant Dis.* 84:644-648.
- Caswell, J. A. & E. M. Mojduszka. 1996. Using Informational Labeling to Influence the Market Quality in Food Products. *Amer. J. Agric. Econ.* 78: 1248-1253.
- Contreras-Cornejo, H. A., L. Macias-Rodriguez, C. Cortes-Penagos, & J. Lopez-Bucio. 2009. *Trichoderma virens*, a Plant Beneficial Fungus, Enhances Biomass Production and Promotes Lateral Root Growth Through an Auxin-dependent Mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology.* 149: 1579-1592.
- Cook, R. J. & Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. *The American Phytopathol. Society*, St. Paul MN. 539.
- Curry, K. J., M. Abril, J. B. Avant, & B. J. Smith. 2002. Strawberry Anthracnose: Histopatology of *Colletotrichum acutatum* and *C.faragariae*. *Phytopathology.* 92(10):1055.
- Dewi, S. 2000. *Uji Antagonis Trichoderma dan Gliocladium Terhadap Fusarium Penyebab Penyakit Layu Pada Beberapa Jenis Tanaman Pisang di Kebun Raya Purwodadi secara In Vitro. Skripsi.* Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang.
- Dickman, M. B. 2000. *Colletotrichum*. Dalam Kronstrad J.W. *Fungal Pathology*. Kluwers Academic Publishers. 127-248.

- Duriat, A. S. 1994. Efikasi Fungisida terhadap Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai (*C. annuum*). *Buletin Penelitian Hortikultura*. 19(2):112-120.
- Elad, Y., I. Chet, & Y. Henis. 1983. Parasitism of *Trichoderma spp.* on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*-scanning Electron Microscopy and Fluorescence Microscopy. *Phytopathology* 73:85-88.
- Ellis, M.A. & O. Erincik. 2008. **Anthracnose of Strawberry**. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University, Ohio.
- Filonow, A. B. & J. M. Dole. 1999. Biological Control of Damping off and Root Rot of Greenhouse-Grown Geraniums and Poinsettias. <http://digital.library.okstate.edu>. Diakses tanggal 2 Mei 2012.
- Fitzell, R. D. & C. M. Peak. 1984. The Epidemiology of Anthracnose Disease of Mango: Inoculum Sources, Spore Production, and Dispersal. *Ann. Appl. Biol.* 104: 53-59.
- Funder, S. 1953. **Practical Mycology: Manual For Identification of Fungi**. Hafner Publishing Company. New York.
- Gunawan, L.W. 2003. **Stroberi**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Gunnell, P. S. & W. D. Gubler 1992. Taxonomy and Morphology of *Colletotrichum* Species Pathogenic to Strawberry. *Mycologia*. 84(2):157-165.
- Hanson, L. E. & C. R. Howell 2004. Elicitors of Plant Defense Responses from Biocontrol Strains of *Trichoderma virens*. *Phytopathology* 94: 171-176.
- Hapsari, Bertha. 2003. Stop *Fusarium* dengan *Trichoderma*. *Trubus* XXX(404):42-43.
- Harris, J. L. 1986. Modified Method for Fungal Slide Culture. *Clinical Microbiol.* 24 (3): 460-461.
- Henson, J. M., M. J. Butler, & A. W. Day. 1999. The Dark Side of the Mycelium: Melanins of Phytopathogenic Fungi. *Ann. Rev. Phytopathol.* 37: 447-471.
- Holliday P. 1980. **Fungus Disease of Tropical Crops**. Cambridge University Press. Melbourne-Sidney. 605.

- Huang, J. S. 2001. **Plant Pathogenesis and Resistance: Biochemistry and Physiology of Plant-Microbe Interactions**. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 691.
- Indratmi, D. 2009. Penggunaan *Debaryomyces sp.* dan *Schizosaccharomyces sp.* dengan Adjuvant untuk Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Mangga. *GAMMA*. V(1). 16-17.
- Istikorini, Y. 2002. Pengendalian Penyakit Tumbuhan secara hayati yang Ekologis dan Berkelanjutan. <http://tumoutou.net>. Diakses tanggal 2 Mei 2011.
- Julak, 2006. Pengembangan Agen Hayati. <http://www.disbun.jabar.go.id>. Diakses tanggal 2 Mei 2011.
- Kethan, S. K. 2001. **Microbial Pest Control**. Marcel Dekker, Inc. New York – Basel.300.
- Khairul, U. 2001. Pemanfaatan Bioteknologi untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. <http://tumoutou.net>. Diakses tanggal 6 Mei 2011.
- KusumaAgrowisata. 2011. Prospek Stroberi. <http://www.kusuma-agrowisata.com>. Diakses tanggal 2 April 2012
- Leandro, L. F. S., M. L. Gleason, F. W. Nutter, Jr., S. N. Wegulo, & P. M. Dixon. 2003. Influence of Temperature and Wetness Duration on Conidia and Appressoria of *Colletotrichum acutatum* on Symptomless Strawberry Leaves. *Phytopathology* 93:513-520.
- Lu, Z., R. Tombolini, S. Woo, S. Zeilinger, M. Lorito, & J. K. Jansson. 2004. In Vivo Study of *Trichoderma*-pathogen-plant Interactions, Using Constitutive and Inducible Green Fluorescent Protein Reporter Systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 70: 3073-3081.
- Manandhar B., G. L. Hartman, Wang. 1995. Conidial Germination and Apresorial Formation of *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* Isolate from Pepper. *Plant Dis.* 79: 361-336.
- Malloch, D. 1997. **Moulds Isolation, Cultivation, Identification, Mycology**. Departement of Botany. University of Toronto. Toronto.

- Noveriza, R. & T. H. Quimio. 2004. Soil Mycroflora of Black Pepper Rhizospere In The Philippine And Their In Vitro Antagonism Against *Phytophthora capsici* L. *Indonesian J. Agric. Sci.* 5(1) 2004:1-10.
- Podila, G. K., E. Roosen, M. J. D. SanFrancisco, & P. E. Kolattukudy. 1995. Targeted Secretion of Cutinase in *Fusarium solani* f.sp. *pisi* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathology* 85: 238-242.
- Prayogo, Y. & S. Hardaningsih. 2001. *Potensi Jamur Gliocladium roseum untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (Colletotrichum manihotis) pada Ubi Kayu*. Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah PFI, Bogor. Hlm. 112-114.
- Prescott, L.M., J. P. Harley, & D. A. Klein. 2002. *Microbiology. Fifth Edition*. Mc. Graw Hill. Boston. 1026.
- Priest, F & B. Austin. 1993. **Modern Bacterial Taxonomy Second Edition**. Champman dan Hall. London.
- Prihatman, K.. 2006. Morfologi Tanaman Stroberi. <http://www.warintek.ristek.go.id>. Diakses tanggal 6 April 2011.
- Purwantara, A. 1988. *Pengaruh Penyinaran Matahari dan Ultraviolet 254 nm serta Temperatur terhadap Viabilitas Spora Colletotrichum gloeosporioides*. Seminar Ilmiah PFI. Segunung, 24 Agustus 1988. Hlm. 100-111.
- Purwantisari, S. & R. B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma* 11(1):24-32.
- Rahayu, L. O. 2009. *Isolasi, Identifikasi Filogenetik Dan Uji Patogenesis Konidia Kapang Entomopatogen Terhadap Kutu Sisik Coklat (Lepidoshapes beckii Newman) Hama Tanaman Jeruk*. Thesis, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rifai, M. A. 1969. Revision of Genus *Trichoderma*. Common Wealth Micologycal Paper. Surrey. England. 15-17.

- Seidl, V. 2008. Chitinases of Filamentous Fungi: a Large Group of Diverse Proteins with Multiple Physiological Functions. *Fungal Biology Reviews* 22:36-42.
- Semangun, H. 2003. **Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press.** Yogyakarta.
- Shoresh, M. & G. E. Harman. 2008. The Relationship Between Increased Growth and Resistance Induced in Plants by Root Colonizing Microbes. *Plant Signaling & Behavior* 3: 737-739.
- Shoresh, M., G. E. Harman & F. Mastouri. 2010. Induced Systemic Resistance and Plant Responses to Fungal Biocontrol Agents. *Annu. Rev. Phytopathol.* 48: Epub-ahead of print.
- Smith, B. J. & L. L. Black. 1990. Morphological, Cultural, and Pathogenic Variation among *Colletotrichum* species Isolated from Strawberry. *Plant Dis.* 74:69-76.
- Smith, B. J. 2008. Epidemiology and Pathology of Strawberry Anthracnose: A North American Perspective. *HortScience*.43(1):70.
- Sobowale A.A., K. F. Cardwell, A. C. Odebode, R. Bandyopadhyay, & S. G. Jonathan. 2005. Growth Inhibition of *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg by Isolates of *Trichoderma pseudokoningii* Strains from Maize Plant Parts and its Rhizosphere. *J. Plant Prot. Res.*, 45(4):249-265.
- Soemadi, W. 1997. **Budidaya Stroberi di Pot dan Kebun.** CV Aneka. Solo.
- Srilakshmi, P., R. P. Thakur, K. Satya Prasad, & V. P. Rao. 2001. Identification of *Trichoderma* Species and their Antagonistic Potential Against *Aspergillus flavus* in Groundnut. *International Arachis Newletter* 21: 40-43.
- Sudantha, I. M., I. G. M. Kusnarta, & I. N. Sudana. 2011. Uji Antagonisme beberapa Jenis Jamur Saprofit terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Pisang serta Potensinya sebagai Agens Pengurai Serasah. *Agroteksos.* 21: 2-3.

- Suhardi. 2009. *Ekobiologi Patogen: Perspektif dan Penerapannya dalam Pengendalian Penyakit*. Bahan Orasi Profesor Riset, Bogor, 5 Januari 2006.
- Suharjono. 2008. *Keanekaragaman dan Potensi Pseudomonas Strain Indigenous Pendegradasi Surfaktan Anionik di Ekosistem Sungai Tercemar Detergen*. Disertasi. Fakultas Biologi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sulistiyorini, M. & L. Sulistyowati. 1995. *Antagonisme Jamur Trichoderma sp. dengan Jamur Fusarium oxysporum f.Sp.Cubense. pada Tanaman Pisang di Rumah Kaca*. Prosiding Kongres Nasional XVIII dan Seminar Ilmiah PFI Mataram. Hal. 572-576.
- Sumaraw, S.M. 1999. Periode Kritis Tanaman Tomat terhadap Serangan *Alternaria solani* (Ell & G.Martin) Sor. Dan Faktor Penentunya. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 11(2) : 67-72.
- Wastie, R. L. 1972. Secondary Leaf Fall of *Hevea brasiliensis*: Factor Affecting the Production, Dermination and Viability of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Ann. Appl. Biol.* 72: 273-282.
- Xie, L., J. Zhang, Y. Wan, D. Hu. 2010. Identification of *Colletotrichum spp.* Isolated from Stawberry in Zhejiang Province and Shanghai City China. *Journal Zhejiang Univ Sci B*. 11 (1):61-70.
- Yudi, P. 2007. Botani Stroberi. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses tanggal 17 Mei 2011.
- Zivkovic, Svetlana, S. Stojanovic, Z.Ivanovic, V. Gavrilovic, T.Popovic & J.Balaz. 2010. Screening of Antagonistic Activity of Microorganisms Againts *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporoides*. *Arch.Biol.Sci.Belgrade*. 62(3). 611-623.

LAMPIRAN

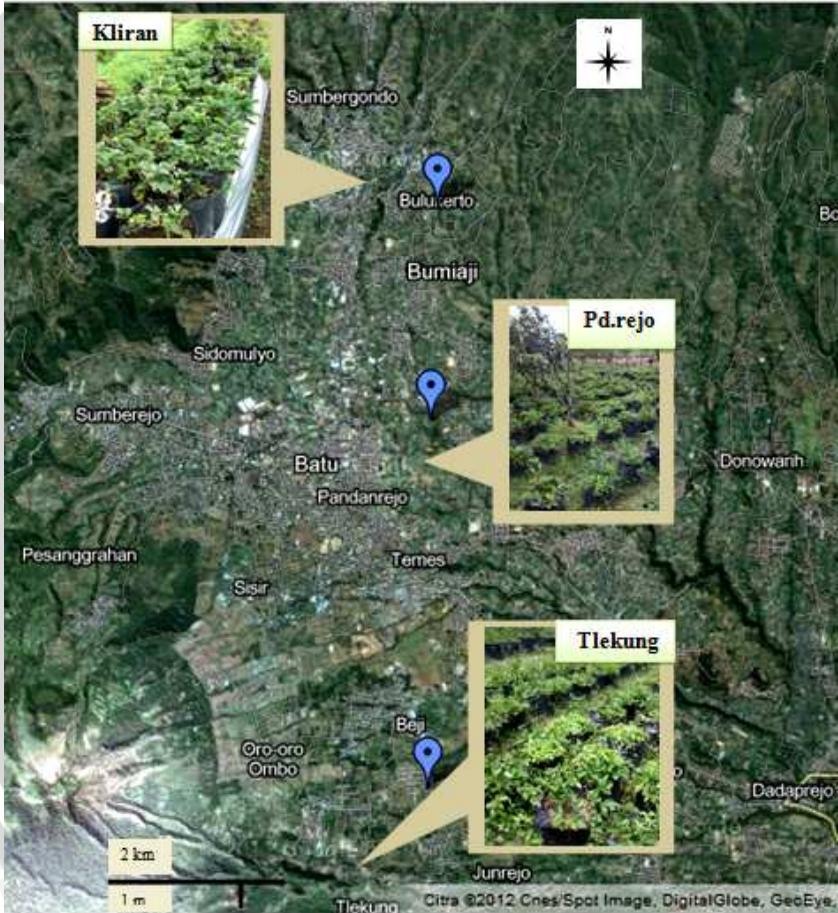
Lampiran 1. Komposisi medium PDA

Potato dextrose agar 4,0 g/L

Glukosa 20,0 g/L

Agar 15,09 g/L

Lampiran 2. Lokasi pengambilan sampel



Gambar L1. Peta lokasi pengambilan sampel

Lampiran 3. Karakteristik kapang patogen

Tabel L1. Karakteristik kapang patogen hasil isolasi dan acuan

karakter	Isolat						<i>C. gloeosporioides</i>
	TLD 1	PRD 2	PRB 1	PR B3	TLT 1	TLT 2	
Kultur Berfilamen	+	+	+	+	+	+	+
Koloni sirkular	+	+	+	+	+	+	+
Margin erose	+	-	-	+	-	+	-
Margin wolly	-	+	+	-	+	-	+
Perubahan warna media	+	-	-	+	-	+	-
Perubahan warna media coklat	+	-	-	+	-	-	-
Miselium kasar	+	-	-	+	+	+	-
Miselium halus	-	+	+	-	-	-	+
Garis radial	+	+	+	+	+	+	+
Garis radial jelas	-	+	+	-	+	-	+
Garis radial tipis	+	-	-	+	-	+	-
Garis radial bawah	+	+	+	+	+	+	+
Miselium kompak	-	+	+	-	-	-	+
Miselium renggang	+	-	-	+	+	+	-
Elevasi umbonat	+	-	-	+	+	+	-
Elevasi cembung	-	+	+	-	-	+	+
Pigmentasi atas putih-coklat	+	+	-	+	+	+	+
Pigmentasi atas putih	-	-	+	-	-	-	-
Pigmentasi bawah coklat	+	+	-	+	-	+	-
Pigmentasi bawah coklat-putih	-	-	+	-	+	-	+
Non- <i>acervulli</i> di kultur	+	+	+	+	+	+	+
Non-setae di kultur	+	+	+	+	+	+	+
Hifa bersekat	+	+	+	+	+	+	+
Hifa bersekat tebal	+	+	+	+	+	+	+
Hifa bersekat tipis	-	-	-	-	-	-	-

Hifa hialin	+	+	+	+	+	+	+
Hifa bercabang	+	+	+	+	+	+	+
Hifa tidak bercabang	-	-	-	-	-	-	-
Hyphopodia bulat	+	+	+	+	-	+	+
Hyphopodia berantai	+	+	+	+	-	+	+
Badan pembentuk spora : konidium	+	+	+	+	+	+	+
Konidia obovate	+	+	+	+	+	+	-
Konidia elliptical	-	-	-	-	-	-	-
Konidia fusiform	-	+	-	-	-	-	-
Konidia cylindrical	-	-	-	-	-	-	+
Konidia hyalin	+	+	+	+	+	+	+
Konidia 1 tipe	+	-	+	+	+	-	+
Konidia 2 tipe	-	+	-	-	-	+	-
Konidia berinti sel	+	+	+	+	+	+	+
Konidia 1 sel	+	+	+	+	+	+	+
Konidia tidak bersekat	+	+	+	+	+	+	+
P anjang konidia 38,7 μm	-	-	+	-	-	-	-
Panjang konidia 43,9 μm	-	-	-	+	-	-	-
Panjang konidia 39,7 μm	-	+	-	-	-	-	-
Panjang konidia 41,1 μm	+	-	-	-	-	-	-
Panjang konidia 40,3 μm	-	-	-	-	+	-	-
Panjang konidia 40,5 μm	-	-	-	-	-	-	-
Panjang konidia 15 μm	-	-	-	-	-	-	+
Lebar konidia 4,5 μm	-	-	+	-	-	-	-
Lebar konidia 4,07 μm	-	-	-	+	-	+	-
Lebar konidia 5,3 μm	-	+	-	-	-	-	-
Lebar konidia 4,9 μm	+	-	-	-	+	-	-

μm	-	-	-	-	-	-	-
Lebar konidia 5,0	-	-	-	-	-	-	-
μm	-	-	-	-	-	+	-
Lebar konidia 4,3	-	-	-	-	-	-	-
μm	-	-	-	-	-	-	+

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 4. Karakteristik kapang antagonis

Tabel L2. Karakteristik kapang antagonis acuan dan hasil isolasi

karakter	<i>T.</i>	<i>T.</i>	<i>T.</i>	TKL	TKL
	<i>Harzianum</i>	<i>viride</i>	<i>koningii</i>	1	2
Berfilamen	+	+	+	+	+
Filamen tebal	-	-	-	-	+
Filamen tipis	+	+	+	+	-
Garis radial	+	+	-	+	-
Garis radial atas	+	+	-	+	-
Garis radial bawah	+	+	-	+	-
Batas radial tidak jelas	-	+	-	-	-
Batas antar radial jelas	+	-	-	+	-
Koloni pigmen hijau pekat	+	+	-	+	-
Koloni pigmen hijau muda	-	-	+	-	+
Koloni bergranula	+	+	+	+	+
Granula teratur pada grs radial	+	+	-	+	-
Pertumbuhan koloni cepat	+	+	-	+	-
Pertumbuhan koloni lambat	-	-	+	-	+
Margin wavy/undulate	+	+	-	+	+
Margin irregular/erose	-	-	+	-	-
Elevasi berlekuk	+	+	+	+	+
Perubahan warna media	+	+	+	-	-
Media menjadi kecoklatan	+	+	+	-	-
Hifa bercabang	+	+	+	+	+
Hifa bersekat	+	+	+	+	+

Hifa bersekat tebal	-	-	-	-	-
Hifa bersekat tipis	+	+	+	+	+
Hifa hyalin	+	+	+	+	+
Konidia 1 tipe	+	+	+	+	+
Konidia bulat	+	+	-	+	-
Konidia oval	-	-	+	-	+
Konidia hyalin	-	-	-	-	-
Konidia gelap	+	+	+	+	+
Konidia 1 sel	+	+	+	+	+
D.konidia 3,7 μm	-	+	-	+	+
D. konidia 3,8 μm	+	-	-	-	-
D.konidia 4,1 μm	-	-	+	-	-
Inti konidia					
Klamidospora ada	+	+	+	+	+
Klamidospora hyalin	+	+	+	+	+
Klamidospora 2 lapis	+	+	+	-	+
Klamidospora 1 lapis	-	-	-	+	-
D.klamidospora 8,6 μm	-	+	-	-	-
D.klamidospora 9,02 μm	+	-	-	-	-
D.klamidospora 9,4 μm	-	-	-	+	-
D.klamidospora 9,6 μm	-	-	-	-	+
D.klamidospora 10,8 μm	-	-	+	-	-
Konidiofor bercabang	+	+	+	+	+
Konidiofor hyalin	+	+	+	+	+

Miselium dominan putih	-	-	+	-	+
Miselium dominan hijau	+	+	-	+	-

Lampiran 5. Persentase penghambatan kapang patogen pada metode dua biakan oleh dua jenis kapang antagonis dan tiga kombinasi perlakuan

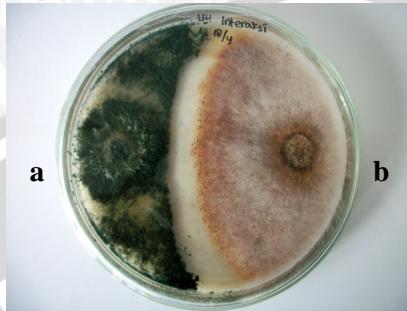
Tabel L3. Hasil uji statistik perlakuan *in vitro*

ANOVA				
Sumber variasi	Df	MS	F	Sig.
Perlakuan	2	2124,51	152,653	0,000**
Jenis kapang antagonis	1	53,045	3,811	0,075
Perlakuan*jenis antagonis	2	13,672	0,982	0,403
Error	12	13,917		

**=berbeda nyata, $p < 0,05$

Persentase Hambatan				
Tukey HSD				
Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Patogen > Antagonis	6	31.38333		
Patogen = Antagonis	6		56.66667	
Antagonis > Patogen	6			68.16667
Sig.		1	1	1

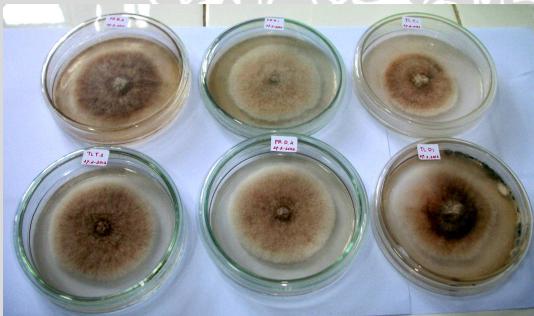
Lampiran 6. Metode dua biakan untuk uji interaksi



Keterangan: a. *Trichoderma* spp.; b. kapang antagonis

Gambar L2. Biakan kapang antagonis dan kapang patogen untuk uji interaksi

Lampiran 7. Kapang patogen hasil isolasi yang memiliki ciri makroskopis seperti *Colletotrichum* spp.



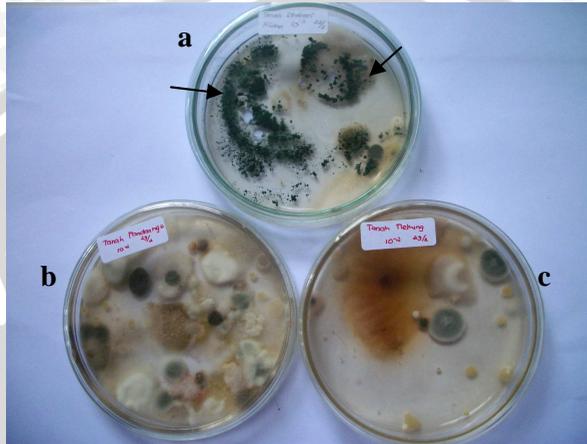
Keterangan: biakan hasil isolasi



Keterangan: biakan *Colletotrichum gloeosporioides* berdasarkan literatur

Gambar L3. Biakan kapang patogen hasil isolasi dan kapang *Colletotrichum gloeosporioides*

Lampiran 8. Biakan kapang antagonis dari tiga lokasi pengambilan sampel



Keterangan:

- a. Sampel tanah dari Kliran (terdapat dua koloni *Trichoderma spp.*)
- b. Sampel tanah dari Pandanrejo (tidak ada koloni *Trichoderma spp.*)
- c. Sampel tanah dari Tlekung (tidak ada koloni *Trichoderma spp.*)

Gambar L4. Biakan hasil suspensi kapang antagonis dari tiga lokasi pengambilan sampel

Lampiran 9. Lahan atau lokasi untuk uji *in vivo*



Keterangan: tanaman dalam polybag sebelum disungkup dan setelah disungkup plastik

Gambar L5. Tanaman perlakuan secara *in vivo*

Lampiran 10. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas lokal Brastagi berdasarkan waktu dan perlakuan

A. Uji Non-parametrik Kruskal-Wallis untuk Perlakuan

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	10.131
df	5
Asymp. Sig.	.072*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: P	

*P>0,05 sehingga antar perlakuan tidak berbeda nyata

B. Uji Statistik untuk Waktu Pengamatan pada tiap Perlakuan Perlakuan B

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	159.245	3	53.082	1.683	.223*
Within Groups	378.445	12	31.537		
Total	537.690	15			

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan C

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	7.763
df	3
Asymp. Sig.	.051*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: W	

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan D

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	8.588
df	3
Asymp. Sig.	.035*

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: W

*P<0,05, berbeda nyata antar waktu pengamatan

Hasil uji lanjutan Mann-Whitney

minggu	1	2	3	4
1		ns	s	s
2			s	s
3				ns
4				

ns: non-signifikan, s: signifikan

Perlakuan E

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	402.752	3	134.251	2.172	.144*
Within Groups	741.565	12	61.797		
Total	1144.317	15			

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan F

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	4.393
df	3
Asymp. Sig.	.222*

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: W

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Lampiran 11. Intensitas serangan kapang patogen pada tanaman stroberi varietas California berdasarkan waktu dan perlakuan

A. Uji Non-parametrik Kruskal-Wallis untuk Perlakuan

Test Statistics^{a,b}	
IS	
Chi-Square	2.293
df	5
Asymp. Sig.	.807*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: P	

*P>0,05 sehingga antar perlakuan tidak berbeda nyata

B. Uji Statistik untuk Waktu Pengamatan pada tiap Perlakuan Perlakuan A

Test Statistics^{a,b}	
IS	
Chi-Square	4.971
df	3
Asymp. Sig.	.174*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: W	

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan B

Test Statistics^{a,b}	
IS	
Chi-Square	7.369
df	3
Asymp. Sig.	.061*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: W	

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan C

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	8.500
df	3
Asymp. Sig.	.037*

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: W

* $P < 0,05$ sehingga antar perlakuan berbeda nyata

Hasil uji lanjutan Mann-Whitney

minggu	1	2	3	4
1		ns	s	s
2			s	s
3				ns
4				

ns: non-signifikan, s: signifikan

Perlakuan D

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	193.742	3	64.581	2.268	.133
Within Groups	341.708	12	28.476		
Total	535.449	15			

* $P > 0,05$, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan E

Test Statistics ^{a,b}	
IS	
Chi-Square	3.505
df	3
Asymp. Sig.	.320*

a. Kruskal Wallis Test

Test Statistics ^{a,b}	
	IS
Chi-Square	3.505
df	3
Asymp. Sig.	.320*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: W	

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Perlakuan F

Test Statistics ^{a,b}	
	IS
Chi-Square	4.393
df	3
Asymp. Sig.	.222*
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: W	

*P>0,05, tidak berbeda nyata antar waktu pengamatan

Lampiran 12. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas lokal Brastagi antar perlakuan dan waktu pengamatan

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4072.740 ^a	23	177.076	5.779	.000
Intercept	38360.010	1	38360.010	1.252E3	.000
P	833.177	5	166.635	5.438	.000
W	3068.948	3	1022.983	33.385	.000
P * W	170.615	15	11.374	.371	.982
Error	2206.250	72	30.642		
Total	44639.000	96			
Corrected Total	6278.990	95			

a. R Squared = .649 (Adjusted R Squared = .536)

Uji lanjutan menggunakan Tukey

	W	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	minggu1	24	13.0417		
	minggu2	24	16.8750		
	minggu3	24		21.9167	
	minggu4	24			28.1250
	Sig.		.118	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

Uji Tukey

	P	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD ^a	D	16	15.2500	
	C	16	18.0000	18.0000
	F	16	19.3125	19.3125
	E	16	20.3125	20.3125
	B	16		23.5000
	A	16		23.5625
	Sig.		.114	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 30.642.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.

Lampiran 13. Rata-rata jumlah daun tanaman stroberi varietas California antar perlakuan dan waktu pengamatan

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1873.240 ^a	23	81.445	3.745	.000
Intercept	31140.010	1	31140.010	1.432E3	.000
P	429.052	5	85.810	3.946	.003
W	1202.531	3	400.844	18.433	.000
P * W	241.656	15	16.110	.741	.735
Error	1565.750	72	21.747		
Total	34579.000	96			
Corrected Total	3438.990	95			

a. R Squared = .545 (Adjusted R Squared = .399)

Uji lanjutan menggunakan Tukey

	W	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD ^a	minggu1	24	13.4167	
	minggu2	24	15.9167	
	minggu3	24		20.2917
	minggu4	24		22.4167
	Sig.			.256

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 21.747.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

	P	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD ^a	C	16	16.1250	
	B	16	16.5000	
	A	16	16.8125	
	D	16	17.0000	
	E	16	19.6250	19.6250
	F	16		22.0000
	Sig.		.287	.702

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 21.747.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.000.



Lampiran 14. Rata-rata jumlah bunga dan buah tanaman stroberi varietas lokal Brastagi

Tabel L4. Rata-rata Jumlah Bunga Tanaman Stroberi Varietas lokal Brastagi

Perlakuan	Waktu (minggu)			
	I	II	III	IV
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0

Tabel L5. Rata-rata Jumlah Buah Tanaman Stroberi Varietas lokal Brastagi

Perlakuan	Waktu (minggu)			
	I	II	III	IV
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0

Lampiran 15. Rata-rata jumlah bunga dan buah tanaman stroberi varietas California

Tabel L6. Rata-rata Jumlah BungaTanaman Stroberi Varietas California

Perlakuan	Waktu (minggu)			
	I	II	III	IV
A	2	3	1	0
B	1	1	3	1
C	2	1	1	1
D	2	2	1	0
E	1	2	3	1
F	2	2	1	0

Tabel L7. Rata-rata Jumlah BungaTanaman Stroberi Varietas California

Perlakuan	Waktu (minggu)			
	I	II	III	IV
A	1	2	4	4
B	0	0	1	3
C	0	2	2	2
D	0	1	3	4
E	0	1	2	3
F	0	0	2	3

Lampiran 16. Data prakiraan cuaca wilayah Malang dan Batu menurut BMKG Stasiun Klimatologi Karangploso



**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO
JL. ZENTANA NO. 33 KARANGPLOSO MALANG**

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

**PRAKIRAAN CUACA DAERAH MALANG DAN BATU
Berlaku tanggal 03 - 09 Mei 2012**

Sebagian wilayah di Jawa Timur mulai memasuki musim kemarau, tetapi distribusi uap air/kelembaban di sekitar Jawa Timur relatif cukup tinggi, sehingga pembentukan awan hujan masih cukup signifikan. Hal ini menyebabkan keadaan cuaca di daerah Malang, Batu dan sekitarnya untuk 7 hari kedepan diprakirakan:

- Cuaca umumnya Cerah - berawan hujan tidak merata dengan intensitas ringan - sedang.
- Angin umumnya dari arah Timur - Selatan dengan kecepatan 5 - 30 Km/jam.
- Suhu udara berkisar antara 19 - 30 °C
- Kelembaban udara berkisar antara 50 - 92 %

Prakiraan Harian untuk daerah Malang dan Batu adalah sbb:

Tanggal	Cuaca	Intensitas Hujan	Angin		Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Keterangan
			Arah	Kecepatan (Km/jam)			
3 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan-sedang	TG	05 - 25	20 - 30	62 - 92	Sr/M
4 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	S	05 - 30	20 - 30	64 - 92	Sr/M
5 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	20 - 30	56 - 92	Sr/M
6 Mei 2012	Cerah-Berawan		T	05 - 25	19 - 29	52 - 90	
7 Mei 2012	Cerah-Berawan		TG	05 - 30	19 - 29	52 - 89	
8 Mei 2012	Cerah-Berawan		T	05 - 30	19 - 30	50 - 90	
9 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	S	05 - 25	20 - 30	60 - 92	Sr/M

KETERANGAN

T = Timur
TG = Tenggara
S = Selatan

Ringan = 1 - 5 mm/jam
Sedang = 5 - 10 mm/jam
Lebat = 10 - 20 mm/jam
Sr = sore
M = malam

Angin Kencang bila kecepatan > 45 Km/Jam

Data akan diperbarui jika ada hal yang signifikan

Malang, 02 Mei 2012
Kepala Seksi Observasi Dan Informasi
Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

SUTAMSI
NIP. 196702171991021001



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO
 JL. ZENTANA NO. 33 KARANGPLOSO MALANG

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

PRAKIRAAN CUACA DAERAH MALANG DAN BATU
 Berlaku tanggal 10 - 16 Mei 2012

Sebagian wilayah di Jawa Timur sudah memasuki musim kemarau, tetapi distribusi uap air/kelembaban di sekitar Jawa Timur relatif tinggi, sehingga pembentukan awan hujan masih cukup signifikan. Hal ini menyebabkan keadaan cuaca di daerah Malang, Batu dan sekitarnya untuk 7 hari kedepan diprakirakan:

- Cuaca umumnya Cerah - berawan hujan tidak merata dengan intensitas ringan .
- Angin umumnya dari arah Timur - Selatan dengan kecepatan 5 - 30 Km/jam.
- Suhu udara berkisar antara 19 - 30 °C
- Kelembaban udara berkisar antara 52 - 92 %

Prakiraan Harian untuk daerah Malang dan Batu adalah sbb:

Tanggal	Cuaca	Intensitas Hujan	Angin		Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Keterangan
			Arah	Kecepatan (Km/jam)			
10 Mei 2012	Cerah-Berawan		TG	05 - 30	20 - 30	52 - 89	
11 Mei 2012	Cerah-Berawan		TG	05 - 30	20 - 30	53 - 89	
12 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	19 - 30	55 - 92	Sr/M
13 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	S	05 - 25	19 - 29	55 - 91	Sr/M
14 Mei 2012	Cerah-Berawan		TG	05 - 30	20 - 30	52 - 89	
15 Mei 2012	Cerah-Berawan		TG	05 - 30	20 - 30	52 - 89	
16 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	19 - 29	55 - 91	Sr/M

KETERANGAN

T	= Timur	Ringan	= 1 - 5 mm/jam
TG	= Tenggara	Sedang	= 5 - 10 mm/jam
S	= Selatan	Lebat	= 10 - 20 mm/jam
		Sr	= sore
		M	= malam

Angin Kencang bila kecepatan > 45 Km/Jam

Data akan diperbarui jika ada hal yang signifikan

Malang, 09 Mei 2012
 Kepala Seksi Observasi Dan Informasi
 Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

RAHMATULLOH ADJI, SP
 NIP. 19700216 199203 1 001



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO
 JL. ZENTANA NO. 33 KARANGPLOSO MALANG

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

PRAKIRAAN CUACA DAERAH MALANG DAN BATU
 Berlaku tanggal 17 - 23 Mei 2012

Sebagian wilayah di Jawa Timur sudah memasuki musim kemarau, tetapi distribusi uap air/kelembaban di sekitar Jawa Timur relatif tinggi, sehingga pembentukan awan hujan masih cukup signifikan. Hal ini menyebabkan keadaan cuaca di daerah Malang, Batu dan sekitarnya untuk 7 hari kedepan diprakirakan:

- Cuaca umumnya Cerah - berawan hujan tidak merata dengan intensitas ringan .
- Angin umumnya dari arah Timur - Tenggara dengan kecepatan 5 - 30 Km/jam.
- Suhu udara berkisar antara 19 - 30 °C
- Kelembaban udara berkisar antara 55 - 93 %

Prakiraan Harian untuk daerah Malang dan Batu adalah sbb:

Tanggal	Cuaca	Intensitas Hujan	Angin		Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Keterangan
			Arah	Kecepatan (Km/jam)			
17 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	20 - 29	56 - 93	Sr/M
18 Mei 2012	Cerah - Berawan		TG	05 - 25	20 - 30	57 - 89	
19 Mei 2012	Cerah - Berawan		TG	05 - 25	19 - 30	57 - 90	
20 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	19 - 30	55 - 91	Sr/M
21 Mei 2012	Cerah - Berawan		T	05 - 30	20 - 30	55 - 89	
22 Mei 2012	Cerah - Berawan		T	05 - 30	20 - 30	60 - 90	
23 Mei 2012	Berawan - hujan	ringan	TG	05 - 25	19 - 29	55 - 89	Sr/M

KETERANGAN

- | | | | |
|-----------|------------|--------|------------------|
| T | = Timur | Ringan | = 1 - 5 mm/jam |
| TG | = Tenggara | Sedang | = 5 - 10 mm/jam |
| | | Lebat | = 10 - 20 mm/jam |
| | | Sr | = sore |
| | | M | = malam |

Angin Kencang bila kecepatan > 45 Km/Jam

Data akan diperbarui jika ada hal yang signifikan

Malang, 16 Mei 2012
 An. Kepala Seksi Observasi Dan Informasi
 Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

DHENOK SULISTYORINI
 NIP. 19720820 199503 2 001



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO
JL. ZENTANA NO. 33 KARANGPLOSO MALANG

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

PRAKIRAAN CUACA DAERAH MALANG DAN BATU
Berlaku tanggal 24 - 30 Mei 2012

Sebagian wilayah di Jawa Timur pada bulan Mei 2012 sudah memasuki musim kemarau. Hal ini menyebabkan keadaan cuaca di daerah Malang, Batu dan sekitarnya untuk 7 (tujuh) hari ke depan dirakirakan :

- Cuaca umumnya cerah hingga berawan
- Angin umumnya dari arah Timur - Selatan dengan kecepatan 5 - 35 Km/jam.
- Suhu udara berkisar antara 19 - 30 °C
- Kelembaban udara berkisar antara 50 - 90 %

Prakiraan Harian untuk daerah Malang dan Batu adalah sbb:

Tanggal	Cuaca	Intensitas Hujan	Angin		Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Keterangan
			Arah	Kecepatan (Km/jam)			
24 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	S	05 - 30	19 - 30	50 - 85	-
25 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	T	05 - 35	20 - 29	52 - 85	-
26 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	S	05 - 30	19 - 29	52 - 85	-
27 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	S	05 - 30	19 - 30	50 - 90	-
28 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	TG	05 - 35	20 - 30	50 - 86	-
29 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	T	05 - 35	20 - 29	51 - 82	-
30 Mei 2012	Cerah-Berawan	-	TG	05 - 30	19 - 29	52 - 84	-

KETERANGAN :

S = Selatan Ringan = 1 - 5 mm/jam
TG = Tenggara Sedang = 5 - 10 mm/jam
T = Timur Lebat = 10 - 20 mm/jam

Angin Kencang bila kecepatan > 45 Km/Jam

Data akan diperbarui jika ada hal yang signifikan

Malang, 23 Mei 2012
Kepala Seksi Observasi Dan Informasi
Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

RAHMATULLOH ADJI, SP

NIP. 19700216 199203 1 001



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO
 JL. ZENTANA NO. 33 KARANGPLOSO MALANG

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com ; Website : staklimkarangploso.info

PRAKIRAAN CUACA DAERAH MALANG DAN BATU
 Berlaku tanggal 31 Mei - 6 Juni 2012

Sebagian wilayah di Jawa Timur pada bulan Mei / Juni 2012 sudah memasuki musim kemarau. Hal ini menyebabkan keadaan cuaca di daerah Malang, Batu dan sekitarnya untuk 7 (tujuh) hari ke depan diprakirakan :

- Cuaca umumnya cerah hingga berawan
- Angin umumnya dari arah Tenggara - Selatan dengan kecepatan 5 - 35 Km/jam.
- Suhu udara berkisar antara 18 - 30 °C
- Kelembaban udara berkisar antara 50 - 90 %

Prakiraan Harian untuk daerah Malang dan Batu adalah sbb:

Tanggal	Cuaca	Intensitas Hujan	Angin		Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Keterangan
			Arah	Kecepatan (Km/jam)			
31 Mei 2012	Cerah	-	S	05 - 35	18 - 29	51 - 90	-
1 Juni 2012	Cerah	-	TG	05 - 35	18 - 30	50 - 85	-
2 Juni 2012	Cerah	-	S	05 - 30	19 - 29	52 - 86	-
3 Juni 2012	Cerah-Berawan	-	S	05 - 35	19 - 30	50 - 85	-
4 Juni 2012	Cerah-Berawan	-	TG	05 - 35	18 - 29	50 - 90	-
5 Juni 2012	Cerah-Berawan	-	T	05 - 30	18 - 29	51 - 86	-
6 Juni 2012	Cerah-Berawan	-	TG	05 - 30	19 - 29	52 - 85	-

KETERANGAN :

S	= Selatan	Ringan	= 1 - 5 mm/jam
TG	= Tenggara	Sedang	= 5 - 10 mm/jam
T	= Timur	Lebat	= 10 - 20 mm/jam

Angin Kencang bila kecepatan > 45 Km/Jam
 Data akan diperbarui jika ada hal yang signifikan

Malang, 30 Mei 2012
 Kepala Seksi Observasi Dan Informasi
 Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

RAHMATULLOH ADJI. SP
 NIP. 19700216 199203 1 001