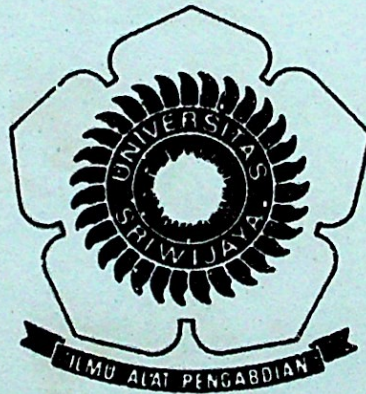


**PENGENDALIAN PENYAKIT REBAH KECAMBAH
YANG DISEBABKAN OLEH *Rhizoctonia solani* Kuhn.
PADA TANAMAN CABAI
DENGAN KOMBINASI SOLARISASI TANAH DAN AGENS HAYATI**

Oleh
YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2012**

R.1793 / 2202

8
632.307
Tur
φ
2012



**PENGENDALIAN PENYAKIT REBAH KECAMBAH
YANG DISEBABKAN OLEH *Rhizoctonia solani* Kuhn.
PADA TANAMAN CABAI
DENGAN KOMBINASI SOLARISASI TANAH DAN AGENS HAYATI**

Oleh
YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2012**

SUMMARY

YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI. Investigation in control to damping off disease (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) on chili with soil solarization and biological control agent and combinations (Supervised by **A. MUSLIM** and **MULAWARMAN**).

The research was conducted in the Laboratory of Phytopathology and Greenhouse of Plant Pests and Diseases Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Inderalaya, from August 2011 to January 2012. The objective of the research was to investigate the effectiveness of soil solarization, antagonist fungi and their combinations in controlling the damping off diseases (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) of chili.

The research was arranged in a complete randomized block design with twelve treatments with three replications. The treatments consisted of A (solarization 4 weeks + T₁₄); B (solarization 4 weeks + P₈); C (solarization 4 weeks + T₁₄ + P₈); E (solarization 2 weeks + T₁₄); F (solarization 2 weeks + P₈); G (solarization 2 weeks + T₁₄ + P₈) as a combine treatments, D (solarization 4 weeks) and H (solarization 2 weeks) as a single treatments, I (without solarization + T₁₄); J (without solarization + P₈); and K (without solarization + T₁₄ + P₈) as an antagonist treatments and L as a control.

The results showed that all treatments were significantly different in suppressing disease severity compare to control. In the single treatment, percentage of disease suppression to *pre emergence damping off* was ranged from 77-87%, *post emergence damping off* was ranged from 33-68% and the disease severity was ranged from 51-60%. In the combination treatments between soil solarization and antagonist could suppress the percentage of *pre emergence damping off* from 64-97%, *post emergence damping off* from 54-80% and the disease severity was ranged from 53-82%. The antagonist treatments could suppress the percentage of *pre emergence damping off* from 58-97%, *post emergence damping off* from 29-33%, and the disease severity was ranged from 40-47%. Treatment B (solarization 4 weeks + P₈) provided the highest percentage of disease severity suppression. The antagonist could promote the growth height that was the treatment J with a height of 9.20 cm, and the lowest was the treatment D 0.50 cm.

RINGKASAN

YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI. Pengendalian penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. pada tanaman cabai dengan kombinasi teknik solarisasi tanah dan agens hayati (Dibimbing oleh **A. MUSLIM** dan **MULAWARMAN**).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan rumah kaca Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya dari bulan Agustus 2011 sampai dengan Januari 2012. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas solarisasi tanah dan jamur antagonis serta kombinasinya dalam mengendalikan penyakit rebah kecambah (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) pada tanaman cabai.

Penelitian ini menggunakan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 12 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari A (solarisasi 4 minggu + T₁₄); B (solarisasi 4 minggu + P₈); C (solarisasi 4 minggu + T₁₄ + P₈); E (solarisasi 2 minggu + T₁₄); F (solarisasi 2 minggu + P₈); G (solarisasi 2 minggu + T₁₄ + P₈) sebagai perlakuan kombinasi, D (solarisasi 4 minggu) dan H (solarisasi 2 minggu) sebagai perlakuan tunggal, dan I (tanpa solarisasi + T₁₄); J (tanpa solarisasi + P₈); K (tanpa solarisasi + T₁₄ + P₈) sebagai perlakuan agens hayati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata satu sama lainnya dalam menekan keparahan penyakit rebah kecambah dibandingkan dengan kontrol. Pada perlakuan tunggal persentase penekanan penyakit pada *pre-emergence damping off* berkisar antara 77-87%, *post-emergence damping off* berkisar antara 33-68% dan keparahan penyakit berkisar antara 51-60%. Pada perlakuan kombinasi antara solarisasi tanah dengan agens hayati persentase penekanan penyakit untuk *pre-emergence damping off* berkisar antara 64-97%, *post emergence damping off* berkisar antara 54-80% dan keparahan penyakit berkisar antara 53-82%. Pada perlakuan antagonis, persentase penekanan penyakit untuk *pre-emergence damping off* berkisar antara 58-97%, untuk *post-emergence damping off* berkisar antara 29-33% dan untuk keparahan penyakit berkisar antara 40-47%. Perlakuan B (solarisasi 4 minggu + P₈) merupakan persentase tertinggi dalam menekan keparahan penyakit rebah kecambah. Antagonis dapat meningkatkan tinggi tanaman terdapat pada perlakuan J dengan 9,20cm dan terendah pada perlakuan D dengan 0,50cm.

**PENGENDALIAN PENYAKIT REBAH KECAMBAH
YANG DISEBABKAN OLEH *Rhizoctonia solani* Kuhn.
PADA TANAMAN CABAI DENGAN KOMBINASI SOLARISASI TANAH
DAN AGENS HAYATI**

Oleh
YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI
05071005034

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian

pada
**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2012**

Skripsi

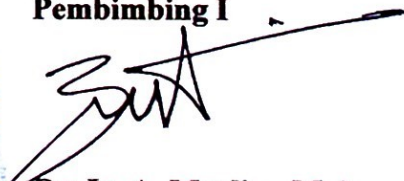
**PENGENDALIAN PENYAKIT REBAH KECAMBAH
YANG DISEBABKAN OLEH *Rhizoctonia solani* Kuhn.
PADA TANAMAN CABAI DENGAN KOMBINASI SOLARISASI TANAH
DAN AGENS HAYATI**

Oleh
YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI
05071005034

**telah diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

Inderalaya, Mei 2012

Pembimbing I



Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.

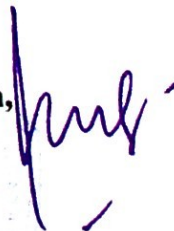
Pembimbing II



Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc.

**Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**


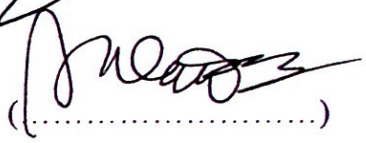

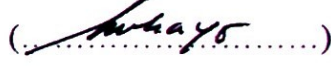
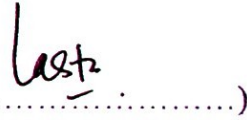
Dekan,



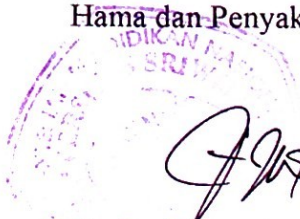
Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP 19521028 197503 1 001

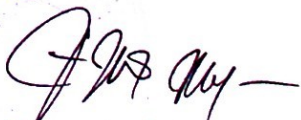
Skripsi berjudul “Pengendalian Penyakit Rebah Kecambah yang Disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. pada Tanaman Cabai dengan Kombinasi Solarisasi Tanah dan Agens Hayati” oleh Yunia Candra Primia Suterasari telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 14 Mei 2012.

Komisi Penguji

- | | | |
|-----------------------------------|------------|--|
| 1. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. | Ketua | () |
| 2. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc. | Sekretaris | () |
| 3. Dr. Ir. Suparman SHK | Anggota | () |
| 4. Dr. Ir. Nurhayati, M.Si. | Anggota | () |
| 5. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.S. | Anggota | () |

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan





Dr. Ir. Suparman SHK.
NIP 19600102 198503 1 019

Mengesahkan,
Ketua Program Studi
Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

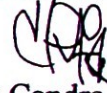


Dr. Ir. Nurhayati M.Si.
NIP 19620202 199103 2 001

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam Skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Inderalaya, Mei 2012

Yang membuat pernyataan



Yunia Candra Primia S.

RIWAYAT HIDUP

YUNIA CANDRA PRIMIA SUTERASARI dilahirkan di Boyolali (Jawa Tengah) pada tanggal 15 Juni 1989. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suteja dan Ibu Endang Rahayu. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2001 di SDN 12 Kayuagung. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Kayuagung hingga tahun 2004. Setelah lulus penulis diterima di SMA Negeri 1 Kayuagung dan lulus pada tahun 2007. Pada tahun yang sama penulis diterima melalui Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) pada tahun 2007 dan tercatat sebagai mahasiswi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, program studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala berkah dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan segala kenikmatan baik kesehatan maupun nikmat iman yang senantiasa diberikan pada umatnya.

Alhamdulillah karena berkat rahmat dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini berjudul "Pengendalian Penyakit Rebah Kecambah yang Disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. pada Tanaman Cabai dengan Kombinasi Solarisasi Tanah dan Agens Hayati" yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Inderalaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. ALLAH SWT. Yang telah memberi kesehatan dan karunia yang tiada habisnya
2. My beloved family~ uri eomma, appa, dongsaengie, who always gave me support #saranghanda
3. SUPER JUNIOR~ My SUPERMAN -especially uri 'myeolchi' Eunhyukkie- My feet never wavering stand for this man and his group. You're not only stop by in my heart, but also stay and own it ♥. Honestly, when I am down and feel like crying, I just look at your pics and listen to SJ's songs and I will laugh and get my mood back. Look how much you mean to me :) #everlastingjewels #EverLastingFriends
4. My beloved friends~ OmBo management (Umi, Sika, Fazal) thanks for everything. Uri Jagiya -Tine- (who always be #1 in my heart ^^~). Rizki thanks for the support. Erwy (my 'blanjablinji' couple) thanks for everything. Mb. Wiek makasih ajaran *Duncan*-nya. Moe, Appa Damme, Rara, Tifeh, Rika, Makiy, Iin, thanks for the advice. Memed, Uun *ngeksis dong *hampir deh kelupaan.. makasih juga buat kalian. Firman, Bg.Rio, Erwan, Tetra, Zaky makasih buat -apapun- bantuannya #neverforgetit. Monic, Ajeng, kangen kalian ☺. Kak Sintha, Marni, Debe, Juni, thanks for your present. Ridho-Justin buruan nyusul kita, semangat kawan!!! Overall, makasih kepada semua teman

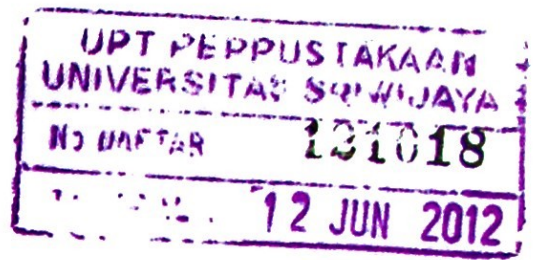
yang sudah mengisi hari-hariku selama 4 tahun lebih. All of you are so precious for me more than any jewels hehe... ☺

5. Kepada Bapak Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. dan Bapak Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc. yang telah membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis sehingga penulisan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya kepada saya, semoga ilmu yang diberikan menjadi berkah dan bermanfaat.
7. All staff. Yuk Ires, Yuk Dewy, Mb. Army thanks for... eunggg.... Anything-lah ~~~
8. Tante dan Oom Jun... orang tuaku saat di kampus. Makasih untuk perhatian dan kasih sayangnya ♥
9. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penelitian dan pembuatan laporan penelitian ini.

Akhirnya penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Mei 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	4
C. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.)	5
B. Jamur <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.	9
C. Solarisasi Tanah	11
D. Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.	13
E. Jamur Antagonis <i>Penicillium</i> sp.	17
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	20
B. Alat dan Bahan	20
C. Metode Penelitian	20

D. Cara Kerja	21
E. Parameter Pengamatan	25
F. Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	28
B. Pembahasan	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 1. Biakan jamur <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. umur 5 hari pada media cair (<i>glucose</i> + <i>yeast</i>)	22
2. Gambar 2. Biakan cendawan <i>Rhizoctonia solani</i> umur 5 hari pada media dedak + jagung pecah + merang padi	23
3. Gambar 3. Letak benih cabai pada media tanam	24
4. Gambar 4. Perbandingan Kontrol, perlakuan kombinasi solarisasi tanah dan agens hayati, perlakuan tunggal (solarisasi saja), dan perlakuan antagonis	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 1. Pengaruh perlakuan solarisasi tanah dengan kombinasi <i>PGPF</i> terhadap persentase rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan tanah (<i>pre-emergence damping-off</i>) pada hari ke-10 setelah semai	28
2. Tabel 2. Pengaruh perlakuan solarisasi tanah dengan kombinasi <i>PGPF</i> terhadap persentase rebah kecambah setelah benih muncul ke permukaan tanah (<i>post-emergence damping-off</i>) pada hari ke-21 setelah semai	29
3. Tabel 3. Pengaruh kombinasi solarisasi tanah dengan <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Penicillium</i> sp. terhadap keparahan penyakit rebah kecambah tanaman cabai	30
4. Tabel 4. Data pertumbuhan tinggi tanaman	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran 1a. Data pengamatan persentase rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan tanah (<i>pre-emergence damping off</i>) pada hari ke-10 dan data transformasinya dengan $\text{Arc sin}^{-1} \sqrt{x}$	45
2. Lampiran 1b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan tanah (<i>pre-emergence damping off</i>) pada hari ke-10	45
3. Lampiran 2a. Data pengamatan persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (<i>post-emergence damping off</i>) pada hari ke-21 dan data transformasinya dengan $\text{Arc sin}^{-1} \sqrt{x}$	46
4. Lampiran 2b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (<i>post-emergence damping off</i>) pada hari ke-10	46
5. Lampiran 3a. Data pengamatan keparahan penyakit dan data transformasinya dengan $\text{Arc sin}^{-1} \sqrt{x}$	47
6. Lampiran 3b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (<i>post-emergence damping off</i>) pada hari ke-10	47
7. Lampiran 4. Data pertumbuhan tanaman dan analisa sidik ragamnya	48
8. Nilai penekanan penyakit terhadap <i>pre-emergence damping off</i> pada hari ke-10 setelah semai	49
9. Nilai penekanan penyakit terhadap <i>post-emergence damping off</i> pada hari ke-21 setelah semai	49
10. Nilai penekanan penyakit terhadap keparahan penyakit pada hari ke-21 setelah semai	50

Halaman

Lampiran 1a. Data pengamatan persentase rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan tanah (pre-emergence damping off) pada hari ke-10 dan data transformasinya dengan Arc sin^{1/2} 43

Lampiran 1b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah sebelum muncul ke permukaan tanah (pre-emergence damping off) pada hari ke-10 45

Lampiran 2a. Data pengamatan persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (post-emergence damping off) pada hari ke-21 dan data transformasinya dengan Arc sin^{1/2} 46

Lampiran 2b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (post-emergence damping off) pada hari ke-10 46

Lampiran 3a. Data pengamatan keparahan penyakit dan data transformasinya dengan Arc sin^{1/2} 47

Lampiran 3b. Analisis sidik ragam persentase rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah (post-emergence damping off) pada hari ke-10 47

Lampiran 4. Data pertumbuhan tanaman dan analisis sidik ragamnya 48

1. Nilai benclunan penyakit II terhadap pre-emergence damping off pada hari ke-10 setelah semai 49

2. Nilai benclunan penyakit I terhadap post-emergence damping off pada hari ke-21 setelah semai 49

3. Nilai benclunan penyakit I terhadap keparahan penyakit pada hari ke-21 setelah semai 50



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2007), produksi cabai sebesar 23.979 ton dari luas panen 7.809 ha di Sumatera Selatan. Budidaya tanaman cabai dihadapkan pada kendala yang cukup besar kendala tersebut meliputi serangan hama, penyakit pada persemaian, maupun kendala fisiologis. Salah satu kendala adalah bibit cabai sering terkena penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. Jamur ini dapat menyerang benih cabai sebelum muncul dipermukaan tanah (*Pre emergence damping-off*) dan setelah kecambah muncul dipermukaan tanah (*Post emergence damping-off*) (Agrios 1988).

Rhizoctonia solani Kuhn. merupakan patogen tular tanah (*soilborne pathogen*) dengan banyak inang termasuk suku Solanaceae. Gejala umum adalah *damping-off* yaitu tidak berkecambahnya benih atau matinya benih sebelum muncul ke permukaan tanah. Batang semai (bibit) muda yang masih lunak terserang pada pangkalnya, menjadi kebasah-basahan, mengerut hingga semai roboh dan mati (Semangun 2004).

Pengendalian penyakit ini dilakukan dengan menerapkan budidaya yang tepat seperti mengurangi kelembaban tanah, atau digunakan fungisida (Kurnia 2009). Fungisida masih banyak digunakan petani dalam mengendalikan penyakit, karena dianggap praktis dan memperlihatkan hasil yang cepat. Namun, penggunaan fungisida dapat menimbulkan efek residu pada komoditas dan ekosisten pertanian (agroekosistem).

Pemanfaatan bahan-bahan alami untuk pengendalian penyakit mulai banyak digunakan karena adanya permintaan pasar terhadap produk pertanian yang bebas cemaran pestisida yang dikenal dengan produk pertanian organik. Produk pertanian ini lebih sehat dan aman untuk dikonsumsi (Simamora dan Salundik 2006).

Upaya pengendalian penyakit rebah semai mulai diarahkan pada upaya pengendalian non-kimiawi. Solarisasi tanah merupakan salah satu teknik pengendalian non-kimiawi. Teknik ini dapat dikombinasi dengan penggunaan mikroorganisme antagonis. Keberhasilan pengendalian dengan teknik solarisasi telah dilaporkan oleh Katan (1976) dalam pengendalian *Verticillium dahliae*.

Penggunaan mikroorganisme antagonis yang terdapat di sekitar perakaran tanaman (rhizosfer) berpotensi untuk menekan perkembangan patogen tular tanah (Kurnia 2009). Selanjutnya menurut Hyakumachi (2002) dan Shivana *et al.* (1996), bahwa jamur steril *Trichoderma*, *Fusarium*, dan *Penicillium* merupakan jamur yang efektif dalam menekan berbagai penyakit akar pada tanaman cabai.

Jamur *Trichoderma* sp. dan *Penicillium* sp. diketahui dapat mengendalikan beberapa patogen tanaman, seperti dari genus *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium*, dan *Sclerotinia* (Uchida 2007; Harman 2004; Bal & Altintas 2006). Selain itu, *Trichoderma* juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman atau disebut dengan *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF).

Solarisasi tanah adalah suatu teknik menutup tanah dengan plastik *polyethylene* selama waktu tertentu. Tujuannya adalah menangkap sinar matahari untuk memanaskan tanah di lahan terbuka atau di rumah kaca. Dalam teknik ini diharapkan energi matahari (energi solar) dapat menginduksi agens biokontrol,

gulma, nematoda, membunuh patogen, serangga arthropoda, bakteri, dan kompleks penyakit. Solarisasi juga dapat menyebabkan perubahan yang kompleks pada biologi, fisik, dan kimia tanah (Katan & De Vay 1991; Pinkerton 2000). Selain itu, kombinasi antara solarisasi tanah dan jamur antagonis dapat meningkatkan peranan organisme antagonis tersebut dalam tanah (Katan & De Vay 1991).

Solarisasi tanah merupakan salah satu teknik pengendalian patogen tular tanah dengan memodifikasi lingkungan tumbuh patogen, yaitu untuk meningkatkan suhu tanah. Peningkatan suhu tanah karena solarisasi dapat mempengaruhi patogen secara fisika kimia dan biologi.

Solarisasi tanah memiliki keuntungan yaitu dapat menurunkan persentase perkecambahan spora, memperlemah patogen, menyebabkan patogen sulit berkecambah, dan menurunkan inokulum potensial. Sedangkan kerugiannya adalah jika patogen yang belum mati, kemampuannya cepat meningkat karena lingkungan sudah berubah (Katan & De Vay 1991). Solarisasi tanah pada lahan cabai yang sudah terserang rebah semai dapat dijadikan salah satu upaya pengendalian. Solarisasi tanah dapat digabungkan dengan penggunaan jamur antagonis yang diaplikasikan pada perakaran bibit cabai di pertanaman.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas solarisasi dan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Penicillium* sp. serta kombinasinya dalam menekan serangan penyakit *damping-off*.

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh solarisasi tanah terhadap pengendalian penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
2. Untuk mengetahui efektivitas jamur antagonis terhadap pengendalian penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
3. Untuk mengetahui kombinasi teknik solarisasi tanah dengan jamur antagonis dalam mengendalikan penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
4. Untuk mengetahui pengaruh *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) terhadap pertumbuhan tanaman.

C. Hipotesis

1. Diduga penggunaan teknik solarisasi tanah dapat berpengaruh terhadap intensitas penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
2. Diduga jamur antagonis dapat mengendalikan penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
3. Diduga kombinasi teknik solarisasi tanah dengan jamur antagonis mampu mengendalikan penyakit rebah semai *Rhizoctonia solani* pada tanaman cabai.
4. Diduga *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Cabai

1. Taksonomi

Menurut klasifikasi botani Steenis (1988), tanaman cabai berasal dari kerajaan Plantae (tumbuhan) dan termasuk dalam divisi Magnoliophyta dan kelas Magnoliopsida yaitu tumbuhan yang memiliki embrio dengan dua kotiledon, penyerbukan dengan tiga alur atau pori, kelopak bunganya berkisar antara empat sampai lima kelopak, urat daun utama terhubung dengan cincin berkas pembuluh vaskuler, akar berkembang dari radikula dan seringkali ditemukan pertumbuhan sekunder. Tanaman cabai termasuk ke dalam ordo Solanales dan famili Solanaceae yaitu suku terung-terungan yang memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Cabai termasuk dalam genus *Capsicum* dengan spesies *Capsicum annum*.

2. Morfologi

Tanaman cabai merupakan tanaman perdu dengan batang tidak berkayu. Menurut Prajnanta (2006), tanaman cabai mempunyai batang yang tegak dengan tinggi mencapai 50 – 90 cm. Tangkai daun horizontal atau miring dengan panjang antara 1,5 – 4,5 cm. Batang cabai hanya sedikit mengandung zat kayu, terutama di daerah dekat permukaan tanah. Pada batang-batang yang telah tua (biasanya batang paling bawah), akan muncul wama coklat seperti kayu. Ini merupakan kayu semu, yang diperoleh dari pengerasan jaringan parenkim.

Benih cabai memerlukan waktu sekitar 5 – 10 hari untuk berkecambah karena mengalami dormansi dan pertumbuhan yang tidak serentak. Sutopo (2002),

menyebutkan bahwa dormansi benih dapat disebabkan oleh impermeabilitas kulit biji terhadap air atau permeabilitas yang rendah terhadap gas atau resistensi mekanis kulit biji terhadap pertumbuhan embrio. Secara fisik, benih cabai termasuk benih yang tidak terlalu keras baik bagian kulit maupun endospermanya. Miao *et al.* (2001), menyebutkan bahwa kulit benih adalah struktur penting sebagai suatu pelindung antara embrio dan lingkungan di luar benih, mempengaruhi penyerapan air, pertukaran gas dan bertindak sebagai penghambat mekanis dan mencegah keluarnya zat penghambat dari embrio. Morris (2000), menyebutkan bahwa dormansi yang disebabkan oleh kulit benih dapat terjadi karena adanya komponen penyusun benih baik yang bersifat fisik atau kimia. Semakin tua benih cabai ternyata semakin rendah permeabilitasnya terhadap air meskipun kadar airnya semakin menurun sehingga ketika dikecambahkan proses imbibisi benih cabai berlangsung sangat lambat.

Daun cabai terdiri atas tangkai daun, tulang daun, dan helaian daun. Warna daun tanaman cabai umumnya hijau muda sampai hijau gelap tergantung dari varietasnya. Panjang tangkai daun berkisar antara 2 – 5 cm. Tangkai daun akan berkembang sekaligus sebagai ibu tulang daun, bentuk tulang daun menyirip dilengkapi urat daun. Helaian daun bagian bawah berwarna hijau terang, sedangkan permukaan atas berwarna hijau tua. Panjang daun dapat mencapai 10 – 15 cm dan lebar antara 4 – 5 cm (Nawangsih *et al.* 2001). Daun cabai merupakan daun tunggal, beselang seling pada batang, memiliki bentuk jantung dengan ujung daun yang meruncing (Prajnanta 2007).

Bunga cabai memiliki dua kelamin (hermaprodit), dimana dalam satu bunga terdapat perlengkapan alat kelamin jantan dan kelamin betina (Prajnanta 2007). Bentuk bunga cabai seperti terompet. Bunga cabai merupakan bunga lengkap yang terdiri dari kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari dan putik. Mahkota bunga memiliki cuping sebanyak 5 – 6 helai dengan panjang 1 – 1,5 cm dan lebar lebih kurang 0,5 cm. Bunga cabai merupakan bunga tunggal, berwarna putih atau ungu dengan lima sampai enam benang sari dan satu putik, penyerbukan berlangsung sendiri atau secara silang. Mahkota bunga berwarna putih hingga kehijauan dengan ukuran 8 – 15 mm. Bunga cabai biasanya menggantung, dan keluar dari ketiak-ketiak daun (Wiryanta 2002).

Buah cabai merupakan buah sejati tunggal, yang terdiri dari satu bunga dengan satu bakal buah, terdiri atas bagian bagian tangkai buah, kelopak daun dan buah. Bagian dari buah tersusun atas kulit buah yang berwarna hijau sampai merah, daging buah, dan biji. Permukaan buah rata, licin, dan yang telah masak berwarna merah mengkilat. Panjang buah berkisar 9 – 15 cm, dengan diameter 1 – 1,75 cm dan berat buah bervariasi antara 7,5 – 15 g/buah. Panjang tangkai buah 3,5 – 4,5 cm berwarna hijau tua. Buah cabai menggantung terletak di percabangan pangkal ketiak dan jumlah buah per pohon berkisar antara 150 – 200 buah (Nawangsih *et al.* 2001).

3. Syarat Tumbuh

Perkecambahan adalah peristiwa perkembangan embrio sebagai calon tanaman yang dilengkapi dengan organ daun, batang dan akar primer. Mekanisme perkecambahan biji cabai sama dengan perkecambahan biji pada umumnya, yaitu

dimulai dengan penyerapan air sehingga kulit biji melunak, lembaga mulai aktif dan mengadakan pertumbuhan dan merobek kulit biji. Radikula muncul terlebih dahulu kemudian hipokotil, pemanjangan hipokotil menyebabkan kotiledon terangkat dari media tanam, sedangkan radikula berkembang menjadi akar yang terbenam dari media tanam. Perkecambahan cabai bersifat epigeal. Kecambah yang baru muncul dari biji cabai keadaannya masih lemah dan peka terhadap gangguan. Untuk berkecambah embrio membutuhkan cukup banyak energi untuk mendukung pertumbuhan sel-sel baru melalui pembelahan sel, perbesaran ukuran sel dan diferensiasi sel-sel pada titik tumbuh.

Kecambah adalah tumbuhan (sporofit) muda yang baru saja berkembang dari tahap embrioni di dalam biji. Kecambah biasanya dibagi menjadi tiga, yaitu radikula (akar embrio), hipokotil dan kotiledon (daun lembaga) (Sutopo 2002).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai, antara lain: Iklim, tinggi rendahnya letak geografis, kesuburan tanah, dan faktor biotik seperti gangguan hama dan penyakit. (Prajnanta 2006).

Tanaman cabai sangat memerlukan sinar matahari. Di persemaian tanaman cabai yang kurang mendapatkan sinar matahari tanaman cabai akan mengalami etiolasi. Akibatnya buah cabai yang dihasilkan juga berkurang. Cabai keriting sangat tidak tahan terhadap curah hujan yang tinggi, jika curah hujan yang tinggi menyirami tanaman cabai yang sedang berbunga akan mengakibatkan kegagalan panen, buah-buah muda yang tertimpa hujan juga akan rontok (Setiadi 1993).

Suhu rata-rata yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai adalah 18 – 30°C. Suhu udara yang terlalu rendah dan terlalu tinggi akan

menyebabkan turunnya produksi cabai begitu juga dengan penguapan yang terlalu tinggi. Angin yang bertiup terlalu keras juga akan mematahkan ranting, menggugurkan bunga dan buah bahkan dapat merobohkan tanaman (Tjahjadi 2006).

Tanaman cabai tumbuh baik pada keasaman tanah (pH) 5,0 – 7,5, pada keasaman tanah yang rendah, yaitu pH 4,0 tanaman cabai masih dapat tumbuh baik tetapi produksi buahnya agak berkurang. Tanah yang lembab dan tidak tergenang sangat cocok untuk tanaman cabai. Penambahan bahan organik seperti pupuk kandang dan kompos sangat baik untuk tanaman cabai. Pupuk ini diberikan dua minggu sebelum tanam (Prajnanta 2006).

Dalam proses perkecambahan, imbibisi merupakan tahap pertama yang sangat penting karena menyebabkan peningkatan kandungan air benih yang diperlukan untuk memicu perubahan biokimiawi dalam benih sehingga benih berkecambah (Asiedu *et al.* 2000). Jika proses ini terhambat maka perkecambahan juga akan terhambat dan dapat mengakibatkan pertumbuhan yang tidak serentak pada tanaman.

B. Jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn.

1. Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Streets (1980), *Rhizoctonia solani* Kuhn. termasuk ke dalam divisi Eumycota, kelas Deuteromycetes, famili Stilbaceae, genus *Rhizoctonia*. *R. solani* memiliki hifa yang bersekat, berinti banyak (multinukleat) yakni sekitar 4 – 8 inti dalam setiap selnya (Uchida 2007). Jamur ini diketahui tidak menghasilkan spora dan sebagai pertahanan membentuk sklerotia berwarna cokelat hingga gelap dengan

ukuran 3 – 5 mm. Menurut Dhingra (2004), pada umumnya sklerotia akan terbentuk setelah 10 hari. *R. solani* memiliki benang-benang miselium dengan lebar 6 – 10 μm , dengan percabangan yang membentuk sudut runcing, pada titik percabangan terdapat konstriksi (lekukan) dan di dekatnya terdapat sekat. Kelak jamur membentuk hifa bersel pendek-pendek, mempunyai banyak percabangan yang membentuk sudut siku-siku.

3. Gejala Serangan

Gejala penyakit terjadi mulai dari pangkal batang tanaman pada batas permukaan air dimana mulai terjadi infeksi, terjadi pembusukan biji dalam tanah atau semai sehingga tanaman mati sebelum muncul ke permukaan tanah. Batang semai yang masih muda pangkalnya menjadi kebasah-basahan, mengerut sehingga rebah dan akhirnya mati (Semangun 2004). Menurut Caresini (1999), jika tidak menyebabkan kematian biasanya terjadi kanker pada batang dan akar yang ditandai dengan bercak berwarna coklat kemerahan. Akar yang terserang rebah kecambah tampak berwarna coklat kemerahan. Dalam beberapa kasus, seluruh tanaman akan berubah menjadi kering dan berwarna kecoklatan. Penyakit berkembang mulai dari pangkal tanaman hingga tajuk yang saling menutup (perkembangan horizontal). Setelah tajuk saling menutup, dengan kelembaban serta kelembatan rumpun meningkat kemudian infeksi jamur meluas ke bagian atas tanaman (perkembangan vertikal) dan menyebabkan penyakit tersebut tampak parah hanya pada pelepah daun sesudah tanaman hampir membentuk bulir dan selanjutnya penyakit berkembang secara cepat.

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit

Sklerotia dapat berkecambah pada temperatur 8°C sampai 80°C. Infeksi akan berlangsung cepat jika kelembaban relatif tinggi serta didukung oleh cuaca basah. Jamur ini hidup secara saprofit dalam tanah pada zat organik. Infeksi cukup berat bila didukung suhu tanah 36°C dan kelembaban 15 – 20% dengan jenis tanah berpasir (Mehrotra 1983). Serangan berat dapat terjadi pada kondisi tanah dengan pH 5,8 – 8,1 dan akan menurun bahkan tidak terjadi serangan sama sekali pada kondisi tanah dengan pH 5,0 – 2,0 (Johnson & Curl 1972).

C. Solarisasi Tanah

Solarisasi tanah atau pemanasan tanah dengan pemanfaatan matahari merupakan teknik untuk mengendalikan patogen dalam tanah (Katan *et al.* 1976). Penggunaan solarisasi tanah sudah dilakukan sejak tahun 1976-an di Negara Israel dan banyak dikenal dengan beberapa istilah, seperti *solar heating of the soil*, *polyethylene or plastic mulching*, *solar pasteurization*, *solar disinfestations* dan *soil solarization* yang telah dikenal sampai saat sekarang (Katan *et al.* 1976).

Solarisasi tanah merupakan suatu teknik pemanasan dengan menggunakan *polyethylene* atau plastik bening sebagai penutup tanah yang menyebabkan terjadinya pemanasan dalam tanah sehingga terjadi perubahan sifat fisik, biologi, dan kimia (Katan & De Vay 1991). Perlakuan solarisasi tanah dapat menekan populasi *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* dan *Verticillium dahliae* antara 54 – 100% tergantung kedalaman letak patogen di dalam tanah (Katan *et al.* 1976). Menurut Gamliel dan Katan (1993), *Pseudomonas* sp. kelompok fluoresen yang berasal dari

akar tomat atau akar kecambah tomat yang tumbuh dalam tanah yang diberi perlakuan solarisasi mampu menekan kolonisasi *Penicillium pinophilum*. Solarisasi tanah selama dua bulan dapat mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan hasil hampir lima kali lipat dibandingkan tanaman yang tanahnya tidak disolarisasi (Torres *et al.* 1993). Solarisasi tanah dapat menekan serangan berbagai jenis patogen tular tanah pada berbagai jenis tanaman seperti *Verticillium dahliae* pada kentang dan terung juga *Sclerotium rolfsii* yang menyerang kacang-kacangan dengan berkurangnya serangan patogen tersebut produksi dapat meningkat 35%, 123%, dan 215% dibandingkan dengan kontrol masing-masing tanaman. Populasi *Verticillium dahliae* pada tanaman tomat berkurang populasinya antara 54 – 100% pada tanah yang diberi perlakuan solarisasi, tergantung dari kedalaman letak patogen di dalam tanah (Katan *et al.* 1976). Solarisasi tanah selama 5 – 7 minggu menekan kejadian penyakit (46 – 76,3%) dan indeks penyakit akar gada (penurunan 64,3 – 89,3%) serta peningkatan produksi tanaman (123,8 – 147,6%) (Widodo & Suheri 1995).

Besarnya penekanan penyakit dan kejadian penyakit tergantung dari lamanya solarisasi tanah. Terjadinya penekanan penyakit diduga bukan merupakan pengaruh langsung dari peningkatan suhu akibat solarisasi. Tetapi karena adanya perubahan mikroba tanah terutama *actinomycetes* dan bakteri antagonis yang berpotensi sebagai agens antagonis (Katan *et al.* 1976; Kartini 1996; Rusmawati 2002).

Kelebihan lain solarisasi tanah yaitu secara ekonomi lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara fumigasi dan tidak membahayakan lingkungan serta tidak meninggalkan residu (Katan *et al.* 1976). Selain itu solarisasi tanah biayanya murah

dan dapat digabungkan dengan teknik pengendalian yang lainnya (Chellemi *et al.* 1997).

D. Jamur Antagonis *Trichoderma* sp.

1. Klasifikasi

Trichoderma sp. termasuk dalam divisi Ascomycota, kelas Sordariomycetes, ordo Hypocreales, famili Hypocreaceae, genus *Hypocrea* dan spesies *Trichoderma* sp. Koloni jamur tumbuh cepat pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dengan permukaan putih sampai hijau dan anyaman miselium menyebar. Koloni berbentuk zona mirip cincin yang khas dan jelas koloninya sering tidak berwarna, berwarna kuning ataupun kuning kehijauan.

Hifa hialin berdiameter 1,5 – 12 μm , sepat berdinding halus dan bercabang-cabang. Konidiofor jamur ini memiliki cabang yang banyak (Rifai 1969). Memiliki konidiofor jernih, tegak, bercabang, berseberangan pada ujung konidiofor terdapat fialid (tangkai yang menyangga konidia) yang berbentuk seperti botol, klamidiofor bulat atau hampir bulat. Konidiofor berukuran 62,5 – 158 μm , tinggi konidiofor 6 – 14,6 μm panjang fialid 7,2–12,5 x 2,2–4,3 μm , diameter spora 25 – 65 μm , diameter konidia berukuran 2,7–5 x 2,2–4,3 μm , diameter klamidiospora 7,7–11,2 μm .

Jamur *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan struktur bertahan berupa klamidospora. Lewis dan Papavizas (1984), menyatakan bahwa klamidospora sangat efektif dalam penyebaran jamur ini. Menurutnya, klamidospora akan

dibentuk pada substrat alami yang ditanamkan dalam tanah atau dapat pula diproduksi melalui fermentasi cair atau padat.

2. Mekanisme Penekanan Penyakit oleh *Trichoderma* sp.

Menurut Howell (2003), mekanisme penekanan penyakit tanaman oleh *Trichoderma* sp. adalah: 1) mikoparasitisme dan produksi antibiotik, 2) kompetisi, 3) enzim, 4) induksi resistensi, 5) menghasilkan metabolit yang menginduksi perkecambahan patogen.

1. Mikoparasitisme dan produksi antibiotik

Mikoparasitisme adalah mekanisme pengendalian jamur patogen dengan cara hifa agens hayati akan membelit hifa jamur patogen kemudian terjadi penetrasi pada dinding hifa patogen sehingga patogen akan lisis. *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan toksin yang disebut dengan gliotoksin selain itu *Trichoderma* sp. juga menghasilkan antibiotik yang disebut dengan gliovirin yang dapat menghambat *Pythium ultimum* dan *Phytophthora* spp. Tetapi tidak pada *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, *Phymatotricum omnivorum*, *Rhizopus arrhizus* dan *Verticillium dahliae* dan juga tidak menghambat *Bacillus thuringiensis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Gliovirin yang dihasilkan oleh *Trichoderma* mutan tidak lebih efektif dari tipe liar dalam mengendalikan penyakit. Penekanan *P. ultimum* dan *R. solani* berkorelasi dengan produksi antibiotik gliovirin.

2. Kompetisi dan kewenangan rhizosfer

Kewenangan atau kekuasaan rhizosfer adalah kemampuan rhizosfer untuk menyediakan tempat hidup dan nutrisi dan juga faktor abiotik seperti suhu rhizosfer bagi jamur antagonis. Kewenangan rhizosfer sangat penting, karena agens hayati

tidak dapat memperebutkan ruang dan makanan jika tidak dapat tumbuh pada rhizosfer. *Trichoderma* sp. dapat diaplikasikan pada tanah dan akan mempercepat tumbuhnya sistem perakaran. Suhu pada rhizosfer juga mempengaruhi kemampuan tumbuh agens hayati, *Trichoderma* sp. tidak dapat tumbuh pada suhu 40°C.

Jamur dapat menghambat patogen melalui kompetisi nutrisi seperti nitrogen, karbon, unsur hara makro dan mikro lainnya. Pengurangan makanan secara umum akan menghambat perkecambahan spora karena tabung perkecambahan tumbuh lebih lambat dan akan menurunkan infeksi dan munculah nekrosis. Kompetisi nutrisi seperti nitrogen, karbon, seng, dan tempat pada permukaan akar sangat penting untuk mengontrol patogen tular tanah.

3. Produksi enzim

Jamur antagonis *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan enzim kitinase dan juga enzim glukanase yang dapat menekan perkembangan patogen tanaman. Enzim ini berfungsi menghancurkan polisakarida, kitin, dan β -glukan sebagai pemantap dinding sel jamur patogen.

Menurut Nugroho *et al.* (2003), enzim kitinase yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. lebih efektif daripada enzim kitinase yang dihasilkan oleh organisme lain, untuk menghambat berbagai jamur patogen tanaman.

Kemampuan *Trichoderma* sp. dalam memproduksi enzim kitinase bervariasi yang disebabkan perbedaan kecil gen yang mengkodonya bervariasi. Variasi ini tidak saja terlihat dari jumlah aktivitas kitinase total yang diproduksinya tetapi juga pada jenis kitinase yang dihasilkan. Semua enzim yang dapat mendegradasi kitin disebut dengan kitinase total atau kitinase non-spesifik. Enzim yang dapat

mendegradasi kitin secara acak dari dalam disebut endokitinase (Tronsmo & Harman 1993).

4. Induksi respon pertahanan tanaman

Modus aksi yang penting dari biokontrol pada jaringan vegetatif adalah induksi resistensi. Induksi resistensi dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu, induksi resistensi lokal dan induksi resistensi sistemik. Induksi resistensi sistemik (IRS) disebabkan karena berbagai macam mikrobia yang dapat melindungi tanaman melawan patogen tanaman dan juga foliar. IRS dilengkapi dengan berbagai macam mikrobia non-patogenik dan mikrobia yang menguntungkan lainnya seperti mikrobia saprofit mikrobia peningkat pertumbuhan tanaman. Dilaporkan juga kompos merupakan bahan yang dapat merangsang timbulnya induksi resistensi selain kompos, agens hayati, bahan kimia toksik dan non-toksik. IRS terjadi karena peningkatan laju sekresi enzim pertahanan seperti protease, peroksidase, dan kitinase sehingga terjadi lignifikasi pada dinding sel yang dapat membatasi patogen berkembang dan menyebar.

Penetrasi jamur antagonis pada epidermis dan korteks akar timun respon tanaman ditandai dengan meningkatnya aktivitas peroksidase yang berasosiasi dengan komponen fungitoksik. *Trichoderma* sp. juga menginduksi aktivitas enzim peroksidase pada akar.

5. Meningkatkan pertumbuhan tanaman

Trichoderma sp. mempengaruhi peningkatan pertumbuhan tanaman yang merupakan efek langsung dari tanah dengan *Trichoderma* sp. Dilaporkan terjadi peningkatan berat kering tajuk dan akar tanaman hasil panen tomat dan tembakau

yang dinamakan dengan *Trichoderma* sp. sebesar 213 – 275% dan 259 – 318% secara berturut-turut.

E. Jamur Antagonis *Penicillium* sp.

Penicillium sp. termasuk dalam divisi Amastigomycotina, kelas Deuteromycetes, ordo Moniliales, famili Moniliaceae, dan genus *Penicillium* (Alexopoulos & Mims 1979). Warna koloni *Penicillium* sp. adalah putih kehijauan, atau hijau dengan bentuk koloni bulat sampai bergelombang, membentuk spora dengan bentuk oval atau bulat.

Nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme seperti *Penicillium* sp. yang berperan sebagai antagonis pada prinsipnya terdiri dari: N, S, P, K, Mg, Ca, Fe, Na, dan Cl. Ada beberapa nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya dalam jumlah kecil, antara lain: Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu, dan Ni. Meskipun setiap mikroorganisme mempunyai faktor pertumbuhan yang berbeda-beda, umumnya faktor tersebut terdiri dari asam amino, dan nitrogen (purin dan pirimidin), dan vitamin.

Menurut Lester dan Hetcher (1960), kebutuhan nutrisi *Penicillium* sp. dalam kondisi kultur adalah sodium citrate-5H₂O, KH₂PO₄, NH₄NO₃, MgSO₄, 7H₂O, CaCl₂, 2H₂O, sukrosa, dan agar. Dalam proses pembentukan dan perkecambahan spora, nutrisi yang paling dibutuhkan oleh *Penicillium* sp. adalah protein (asam amino), karbohidrat, air (kelembaban), serta kadar pH yang cocok. Selain itu, suhu lingkungan sekitar juga sangat menentukan. Suhu yang diperlukan *Penicillium* sp.

untuk berkembang yaitu antara 20 – 25°C dimana suhu minimumnya 4°C dan optimumnya 25°C.

1. Mekanisme Pengendalian Hayati

Jamur *Penicillium* sp. diketahui merupakan salah satu jamur yang mampu menghasilkan senyawa toksin (mikotoksin) yang mampu menekan pertumbuhan patogen tular tanah. Sifat antagonis inilah yang dimanfaatkan dalam pengendalian hayati. Pengendalian penyakit tanaman dengan memanfaatkan agens hayati merupakan alternatif pendekatan yang menarik untuk diterapkan karena kompatibel dengan sistem pertanian berkelanjutan (Permata 2009).

Mekanisme pengendalian penyakit dalam mengendalikan penyakit tanaman adalah sebagai berikut:

Antibiosis. Antibiosis merupakan penghambatan ataupun pengurangan serangan dan pertumbuhan suatu penyakit tanaman oleh agens antagonis melalui produksi antibiotik, dimana antibiotik ini adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang diproduksi mikroba, pada konsentrasi rendah dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme lain (Fravel 1988). Pusey dan Wilson (1984) melaporkan bahwa filtrat biakan *Bacillus subtilis* sangat efektif dalam menekan serangan penyakit busuk cokelat pada buah stone, yang membuktikan bahwa mekanisme penghambatan oleh agens hayati tersebut adalah dengan memproduksi zat antifungi.

Kompetisi. Merupakan usaha keras dua atau lebih organisme untuk mendapatkan makanan maupun ruang pada kondisi spesifik dimana hal tersebut tersedia dalam jumlah terbatas. Seperti halnya makhluk hidup yang lain,

mikroorganisme memerlukan makanan untuk segala aktivitasnya, jika makanan yang tersedia di sekitar patogen dimanfaatkan oleh agens antagonis secara otomatis makanan untuk kebutuhan hidup patogen menjadi berkurang atau tidak tersedia sama sekali dan ini menyebabkan patogen tidak dapat berkecambah dan akhirnya menurunkan kemampuannya menginfeksi tanaman. Biasanya agens hayati tumbuh dengan sangat cepat dan mengkolonisasi bagian-bagian permukaan tanah yang terluka yang merupakan tempat masuknya patogen sehingga mereka menguasai tempat tersebut yang menyebabkan patogen kalah bersaing dalam mendapatkan makanan ataupun ruang (Wilson & Wisniewski 1989; Wisniewski & Wilson 1992).

Hiperparasitisme. Merupakan suatu sifat yang dimiliki oleh mikroorganisme yang mempunyai kemampuan memarasit mikroorganisme lain, hal ini terjadi jika ada kontak antara mikroorganisme yang bersifat hiperparasit dengan mikroorganisme lain yang menjadi inangnya dengan cara melakukan penetrasi langsung, kemudian terus berkembang dan memperbanyak diri di dalam mikroorganisme tersebut ataupun dengan cara melilit hifa inangnya. Mikroorganisme yang bersifat hiperparasit yang hingga sekarang menjadi fokus para peneliti penyakit tanaman adalah golongan *Trichoderma* dan *Penicillium* (Weindling 1932).

Pengendalian hayati adalah pengurangan jumlah inokulum dalam keadaan aktif maupun dorman atau penurunan aktivitas patogen sebagai parasit oleh satu atau lebih organisme yang berlangsung secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonis, atau dengan induksi secara massal satu atau lebih organisme antagonis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. *Diterjemahkan oleh* Busnia, M dan Martoredjo, T. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Alexopoulos, C.J. dan C.W. Mims. 1979. *Introductory Mycology*. Fourth Editions. John Willey and Sons. New York.
- Asiedu, E.A., A.A. Powell, T. Stuchbury. 2000. Cowpea seed coat chemical analysis in relation to storage seed quality. *Afric. J. Crop Sci.* 8(3): 283-294.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2007. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Tanaman Cabai di Indonesia.
- Bal, U. dan S. Altintas. 2006. Effects of *Trichoderma hazianum* on yield and fruit quality of tomato plant (*Lycopersicum esculentum*) grown in an unheated greenhouse. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46: 131-136.
- Caresini, P. 1999. *Rhizoctonia solani*. (online) <http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/profile.html>. Diakses pada 19 Februari 2012.
- Chellemi, D.O., Olson S.M., Mitchell D.J., Secker I., Mc Sorley R. 1997. Adaptations of soil solarization to the integrated management.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. The Nature of Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The APS Press, St. Paul, Minnesota. 53 p.
- De Cal, A., S. Pascual., and P. Melgarejo. 1997. Involvement of Resistance Induction by *Penicillium oxalicum* in the Biocontrol Tomato Wilt. *Plant Pathology*. 46: 72-79.
- De Cal, A., R. Garcia-Lepe, P. Melgarejo. 2000. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: histological studies of infected and induced tomato stems. *Phytopathology* 90: 260-268.
- Dhingra, O.D., M.L.N. Costa, J.R. Silva, E.S.G. Mizubuti. 2004. Essential oil of mustard to control *Rhizoctona solani* seedling damping off and seedling blight in nursery. *Fitopatologia Brasileira* 29: 683-686.

- Elad, Y dan Freeman S. 2002. Biological control of fungal plant pathogens. In: (ed.) Kempken, F., *The Mycota, A comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research. XI. Agricultural Applications*. Springer, Heidelberg, Germany. Pp 93-109.
- Fravel, D.R. 1988. Role of antibiosis in biocontrol of plant disease. *Ann. Rev. Phytopathology* 26: 75-91.
- Gamliel, A. and J. Katan. 1993. Suppression on major and minor pathogens by fluorescent pseudomonad in solarize and non solarized soil. *Phytopathology* 83: 63-85.
- Harman, G.E, Charles R.H., Ada Viterbo, Ilan Chet, Matteo Lorito. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews* 2: 43-54.
- Heil, Martin dan R.M. Bostock. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Annals of Botany* 89: 503-512.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant disease: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87(1): 4-10.
- Hyakumachi, M. 1994. Plant Growth Promoting Fungi from Turfgrass Rhizosphere with Potential for Disease Suppression. *Soil Microorganism* 44: 53-68.
- Hyakumachi, M. 2002. Fungi as plant growth promoter and disease suppressor. In *Abstracts of Papers Presented at the 46th Annual Meeting and the 8th International symposium (Part I) of the Mycological Society of Japan*. May 18-19, 2002. Nagano, Japan.
- Johnson, L.F. and E.A. Curl. 1972. *Methods for research on ecology of soil borne plant pathogens*. Minneapolis. Burgess Publishing Co.
- Johnson, S.B. dan S.S. Leach. 2008. *Rhizoctonia* diseases on potatoes. (<http://www.unmext.maine.edu/onlinepubs/PDFpubs/2273.pdf>). Diakses pada 14 Januari 2012.
- Kartini. 1996. Solarisasi tanah terhadap kemampuan tumbuh dan patogenesis sklerotia *Sclerotium rolfsii* Sacc. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Katan, J., Greenberger, Alon H., and Grinstein A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseased caused by soil borne pathogens. *Phytopathology* 66: 683-688.

- Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pests. *Ann. Rev. Phytopathology* 19: 211-236.
- Katan, P. and De Vay J.E. 1991. *Soil Solarization*. CRC Press. Boca Raton Ann Arbor Boston. London.
- Koike, N. Kageyama, K dan Hyakumachi. 1997. Induction of Sistemik Resistance in Cucumber Against Antracnose, Bacterial Angular Leaf Spot and Fusarium Wilt by Selected Strains of Plant Growth Promoting Fungi (PGPF). Proceeding of the Fourth International Workshop on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Japan-OECD Joint Workshop. Sapporo, Japan, 5-10, 1997. pp 277-280.
- Kranz, J., H. Schumutterer, and W. Koch. 1997. *Diseases, Pests, and weeds in Tropical Crops*.
- Kurnia, Y.W. 2009. Pemanfaatan limbah pabrik dan rumah tangga untuk perbanyakkan *Trichoderma* spp. sebagai agens hayayi penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. pada tanaman cabai [skripsi]. Fakultas Pertanian. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Lester, G and Hechter, O. 1960. Growth Regulations in *Penicillium puberulum* by Estradiol – 170 and Deoxycorticosterone, Worcester Foundation for Experimental Biology, Shrewsbury, Massachusetts.
- Lewis JA., and Papavizaz GC. 1984. A new approach to stimulate population poliferation of *Trichoderma* sp. and other potential biocontrol fungi introduced into natural soils. *Phytopathology* 74: 1240-1244
- Mandal, N. 1988. Evaluation of Germplasm or Disease Resisten in Jute. Paper presented for the International training of jute and kenal breeding varietal improvement IJO/JARI (ICAR). Barrackpore. India.
- Mehrotra, R.S. 1983. *Plant Pathology*, Tata Mcgraw Hill Pubi. Co., Ltd., New Delhi, p. 730-731.
- Miao, Z.H., J.A. Fortune, J. Gallagher. 2001. Anatomical structure and nutritive value of lupin seed coats. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 985-993.
- Morris, E.C. 2000. Germination response of seven east Australian *Grevillea* species (Proteaceae) to smoke, heat exposure and scarification. *Aust. J. Bot.* 48: 179-189.
- Muslim, A., Suwandi dan Harman Hamidson. 2005. Cendawan rizosfer sebagai pemicu pertumbuhan tanaman, pengendalian hayati dan penginduksi resistensi terhadap penyakit tanaman di daerah rawa lebak. Laporan

- Penelitian Tahun Pertama Hibah Bersaing Dikti 2005. (tidak dipublikasikan)
- Nawangsih, AA., Imdad PH., Wahyudi A. 2001. *Cabai Hot Beauty*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nugroho, T.T., M.Ali, C. Ginting, Wahyuningsih dan Andi. 2003. Isolasi dan karakterisasi sebagian kitinase *Trichoderma viride* TNJ63. *Jurnal Natur Indonesia* 5(2): 101-106.
- Permata, S.E. 2009. Perbanyakkan *Penicillium* spp. pada berbahai substrat dan aplikasinya untuk menekan perkembangan penyakit busuk leher akar (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada tanaman cabai [skripsi]. Fakultas Pertanian Inderalaya.
- Pinkerton, J. 2000. Soil Solarization; A perspective from a northern temperate region. USDA ARS HCRL. Corvallis.
- Prajnanta, F. 2006. *Kiat Sukses Bertanam Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prajnanta, F. 2007. *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pullman, G.S., DeVay J.E., Garber R.H., Weinbold A.R. 1981. Soil solarization: effects on *Verticillium* of cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology* 71: 954-959.
- Pusey, PL. and Wilson, C.L. 1984. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. *Plant Disease* 68: 1641-1645.
- Rifai, M.A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycol Papers* 116 \: 56
- Rusmawati, K. 2002. Pengaruh solarisasi tanah terhadap penyakit tular tanah dan produksi benih kacang tanah (*Arachis hypogaea*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salikin dan U.S. Satari. 1981. Pengujian Antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Patogenisitas *Phytium* sp. pada Ketimun. Prosiding Seminar Ilmiah Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Kongres Nasional IX PFI, Surabaya. 350-353.
- Setiadi. 1993. *Bertanam cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Shivanna, M.B., Merra M.S. dan Hyakumachi, M. 1996. Role of root colonization ability of plant growth promoting fungi in the suppression of take-all and common root rot of wheat. *Crop Protection* 15: 497-504.
- Simamora, S. dan Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Streets, R.B. 1980. *Diagnosis Penyakit Tanaman*. Diterjemahkan oleh Dr. Iman Santoso. Jakarta: PT. Gede Jaya.
- Steenis, C.G.G.J. 1988. *Flora*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sudantha, I.M. 1991. Penggunaan Kompos dan Jamur Antagonis Untuk menekan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hans. Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Suryati H., W. Djasmari. 1994. Pengaruh Beberapa Metode Aplikasi *Trichoderma harzianum* Rifai. dalam Menekan Serangan Jamur Patogen Tular Tanah pada Persemaian Cabai (*Capsicum annuum* L.). Jurusan HPT FP Universitas Andalas. Padang.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Tjahjadi. 2006. *Tanaman Cabai*. Yogyakarta: Kanisius.
- Torres, A.M., T. Milian, and J.I. Cubero. 1993. Identifying rose cultivars using random amplified polymorphic DNA markers. *Horticulture Science* 28: 333-334.
- Tronsmo, A. and Harman, G.E. 1993. Detection and quantification of N-acetyl-Beta-D-glucosaminidase, chitobiosidase, and endochitinase in solutions and gels. *Anal. Biochem.* 208: 74-79.
- Uchida, J.C. 2007. *Rhizoctonia solani*. Department of Plant Pathology. University of Hawaii (online). Diakses 12 Mei 2011.
- Weindling, R. 1932. *Trichoderma lignorum* as parasite of other soil fungi. *Phytopathology* 22: 837-845.
- Widodo and Suheri. 1995. Suppression of clubroot disease of cabbage by soil solarization. *Bull. HPT* 8(2): 49-55.
- Wilson, C.I. and Wisniewski M.E. 1989. Biological control of post harvest diseases of fruits and vegetables: An emerging technology to control post