

## Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal

Susiana Purwantisari dan Rini Budi Hastuti  
Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Undip

### Abstract

*Trichoderma* spp. merupakan jamur asli tanah yang bersifat menguntungkan karena mempunyai sifat antagonis yang tinggi terhadap jamur-jamur patogen tanaman budidaya. Mekanisme pengendalian yang bersifat spesifik target dan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman, menjadi keunggulan tersendiri bagi jamur *Trichoderma* spp. ini sebagai agen pengendali hayati. Pemanfaatan *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali hayati jamur patogen *Phytophthora infestans* merupakan salah satu alternatif penting untuk mengendalikan jamur patogen tersebut tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian bertujuan untuk memperoleh jamur-jamur antagonis spesifik lokasi *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora infestans* secara *in vitro* dengan uji antagonisme. Metode penelitian yang digunakan adalah (1) isolasi dan identifikasi jamur patogen penyebab penyakit lodoh di sentra pertanaman kentang di Kedu Temanggung, (2) isolasi dan identifikasi jamur-jamur tanah spesifik lokasi *Trichoderma* spp. (3) uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora infestans* secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang di sentra pembibitan tanaman kentang di Kledung Temanggung Provinsi Jawa Tengah adalah *Phytophthora infestans*. Terdapat 7 isolat jamur tanah yang berhasil diisolasi dari tanah pembibitan tanaman kentang tersebut dan salah satunya adalah *Trichoderma* sp. Uji antagonisme secara *in vitro* menunjukkan bahwa jamur antagonis spesifik lokasi *Trichoderma* sp. berpotensi menghambat pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora infestans*.

**Key words:** *Trichoderma* spp, *Phytophthora infestans*

### PENDAHULUAN

Kentang merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi. Sebagai sumber karbohidrat, kentang merupakan sumber bahan pangan yang dapat mensubstitusi bahan pangan karbohidrat lain yang berasal dari beras, jagung dan gandum (Samadi, 1997). Mengacu pada program pemerintah akan diversifikasi sumber pangan karbohidrat non beras akhir-akhir ini, kentang merupakan salah satu alternatif penting untuk keragaman bahan pangan non beras. Sebagai komoditas pertanian andalan di Kabupaten Wonosobo Propinsi Jawa Tengah yang bernilai ekonomi tinggi, maka peningkatan produksi adalah satu-satunya pertimbangan utama dalam usaha tani kentang. Usaha peningkatan produksi kentang dipengaruhi adanya faktor pembatas penting di lapangan antara lain adanya serangan hama dan penyakit tumbuhan (Rukmana, 1997).

Penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang oleh jamur patogen *Phytophthora*

*infestans* sejak lama menjadi masalah bagi para petani kentang dan penyakit ini merupakan penyakit yang paling serius di antara penyakit dan hama yang menyerang tanaman kentang di Indonesia (Katayama & Teramoto, 1997). Penyakit ini tergolong sangat penting karena kemampuannya yang tinggi merusak jaringan tanaman. Serangan patogen dapat menurunkan produksi kentang hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang amat singkat (Rukmana, 1997). Sampai saat ini kapang patogen penyebab penyakit busuk daun dan umbi kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada varietas kentang yang benar-benar tahan terhadap penyakit tersebut (Cholil, 1991). Penyakit akan mudah sekali berkembang baik pada daerah dingin dan lembab karena kapang patogen yang menyebabkannya mudah tumbuh dan berkembang baik pada kondisi dingin seperti di daerah Dieng dan Wonosobo (Djafaruddin, 2000).

Pada saat ini penyakit busuk daun dan umbi kentang ini sedang berkembang pada

pertanaman kentang di Wonosobo. Ninin (komunikasi pribadi) mengemukakan bahwa hampir seluruh sentra pertanaman kentang di Wonosobo terinfeksi jamur tersebut seiring dengan datangnya musim penghujan tahun ini. Ninin, 2006 menyatakan bahwa pada musim tanam 2006 pada kebun milik BPPTAL Wonosobo dijumpai serangan jamur *Phytophthora infestans* berkisar 40- 90 %. Sedangkan pada kebun kentang milik PT Murakabi Buana, Desa Ngablak Kabupaten Magelang didapatkan serangan mencapai 80%.

Memasuki pasar global persyaratan produk-produk pertanian ramah lingkungan akan menjadi primadona. Persyaratan kualitas produk pertanian akan menjadi lebih ketat kaitannya dengan pemakaian pestisida sintetis. Salah satu alternatif upaya peningkatan kuantitas dan kualitas produk pertanian khususnya kentang dapat dilakukan dengan pemanfaatan agen hayati (biopestisida) sebagai pengganti pestisida sintetis yang selama ini telah diketahui banyak berdampak negatif dalam mengendalikan penyakit-penyakit tanaman. Seperti terbunuhnya mikroorganisme bukan sasaran, membahayakan kesehatan dan lingkungan (Samways, 1983). Berdasarkan keadaan ini maka eksplorasi dan skrining agen hayati pada keanekaragaman hayati yang kita punya harus dilakukan dalam rangka untuk menemukan sumberdaya genetik baru yang berpotensi sebagai agen pengendalian hayati penyakit tanaman yang ramah lingkungan.

*Trichoderma* spp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman (spektrum pengendalian luas). Jamur *Trichoderma* spp. dapat menjadi hiperparasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman, pertumbuhannya sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi. Mekanisme antagonis yang dilakukan adalah berupa persaingan hidup, parasitisme, antibiosis dan lisis (Trianto dan Gunawan Sumantri, 2003). Menurut Rifai, 1969, jenis *Trichoderma* yang umum dijumpai di Indonesia adalah: *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. hamatum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii*, dan *T. viride*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan

penyakit yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Hasil penelitian Susanna, 2000 dalam Trianto dan Gunawan. S., 2003, menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. isolat Lampung mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* pada tanaman pisang. Nurjannani, 2001 dalam Trianto dan Gunawan. S., 2003, bahwa pemakaian *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum*. Kaji terap yang dilaksanakan pada Laboratorium PHPT Semarang menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. cukup efektif untuk mengendalikan penyakit *Alternaria sp* pada bawang merah.

Luas pertanaman kentang saat ini mencapai 70.500 hektar dan tersebar di berbagai provinsi seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan. Di Jawa Tengah kentang umumnya ditanam di dataran tinggi seperti di daerah Dieng Wonosobo. Untuk meningkatkan produksi ini dibutuhkan benih yang bermutu dan pengendalian terhadap organisme pengganggu tanaman. Organisme pengganggu ini diperkirakan mencapai 67 spesies. Sebuah jumlah yang cukup banyak dan mudah mengancam produksi kentang. Pada musim hujan, benih kentang rentan terhadap jamur *Phytophthora infestans*, sedangkan di gudang penyimpanan benih rawan serangan hama (Purbani, dkk, 2007). Dengan kondisi itu petani banyak tergantung pada herbisida dan insektisida.

*Trichoderma* spp. merupakan jamur antagonis yang sangat penting untuk pengendalian hayati Mekanisme pengendalian *Trichoderma* spp. yang bersifat spesifik target, mengkoloni rhizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan jamur patogen, mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman, menjadi keunggulan lain sebagai agen pengendali hayati. Aplikasi dapat dilakukan melalui tanah secara langsung, melalui perlakuan benih maupun melalui kompos. Selain itu *Trichoderma* spp. sebagai jasad antagonis mudah dibiakkan secara massal, mudah disimpan dalam waktu lama dan dapat diaplikasikan sebagai *seed furrow* dalam bentuk tepung atau granular /butiran (Arwiyanto, 2003). Beberapa keuntungan dan keunggulan *Trichoderma* spp. yang lain adalah mudah dimonitor dan dapat berkembang biak, sehingga keberadaannya di lingkungan dapat

bertahan lama serta aman bagi lingkungan, hewan dan manusia lantaran tidak menimbulkan residu kimia berbahaya yang persisten di dalam tanah (Anonim, 2002).

Penggunaan jamur antagonis sebagai agen hayati harus dalam bentuk formulasi yang tepat dengan bahan yang mudah tersedia (Lewis dan Papavizas, 1991). Menurut Weller dan Cook, 1983 bahwa untuk menstabilkan efektifitas agensia hayati harus diformulasikan. Beberapa laporan menyebutkan bahwa *P. fluorescens*, *Gliocladium* dan *Trichoderma* telah diformulasikan dalam bentuk cair, tepung dan kompos. Perkembangbiakan *Trichoderma* spp. akan terjadi bila hifa jamur mengadakan kontak dengan bahan organik seperti kompos, bekatul atau beras jagung. Bertaha Hapsari, 2003 menunjukkan bahwa jamur menguntungkan tersebut dapat bertahan selama 3 bulan jika disimpan dalam kulkas atau sebulan di suhu kamar pada medium beras jagung yang telah difermentasi. Sedangkan bahan yang dapat dibuat sebagai pengemas antara lain talk dan kaolin. (Trianto dan Sumantri, 2003).

Berdasarkan potensi yang dimiliki *Trichoderma* spp. maka pemanfaatan jamur tersebut sebagai agen hayati untuk pengendalian jamur patogen *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan sangatlah penting di dalam menunjang program PHT. Oleh karena itu perlu adanya upaya pengembangan ke depan yaitu dengan pembuatan formulasi yang ditujukan untuk menciptakan produk agen hayati yang efektif untuk mengendalikan penyakit tanaman. Pengendalian hayati dengan agen hayati *Trichoderma* spp. yang terseleksi ini sangatlah diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif dari pemakaian pestisida sintetik yang selama ini masih dipakai untuk mengendalikan penyakit pada tanaman kentang di Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

### 3.1. Isolasi dan Identifikasi Jamur Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang pada sentra Tanaman Kentang

Pengambilan sampel tanaman sakit dilakukan di sentra pertanaman kentang di Wonosobo. Isolasi dilakukan dengan teknik *direct*

*plating* (Malloch, 1997) dengan meletakkan irisan daun / umbi kentang yang sakit pada medium PDA steril yang telah ditambah kloramfenikol dalam cawan petri steril, kemudian diinkubasi pada suhu 25°C selama 3-5 hari. Koloni-koloni yang tumbuh diidentifikasi untuk memastikan adanya *Phytophthora infestans*. Selain itu isolasi juga dilakukan di tanah sekitar tanaman kentang yang menunjukkan gejala penyakit dengan menggunakan metode umpan dengan menggunakan buah apel varietas Manalagi. Jamur yang diperoleh kemudian dibiakkan dalam media PDA miring dan disimpan dalam paraffin cair steril untuk uji berikutnya (Tsao, 1983).

Identifikasi jamur *Phytophthora infestans* dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil isolasi jamur yang berupa biakan murni, dideterminasi berdasarkan morfologi mikroskopisnya dengan menggunakan kunci determinasi jamur hingga pada marga dan jenisnya (Barnett dan Hunter, 1972; Malloch, 1997); Barnes, Ervin H., 1997).

### 3.2. Isolasi dan Identifikasi Jamur Antagonis *Trichoderma* spp.

Pengambilan sampel tanah dilakukan diberbagai area di lahan tanaman kentang di Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Perakaran beserta tanah di sekitarnya dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan dalam termos es. Sampel tersebut segera dibawa ke Laboratorium Klinik Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM untuk diisolasi jamur *Trichoderma* spp. yang bersifat antagonis terhadap *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi pada tanaman kentang.

Isolasi *Trichoderma* spp. dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran (*dilution method*) hingga  $10^3$  pada medium umum (*Potato dextrose Agar*) dan spesifik untuk jamur *Trichoderma* spp. (*Trichoderma Specific Medium*) (Srilakshmi *et al.*, 2001). Hasil isolasi dibiakkan dalam medium PDA miring dan disimpan dalam parafin cair untuk uji selanjutnya (Tsao, 1983). Hasil isolasi jamur yang berupa biakan murni, dideterminasi berdasarkan morfologi mikroskopisnya (Salma dan Gunarto, 1996; Zaini *et al.*, 1997).

### 3.3. Uji Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Jamur Patogen Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang secara *In vitro*.

Uji antagonisme mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*) ( Benhamou dan Chet, 1993). Pada medium PDA dalam petridish dilakukan inokulasi pada dua tempat yang berbeda baik dengan jamur antagonis terbawa tanah *Trichoderma* spp. dan *Phytophthora infestans*. Kemudian diinkubasikan selama 7 hari pada suhu kamar. Pada hari terakhir pengamatan dilihat penghambatan pertumbuhan *Phytophthora infestans* oleh jamur *Trichoderma* spp. tersebut atau adanya hiperparasitisme oleh jamur *Trichoderma* spp. tersebut terhadap *Phytophthora infestans*. Jenis-jenis jamur *Trichoderma* yang mampu menghambat diuji sebanyak dua kali lagi dengan medium dan metode yang sama.

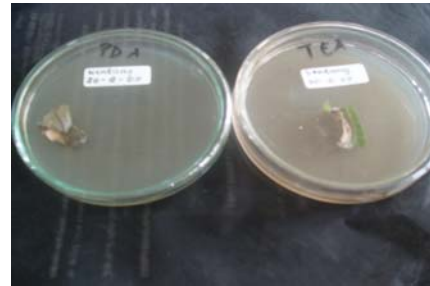
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Isolasi patogen penyebab busuk daun dan umbi tanaman kentang

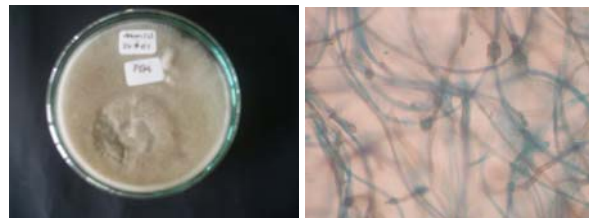
Kapang patogen *Phytophthora infestans* berhasil diisolasi dari beberapa lembar daun kentang yang telah positif terinfeksi kapang patogen tersebut yang diambil dari lokasi perkebunan (pembibitan) kentang di Kledung, Kedu Temanggung Jawa Tengah yang ditunjukkan pada gambar-gambar di bawah.



Gambar 1: Busuk daun (late blight) pada daun tanaman kentang oleh kapang patogen *Phytophthora infestans*



Gambar 2: Isolasi langsung daun tanaman kentang yang terinfeksi kapang patogen *Phytophthora infestans* pada medium PDA dan TEA



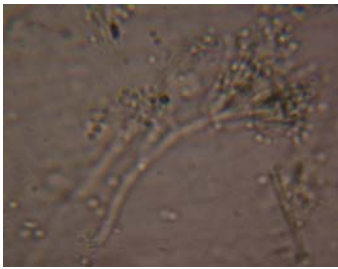
Gambar 3: Koloni dan gambar mikroskopi kapang patogen *Phytophthora infestans* pada medium PDA

Hasil isolasi langsung dengan mengambil sampel tanah di sekitar rizosfer pertanaman kentang juga menunjukkan bahwa patogen yang terdapat di sekitar sistim perakaran tanaman kentang yang sakit adalah *Phytophthora infestans*. Patogen ini dicirikan dengan morfologi sporangium yang berbentuk bulat dengan papila pada ujungnya serta hifa yang tidak bersekat (Gambar 3). Pada medium PDA koloni jamur berwarna putih dengan miselium yang lembut menyerupai kapas. Pustaka acuan pada umumnya menyebutkan bahwa penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang disebabkan oleh jamur patogen *Phytophthora infestans* (Semangun, 1989)

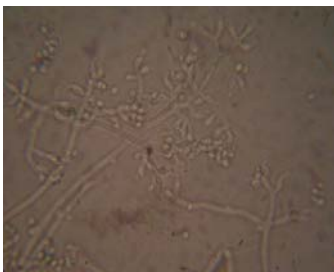
### 2. Isolasi dan identifikasi jamur antagonis indigenous *Trichoderma* spp.

Isolasi jamur tanah dilakukan di rizosfer tanaman kentang di Balai Benih Kentang Kledung Wonosobo, Jln. Kledung Wonosobo Km 4. Provinsi Jawa Tengah. Isolasi-isolasi kemudian ditumbuhkan pada medium PDA. Dari isolasi tersebut diperoleh beberapa isolat jamur tanah salah satunya adalah jamur antagonis *Trichoderma*

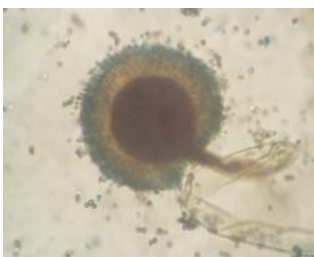
*sp.* Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa dari 1 kelompok jamur antagonis isolat lokal yang telah didapatkan merupakan kelompok/marga *Trichoderma sp.* yang dicirikan dengan adanya banyak percabangan konidiofor dan konidium terbentuk secara bergerombol pada permukaan sel konidiofornya (Gambar 2). Identifikasi isolat didasarkan pada perbedaan morfologi koloni (warna dan bentuk koloni) isolat jamur pada medium PDA tersebut untuk tiap-tiap sampel tanah. Beberapa isolat tersebut adalah *Penicillium sp.*, *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, *Humicola sp.*, *Fusarium sp.* dan *Phytophthora infestans*. Isolat tersebut telah diidentifikasi menurut buku identifikasi jamur oleh Barnett, H.L. dan B.B. Hunter, 1972. Berikut adalah gambar-gambar jamur tanah yang diambil dari pemotretan preparat/ isolate pada mikroskop cahaya perbesaran 1000 kali.



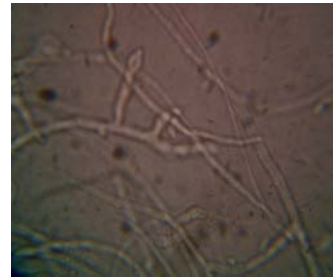
Gb 1. *Penicillium sp*



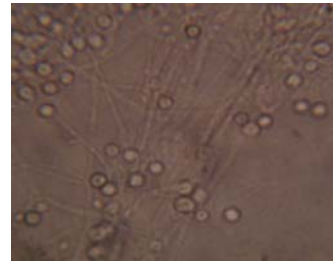
Gb 2. *Trichoderma harzianum*



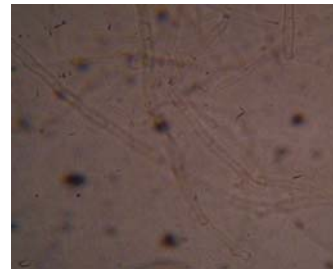
Gb 3. *Aspergillus sp.*



Gb 4. *Phytophthora infestans*



Gb 5. *Humicola sp.*



Gb 6. *Fusarium sp.*



Gb 7. *Rhizopus sp.*

### 3. Uji antagonisme secara *in vitro*

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan dengan metode *dual method* pada medium PDA dalam cawan petri berdiameter 10 cm. Mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonisme ini adalah antibiosis dan hiperparasit yang dapat diamati dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan pertumbuhan bagi *Phytophthora infestans* (antibiosis) dan pertumbuhan miselium *Trichoderma sp.* yang

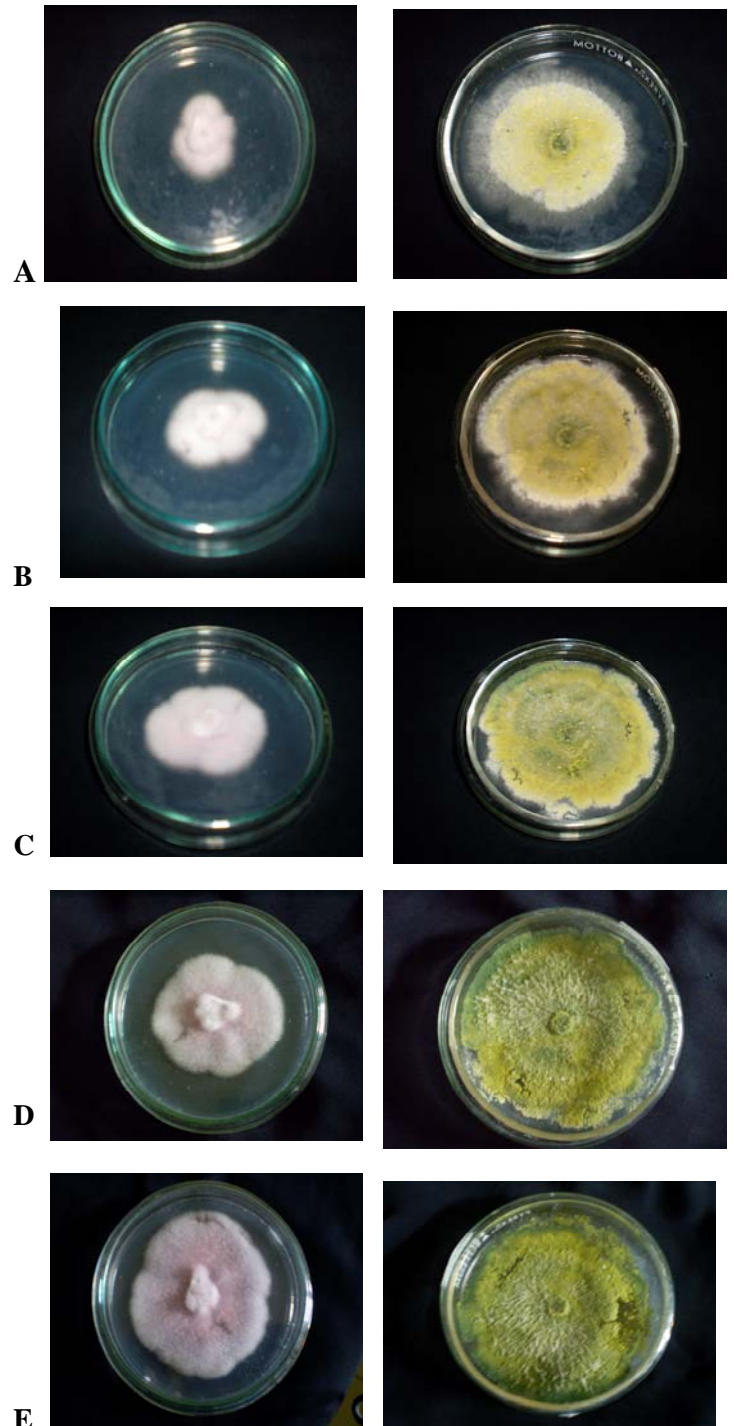
menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni *Phytophthora infestans* (hiperparasit).

Pengamatan penghambatan pertumbuhan *Phytophthora infestans* dilakukan sejak inkubasi hari ketiga sampai hari ketujuh. Pada hari pertama dan kedua selama pengamatan, belum terjadi mekanisme antagonis antara kedua kapang dimana masing-masing tumbuh tanpa saling mempengaruhi karena jarak tumbuh kedua biakan tersebut cukup lebar yakni 5 cm. Pada hari ketiga telah tampak bahwa pertumbuhan kedua biakan tersebut saling mandekati sehingga terbentuklah zona penghambatan bagi *Phytophthora infestans* (lebih dari 5mm). Zona penghambatan ini tidak bersifat tetap selama pengamatan. Sampai pada hari ketujuh lebar zona bening yang terbentuk semakin menyempit (kurang dari 5 mm).

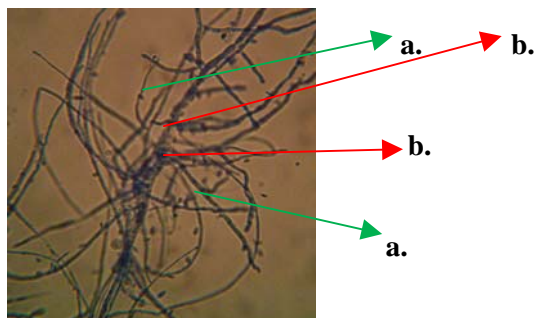
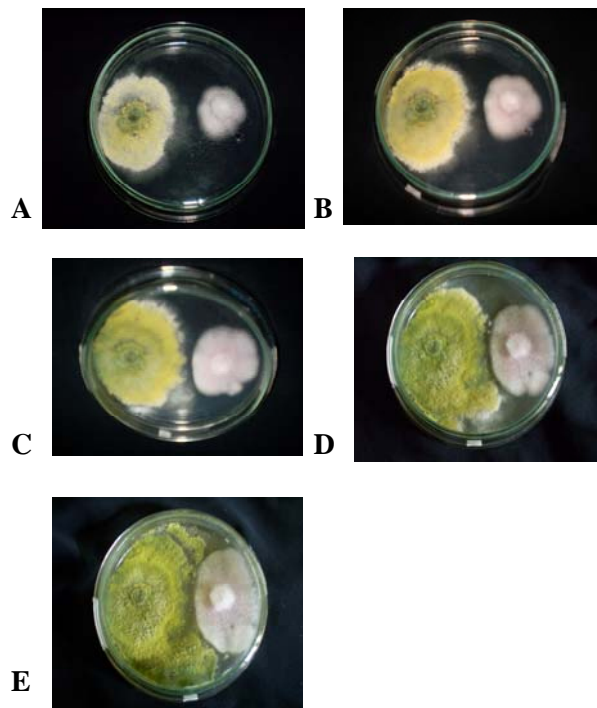
Di sisi lain, pertumbuhan *Trichoderma* sp semakin cepat dengan diameter yang hampir memenuhi cawan Petri sehingga *Phytophthora infestans* semakin terdesak karena kahabisan ruang tumbuh. Akibatnya jari-jari pertumbuhan biakan *Phytophthora infestans* yang mendekati biakan *Trichoderma* sp lebih kecil daripada yang menjauhi *Trichoderma* sp. Ruang dalam medium sudah benar-benar habis, maka *Phytophthora infestans* tumbuh dengan arah tumbuh ke atas. Pada pengamatan setelah hari ketujuh menunjukkan bahwa spora *Trichoderma* sp telah menyerang *Phytophthora infestans* dengan mekanisme penetrasi hifa yaitu kemampuan *Trichoderma* sp melilit hifa *Phytophthora infestans*.

**Tabel 1.** Persentase Penghambatan *Trichoderma* sp terhadap penghambatan pertumbuhan *Phytophthora infestans* dengan metode biakan ganda pada Uji Antagonisme

Ulangan	Besarnya Presentase Penghambatan (%)				
	Hari III	Hari IV	Hari V	Hari VI	Hari VII
1	12	25	30,56	32,50	41,30
2	4,55	15,38	31,43	38,10	48
3	9,09	16	18,52	20	31,25
Rata-Rata	8,55	18,79	26,84	30,20	40,18



**Gb 9:** Perkembangan pertumbuhan *Phytophthora infestans* dan *Trichoderma harzianum* pada medium PDA dalam masing-masing cawan petri umur 3 hari (A), 4 hari (B), 5 hari (C), 6 hari (D) dan 7 hari (E).



**Gambar 10.** Penampakan mikroskopis pelilitan hifa *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora infestans*. a. *Trichoderma* sp., b. *Phytophthora infestans*

Pengamatan makroskopis pada uji antagonisme masa inkubasi 7 hari menunjukkan bahwa bagian tepi koloni jamur patogen *P. infestans* mulai tersdesak oleh jamur antagonis spesifik lokasi *Trichoderma* sp. dan pertumbuhan koloni jamur patogen *P. infestans* cenderung tumbuh kearah atas. (Hawker, 1950), menyatakan bahwa adanya kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur yang saling berinteraksi menyebabkan pertumbuhan salah satu jamur tersdesak di sepanjang tepi koloninya, sehingga

pertumbuhannya akan ke atas tidak menyamping. Adanya hambatan perkembangan pertumbuhan koloni jamur patogen *P. infestans* oleh jamur antagonis spesifik lokasi *Trichoderma* sp. disebabkan karena pertumbuhan koloni jamur antagonis *Trichoderma* sp. jauh lebih cepat dibanding jamur patogen *P. infestans* (Gambar 11). Hal ini didukung oleh pernyataan Golfarb *et al.* (1989). Dalam Suharna & Widhyastuti (1966), bahwa jamur yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan jamur lawannya. Selain itu diduga karena selulase yang dimiliki oleh jamur antagonis *Trichoderma* sp. akan merusak dinding sel selulosa jamur patogen *P. infestans*. Sesuai dengan pernyataan Salma dan Gunarto (1999) bahwa *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan selulase untuk menguraikan selulosa menjadi glukosa. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel jamur patogen *P. infestans*.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Hasil isolasi secara langsung pada daun tanaman kentang yang sakit menunjukkan bahwa patogen yang terdapat pada daun tanaman kentang adalah *Phytophthora infestans*.
2. *Trichoderma* sp. adalah salah satu jamur antagonis spesifik lokasi yang menunjukkan kemampuannya dalam uji antagonisme secara *in vitro* dalam mengendalikan pertumbuhan jamur patogen *P. infestans* penyebab penyakit busuk daun tanaman kentang tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Pedoman Penerapan Agen Hayati Dalam Pengendalian OPT Tanaman Sayuran*. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. Direktorat Perlindungan Hortikultura. Jakarta. 49 hal.
- Barnes, Ervin H. 1997. *Atlas and Manual of Plant Pathology*. Apleton- Century-Crofts. New York. Hal.126-130
- Barnett, H.L. dan B.B. Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess

- Publ. Co. Minneapolis.
- Benhamou, N dan I. Chet. 1993. Hyphal Interactions Between *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*: Ultrastructure and Gold Cytochemistry of the Mycoparasitic process. *Phytopathology* 83: 1062- 1071
- Bertha Hapsari, 2003. Stop Fusarium dengan Trichoderma. *Trubus* 404- XXX. Hal. 42-43).
- Cholil, A dan Latief Abadi. 1991. *Penyakit-penyakit penting tanaman pangan*. Pendidikan Program Diploma Satu Pendalian Hama Terpadu. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Cliquet, S. dan R.J. Scheffer. 1996. Biological Control of Damping-off caused by *Phythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* using *Trichoderma spp.* Applied as industrial Film Coating Seeds. *Europ. J. Plant Pathol.* 102: 247-255.
- Djafarudin. 2000. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta
- Katayama, Katsumi, dan Teramoto, Takeshi. 1997. Seed Potato Production and Control of Insect Pest and Diseases in Indonesia, in *Agrochemicals Japan Journal*. Japan-Plant Protection.
- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 1983. Production of Chlamydospores and Conidia by *Trichoderma sp.* In Liquid and Solid Growth Media. *Soil Biology and Biochemistry*, 15 (4): 351-357.
- Malloch, D. 1997. *Moulds Isolation, Cultivation, Identification, Mycology*. Toronto: Departement of Botany, University of Toronto.
- Ninin A. Kurniawati, 2006. Pemanfaatan *Trichoderma lignorum* untuk Mengendalikan Serangan *Phytophthora infestans* pada Tanaman Kentang. *Skripsi*. Jurusan Biologi UNDIP Semarang.
- Novizan. 2002. Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. Agro Media Pustaka. Jakarta. 94 hal.
- Nuryani, Wakiah, Hanudin, I Djatnika, Evi Silvia dan Muhidin. 2003. Pengendalian Hayati Layu Fusarium pada Anyelir dengan Formulasi *Pseudomonas fluorescens*, *Gliocladium sp.*, dan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* (Vol 7) No. 2: 71-75 pp.
- Purbani, Enny; Yan Suhendar; Imam; Muhanda. 2007. Ayo Garap Bisnis Benih. Dalam *Agrina* Vol. 2- No 47. Hal. 4-7.
- Purwantisari, Susiana. 2004. Uji Potensi Kapang Antagonis *Trichoderma lignorum* Sebagai Agen Pengendali Hayati Kapang Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Utama Tanaman Kentang. *Laporan Penelitian*. FMIPA Universitas Diponegoro Semarang.
- Rukmana, Rachmad. 1997. *Kentang: Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rukmana, Rachmad dan Saputra. 1997. *Penyakit-penyakit tanaman Hortikultura dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Salma, S dan L. Gunarto. 1999. Enzim Selulase dari *Trichoderma spp.* *Buletin AgriBio* Vol. (2) No. 2. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor.
- Samways, M. J. 1981. *Biological Control of Pest and Weeds*. Bangalore. India: Mac. Millan.
- Semangun, H. 1989. *Penyakit- Penyakit Tanaman Hortikultura*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 808 p.
- 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.



- Tsao, P.H. 1983. Factors Affecting Isolation & Quantitation of *Phytophthora* from soil. In D.C. Erwin, S.B. Garcia dan P.H. Tsao. *Phytophthora* its Biology, Taxonomy and Ecology. *The American Phytopathological Society*. St. Paul. Hal. 219-236.
- Wahyuno, Dono, Dyah Manohara dan Karden Mulya. 2003. Peranan Bahan Organik pada Pertumbuhan dan Daya Antagonisme *Trichoderma harzianum* dan pengaruhnya terhadap *Phytophthora capsici*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* (Vol 7) No. 2: 38-44 pp.
- Wibowo, Arif dan Suryanti. 2003. Isolasi dan Identifikasi Jamur-jamur Antagonis terhadap Patogen Penyebab Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang Pepaya. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* (Vol 7) No. 2: 38-44 pp.
- Yuliani, Emi. 2002. Pengendalian Kapang *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Busuk Batang pada Tanaman Kacang Tanah dengan menggunakan Kapang Antagonis *Trichoderma lignorum*. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro Semarang.
- Zimand, G., Y. Elad dan I. Chet. 1996. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* Phathogenecity. *Phytopathology* 86: 1255-1260.