

Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh (Busuk Umbi Kentang) Dengan Agens Hayati Jamur-jamur Antagonis Isolat Lokal

Susiana Purwantisari, Rejeki Siti Ferniah, Budi Raharjo

Lab. Mikrobiogenetika Jurusan Biologi FMIPA Undip

Abstrak

Penyakit busuk daun tanaman kentang atau yang oleh petani di Kedu, Wonosobo disebut Lodoh merupakan penyakit yang paling serius di antara penyakit dan hama yang menyerang tanaman kentang di Indonesia. Penyakit lodoh ini disebabkan oleh serangan jamur patogen ganas *Phytophthora infestans* yang dapat menurunkan produksi kentang hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang amat singkat. Sampai saat ini kapang patogen penyebab penyakit busuk batang dan daun tanaman kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada fungisida yang benar-benar efektif terhadap penyakit tersebut. Penelitian ini bertujuan mengoleksi dan mengidentifikasi jamur-jamur tanah isolat lokal yang bersifat antagonis terhadap patogen penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang di daerah sentra pembibitan tanaman kentang di Kedu Temanggung Jawa Tengah adalah *Phytophthora infestans*. Terdapat 17 isolat jamur tanah isolat lokal yang dapat diisolasi dari tanah di sentra pembibitan tanaman kentang tersebut. Dari 17 isolat jamur ini dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok isolat yang berbeda morfologi koloninya. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa dari 4 kelompok jamur tanah tersebut adalah dari marga *Trichoderma spp*, *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* *Phytophthora infestans*. Terdapat satu buah jamur yang belum dapat diidentifikasi.

Kata Kunci: Jamur antagonis, kentang, busuk daun, *Phytophthora infestans*.

PENDAHULUAN

Kentang adalah salah satu komoditi andalan sektor pertanian di Indonesia dan semakin meningkat permintaannya akhir-akhir ini. Peningkatan ini untuk mencukupi kebutuhan bahan pengganti makanan pokok (beras) maupun sebagai bahan baku industri, selain itu untuk mengatasi harga beras yang semakin tinggi serta mengurangi impor bahan pangan beras yang telah menghabiskan devisa negara dalam jumlah besar (Anonim, 2002). Salah satu prioritas pengembangan agribisnis kentang di Indonesia adalah di Jawa Tengah (Wonosobo), namun produksinya masih rendah oleh serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) khususnya kapang patogen *Phytophthora infestans* penyebab busuk daun dan umbi tanaman kentang (Rukmana, 1997). Secara bertahap dan berkesinambungan penelitian intensif terhadap komoditas kentang mendapat perhatian dan prioritas. Pengembangan agribisnis kentang diprioritaskan antara lain di provinsi Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatra Utara, Sumatra Barat dan Sulawesi Sela

Penyakit merupakan salah satu faktor pembatas penting pada budidaya tanaman kentang. Penyakit busuk daun tanaman kentang atau yang oleh petani di Wonosobo dan Dieng disebut Lodoh merupakan penyakit yang paling serius di antara penyakit dan hama yang menyerang tanaman kentang di Indonesia (Katayama & Teramoto, 1997; Zazali, 2004). Penyakit lodoh disebabkan oleh serangan jamur patogen ganas *Phytophthora infestans* ini dapat menurunkan produksi kentang hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang amat singkat. Sampai saat ini kapang patogen penyebab penyakit busuk batang dan daun tanaman kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada varietas kentang yang benar-benar tahan terhadap penyakit tersebut (Cholil, 1991).

Menurut Djafaruddin, 2000, penyakit busuk daun/ batang (late blight) tanaman kentang sangat berpotensi terjadi pada daerah dingin dan lembab karena kapang patogen yang menyebabkannya mudah tumbuh dan berkembang baik pada kondisi dingin. Penyebab penyakit busuk daun ini adalah kapang patogen

Phytophthora infestans. Kapang dapat menyerang daun, batang, juga umbi di dalam tanah. Kapang patogen *Phytophthora infestans* bukan merupakan kapang asli tanah, namun biasa menyerang organ-organ tanaman kentang di dalam tanah dan di atas tanah (daun, batang, cabang, akar dan umbi).

Penyebaran spora/ patogen kapang melalui angin, air atau serangga. Jika spora sampai ke daun basah, ia akan berkecambah dengan mengeluarkan zoospora atau langsung membentuk tabung kecambah, kemudian masuk ke bagian tanaman, dan akhirnya terjadi infeksi. Spora yang jatuh ke tanah akan menginfeksi umbi, dan pembusukannya bisa terjadi di dalam tanah atau di tempat penyimpanan. Kasus penyakit busuk daun biasanya sering terjadi di daerah dataran tinggi yang bersuhu rendah dengan kelembaban tinggi (Alexopoulos, *et al.*, 1996). Selain itu penyebaran spora patogen *Phytophthora infestans* dipicu oleh keadaan lingkungan udara yang relatif lembab (di atas 80% seperti keadaan lingkungan di Wonosobo). Patogen tersebut juga dapat bertahan hidup di dalam umbi dan batang tanaman kentang sehingga infeksi pada umbi dapat terbawa sampai ke gudang penyimpanan (Adijaya, 2001). Gejala pada daun berupa hawar (blight) atau bercak berwarna abu-abu yang berukuran besar dengan bagian tengahnya agak gelap dan agak basah. Gejala serangan pada leher akar dan akar berupa busuk berwarna hitam. Serangan pada umbi berupa busuk basah umbi yang berwarna abu-abu atau hitam. Apabila umbi diinkubasikan dalam temperatur 15 - 20°C, akan muncul konidia yang dibentuk dalam jumlah banyak, berupa tepung berwarna keabuan (Cholil, 1991).

Pengendalian penyakit busuk daun, busuk batang atau busuk umbi (late blight) oleh jamur patogen *Phytophthora infestans*, selama ini dilakukan dengan menyemprotkan fungisida sintetik Sandofan MZ 10/56 WP dengan konsentrasi yang dianjurkan, Benlate dengan konsentrasi yang dianjurkan dan Kocide 54. Kebiasaan para petani menyemprot pestisida secara serampangan menyebabkan timbulnya strain baru dari kapang-kapang patogen tersebut yang ditunjukkan adanya kekebalan kapang itu terhadap fungisida sintesis tertentu atau dosis efektif, fungisida sintesis dapat mencapai dua kali dosis anjuran. Untuk menghindari kondisi yang

lebih parah, tindakan yang perlu dilakukan adalah mengganti fungisida yang biasa dipakai dengan fungisida yang berbeda bahan aktif dan cara kerjanya (mode of action). Pemakaian fungisida alternatif yang berisi kultur campuran kapang antagonis belum pernah dilakukan, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pendahuluan tentang efektivitas dan potensi kapang antagonis *Pseudomonas fluorescense* untuk mengendalikan kapang patogen *Phytophthora infestans* secara *in vitro*.

Pengendalian penyakit dengan fungisida dan bakterisida sintesis oleh para petani kentang selama ini tidak efektif dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh kapang patogen, banyak masalah yang merugikan bagi kehidupan manusia secara langsung atau tidak langsung diantaranya menimbulkan residu yang melekat pada hasil tanaman yang akan mengganggu kesehatan konsumen, pencemaran lingkungan serta membunuh organisme lainnya yang bukan sasaran. Penggunaan agen hayati berbahan baku biofungisida sehingga menjadi alternatif yang tepat untuk mengendalikan mikroba patogen penyebab penyakit pada tanaman budidaya. (Arwiyanto, 2003).

Agensia hayati meliputi organisme dan substansi yang dihasilkan yang dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu yang merugikan (Anonim, 1996 dalam Marwoto, 2001). Salah satu jenis biopestisida adalah biofungisida berbahan aktif mikroorganisma sel jamur antagonis *Trichoderma spp*, yaitu fungisida penghambat pertumbuhan kapang patogen penyebab penyakit tanaman budidaya yang diharapkan efektif mengendalikan serangan kapang patogen *Phytophthora infestans* tanaman kentang serta aman bagi tanaman budidaya sebagai tanaman bukan sasaran.

Jamur antagonis *Trichoderma spp* dapat diisolasi dari tanah lokal, termasuk jamur selulolitik sejati karena mampu menghasilkan komponen selulase secara lengkap. Jamur tanah ini terdiri dari sembilan jenis yaitu *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. koningii*, *T. auroviride*, *T. amantum*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii*, dan *T. viride* (Rifai, 1969 dalam Salma & Gunarto, 1999). Jamur-jamur antagonis tanah isolat lokal seperti *Trichoderma spp*

dilaporkan mempunyai aktivitas antagonisme yang kuat terhadap jamur patogen dengan mekanisme hiperparasitismenya dan antibiosisnya sehingga efektif menghambat pertumbuhan kapang patogen tanaman dengan mendegradasi dinding selnya. Dinding sel kapang patogen menjadi rusak kemudian mati melalui aktivitas enzim kitinasenya. Beberapa enzim kitinolitik hanya toksik pada kapang patogen penyebab penyakit tanaman budidaya tetapi namun tidak pada mikroorganisma lain dalam tanah dan tumbuhan inang (Kloepper *et al.*, 1989).

Menurut Salma dan Gunarto (1999), *Trichoderma spp* mempunyai kemampuan menghasilkan enzim selulase sehingga dapat merusak dinding sel kapang patogen pada kelompok jamur famili Pythiaceae seperti *Phytophthora infestans*. Selain itu kapang tanah *Trichoderma spp* mempunyai kemampuan melakukan pelilitan dan penetrasi hifa patogen serta menghasilkan antibiotik yang bersifat toksin bagi patogen lawannya (Dennis & Webster, 1971 dalam Salma dan Gunarto, 1999). Mekanisme antibiosis dilakukan dengan menghasilkan antibiotik yang bersifat toksin untuk membunuh *P. infestans*. Mekanisme antibiosis tergantung dari jenis dan sifat tanah sebagai substrat tumbuhnya. *T. viride* lebih suka pada kondisi tanah yang asam, apabila *T. viride* ini terdapat pada tanah yang asam kemungkinannya untuk memproduksi antibiotik lebih tinggi (Djafarudin, 2000).

T. viride umum digunakan untuk pengendalian patogen dalam bentuk tepung yang diaplikasikan dengan dosis 100 kg/ha (Anonim, 2001). Keunggulannya yang lain adalah sebagai bioprotektan bagi tanaman muda HTI serta perkebunan. Beberapa keuntungan dari penggunaan biofungisida tersebut adalah mudah dimonitor dan berkembang biak, sehingga keberadaannya di lingkungan dapat bertahan lama serta aman bagi lingkungan, hewan dan manusia karena tidak menimbulkan residu kimia berbahaya yang persisten di dalam tanah atau terakumulasi di dalam makanan hasil budidaya pertanian (Yuliani, 2002).

Penelitian bertujuan untuk untuk mengetahui kemampuan jamur-jamur antagonis tanah isolat lokal dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen *Phytophthora infestans* secara *in*

vitro. Selain itu, penelitian dimungkinkan dilanjutkan dengan uji antagonisme antara jamur patogen dan jamur antagonis isolat lokal yang telah diketahui paling kuat kemampuan antagonismenya dengan mengetahui efektifitas pengaruh inokulasi jamur antagonis isolat lokal tsb terhadap pencegahan thd infeksi oleh kapang patogen *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang yang ditanam di rumah kaca. Pemanfaatan agen hayati jamur tanah isolat lokal merupakan suatu usaha diversifikasi penggunaan bahan aktif sebagai bahan baku untuk biofungisida. Diversifikasi bahan aktif biofungisida perlu dilakukan, mengingat Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi menghasilkan jenis agen hayati yang tinggi keanekaragamannya.

Biofungisida yang berisi mikroorganisma jamur antagonis isolat lokal sebagai bahan aktif utamanya, secara ekonomi penggunaannya lebih murah dan efektif dibandingkan dengan fungisida kimiawi, karena sekali diintroduksi ke dalam tanah atau medium pembawa yang tepat akan dapat bertahan dalam periode yang cukup lama. Selain itu aplikasinya pun dapat dilakukan seperti aplikasi pada fungisida kimiawi. (Yuliani 2002).

BAHAN DAN METODE

Penelitian *in vivo* dilakukan di rumah kaca Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Kedu, Temanggung dan penelitian *in vitro* dilakukan di Laboratorium Mikrobiogenetika Jurusan Biologi FMIPA Universitas Diponegoro.

1. Isolasi dan identifikasi jamur-jamur antagonis tanah lokal

Isolat jamur-jamur antagonis isolat lokal diisolasi dari tanah tempat tanaman kentang tumbuh baik yang teridentifikasi sakit ataupun yang tidak oleh patogen *Phytophthora infestans*. Isolasi dilakukan pada lahan pertanaman kentang yang sakit dan yang tidak terinfeksi *Phytophthora infestans*. Isolasi dilakukan dengan cara isolasi langsung (direct plating), yaitu : tanah lokal diambil dan diletakkan pada cawan petri yang berisi medium TEA steril yang telah ditambahkan chloramfenikol 50 ppm, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Koloni jamur yang menunjukkan morfologi koloni yang berbeda kemudian masing-masing dipisahkan ke dalam

medium PDA kemudian diidentifikasi menurut buku Barnett dan Hunter, 1972.

2. Isolasi dan identifikasi jamur *Phytophthora infestans*.

Isolat *Phytophthora infestans* diisolasi dari daun kentang yang positif terinfeksi *Phytophthora infestans*. Isolasi dilakukan dengan cara isolasi langsung (direct plating), yaitu : daun kentang diambil dan diletakkan pada cawan petri yang berisi TEA steril yang telah ditambahkan chloramfenikol 50 ppm, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Koloni kapang yang menunjukkan ciri-ciri *Phytophthora infestans* dipindahkan dalam medium PDA lainnya dalam cawan petri secara aseptik dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Identifikasi menurut Barnett dan Hunter, 1972 untuk memperoleh isolat murni *Phytophthora infestans*.

3. Uji Antagonisme jamur antagonis isolat lokal terhadap kapang patogen *Phytophthora infestans* secara *In vitro*

Isolat *Phytophthora infestans* yang telah dibiakkan pada media PDA di dalam cawan petri yang berisi media PDA (Potao Dekstrose Agar) dan diinkubasi selama 5 x 24 jam pada suhu 30°C, kemudian dibuat cetakan potongan miselium berbentuk bulat dengan diameter 0,5 cm. Satu potongan miselium ini kemudian diletakkan berdampingan dengan cetakan miselium koloni jamur antagonis isolat lokal (*dual plating*). Sebagai kontrol, kapang patogen *Phytophthora infestans* ditumbuhkan pada medium PDA yang tidak diinokulasikan terlebih dahulu dengan biakan sel jamur antagonis isolate lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

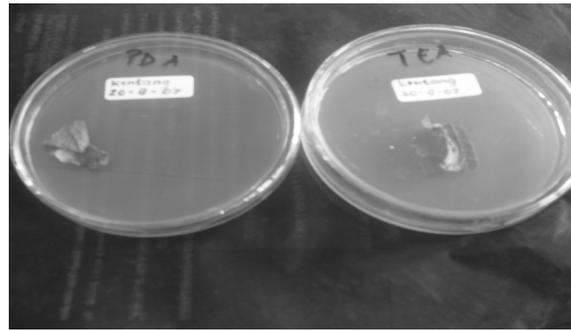
1. Isolasi patogen penyebab busuk daun dan umbi tanaman kentang

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 (Gambar 1 dan 2). Metode isolasi menggunakan metode isolasi secara langsung (*direct method*). Beberapa kapang antagonis (3 buah) juga telah berhasil diisolasi dan

positif menghambat pertumbuhan kapang patogen *Phytophthora infestans* yang ditunjukkan pada gambar-gambar di bawah. Penghambatan yang kuat terjadi pada pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma sp* yang ditumbuhkan pada koloni kapang patogen *Phytophthora infestans* (Gambar 2).

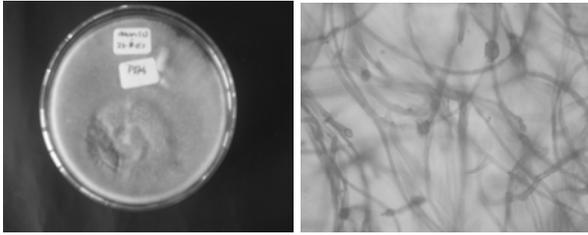


Gambar 1: Busuk daun (late blight) pada daun tanaman kentang oleh Kapang patogen *Phytophthora infestans*



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

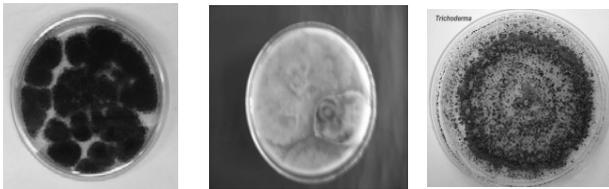
Koloni kapang patogen *Phytophthora infestans* pada medium PDA berwarna putih dengan tekstur permukaan berwarna woolly. Sporangia berbentuk pyriform mempunyai papila berwarna hialin serta permukaannya halus. Sporangiofor bercabang-cabang simpodial, berwarna hialin (Gambar 3).



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

2. Isolasi kapang –kapang tanah isolat lokal pada pertanaman kentang

Dari hasil isolasi jamur tanah pada medium PDA diperoleh 3 isolat kapang antagonis, baik yang diisolasi dari pertanaman kentang yang sakit atau yang tidak. Pemilihan isolat didasarkan pada perbedaan morfologi koloni (warna dan bentuk koloni) isolat jamur pada kedua medium tersebut untuk tiap-tiap sampel tanah. Dengan demikian tidak menutupi kemungkinan terdapat isolat-isolat jamur yang sama yang berasal dari beberapa sampel tanah tersebut (Gambar 4).



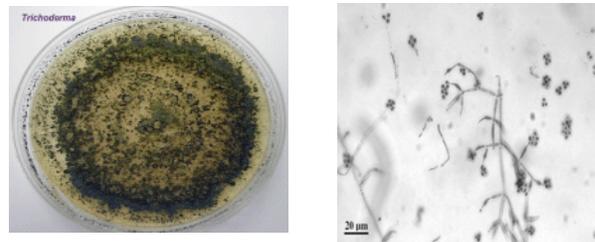
Gambar 4: Koloni-koloni kapang antagonis yang dapat diisolasi dari tanah pertanaman kentang pada medium PDA.

3. Uji antagonisme secara in vitro

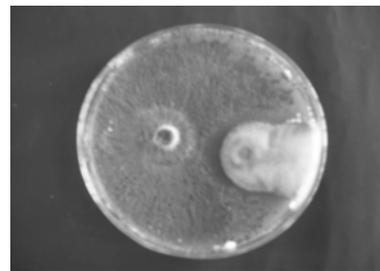
Dari 7 isolat jamur yang diperoleh pada medium PDA, 3 isolat di antaranya bersifat antagonis terhadap kapang patogen *Phytophthora infestans* dan berdasarkan pada persamaan sifat morfologi koloninya (warna dan bentuk koloni), maka dari 7 isolat jamur ini dapat dikelompokkan menjadi 3 isolat jamur antagonis yang sama.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa dari 1 kelompok jamur antagonis ini kelompok 1 merupakan kelompok/ marga *Trichoderma spp.* yang

dicirikan dengan adanya banyak percabangan konidiofor dan konidium terbentuk secara bergerombol pada permukaan sel konidiofornya (Gambar 5). Mekanisme penghambatan yang terjadi pada uji antagonisme ini adalah hiperparasit yang dapat diamati dengan pertumbuhan miselium *Trichoderma spp.* yang menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni *Phytophthora infestans*. Pada hari keenam uji penghambatan jamur *Trichoderma sp* terhadap pertumbuhan kapang patogen *Phytophthora infestans* secara *in vitro* mengalami penghambatan yang paling kuat yang ditandai dengan penutupan koloni kapang *Trichoderma sp* pada hari keenam umur pertumbuhan *Phytophthora infestans* (Gambar 6).



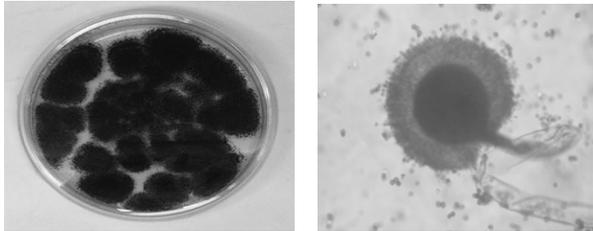
Gambar 5: Koloni dan mikroskopi kapang antagonis isolat lokal *Trichoderma sp* pada medium PDA



Gambar 6: Penutupan koloni kapang patogen *Phytophthora infestans* oleh kapang antagonis *Trichoderma sp*. Pada hari keenam uji antagonisme

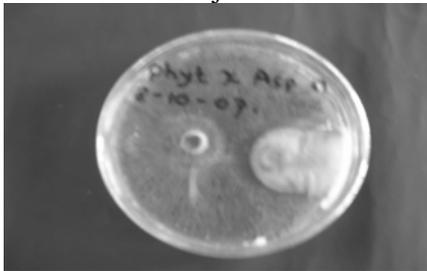
Pada isolasi jamur tanah dengan medium PDA ini selain marga *Trichoderma spp.*, juga didapatkan 2 kelompok jamur antagonis yang lain

yang berbeda sifat morfologi koloninya. (Tabel 1). Isolat jamur antagonis kelompok 2 merupakan marga *Aspergillus*. Hal ini dapat dilihat dari morfologi jamur yang khas yaitu adanya vesikel yang berbentuk bulat hingga lonjong, fialid yang terbentuk di seluruh permukaan vesikel dan konidium yang terbentuk secara berantai pada fialid. Koloni pada medium PDA berwarna hitam yang permukaannya kasar (Gambar 7).

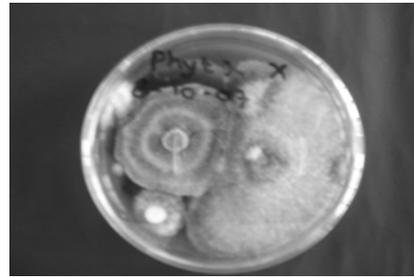


Gambar 7: Koloni dan mikroskopi kapang antagonis isolat lokal *Aspergillus sp* pada medium PDA

Adapun kelompok 3 masih merupakan kelompok jamur yang belum teridentifikasi dengan ciri morfologi yang sama dengan gambar 9. Pada pengamatan secara mikroskopis pada jamur yang belum bisa teridentifikasi hanya dijumpai adanya hifa yang bersekat dan tidak ditemukan adanya konidium atau organ-organ lain yang merupakan ciri khas dari jamur.



Gambar 8: Uji antagonisme koloni kapang patogen *Phytophthora infestans* oleh kapang antagonis *Aspergillus sp*. Pada hari keenam pada medium PDA



Gambar 9: Uji antagonisme koloni kapang patogen *Phytophthora infestans* oleh kapang antagonis yang belum diketahui jenisnya.

Mekanisme penghambatan yang terjadi kelompok jamur 2 dan 3 (*Aspergillus* dan jamur yang belum bisa diidentifikasi) pada uji antagonisme ini adalah antibiosis. Hal ini dapat diketahui dengan terbentuknya zona penghambatan di sekitar koloni jamur antagonis (Gambar 8). Zona penghambatan ini hanya bersifat sementara karena jika waktu inkubasi diperpanjang maka koloni *Phytophthora infestans* mampu tumbuh terus melewati zona penghambatan tersebut. Sedangkan pada kelompok 1 (*Trichoderma sp*), mekanisme penghambatannya diduga adalah hiperparasit dimana koloni jamur antagonis tumbuh menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni *Phytophthora infestans*. Gambar uji antagonisme tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

KESIMPULAN

1. Kapang *T. lignorum* dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati terhadap kapang *S. rolfsii* penyebab busuk batang pada tanaman kacang tanah.
2. Konsentrasi propagul *T. lignorum* yang paling efektif dalam penelitian ini untuk mengendalikan *S. rolfsii* adalah $9,0 \times 10^9$ propagul/ml. Waktu pemberian propagul *T. lignorum* yang paling efektif dalam penelitian ini adalah 0 hari sebelum bibit tanaman kacang tanah ditanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada

1. Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departement Nasional yang telah membiayai Penelitian Dosen Muda.

2. Penghargaan dan penghormatan yang setinggi-tingginya kepada ibu Emi Yuliani (alm) yang banyak berperan dalam penelitian ini, semoga Allah SWT merahmati, menerima amal baiknya dan mengampuni dosanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya S. Dian. 2001. **Kentang Tak Harus Kulit Kering**. *Trubus* . 376: 50.
- Alexopolous C.J., Mims, C.W., Blackwell M. 1996. **Introductory Mycology**. John Wiley & Sons, Inc. Canada America.
- Anonimous.2002. **Pedoman Penerapan Agen Hayati Dalam Pengendalian OPT Tanaman Sayuran**. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura Direktoratv Perlindungan Hortikultura. Jakarta. 49hal.
- 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 Pengendalian Hama Terpadu. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Cook, R. J. & K.F. Baker. 1983. **The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens**. APS Press, Am. Phyt. Soc., Minnesota. 539 p.
- De La Cruz, J., J.A. Pintor-Toro, T. Benitez & A. Liobell. 1995. **Purification and Characterization o fan Endo- -1,6-Glucanase from *Trichoderma harzianum* that is related to its Mycoparasitism**. *J. Bacteriol.* 177: 1864- 1871.
- Domsch, K. H., W, Gams, & T. Anderson. 1980. **Compendium of Soil Fungi**. Academic Press. London.
- Djafarudin. 2000. **Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman**. Bumi Aksara. Jakarta.
- Harman, G.E., C.K. Hayes, M. Lorito, R.M Broadway, A. Di Pietro, C. Peterbauer & Tronsmo. 1993. **Chitinolytic Enzymes of *Trichoderma harzianum*: Purification of Chitobiosidase and Endochitinase**. *Phytopathology* 83: 313-318.
- Hartree, E.F. 1972. **Determination of Protein: A Modification of the Lowry Method that Gives a Linier Photometric Response**. *Anal. Biochem.* 48: 422- 427.
- Lorito, M. 1998. **Chitinolytic Enzymes and Their Genes**, p. 73-99. In Harman, G.E., and C.P. Kubicek. *Trichoderma and Gliocladium Vol. 2. Enzymes, Biological Control and Commercial Application*. Taylor and Francis, London.
- Katayama, Katsumi, dan Teramoto, Takeshi. 1997. **Seed Potato Production and Control of Insect Pest and Diseases in Indonesia**, dalam *Agrochemicals Japan Journal*. Japan-Plant Protection.
- Panda, F.T. 1999. **Regulation and cloning of microbial chitinase genes**. *Appl.Microbiol. Biotechnol.* 51: 141-151.
- Purwantisari, Susiana. 2007. **Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh (Busuk Umbi Kentang) Dengan Agens Hayati Jamur-jamur Antagonis Isolat Lokal**. *Laporan Penelitian*. FMIPA Universitas Diponegoro Semarang.
- Rukmana, Rachmad. 1997. **Kentang: Budidaya dan Pasca Panen**. Yogyakarta: Kanisius.
- Tokuyasu, K., M.O. Kameyama and K. Hiyasi. 1996. **Purification and characterization of extracelular chitin deacetylase from *Colletotrichum lindemuthianum***. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60: 1598-1603.
- Ueda, M., M. Shiro, T. Kawaguchi and M. Aray. 1996. **Expression of chitinase III gen of *Aeromonas* 10S-24 in E. coly**. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60: 1195-1197.
- Vessey, J.C. & G.F. Pegg. 1973. **Autolysis and Chitinase Production in Cultures of *Verticillium alboatrum***. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 60: 133-143.
- 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*.

