

Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian

Bulletin of Technology and Information on Agriculture

Vol. 9. Tahun 2006



FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP)
JAWA TIMUR



Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian adalah jurnal ilmiah yang isinya menekankan pada teknologi dan informasi yang bersifat terapan di bidang pertanian.

Sasarannya adalah pengambil kebijakan pertanian, peneliti, penyuluh, pengusaha dan masyarakat ilmiah pertanian secara umum di wilayah Jawa Timur.

Penanggung Jawab	: Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur (Dr. Ir. Sudarmadi Purnomo)
Ketua Dewan Redaksi	: Prof. Dr. Ir. Gatot Kartono (Entomologi)
Anggota	: Dr. Ir. Q. Dadang Ernawanto (Pengembangan Wilayah) Dr. Ir. Suhardjo (Pasca Panen) Dr. Ir. M. Cholil Mahfud (PHT) Ir. Pudji Santoso, MS (Sosek dan Kebijakan) Ir. Sukarno Roesmarkam, MS (Perbenihan) Dr. Ir. Muchamad Soleh (Budidaya Tanaman) Ir. Nugroho Pangarso, MS (Penyuluh)
Penelaah (Mitra Bestari)	: Prof. Dr. Ir. Sjekhfani (Ilmu Tanah) Prof. Dr. Ir. Sumeru Asyhari (Pemuliaan) Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. (Phytopatologi)
Redaksi Pelaksana	: Dra. Endang Widajati Prayitno Surip
ISSN : 1410-8976	

Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian Vol. 9. Tahun 2006

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI LAHAN SAWAH TADAH HUJAN MELALUI TEKNIK TANAM GOGORANCAH <i>Zainal Arifin</i>	1
PENGARUH KARAKTERISTIK SOSIAL BUDAYA PETANI TERHADAP PENERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN (Studi Petani Sayuran Dataran Tinggi Kota Batu Propinsi Jawa Timur) <i>Kasmiyati</i>	7
PERAN ZAE (<i>Zona Agroekologi</i>) DAN LQ (<i>Loqation Quotient</i>) DALAM PENGEMBANGAN HORTIKULTURA DI JAWA TIMUR <i>G. Kartono, Q. D. Ernawanto, dan D.P. Saraswati,</i>	25
PERBENIHAN KENTANG DI JAWA TIMUR <i>P.E.R. Prahardini</i>	34
PENGUATAN KELEMBAGAAN KELOMPOK TANI MENDUKUNG PEMBANGUNAN PERTANIAN DI JAWA TIMUR <i>Purwanto, Mat Syukur dan Puji Santoso</i>	43
STUDI POTENSI PENGEMBANGAN DAN PENUMBUHAN USAHA PENGOLAHAN JAGUNG DAN UBIKAYU DI KABUPATEN TUBAN <i>Ruly Hardianto, Suhardjo, Suhardi dan Soni Kurniawan</i>	53
PEMANTAUAN TINGKAT EROSI TANAH DI DAERAH PENAMBANGAN BATU KAPUR DI TUBAN *) <i>Ruly Hardianto, Q.D. Ernawanto, Gaguk Sudaryanto dan Soetrisno</i>	69
PERANAN CENDAWAN ANTAGONIS (<i>Trichoderma</i> spp.) SEBAGAI AGENS PENGENDALIAN HAYATI DAN DEKOMPOSER <i>Eli Korlina</i>	80
APLIKASI KULTUR JARINGAN PADA PERBANYAKAN BUNGA POTONG <i>P.E.R. Prahardini</i>	87
HUBUNGAN ANTARA BESAR USAHA PETERNAKAN SAPI RAKYAT TERHADAP BIAYA, PENDAPATAN DAN EFISIENSI EKONOMI DI DAERAH TRANSMIGRASI DATARAN WAYAPO KECAMATAN BURU UTARA TIMUR KABUPATEN BURU <i>Elizabeth.R.Kotadiny</i>	95
PENENTUAN KOMODITAS UNGGULAN DI PROPINSI JAWA TIMUR <i>Q. D. Ernawanto, G. Kartono dan B. Irianto</i>	103
KAJIAN STATUS HARA TANAH DAN KOMODITI KABUPATEN LUMAJANG (Studi kasus Kecamatan Pasirian dan Pasrujambe) <i>G. Kartono, D P Saraswati, Suwono, Harwanto, B. Irianto, Q..D.Ernawanto</i>	123

**PERAN CENDAWAN *Trichoderma* spp. SEBAGAI PENGENDALI HAYATI
PATOGEN DAN DEKOMPOSER**
*(The role of fungi *Trichoderma* spp and bio controller of pathogen and decomposer)*

Eli Korlina

ABSTRAK

*Semakin meningkatnya kesejahteraan masyarakat serta kesadaran konsumen akan pentingnya kesehatan, maka permintaan akan produk pertanian yang bebas dari bahan kimia juga terus meningkat. Dalam hal ini pertanian yang ditawarkan adalah pertanian berkelanjutan. Salah satu unsur agroekosistem dari pertanian berkelanjutan adalah mikroorganisme yang sudah ada di alam dan dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati, yang dapat berperan dalam pengendalian patogen tumbuhan maupun sebagai dekomposer. Mikroorganisme yang mempunyai kedua peran tersebut serta pemanfaatannya telah banyak dilaporkan adalah cendawan *Trichoderma* spp. Cendawan ini dikenal luas dan mudah diisolasi dari tanah, pembusukan kayu dan bentuk lain dari bahan organik tanaman. Mekanisme cendawan *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan patogen adalah mikoparasitisme, produksi antibiotik, kompetisi dan produksi enzim. Untuk mempertahankan keefektifan dari *Trichoderma* spp, formulasi dan penyimpanan merupakan upaya yang perlu dilakukan.*

Kata kunci : Cendawan antagonis, *Trichoderma* spp, pengendali hayati, dekomposer

ABSTRACT

*Improvement on people welfare and consumers knowledge towards healthness, resulted more demand towards free chemicals products, in this case a sustainable agriculture system was proposed. One element of sustainable agriculture was natural existing microorganism and could be used as bio controller of plant pathogen or decomposer. Microorganism meet those role and reported as widely used was fungi *Trichoderma* spp, that was widely known and easily to be isolated from soil rotted wood, and its' organic compound : Control mechanism of *Trichoderma* as micro parasitism, antibiotic production competition and enzym production. To provide effectively of *Trichoderma* spp, formulation and storage was an attempt to be done.*

Key words : antagonis fungi, *Trichoderma* spp, bio control, decomposer.

PENDAHULUAN

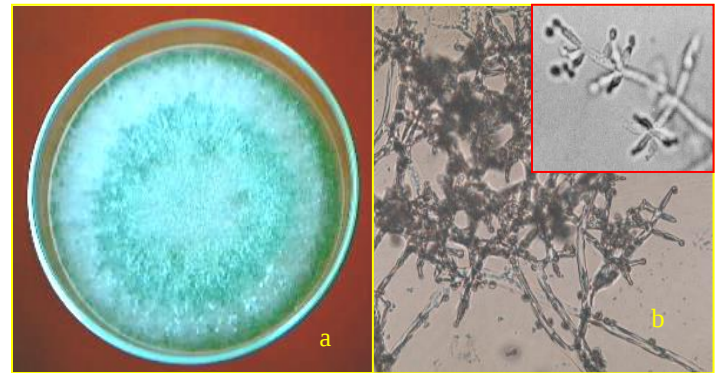
Pembangunan pertanian dewasa ini ditekankan pada pertanian berbasis agribisnis yang berdaya saing, berkelanjutan dan dilaksanakan secara terdesentralisasi. Sejalan dengan hal tersebut, dan semakin meningkatnya kesejahteraan masyarakat serta kesadaran konsumen akan pentingnya kesehatan, maka permintaan akan produk pertanian yang bebas dari bahan kimia juga terus meningkat. Pertanian yang ditawarkan dalam hal ini adalah pertanian dengan input

eksternal rendah, yang dikenal dengan konsep pertanian berkelanjutan, dengan prinsip yang digunakan adalah pemanfaatan interaksi unsur-unsur agroekosistem, yang merupakan dasar dalam menjamin kondisi tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman, mengoptimalkan ketersediaan unsur hara, menyeimbangkan arus unsur hara, meminimalkan kerugian akibat radiasi matahari, udara dan air, meminimalkan serangan hama dan penyakit, serta memanfaatkan keterpaduan dan sinergi dalam penggunaan sumberdaya genetik (Reijntjes *et al.*, 1999).

Salah satu unsur agroekosistem dari pertanian berkelanjutan adalah mikroorganisme yang sudah ada di alam dan dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati, baik berperan dalam pengendalian patogen tumbuhan maupun sebagai dekomposer. Pengendalian hayati patogen tumbuhan adalah suatu cara untuk mengurangi jumlah inokulum patogen atau menekan aktifitas patogen baik aktif atau dorman dalam menimbulkan penyakit dengan satu atau beberapa organisme secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonis (Cook dan Baker 1983). Dekomposer adalah mikroorganisme yang mempunyai kemampuan dalam mendekomposisikan bahan organik, terutama bahan-bahan alami yang mengandung selulosa dan lignin yang tinggi. Salah satu mikroorganisme yang mempunyai kedua peran tersebut serta pemanfaatannya telah banyak dilaporkan adalah cendawan antagonis *Trichoderma* spp.

KARAKTERISTIK *Trichoderma* spp.

Sebagian besar genus ini diklasifikasikan sebagai cendawan tidak sempurna, memiliki hifa bersepta, dindingnya licin, ukuran 1,5-12 μm , percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama (Rifai 1969; Barnett dan Hunter 1972; Watanabe 2002). Cendawan *Trichoderma* spp. dikenal luas dan mudah diisolasi dari tanah, pembusukan kayu dan bentuk lain dari bahan organik tanaman. Pertumbuhannya yang cepat dalam media dengan produksi spora dan variasi hijau pada koloni (Gambar 1), serta adanya konidia bersel satu, bentuk oval dan berkumpul pada bagian ujung phialid (Gambar 1b), merupakan karakter *Trichoderma* spp. (Rifai 1969; Howell 2003). Selain itu ada juga koloni yang sering tidak berwarna, kekuning-kuningan, kuning, kuning sawo atau kuning hijau dan banyak spesies yang menghasilkan sejumlah spora berdinding tebal (klamidospora) dalam miselium yang baru muncul. Dapat tumbuh pada kisaran suhu 8-32°C, dengan suhu optimum antara 20-28°C (Noorhajati 1993).



Gambar 1. Karakteristik *Trichoderma* spp (Korlina 2005)

- a. Koloni cendawan pada media PDA
- b. Bentuk konidiofor dengan phialid

MEKANISME DALAM PENGENDALIAN PATOGEN

Untuk dapat menghasilkan sumber pengendalian hayati yang efektif, maka perlu dipahami mekanisme cendawan antagonis dalam mengendalikan patogen. Beberapa mekanisme *Trichoderma* spp. dalam menekan populasi atau aktifitas patogen (Baker dan Cook 1974; Lynch 1990; Agrios 1996; Howell 2003; Sinaga 2003) yaitu :

1. Mikoparasitisme

Merupakan salah satu karakteristik utama dari genus *Trichoderma* spp. yaitu kemampuannya menjadi parasit bagi cendawan lain. Dapat berbentuk **nekrotrofik mikoparasit** (biasanya membunuh inangnya atau patogen, kemudian tumbuh dan berkembang, atau kadang-kadang tanpa menginfeksi namun menggunakan hara yang berasal dari hifa yang telah mati), atau **biotrofik mikoparasit** (mendapatkan haranya langsung dari sel hidup cendawan sebagai inangnya, baik melalui kontak langsung dengan inang maupun penetrasi langsung atau tumbuh didalam sel inang). Cara yang dilakukan yaitu hifa *Trichoderma* spp. membelit hifa patogen, melakukan penetrasi dan kemudian menguraikan sitoplasma inang.

2. Produksi antibiotik (Toksin)

Antibiosis adalah mekanisme antagonis dimana terjadi penghambatan atau pengrusakan suatu organisme oleh senyawa metabolit yang diproduksi organisme lain. Contoh toksin yang dihasilkan oleh *T. virens* seperti **gliovirin** dan **viridin** dapat mendorong aktivitas parasit sumber biokontrol dengan “prinsip letal” terhadap patogen tertentu seperti *Phytophthora ultimum* dan spesies *Phytophthora*.

3. Kompetisi

Mekanisme lain yang terjadi adalah kompetisi melalui kompetensi rhizosfer, hal ini penting karena sumber biokontrol tidak dapat bersaing untuk ruang dan nutrisi jika tidak mampu tumbuh dalam rhizosfer. Antibiosis dan kompetisi seringkali “overlap”, misalnya mikroorganisme dalam suatu populasi mendapatkan makanannya dari persediaan makan yang terbatas, pertamanya dengan mengeluarkan toksik, kadang-kadang hanya menghasilkan senyawa pelapuk untuk menghambat pesaing. Secara *in vitro* kompetisi dalam bentuk penghambatan *T. harzianum* PrbA1 pada media PDA terhadap pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum* diperlihatkan pada Gambar 2. Penghambatan *T. harzianum* PrbA1 mencapai 67,79% pada hari ke 7 setelah inokulasi (Korlina, 2005)



Gambar 2. Penghambatan *F. oxysporum* oleh *T. harzianum* PrbA1 secara *in vitro*

4. Produksi Enzim

Salah satu enzim yang dihasilkan *Trichoderma* spp. adalah **kitinase** atau **glukanase** yang berperan dalam menghambat

patogen tanaman, berfungsi dalam pemecahan polisakarida, kitin dan β -glukan yang berperan pada kekerasan dinding sel cendawan, bahkan mungkin dapat menghancurkan integritas dinding sel yang disebut lisis. Lisis dapat merupakan hasil dari antibiosis, kompetisi, parasitisme atau karena hasil reaksi enzimatik. Bolar *et al.* (2000) menyebutkan bahwa terjadi peningkatan resistensi terhadap scab apel yang disebabkan oleh *Venturia inaequalis* pada tanaman apel transgenik yang ditransformasi dengan gen penyandi endo dan eksokitinase dari *T. atroviride*. **Protease** yang dihasilkan *T. harzianum* dapat menonaktifkan enzim **hidrolitik** yang dihasilkan *Botrytis cinerea* pada daun buncis, dengan memecah enzim hidrolitik menjadi rantai peptida atau menjadi unsur asam amino, sehingga kapasitasnya dalam sel tanaman menjadi rusak (Elad dan Kapat 1999).

Trichoderma spp. SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI PATOGEN

Pengendalian patogen tanaman secara hayati telah banyak dilakukan. Salah satu cara yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan mikroorganisme dengan cendawan antagonis sebagai agens pengendalian. Dalam konsep pengendalian hama terpadu (PHT), pemanfaatan agens hayati merupakan teknik pengendalian yang perlu diutamakan. Menurut Sitepu (1993) salah satu aspek teknik dalam PHT adalah komponen hayati yang dalam aplikasinya harus kompatibel dengan komponen pengendalian lainnya. Selain itu penggunaan mikroorganisme untuk pengendalian hayati relatif lebih aman, tidak terakumulasi dalam rantai makanan, mengurangi pemakaian yang berulang-ulang dan organisme sasaran jarang yang resisten (Suwanto dan Tjahjoleksono 1993).

Keberhasilan *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan patogen telah banyak dilaporkan, baik dilakukan di laboratorium secara *in vitro* maupun di rumah kaca dan lapangan. Beberapa cendawan tular tanah seperti *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* (Elad *et al.*, 1980), *Fusarium* sp. pada kapas, gandum dan melon dapat dikendalikan dengan *T. harzianum* (Sivan dan Chet, 1986; 1989).

Introduksi cendawan antagonis *T. koningii* pada hari yang sama dengan penanaman bibit buncis pada tanah yang telah terinfeksi, dapat menurunkan serangan *F. oxysporum* dari 64% menjadi 16% (Dharmaputra *et al.*, 1991). *T. virens* pada media sekam arang gandum, dapat memperpanjang hidup lebih lama 30-40 hari pada bibit apel yang telah terinfeksi *Phytophthora* dan busuk akar dibanding kontrol yang hanya 19 hari (Roiger dan Jeffers, 1991). Hadiwiyono *et al.*, (1997) mengemukakan bahwa aplikasi *T. viride* untuk mengendalikan busuk pangkal batang *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit lebih mangkus pada tanah tidak steril, hal ini dikarenakan tanah tersebut mengandung mikroorganisme lain yang juga antagonis terhadap patogen tular tanah dan bersifat sinergistik dengan agen antagonis yang diintroduksi. Penyakit lain pada kelapa sawit adalah charcoal yang disebabkan oleh *Ustilina zonata*, penyakit ini dapat dikendalikan dengan *Trichoderma* spp. yang ditumbuhkan pada pelepah kelapa sawit, respon *Trichoderma* spp. diperlihatkan oleh tanaman yang terserang mengalami penyembuhan ditandai dengan adanya perubahan warna daun dari hijau pucat kekuningan menjadi hijau cerah serta pembukaan daun muda menjadi normal kembali (Nugroho *et al.*, 2002). Penggunaan *Trichoderma* spp. juga dapat diaplikasikan bersama dengan fungisida, hal ini dibuktikan pada tanaman mentimun di rumah kaca, dimana kombinasi *T. harzianum* dan fungisida dapat mengendalikan penyakit grey mould yang disebabkan *Botrytis cinerea* sampai 90% dibanding aplikasi sendiri-sendiri (Elad *et al.*, 1993).

Pengendalian patogen pada produk pasca panen relatif masih sedikit, sehingga pemanfaatannya pada berbagai komoditas masih perlu penelitian lagi, khususnya pada buah-buahan. Martoredjo *et al.*, (2002) melaporkan bahwa penyakit kapang hijau yang disebabkan oleh *Penicillium digitatum* pada jeruk dapat ditekan pertumbuhannya dengan *Trichoderma* sp., namun sifatnya preventif hanya melindungi buah yang masih sehat.

***Trichoderma* spp SEBAGAI DEKOMPOSER**

Di alam sisa-sisa tanaman berupa limbah baik dari tanaman yang dibudidayakan, maupun dari tanaman liar tersedia dalam jumlah banyak, seperti jerami padi maupun brangkasan jagung merupakan sumber bahan organik yang potensial untuk meningkatkan kesuburan tanah. Namun kendala utama dalam pemanfaatannya adalah bahan-bahan tersebut membutuhkan waktu pelapukan yang lama, karena kadar selulosanya yang tinggi. Mala (1994) melaporkan bahwa *T. harzianum* mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai kemampuan dalam merombak selulosa tinggi pada jerami padi, dimana pelapukan secara alami membutuhkan waktu lebih dari 3 bulan, maka dengan bantuan *T. harzianum* proses pelapukannya dapat diperpendek menjadi 3 minggu. Hal ini juga diperkuat oleh Sisworo (2000) bahwa penggunaan bioaktivator berbahan aktif *T. pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. mampu meningkatkan laju dekomposisi jerami padi dan brangkasan jagung dalam 2 minggu, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai nisbah C/N ratio. Penelitian lainnya adalah dengan memanfaatkan limbah kubis terserang akar gada yang dikomposkan dengan *T. viride*. Hasil pengomposan dapat meningkatkan nilai eliminasi propagul, yang akhirnya dapat dikembangkan dalam upaya eradikasi propagul akar gada (Hadiwiyono, 2002).

UPAYA MENINGKATKAN KEEFEKTIFAN *Trichoderma* spp.

Salah satu persyaratan utama yang harus dipenuhi agens pengendali hayati sebelum aplikasi ke lapangan adalah dikuasainya teknologi produksi propagul skala massal dan kemasannya dengan biaya serendah mungkin, tanpa mengurangi aktivitasnya selama proses pengemasan dan penyimpanan (Agosin dan Aguilera, 1998 dalam Widyastuti *et al.*, 2002). Selain itu keberhasilan di lapang juga ditentukan pembiakan agens antagonis setelah diinokulasikan. Menurut Sinaga (2003) pada

umumnya agens antagonis merupakan organisme saprofit, maka sebaiknya agens antagonis dibiakkan pada bahan organik mati yang merupakan limbah organik murah seperti dedak, serbuk gergaji dan limbah organik pertanian lainnya. Selain itu dedak juga diketahui mengandung satu jenis karbohidrat yaitu selulase (Sinaga, 1986). Harman (1996) menyatakan bahwa komponen dasar untuk keberhasilan pengendalian secara hayati yaitu berpotensi, dapat bertahan dalam lingkungan dan dapat mengkolonisasi akar.

Bentuk formulasi merupakan upaya dalam meningkatkan keefektifan dan ketersediaan agen antagonis, misalnya berupa fermentasi cair dengan menggunakan molase sebagai sumber karbon dapat digunakan untuk memperbanyak *T. viride* secara massal, sedangkan media corn meal sand (CMS) merupakan formula yang potensial untuk dikomersialkan (Muklasin, 1999). Formulasi lainnya yaitu berupa pelet yang terdiri dari campuran dedak, tanah dan perekat alginat natrium dapat menghasilkan pelet *T. harzianum* yang paling baik dibandingkan formulasi lainnya (Manohara *et al.*, 1997). Penyimpanan formulasi *Trichoderma* spp. dalam bentuk butiran maupun serbuk pada suhu ruang (28°C) lebih efektif dibandingkan pada suhu 4°C (Widyastuti *et al.*, 2002). Produk *T. harzianum* yang telah komersil dan dipasarkan di Genewa antara lain RootShield dalam bentuk granular dan PlantShield dalam bentuk cair, Trichodex dari Israel, Binab T dari Swedia dan Supresivit dari Cekoslowakia. Semua bentuk formulasi tersebut umum digunakan di rumah kaca (Paulitz dan Belanger, 2001).

KESIMPULAN

- Dalam memanfaatkan *Trichoderma* spp sebagai agens pengendalian hayati dan dekomposer, perlu diketahui mekanisme yang terjadi dari sumber biokontrol agar dalam pelaksanaannya dapat dilakukan secara efektif.
- Pemanfaatan *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendalian hayati pada umumnya bersifat sebagai pencegahan

(preventif), namun tidak menutup kemungkinan juga dapat langsung bersifat mengendalikan sebagai penyembuhan (kuratif) patogen.

- Dekomposisi limbah pertanian dapat dipercepat dengan menggunakan *Trichoderma* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 1996. Plant Pathology. Ed ke-4. San Diego: Academic Pr.
- Baker, K.F. and R.J. Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. San Francisco: WH. Freeman.
- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Ed ke-3. Burgess Publishing Company
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. Minnesota: APS.
- Dharmaputra, O.S., H.S.S. Tjitrosomo dan L. Retnowati. 1991. Kemungkinan pengendalian *Fusarium oxysporum* pada buncis (*Phaseolus vulgaris*) dengan *Trichoderma*. Dalam Sarbini HG, Tresnaputra US, Baco D, Rosmana A, dan Hasanuddin A. (Penyunting): Prosiding Kongres Nasional XI dan Seminar Ilmiah PFI. Ujungpandang, 24-25 September 1991. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Ujungpandang. 170-173.
- Elad, Y., I. Chet and J. Katan. 1980. *Trichoderma harzianum* biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70 : 119-121.

- Elad, Y., G. Zimand, Y. Zaqs, S. Zuriel and I. Chet. 1993. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. *Plant Pathology* 42: 324-332.
- Elad, Y. And A. Kapat. 1999. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea* Eur. J. Plant Pathol 105: 177-189.
- Hadiwiyono, M.S. Sinaga, Tjahjono dan I. Anas. 1997. Evaluasi kemangkusan *Trichoderma viride*, *Gliocladium fimbriatum* dan *Pseudomonas* kelompok *fluoresen* sebagai agens pengendali hayati *Ganoderma boninense* Pat. Pada balok kayu kelapa sawit. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan* 9 (2): 26-31.
- Hadiwiyono. 2002. Pengaruh pengomposan tanaman sakit dengan *Trichoderma viride* terhadap propagul patogen akar gada *Plasmodiophora brassicae*. Di dalam Purwantara *et al.* (Editor). Prosiding Kongres XVI dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Bogor, 22-24 Agustus 2001: 344-346.
- Harman, G.E. 1996. *Trichoderma* spp. for biological of plant pathogens: From basic research to commercialized Products. [serial online]. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/bcconf/talks/harman.html>. [9 Januari 2004].
- Howell, C.R. 2003. Mechanism employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant disease: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87 (1) : 4-10
- Korlina, E. 2005. Pengendalian penyakit layu (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman bawang merah dengan cendawan antagonis dan bahan organik. [tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. Sekolah Pascasarjana.
- Lynch, J. M. 1990. Fungi as antagonist. In Baker, R.R. and Dunn, E. (Editor): *New Direction in Biological Control: Alternatives for Suppressing Agricultural Pests and Diseases*. Proceeding of UCLA Colloquium Held at Frisco: Colorado; 20-27 Jan. New York: Alan R. Liss. Hlm 243-253.
- Mala, Y. 1994. Seleksi dan penggunaan galur *Trichoderma* spp. untuk meningkatkan laju pengomposan jerami padi. [thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian.
- Manohara, D., R. Noveriza dan Sutrasman. 1997. Penelitian penyakit busuk pangkal batang tanaman lada serta pengendaliannya secara hayati. Di dalam Soetopo D, Rivai AM, Suyanti, Sulaeman (Editor). *Laporan Teknis Penelitian Bagian Proyek Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Cimanggu APBN 1996/1997*. Hlm 36-46.
- Martoredjo, T., C. Sumardiyono dan E.H. Astuty. 2002. Kajian pengendalian hayati penyakit kapang hijau pada buah jeruk dengan *Trichoderma* sp. Dalam Purwantara *et al.* (Penyunting): Prosiding Kongres XVI dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Bogor, 22-24 Agustus 2001: 354-356.
- Muklasin. 1999. Formulasi *Gliocladium fimbriatum* dan *Trichoderma viride* serta potensinya terhadap *Phythium* sp. [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian.

- Noorhajati, N., M.S. Sinaga dan A. Sastiono. 1993. Potensi antagonisme *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. serta penambahan zeolit pada limbah media jamur merang untuk pengendalian rebah kecambah tomat. Bul.HPT 6(2): 106-114.
- Nugroho, S., H.S. Darwis dan T. Liwang. 2002. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendali hayati *Ustilina zonata* penyebab charcoal base rot pada kelapa sawit. Dalam Purwantara *et al.* (Penyunting): Prosiding Kongres XVI dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Bogor, 22-24 Agustus 2001: 361-365.
- Paulitz, T.C. and R.R. Belanger. 2001. Biological control in greenhouse systems. Annu. Rev. Phytopathol 39: 103-133.
- Reintjes, C., B. Haverkort dan W. Bayer. 1999. Pertanian Masa Depan : Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah. Kanisius, Yogyakarta.
- Rifai, M.A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Surrey England: Commonwealth Mycological Institute.
- Roigers DJ, Jeffers SN. 1991. Evaluation of *Trichoderma* spp for biological control of *Phytophthora* crown and root rot of apple seedlings. Phytopathology 81: 910-917.
- Sinaga, M.S. 1986. Biological control of some soilborne fungal pathogens of soybeans with *Gliocladium* spp [disertation]. Los Banos: Univ. of Philipines.
- Sinaga, M.S. 2003. Teknik isolasi, pembiakan dan aplikasi agens antagonis patogen tumbuhan. Makalah pada "Pelatihan Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Pelaksana PHT Perkebunan Rakyat", 13-17 Oktober 2003, Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT), Dep. HPT, IPB.
- Sisworo. 2000. Biodekomposisi beberapa bahan lignosellulosa dan efektivitas produknya dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Thesis Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sitepu D. 1993. Konsep pengendalian hayati Kumpulan Makalah Simposium Pendidikan Fitopatologi dan Pengendalian Hayati. Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah PFI. Yogyakarta. 69-79.
- Sivan, A. And I. Chet. 1986. Biological control of *Fusarium* spp. of cotton, wheat and muskmelon by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 116: 39-47.
- Sivan, A. And I. Chet. 1989. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. Phytopathology 79:198-203.
- Suwanto, A. Dan A. Tjahjoleksono. 1993. Biologi molekuler interaksi mikroba inang: Penelitian dan penerapan bioteknologi pertanian. Makalah disampaikan dalam Forum Komunikasi Hasil Penelitian Bidang Bioteknologi. Cisarua Bogor, 15-18 November 1993.
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. Washington: CRC Press.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, Irfa'i dan H.H. Nurjanto. 2002. Aktivitas penghambatan *Trichoderma* spp. formulasi terhadap jamur patogen tular tanah secara *in vitro*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia, Vol 8 (1): 27-34.