

APLIKASI *Fusarium oxysporum* NON PATOGENIK (FoNP) UNTUK MENGINDUKSI KETAHANAN BIBIT LADA TERHADAP *Phytophthora capsici* L.

Rita Noveriza¹⁾, Mesak Tome¹⁾, H. Rialdy²⁾ dan Dyah Manohara¹⁾

1). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor

2) Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan

ABSTRAK

Phytophthora capsici L. adalah patogen tular tanah, penyebab busuk pangkal batang (BPB) pada tanaman lada. Salah satu alternatif untuk menekan patogen tular tanah adalah dengan metoda induksi ketahanan tanaman dengan menggunakan mikroorganisme patogenik atau non patogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan FoNP dalam menekan serangan penyakit BPB. Telah dilakukan pengujian induksi ketahanan bibit lada terhadap penyakit BPB dengan *Fusarium oxysporum* Non Patogenik (FoNP) asal tanaman panili di Laboratorium dan Rumah Kaca Kelti Penyakit Balitro-Bogor dari bulan Juli - Desember 2004. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa FoNP dapat menekan serangan BPB pada bibit lada yang diuji dibandingkan dengan fungisida sintetik dan kontrol. Tingkat serangan yang paling rendah didapatkan pada bibit yang direndam dalam suspensi konidia dan gabungan formulasi FoNP dengan tingkat efektifitas 84,99% dan persentase tanaman terinfeksi 6,67% pada pengamatan 8 minggu setelah inokulasi (bibit umur $\pm$ 4 bulan). Perlakuan fungisida sintetik memberikan tingkat efektifitas sebesar 14,49% dan persentase tanaman terinfeksi 38%. FoNP masih dapat mengkolonisasi jaringan batang bibit lada sampai bibit berumur 2,5 bulan. Penelitian ini membuktikan bahwa setek lada varietas LDL yang diinduksi dengan konidia dan gabungan formulasi FoNP (metoda rendam dan oles) yang ditanam pada media tanah dicampur dengan Organo-FOB tahan terhadap serangan *P. capsici* dibandingkan

setek lada yang tanpa induksi. Viabilitas *P. capsici* paling rendah didapatkan pada perlakuan penambahan Organo-TRIBA dibandingkan perlakuan tanpa penambahan Organo-TRIBA. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa FoNP mempunyai potensi untuk dipergunakan dalam pengendalian BPB.

Kata kunci : Induksi ketahanan, lada, *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* Non Patogenik

ABSTRACT

Application of *Fusarium oxysporum* Non Pathogenic (FoNP) in Inducing Resistance of Black Pepper Seedlings to *Phytophthora capsici*

Phytophthora capsici Leon is a soil borne pathogen which is known as the causal agent of Foot rot disease of black pepper (*Piper nigrum* L.). Induced plant resistance against pathogens is a widespread phenomenon that has been intensively investigated with respect to the underlying signaling pathway as well as to its potential use in plant protection. This study used non pathogenic *Fusarium oxysporum* (FoNP) For inducing resistance on black pepper cuttings against Foot rot disease at laboratory and glass house of Phytopatology Laboratory of Indonesian Spice and Medicinal Crop Research Institute-Bogor from July until December 2004. It was observed that FoNP had ability to reduce disease severity. The level of effectiveness was 84,99 percent (at Four months seedlings). The level of effectiveness of fungicide treatment was 14,49 percent. FoNP was able to colonize black pepper seedlings up to two and a half months. The lowest viabilities of *P. capsici* was observed on black pepper

seedling treated with Organo-TRIBA. This study suggest that FoNP has potential to be used in inducing resistance of black pepper seedlings to foot rot disease, eventually will reduce severity of the disease.

Key words : Induce resistance, black pepper, *Phytophthora capsici*, Non pathogenic *Fusarium oxysporum*

PENDAHULUAN

Phytophthora capsici L. adalah patogen tular tanah, penyebab busuk pangkal batang (BPB) pada tanaman lada (Kasim, 1981; Tsao dan Alizadeh, 1988; Anith *et al.*, 2002; Manohara *et al.*, 2004a). Penyakit ini sangat cepat menyebar dan merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman lada di Indonesia (Manohara *et al.*, 1992). Tahun 1999, total kehilangan hasil yang disebabkan penyakit ini diperkirakan mencapai 15,84 milliyar rupiah (Manohara *et al.*, 2004b). Patogen ini dilaporkan juga bahwa dapat menyerang pada pembibitan. Salah satu alternatif untuk menekan patogen tular tanah adalah dengan metoda induksi ketahanan tanaman (Whipps, 2001), dengan menggunakan mikroorganisme (agen pengendali hayati) seperti *Fusarium oxysporum* non patogenik (Fuks *et al.*, 1997).

Agen hayati merupakan salah satu komponen teknologi ramah lingkungan yang dapat menjadi salah satu alternatif untuk pengendalian penyakit tanaman. Agen hayati *Fusarium oxysporum* non patogenik (FoNP) telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tomat dan kentang terhadap *Phytophthora infestan* (Yamaguchi *et al.*, 1992), serta

tanaman mentimun terhadap *Pythium ultimum* (Benhamou *et al.*, 2002). FoNP strain 10-AM dapat menginduksi ketahanan panili terhadap BBP (Tombe *et al.*, 1997). Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan secara bertahap menunjukkan bahwa agen hayati tersebut di atas mempunyai efektifitas yang tinggi dan stabil serta dapat bertahan hidup dalam beberapa substrat cair dan bahan organik (Tombe *et al.*, 1999). Untuk mempermudah aplikasi di lapangan telah diperoleh 3 bentuk produk formulasi yang mengandung konidia FoNP strain 10-AM yaitu : Bio-FOB EC, Bio-FOB WP dan Organik-FOB (Tombe *et al.*, 2001).

Dalam rangka mendapatkan paket pengendalian penyakit BPB salah satu komponen yang perlu mendapat perhatian adalah bibit lada yang sehat dan toleran atau tahan terhadap serangan *P. capsici*. Untuk memperoleh komponen teknologi tersebut dapat dilakukan dengan metode induksi dengan FoNP yang telah berhasil dilakukan pada tanaman panili. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan FoNP (asal tanaman panili) dalam menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap serangan penyakit BPB.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca Kelti Penyakit, Balittro Bogor dari bulan Juli - Desember 2004. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah setek lada varietas LDL yang berasal dari Lampung. Isolat FoNP yang

digunakan adalah strain 10-AM yang telah digunakan pada tanaman panili asal rizosfer panili dan patogen *P. capsici* (N2) asal Lampung yang merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Balittro, Bogor.

Perbanyakan konidia *FoNP* dilakukan pada media cair kentang + dekstrosa (PDB) atau kentang + gula (PSB). Kultur tersebut diinkubasikan pada suhu kamar selama empat hari diatas “rotary shaker”. Konidia dipisahkan dari kultur dengan menggunakan sentrifusa, selanjutnya konidia yang diperoleh siap digunakan.

Bentuk formula *FoNP* yang diuji berupa bio-powder (Bio-FOB WP), bio-organik (Organik-FOB) dan bio-cair (Bio-FOB EC) (Tombe *et al.*, 2001). Jamur patogen *P. capsici* diperbanyak pada media V8 dan diinkubasikan pada suhu kamar selama lima hari.

Media tumbuh setek lada yang digunakan adalah tanah steril. Setek lada yang digunakan setek lada sehat

varietas LDL, yang telah dipersiapkan terlebih dahulu. Perlakuan *FoNP* yang diuji disajikan pada Tabel 1. Setelah setek ditanam dan bibit berumur satu sampai dua bulan, kemudian diinokulasikan suspensi zoospora *P. capsici* disekitar batangnya sebanyak 50 ml/tanaman.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 9 perlakuan, tiap perlakuan terdiri dari 50 tanaman. Parameter yang diamati adalah sebagai berikut :

1. intensitas serangan penyakit BPB setiap 2 minggu dengan menggunakan skoring,
2. deteksi *FoNP* dalam jaringan batang lada pada tiap perlakuan dengan menggunakan media selektif *Fusarium*,
3. populasi/viabilitas *P. capsici* sebelum dan sesudah perlakuan dengan menggunakan media selektif *Phytophthora*, serta
4. berat kering tanaman pada akhir pengamatan.

$$\text{Efektifitas} = \frac{\% \text{ tan. terinfeksi pada kontrol} - \% \text{ tan. terinfeksi pd perlakuan}}{\% \text{ tan.terinfeksi pada kontrol}} \times 100$$

Tabel 1. Perlakuan setek lada sebelum diinokulasi dengan patogen *P. capsici*.
Table 1. Treatments of black pepper cuttings before inoculated with *P. capsici*.

Kode Perlakuan <i>Treatment Codes</i>	Jenis Perlakuan <i>Types of Treatment</i>
A	Konidia <i>FoNP</i> + Organik-FOB pada tanah steril+Bio-FOB WP
	<u>Metode aplikasi</u> Setek lada di rendam di dalam suspensi konidia <i>FoNP</i> selama 60 menit dan kemudian diinkubasikan pada Organik FOB selama 1 minggu, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah steril + Bio-FOB WP .

Tabel 1. Lanjutan

Kode Perlakuan <i>Treatment Codes</i>	Jenis Perlakuan <i>Types of Treatment</i>
B	Bio-FOB EC+ Organik-FOB pada tanah steril+Bio-FOB WP
	Metode aplikasi Setek lada di rendam di dalam larutan Bio-FOB EC selama 60 menit dan kemudian diinkubasikan pada Organik-FOB selama 1 minggu, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah steril+Bio-FOB WP .
C	Bio-FOB WP+ Organik-FOB pada tanah steril+Bio-FOB WP
	Metode aplikasi Setek lada ujung atas dan ujung bawah dioles dengan Bio-FOB WP dan kemudian diinkubasikan pada Organik FOB selama 1 minggu, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah steril+Bio-FOB WP .
D	Konidia FoNP pada tanah+pasir steril+Organo-TRIBA
	Metode aplikasi Setek lada di rendam di dalam suspensi konidia Fo.NP selama 60 menit, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah + pasir steril + Organo-TRIBA .
E	Bio-FOB EC pada tanah+pasir steril+Organo-TRIBA
	Metode aplikasi Setek lada di rendam di dalam larutan Bio-FOB EC selama 60 menit, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah + pasir steril + Organo-TRIBA .
F	Bio-FOB WP pada tanah+pasir steril+Organo-TRIBA
	Metode aplikasi Setek lada ujung atas dan ujung bawah di oles dengan Bio-FOB WP , kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah + pasir steril + Organo-TRIBA .
G	Konidia FoNP pada tanah+pasir+pupuk kandang steril
	Metode aplikasi Setek lada di rendam di dalam suspensi konidia Fo.NP selama 60 menit, kemudian dipindahkan kedalam kantong plastik yang berisi tanah + pasir + pupuk kandang steril .

Tabel 1. Lanjutan

Kode Perlakuan <i>Treatment Codes</i>	Jenis Perlakuan <i>Types of Treatment</i>
H	Fungisida pada tanah+pasir+pupuk kandang steril
	Metode aplikasi Pembandingan (setek lada di rendam di dalam larutan fungisida/Dithane selama 60 menit kemudian ditanam dalam kantong plastik yg berisi tanah + pasir + pupuk kandang steril).
I	Air pada tanah+pasir+pupuk kandang steril (kontrol)
	<u>Metode aplikasi</u> Kontrol (setek lada di rendam di dalam air selama 60 menit, kemudian di tanam dalam kantong plastik berisi tanah + pasir + pupuk kandang steril).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap bibit lada varietas LDL hasil induksi menggunakan *FoNP* strain 10A-M setelah diinokulasi dengan *P. capsici* dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan dengan konidia dan gabungan formulasi *FoNP* (A, B, C) dapat menghambat/menekan serangan penyakit BPB dibandingkan fungisida (H) dan kontrol (I). Tingkat efektifitas perlakuan A, B, C dapat mencapai 84,99% dibanding kontrol.

Efektifitas perlakuan tersebut lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan penambahan Organo-TRIBA, perlakuan konidia *FoNP* dan perlakuan fungisida (Gambar 1). Ini menunjukkan bahwa *FoNP* dapat menghambat/menekan infeksi *P. capsici* pada bibit lada.

Dengan demikian, untuk mendapatkan bibit lada sehat dan bebas BPB dapat menggunakan gabungan ketiga macam formula Bio-FOB atau konidia *FoNP*. Hasil penelitian Tombe,

et al. (2001) menjelaskan hal yang sama bahwa penggunaan gabungan ketiga formula Bio-FOB bibit panili yang tahan/toleran terhadap BPB lebih efektif dibanding jika digunakan secara sendiri-sendiri. Sampai saat ini penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* sangat sulit dikendalikan dengan fungisida dan perkembangan penyakit pada pembibitan juga sangat sulit untuk diprediksi (You dan Sivasithamparam, 1995). Jadi keuntungan dari induksi ketahanan sistemik adalah untuk mengurangi penggunaan fungisida yang berlebihan.

Viabilitas patogen *P. capsici* pada akhir pengamatan berkisar antara $0,20 - 3,23 \times 10^2$ cfu/g tanah, sedangkan pada awal perlakuan adalah $1,79 \times 10^3$ cfu/g tanah. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan D, E dan F dapat mereduksi populasi *P. capsici* dalam tanah. Viabilitas yang paling rendah

ditemukan pada tanah yang dicampur dengan Organo-TRIBA, dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian Organo-TRIBA sebagai pengganti pupuk kandang berperan dalam penurunan viabilitas *P. capsici*. Disamping itu FoNP juga menyebabkan penurunan viabilitas patogen dalam menginfeksi bibit lada dibanding kontrol. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa induksi ketahanan oleh *F. oxysporum* NP (Fo46) terhadap infeksi *Pythium ultimum* pada tanaman mentimun dibuktikan dengan (1) penurunan viabilitas patogen, (2) perluasan dari pembentukan daerah pertahanan (khusus pada dinding sel tanaman), (3) penyempitan daerah interseluler dari sel tanaman. Penghambatan pertumbuhan patogen pada bagian luar jaringan akar berhubungan dengan penurunan viabilitas patogen, dan disarankan untuk menciptakan lingkungan yang bersifat toksik terhadap jamur di bagian daerah serangan patogen (Benhamou *et al.*, 2002).

Penambahan Organo-TRIBA (kompos) yang dicampurkan pada media tanah (seperti pada perlakuan D, E dan F) menyebabkan menurunnya serangan penyakit dan viabilitas patogen *P. capsici* (Tabel 2). Hal ini mungkin adanya kompetisi antara *P. capsici* dan *Trichoderma lactae* serta *Bacillus* yang ada di dalam Organo-TRIBA, atau adanya interaksi antara mikroba yang ada dalam Organo-TRIBA dengan *P. capsici* sehingga viabilitas patogen menurun. Menurut

Hoitink dan Boehm (1999), penambahan kompos telah diketahui berpengaruh terhadap serangan penyakit yang disebabkan beberapa patogen tular tanah, dan telah diteliti bahwa kompos mampu menekan serangan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* pada cabe, penyakit busuk batang dan akar yang disebabkan patogen tersebut di atas pada pembibitan (Labrie *et al.*, 2001; Ownley *et al.*, 1990; Ristaino dan Johnston, 1999). Kompos juga dapat menginduksi ketahanan sistemik pada tanaman terhadap beberapa penyakit termasuk penyakit yang menyerang daun, meskipun hasilnya sangat bervariasi (Krause *et al.*, 2003; Pharand *et al.*, 2002; Zhang *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 1998). Tombe *et al.* (2003) menyebutkan bahwa limbah organik yang diolah dengan menggunakan *B. pantothenicus* dan *T. lactae* dapat menghambat intensitas serangan JAP pada jambu mente.

Pengamatan terhadap berat kering tanaman yang lebih erat kaitannya dengan pertumbuhan tanaman. Perlakuan A memberikan bobot kering yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini terlihat pula pada pertumbuhan tanamannya yang lebih tinggi (Gambar 2). Ini menunjukkan bahwa setek lada yang direndam dalam konidia FoNP dan disemai pada Organo-FoB kemudian ditanam dalam tanah yang dicampur dengan Bio-FOB WP lebih baik pertumbuhannya dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 2. Persentase bibit lada terinfeksi *P. capsici*, berat kering bibit lada, dan jumlah *P. capsici* pada pengamatan 4 bulan setelah setek diberi perlakuan FoNP.

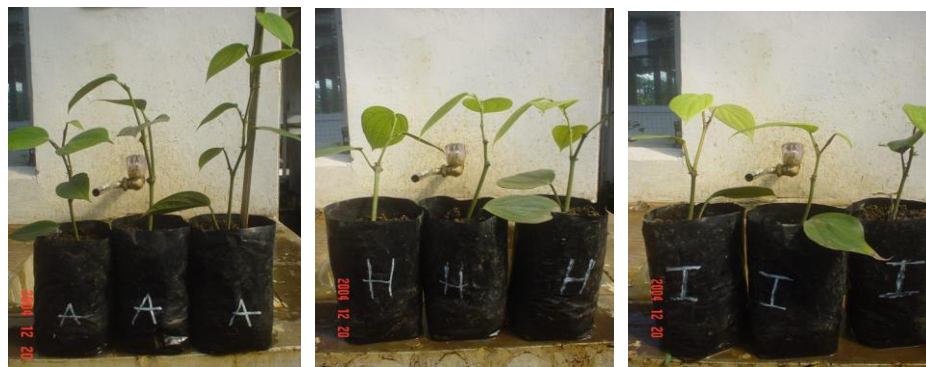
Table 2. Percentage of infected black pepper seedling by *P. capsici*, dry weight of black pepper seedling, *P. capsici* viability, 4 months after treatment.

Perlakuan ^{*)} <i>Treatment</i>	Tingkat serangan		Berat kering (g/tan) <i>Dry weight</i> (g/plant)	Rata ² <i>Viabilitas</i> <i>P. capsici</i> (10 ² cfu/g)
	Tanaman terinfeksi (%)	Efektifitas (%)		
A	6,67	84,99	2,85 a	2,27 b
B	6,67	84,99	1,97 cde	1,33 c
C	6,67	84,99	1,72 e	1,33 c
D	16,67	62,49	1,91 de	0,20 d
E	23,33	47,50	2,12 cd	0,27 d
F	36,67	17,48	2,63 ab	0,37 d
G	25,86	41,81	1,97 cde	2,70 b
H	38,00	14,49	2,30 bc	2,43 b
I	44,44	0,00	1,99 cde	3,23 a

Ket.: ^{*)} Penjelasan kode perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Bibit lada dari perlakuan A,G, H dan I setelah inokulasi *P. capsici*.
Figure 1. Black pepper seedling derived from A,G, H and I treatments after *P.*



Gambar 2. Bibit lada dari perlakuan A, H dan I setelah berumur 4 bulan
 Figure 2. Black pepper seedling derived from A,H,I treatments 4 month old

FoNP masih dapat mengkolonisasi jaringan batang lada sampai bibit berumur 2,5 bulan untuk seluruh perlakuan (kecuali perlakuan H dan I). Menurut Hyakumachi (1997), yang diutamakan dalam induksi ketahanan adalah adanya kolonisasi jaringan dengan bakteri atau jamur non patogenik yang spesifik. Penelitian ini membuktikan bahwa setek lada varietas LDL yang diinduksi dengan konidia + formulasi FoNP tahan terhadap serangan *P. capsici* dibandingkan setek lada tanpa induksi. Induksi ketahanan menjelaskan tentang peningkatan pengembangan kapasitas pertahanan oleh tanaman terhadap infeksi patogen dengan adanya stimulus mikroba non patogenik (Kuc, 1982; Kuc, 1995). Mekanisme dari FoNP dalam induksi pertahanan/perlindungan pada tanah supresif belum diketahui secara jelas, meskipun begitu beberapa kemungkinan telah didapatkan yaitu : (1) kompetisi antara mikroba dalam memperoleh makanan, (2) kompetisi untuk daerah infeksi dan

kolonisasi akar (Eparvier dan Alabouvette, 1994), (3) induksi ketahanan dalam tanaman dengan pembentukan struktur pertahanan (Benhamou dan Garand, 2001) dan pathogenesis-related protein seperti chitinase dan β -1,3-glucanases (Duijff *et al.*, 1998). Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan pada pembibitan lada, karena telah diketahui juga bahwa *P. capsici* merupakan patogen yang dapat menyerang pembibitan dan sulit dikendalikan jika telah memasuki jaringan batang tanaman.

KESIMPULAN

Konidia FoNP dapat menginduksi ketahanan bibit lada terhadap infeksi *P. capsici*, dengan efektivitas tertinggi 84,99% pada perlakuan gabungan ketiga macam formula FoNP. Tingkat serangan yang paling rendah didapatkan pada setek lada yang direndam di dalam konidia dengan formulasi FoNP 6,67% (8 minggu setelah inokulasi). FoNP masih

dapat mengkolonisasi jaringan batang bibit lada sampai bibit berumur 2,5 bulan, untuk seluruh perlakuan yang diuji (kecuali perlakuan fungisida dan kontrol).

Penggunaan Organo-TRIBA yang mengandung *Bacillus* dan *Trichoderma* dapat mereduksi populasi *P. capsici* dalam tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Repiany, Sdr. Sutrasman dan Sdr. Zulhisnain yang telah banyak membantu penulis dalam mempersiapkan setek lada dan melaksanakan penelitian di laboratorium dan rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Anith, K.N., N.V. Radhakrishnan and T.P. Manomohandas, 2002. Management of nursery wilt of black pepper (*Piper nigrum* L.) with antagonistic bacteria. *Current Science* 83(5):561-562.
- Benhamou, N. and C. Garand, 2001. Cytological analysis of defense related mechanisms induced in pea root tissues in response to colonization by the nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47. *Phytopathology* 91:730-740.
- Benhamou, N., C. Garand and A. Goulet, 2002. Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Strain Fo47 to induce resistance against *Pythium ultimum* infection in cucumber. *Applied and Environmental Microbiology* 68 (8) :4044-4060.
- Duijff, B.J., D. Poulain, C. Olivain, C. Alabouvette and P. Lemanceau, 1998. Implication of systemic induced resistance in the suppression of fusarium wilt of tomato by *Pseudomonas fluorescens* WCS417r and by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. *Eur. J. Plant Pathol.* 104:903-910.
- Eparvier, A. and C. Alabouvette, 1994. Use of ELISA and GUS-transformed strains to study competition between pathogenic and non-pathogenic *Fusarium oxysporum* for root colonization. *Biocontrol Sci. Technol.* 4:35-47.
- Fuchs, J.G., Y. Moenne-locco and G. Defago, 1997. Non pathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 induces resistance to Fusarium wilts in tomato. *Plant Disease* 81:492-496.
- Hoitink, H.A.J. and M.J. Boehm, 1999. Control within the content of soil microbial communities: A Substrate- dependent phenomenon. *Ann. Rev. of Phytopathol.* 37:427-446.
- Hyakumachi, M., 1997. Induced systemic resistance against anthracnose in cucumber due to plant growth-promoting fungi and studies on mechanism. See Ref. 72a, pp.164-169.
- Kasim, R., 1981. Ketahanan tujuh species lada terhadap

- Phytophthora. Pembr. Littri 8 (39):34-38.
- Kuc, J., 1982. Induced immunity to plant disease. Bioscience 32:854-860.
- Kuc, J., 1995. Induced systemic resistance- an overview. See Ref. 33, pp 169-175.
- Krause, M.S., T.J.J. De Ceuster, S.M. Tiquia, F.C. Michel Jr., L.V. Madden and H.A.J. Hoitink, 2003. Isolation and characterization of rhizobacteria from composts that suppress the severity of bacterial leaf spot of radish. Phytopathology 93:1292-1300.
- Labrie, C., P. Leclerc, N. Cote, S. Roy, R. Brzezinski, R. Hogue and C. Beaulieu, 2001. Effect of chitin waste-based composts produced by two-phase composting on two oomycete plant pathogens. Plant Soil 235:27-34.
- Manohara, D., R. Kasim and D. Sitepu, 1992. Current research status of foot rot disease in Indonesia. Proceedings of the International Workshop on Black Pepper Diseases. Bandar Lampung-Indonesia, 3-5 December 1991. pp. 144-154.
- Manohara, D., K. Mulya, A. Purwantara and D. Wahyuno, 2004a. *Phytophthora capsici* on black pepper in Indonesia. In: Diversity and Management of Phytophthora in South East Asia (Eds.) Andre Drenth and David I. Guest. Australian Center for International Agricultural Research. Pp:132-135.
- Manohara, D., K. Mulya and D. Wahyuno, 2004b. Phytophthora disease on black pepper and the control measures. Journal of the Pepper Industry 1(1):37-49.
- Ownley, B.H., D.M. Benson and T.E. Bilderback, 1990. Physical properties of container media and relation to severity of Phytophthora root rot of Rhododendron. J. Am. Soc. Hort. Sci. 115:564-570.
- Pharand, B., O. Carisse and N. Benhamou, 2002. Cytological aspects of compost-mediated induced resistance against Fusarium crown and root rot in tomato. Phytopathology 92:424-438.
- Ristaino, J.B. and S.A. Johnston, 1999. Ecologically based approaches to management of Phytophthora blight on bell pepper. Plant Dis. 83:1080-1088.
- Tsao, P.H. and A. Alizadeh, 1988. Recent advances the taxonomy and nomenclature of the so-called "Phytophthora palmivora" MF4 occurring on cocoa and other tropical crops. Pages 441-445 in: 10th Int. Cocoa Res. Conf. Proc. Santo Domingo. 17-23 May, 1987.
- Tombe, M., D. Sitepu dan S. Mogi, 1997. Present status of biological control research of vanilla stem rot disease in Indonesia. Proceeding of the Fourth International Workshop on Plant Growth Promotion

- Rhizobacteria. Japan-OECD. Workshop. p13-17.
- Tombe, M., Sukanto, E. Taufik dan Zulhisnain, 1999. Penggunaan *Fusarium oxysporum* non patogenik (FoNP) untuk memperoleh bibit panili yang bebas patogen BBV. Prosiding Simposium Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. p152-159.
- Tombe, M., Zulhisnain dan E. Taufik, 2001. Penggunaan Bio-FOB strain 10-AM untuk pengendalian penyakit BBP panili secara hayati. Prosiding Simposium Rempah Indonesia. Jakarta, 13-14 September 2001. p.209-216.
- Tombe, M., D. Wahyuno dan Purnayasa, 2003. Paket teknologi pengendalian penyakit JAP jambu mente. Materi dibawakan pada sosialisasi hasil penelitian Proyek PHT Perkebunan Rakyat di tingkat Pemandu SLPHT, Mataram 17-18 Desember 2003.
- Whipps, J.M., 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 52(90001):487-511.
- Yamaguchi, K., M. Kida, M. Arita and M. Takahashi, 1992. Induction of systemic resistance by *Fusarium oxysporum* MT0062 in solanaceous crops. Ann. Phytopathology Soc. Japan 58:16-22.
- You, M.P. and K. Sivasithamparam, 1995. Changes in microbial population of an avocado plantation mulch suppressive of *Phytophthora cinnamomi*. Appl. Soil Ecol. 2:33-43.
- Zhang, W., W.A. Dick and H.A.J. Hoitink, 1996. Compost-induced systemic acquired resistance in cucumber to Pythium root rot and anthracnose. Phytopathology 86 : 1066 - 1070.
- Zhang, W., D.Y. Han; W.A. Dick; K.R. Davis and H.A.J. Hoitink, 1998. Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and arabidopsis. Phytopathology 88 : 450 - 455.