

## **Bahan Organik: Perannya dalam Pengelolaan Kesehatan Tanah dan Pengendalian Patogen Tular Tanah Menuju Pertanian Tembakau Organik**

**Titiek Yulianti**

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat  
Jl. Raya Karangploso km 4, Kotak Pos 199, Malang  
E-mail: *balittas@litbang.deptan.go.id*  
Diterima: 1 Oktober 2009      Disetujui: 30 Oktober 2009

### **ABSTRAK**

Kompleksnya masalah lingkungan pada usaha tani tembakau akibat penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang kurang bijaksana mendorong keluarnya kebijakan *Good Agricultural Practices* (GAP) untuk tanaman tembakau yang disponsori oleh perusahaan-perusahaan tembakau dunia. Salah satu syarat terciptanya GAP adalah pengelolaan tanah dengan benar secara ramah lingkungan dengan menggunakan sumber daya alam yang ada, antara lain dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah. Cara tersebut selain meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur fisik tanah, juga berfungsi mengembalikan keseimbangan mikrobiologi dalam tanah. Pada kondisi tertentu cara tersebut bahkan mampu mengendalikan penyakit tanaman, terutama jika agensia hayati ditambahkan ke dalamnya. Makalah ini membahas peran bahan organik dalam memperbaiki fungsi kimia, fisik, dan biologi tanah agar menjadi sehat dan produktif sebagai persiapan menuju usaha tani tembakau yang memenuhi standar GAP dan organik.

Kata kunci: pertanian organik, tembakau, patogen, kesehatan tanah

### **Organic Matter: Environmental Soil Management and Soilborne Pathogens Control Toward Good Agricultural Practices of Tobacco Production**

#### **ABSTRACT**

Environmental problems on tobacco farm created by excessive use of pesticide and inorganic fertilizers has issued *Good Agricultural Practices* (GAP) sponsored by world tobacco companies. One key factor of the success of GAP is environmentally friendly soil management through the use of natural resources in the vicinity, such as organic amendment. Soil organic matter enhances soil fertility, improves soil physical properties, and restores soil microbiological equilibrium. It also provides longterm control to soilborne pathogens, especially when a biological control agent is added. This paper discusses the role of organic matter on enhancement chemical, physical, and biological soil properties. This conditions will improve soil health and fertility toward GAP tobacco production and organic tobacco.

Keywords: organic agriculture, tobacco, pathogen, soil health

#### **PENDAHULUAN**

**T**EMBAKAU berasal dari Benua Amerika dan telah digunakan oleh bangsa Indian sebagai tanaman obat dan dalam upacara-upacara adat mereka. Tembakau mulai dikenal dan menyebar ke seluruh dunia sejak Christopher Co-

lumbus menaklukkan Benua Amerika pada tahun 1492 (Anonymous, 2004). Sampai saat ini tembakau merupakan salah satu komoditas nonpangan penting karena memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Seperti halnya pertanian konvensional lainnya, usaha tani tembakau juga menggunakan pupuk anorganik dosis

tinggi dan pestisida kimiawi secara berlebihan serta mengolah tanah secara intensif untuk meningkatkan produksinya. Kondisi tersebut mengakibatkan kualitas tanah menjadi sangat rendah, baik kesuburan fisik, kimia, maupun biologis tanah (Abbott dan Murphy, 2003). Bahkan penyakit-penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah menjadi berkembang akibat dominasi mikroba spesifik sehingga mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit (Gupta dan Sivasithamparam, 2003). Di negara-negara maju, sterilisasi tanah dengan metil bromida untuk mengendalikan berbagai hama dan penyakit tular tanah telah menyebabkan kerusakan ekologi dan polusi lingkungan, bahkan patogen yang terbawa oleh bibit akan dengan mudah berkembang akibat tidak adanya saingan setelah fumigasi (Hoitink dan Ramosh, 2008).

Kompleksnya masalah lingkungan yang ditimbulkan ini memprihatinkan berbagai pihak, terutama yang memiliki kepentingan di dunia industri tembakau. Pada tahun 2005 CORESTA yang dimotori oleh sembilan perusahaan tembakau terkemuka di dunia seperti British American Tobacco Co.; Dimon Tobacco Co.; Imperial Tobacco Group; Japan Tobacco Group; Philip Morris Int.; Philip Morris USA; R.J. Reynolds Tobacco Co.; Standard Commercial Tobacco Co.; dan Universal Leaf Tobacco Co. menerbitkan panduan *good agricultural practices* (GAP) untuk tembakau. Buku ini merupakan pedoman bagi industri tembakau di seluruh dunia. GAP didefinisikan sebagai "Usaha tani untuk memproduksi tanaman berkualitas sedangkan lingkungan, termasuk tanah, air, udara, hewan, dan tumbuhan tetap terpelihara, lestari bahkan meningkat kondisinya." Tujuan GAP adalah untuk memastikan bahwa dalam memproduksi tembakau harus memperhatikan keamanan lingkungan, sumber daya alam, dan juga melindungi makhluk hidup yang berkaitan dengan tanaman tersebut sehingga diperoleh bahan baku yang berkualitas dengan harga yang kompetitif. Bahkan konsumen (terutama cerutu) yang berasal

dari negara maju saat ini lebih kritis dan mulai memikirkan kemungkinan pertanian tembakau organik.

Dalam pedoman GAP disebutkan bahwa salah satu faktor kunci keberhasilan usaha tani berbagai jenis tembakau, kecuali tembakau oriental, yang berkelanjutan dan ramah lingkungan adalah pengelolaan tanah yang tepat dengan memperhatikan kesuburan dan kesehatan tanah serta kelestarian ekosistem. Pengelolaan tanah yang ramah lingkungan dapat dilakukan melalui pemberdayaan sumber-sumber alam seperti penggunaan bahan organik, rotasi dengan tanaman-tanaman penyubur, dan sebagainya. Makalah ini merupakan *review* mengenai pengelolaan kesehatan tanah melalui penambahan bahan organik sebagai persiapan menuju tercapainya GAP dan pertanian organik pada tembakau.

## **PENGELOLAAN TANAH MELALUI PENAMBAHAN BAHAN ORGANIK**

### **Tanah dan Permasalahannya**

Tanah yang subur dan sehat merupakan faktor utama penentu keberhasilan usaha tani tembakau. Penggunaan lahan secara intensif selama bertahun-tahun untuk budi daya tembakau telah menurunkan kesuburan kimia dan biologi tanah (van Bruggen dan Termorshuizen, 2003). Indikasinya adalah menurunkan kandungan bahan organik tanah sehingga aktivitas dan keanekaragaman hayati serta keseimbangan mikrobiologi dalam tanah rendah (Glenn, 1990). Padahal, keseimbangan antara fisik, kimia, dan biologi dalam tanah sangat penting bagi kelangsungan suatu produksi tanaman, kesehatan tanah, maupun fungsi ekosistem lainnya (Gupta dan Sivasithamparam, 2003). Jika tidak, ketimpangan tersebut bisa memunculkan masalah baru seperti meningkatnya atau dominannya suatu patogen penyebab penyakit tanaman. Hal ini terbukti dengan terjadinya endemik penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah yang cukup parah di beberapa daerah penghasil tembakau

seperti di Deli, Jember, dan Temanggung. Di Deli penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* dan nematoda *Pratylenchus* telah mengakibatkan turunnya produksi tembakau cerutu deli dan kerugian. Demikian juga dengan tembakau cerutu besuki di Jember. Serangan *Erwinia carotovora* penyebab busuk batang berlubang, lanas oleh *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae*, layu bakteri *R. solanacearum* telah menyebar ke hampir seluruh areal tembakau cerutu di Jember dan mengakibatkan kerugian 3,6-7,8 juta rupiah/ha (Soeripno, 1999). Kondisi paling parah terjadi di Temanggung. Luas areal pertanaman tembakau yang semula 20.284 ha pada tahun 1996 menyusut menjadi 9.326 ha pada tahun 2006 akibat adanya lahan lincat. Lahan lincat adalah lahan yang mengalami degradasi kesuburan tanah dan akumulasi bakteri *R. solanacearum* dan nematoda *Meloidogyne* spp.

Dari faktor-faktor di atas dapat disimpulkan bahwa pengelolaan lahan yang tepat sangat penting dalam budi daya tembakau. Dengan demikian, usaha tani tembakau harus memperhatikan kelestarian ekosistem dan lingkungan namun masih tetap menguntungkan secara ekonomi. Faktor pertama yang harus dilakukan adalah mengembalikan dan memperbaiki kesuburan tanah melalui cara-cara yang ramah lingkungan seperti penambahan bahan organik.

### **Peran Bahan Organik dalam Kesuburan Tanah**

Secara umum orang mengenal bahan organik sebagai residu/sisa tanaman, pupuk hijau atau pupuk kandang. Menurut May (2000) bahan organik di dalam tanah terdiri dari 3 kelompok, yaitu: (1) Bahan organik dengan komposisi karbohidrat dan nitrogen seimbang; (2) Bahan organik yang mengandung nitrogen tinggi, melebihi yang dibutuhkan dalam mendekomposisi karbohidrat; (3) Bahan organik yang mengandung karbohidrat dan lignin melebihi nitrogen.

Sekitar tahun 1950-an pertanian konvensional dicirikan dengan penggunaan pupuk anorganik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pengolahan tanah intensif untuk memperbaiki struktur tanah (Hoitink dan Ramosh, 2008). Pada saat itu bahan organik seperti sisa tanaman atau pupuk kandang kurang dimanfaatkan. Namun pada tahun 1970-an beberapa negara maju mulai menyadari peran bahan organik dalam memperbaiki struktur fisik, kimia, dan biologi tanah meskipun sampah organik termasuk pupuk kandang masih sering diabaikan (Stone *et al.*, 2004).

Millner dan Kaufman (2005) menyatakan bahwa bahan organik dalam tanah merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas dan produktivitas tanah karena fungsinya dalam mendaur nutrisi dan dalam memperbaiki fisik, kimia, dan biologi tanah. Hal ini dikarenakan keberadaan bahan organik dalam tanah berfungsi meningkatkan agregat dan aerasi tanah, serta memperbaiki drainase (Magdoff, 1992), menyediakan hara, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan daya pegang air (Reganold, 1988).

### **Peran Bahan Organik dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah**

Tanah yang sehat diindikasikan dengan adanya beragam mikroorganisme di dalam tanah, baik sebagai dekomposer atau transformer senyawa organik menjadi anorganik, antagonis patogen, maupun sebagai simbiosis bagi tanaman, seperti mycorrhiza. Semakin banyak jumlah dan jenisnya, semakin sehat kondisi tanah tersebut. Penambahan bahan organik secara teratur akan menjaga keseimbangan ekosistem di dalam tanah karena meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Lumsden *et al.*, 1983). Keterkaitan hubungan antarmikroba tersebut membuat sistem biologi di dalam tanah tetap seimbang. Suatu kelompok mikroorganisme bisa menjadi antagonis atau predator bagi yang lainnya. Brundrett *et al.* (1996) menambahkan bahwa mycorrhiza sangat besar perannya pa-

da tanah-tanah reklamasi yang kurang subur, salin, dan ber-pH ekstrem karena mampu berperan sebagai: pendaur nutrisi dan konservasi tanah; transporter karbon dari tanaman ke organisme lain; antagonis berbagai patogen; suplai nutrisi bagi tanaman, terutama senyawa yang sulit tersedia seperti P dan N; serta penetral ion logam beracun.

### **Peran Bahan Organik dalam Mengendalikan Patogen Tular Tanah**

Sebagaimana disebutkan di atas, terjadinya ledakan suatu penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah adalah akibat menurunnya keanekaragaman hayati dalam tanah. Penambahan kompos atau bahan organik dapat mengembalikan populasi mikroorganisme yang berguna.

Namun kualitas dan tingkat dekomposisi bahan organik yang ditambahkan menentukan keberhasilan pengendalian penyakit tular tanah (Sullivan, 2004). Kualitas bahan organik meliputi bahan mentah kompos, misalnya asal bahan yang digunakan untuk memberi makan ternak, ukuran partikel, dan komposisi biologi, kimia, dan fisik kompos. Hoitink dan Ramosh (2008) menyatakan bahwa kompos yang tidak mudah terdekomposisi seperti (kulit kayu, kayu) dapat digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah dalam jangka panjang. Sementara kompos yang berasal dari sisa-sisa tanaman atau pupuk kandang yang mudah terdekomposisi, terutama yang tanpa diproses lebih dahulu, biasanya kurang memberikan manfaat jangka panjang.

Penambahan bahan organik yang masih segar ke dalam tanah seringkali malah meningkatkan keparahan penyakit karena merupakan sumber makanan baik bagi mikrobiota tanah maupun patogen tular tanah (Franz *et al.*, 2008). Keberadaan mikroba antagonis pada kondisi tersebut tidak mampu menekan laju perkembangan patogen. Tingginya nutrisi yang tersedia cenderung menghambat produksi antibiotik ataupun enzim-enzim yang diperlukan oleh mikroba antagonis selama pro-

ses parasitasi (Hoitink dan Boehm, 1999). Untuk menghindari masalah ini, Hoitink dan Ramosh (2008) menyarankan agar bahan organik yang ditambahkan mampu terdekomposisi dengan laju 1,0 mg CO<sub>2</sub> per 1 g berat kering C setiap harinya selama proses pengomposan. Untuk mudahnya, bahan organik diaplikasikan pada saat bera untuk memberi kesempatan bahan organik terdekomposisi sebelum tanam di musim berikutnya. Pemberian pupuk kandang ataupun sisa-sisa tanaman ke lapang juga harus terdekomposisi baik melalui sistem *minimum tillage* atau dibenamkan ke dalam tanah. Selain itu sumber bahan organik yang diberikan juga akan memberikan respon yang berbeda pula. Hasil penelitian Yulianti dan Hidayah (2009) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam 1 ton per hektar sebelum tanam meningkatkan produksi dan mutu tembakau sekaligus menekan penyakit akibat serangan *E. carotovora* 19,28% dibandingkan sumber bahan organik lain yang dicoba. Selama proses dekomposisi populasi mikroba meningkat dan beberapa isolat antagonis berhasil diisolasi.

Penambahan bahan organik yang sudah terdekomposisi sempurna dan stabil (suhu telah turun di bawah 40°C) juga kurang mampu menekan penyakit tanaman (Hoitink dan Ramosh, 2008). Karena bahan organik yang stabil atau humus yang berlebihan, pada akhir proses dekomposisi sudah tidak bisa berfungsi sebagai sumber makanan bagi agensia hayati. Namun, keberadaan agensia hayati dalam kompos, merupakan faktor penting dalam pengendalian penyakit dalam jangka panjang (Stone *et al.*, 2004).

Jadi, fungsi penekanan penyakit tidak bisa berlangsung selamanya, kecuali bahan organik baru ditambahkan atau jika kompos mengandung senyawa lignoselulosa yang stabil. Kompos yang kering atau dibakar juga tidak mampu mengendalikan patogen tular tanah karena biomassa mikroba tidak berkembang pada kondisi tersebut (Hoitink dan Boehm, 1999) terutama untuk patogen-patogen yang

memiliki kemampuan saprofitik tinggi seperti *R. solani* (Yulianti *et al.*, 2008). Kompos yang baik mempunyai tingkat kelembapan >45%.

Jenis patogen yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda terhadap penambahan kompos. Misalnya, *Phytophthora* dan *Pythium* atau propagul patogen yang kecil (diameter <200 µm) bisa ditekan hanya dalam beberapa hari setelah bahan organik ditambahkan melalui proses mikrobiostasis (kompetisi dan antibiosis) oleh mikroba kompetitor (Baker dan Paulitz, 1996). Namun untuk *Rhizoctonia* dan *Sclerotium* yang bertahan dalam bentuk sklerosia butuh waktu beberapa minggu atau bulan untuk mengendalikan karena selain adanya kompetisi dan antibiosis juga melibatkan proses parasitasi (Yulianti, 1996; Baker dan Paulitz, 1996; Yulianti *et al.*, 2007) dan terkadang butuh inokulasi agensia hayati. Hoitink *et al.* (2006) melaporkan bahwa *Fusarium* akan berkembang bila tanah diberi kompos dengan C/N rendah. Penekanan *Fusarium* berlangsung efektif jika diberi kompos yang mengandung C/N tinggi dan telah diinokulasi dengan strain *Trichoderma* yang bersifat antagonis bagi patogen dan juga mempunyai kemampuan menginduksi sistem ketahanan tanaman (IRS).

Terkadang, penambahan bahan organik saja ke dalam tanah pada daerah-daerah yang endemik kurang efektif mengendalikan penyakit tanaman. Pertanaman tembakau di Temanggung, khususnya di lahan lincat setiap tahun ditambahkan pupuk kandang untuk memperbaiki kesuburan tanah. Namun, keparahan penyakit tidak berkurang. Hal ini bisa disebabkan keanekaragaman mikroba yang rendah sehingga kemungkinan adanya mikroba yang bersifat antagonis kecil. Untuk meningkatkan efektivitas bahan organik, sebaiknya penambahan bahan organik ditambah dengan agensia hayati terutama yang memiliki spektrum luas atau memiliki kemampuan menginduksi sistem ketahanan tanaman (IRS). Pada tahun 2006 melalui Program Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI),

Balittas memproduksi agensia hayati untuk *R. solanacearum* dan *P. nicotianae* dan telah diaplikasikan ke lahan yang dikategorikan lincat. Menurut pengamatan petani setempat kematian penyakit dapat ditekan (10–20%) dan produksi meningkat (komunikasi pribadi).

Sementara itu, penyakit-penyakit daun atau virus hanya bisa dikendalikan jika kompos yang diaplikasikan mengandung zat IRS secara alami. Pada tahun 1991 ditemukan pengendalian hayati penyakit akar dan daun yang disebabkan oleh bakteri, jamur, nematoda, bahkan virus melalui induksi ketahanan sistemik tanaman oleh agensia hayati pengkoloni akar seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Trichoderma* spp. (Pieterse *et al.*, 2003; Soresh *et al.*, 2005). Efek sistemik tersebut bisa diinduksi melalui penambahan kompos secara alam (Stone *et al.*, 2003; 2004).

### **Bahan Organik pada Tanaman Tembakau**

Meskipun berbagai manfaat bahan organik terhadap kesehatan tanah maupun terhadap penekanan patogen telah diuraikan seperti di atas, namun pemanfaatannya pada tanaman tembakau perlu waktu dan dosis aplikasi yang tepat. Beberapa petani tembakau mengeluhkan kualitas daun menjadi lebih rapuh jika ditambah pupuk kandang sebagai sumber bahan organik. Hal ini terjadi karena mereka tidak mengurangi dosis pupuk anorganiknya. Sebelum aplikasi, sebaiknya kandungan bahan organik dalam tanah diketahui lebih dahulu. Kandungan hara (N, P, dan K) pupuk kandang juga perlu dipertimbangkan ketika menambahkan pupuk anorganik. Kuepper dan Thomas (2001) menyatakan bahwa petani di USA biasa menambahkan pupuk kandang pada pertanaman tembakaunya dengan mengurangi dosis pupuk anorganik. Pupuk kandang diberikan pada tanaman sebelum tembakau untuk menghindari efek negatifnya.

Selain waktu dan dosis aplikasi, jenis tanah juga perlu dipertimbangkan dalam aplikasi bahan organik. Tekstur tanah ringan yang

banyak mengandung pasir namun rendah bahan organik biasanya rentan serangan nematoda. Penambahan bahan organik, selain memperbaiki tekstur tanah, juga akan meningkatkan aktivitas dan populasi mikroba tanah yang bisa bersifat sebagai antagonis nematoda patogen.

## KESIMPULAN

Untuk menuju produksi tembakau yang memenuhi standar GAP, hal penting yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan tanah sehat melalui pendekatan ekologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan serta mengurangi atau menghindari penggunaan pestisida kimiawi dan pupuk anorganik. Penambahan bahan organik selain berfungsi sebagai pengembali kesuburan tanah, juga mengembalikan keseimbangan mikrobiologi sekaligus mengendalikan penyakit tular tanah. Untuk meningkatkan efektivitas pengendalian bahan organik, perlu ditambahkan agensia hayati baik yang spesifik ataupun berspektrum luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, L.K. and D.V. Murphy. 2003. What is soil biology fertility? p. 1–15. *In* Abbott, L.K. and Murphy, D.V. (eds.) Soil Biological Fertility A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Kluwer Academic Publisher, The Netherland.
- Anonymous. 2004. Tobacco. Department of Botany Natural History Museum London. Microsoft Encarta Encyclopedia Standard Edition.
- Baker, R. and T.C. Paulitz. 1996. Theoretical basis for microbial interactions leading to biological control of soilborne plant pathogens. p. 50–79. *In* Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens. Robert Hall (ed.). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, and N. Malajczuk. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR Monograph 32. 374p.
- Franz, E., A.V. Semenov, A.J. Termorshuizen, O.J. de Vos, J.G. Bokhorst, and A.H.C van Bruggen. 2008. Manure-amended soil characteristics affecting the survival of *E. coli* O157:H7 in 36 Dutch Soils. *Env. Microbiol.* 10:313–327.
- Glenn, O. 1990. The influence of some components of the soil environment on the saprophytic growth of the take-all fungus, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, in soil. Ph.D. Thesis, Dept. of Soil Science and Plant Nutrition, School of Agriculture, University of Western Australia, Perth.
- Gupta, V.V.S.R. and K. Sivasithamparam. 2003. Relevance of plant root pathogens to soil biological fertility. p. 163–186. *In* Abbott, L.K. and Murphy, D.V. (eds.). Soil Biological Fertility A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Kluwer Academic Publishers, The Netherland.
- Hoitink, H.A.J. and M.J. Boehm. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annu. Rev. Phytopathol.* 37:427–446.
- Hoitink, H.A.J., L.V. Madden, and A.E. Dorrance. 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: Interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality. *Phytopathology* 96: 186–189.
- Hoitink, H.A.J. and L. Ramosh. 2008. Impacts of composts on soil and plant health. Talk given at the ACORBAT 2008 International Banana Congress, November 10–14, 2008, Guyacull Simon Bolivar Covention Center, Guyacull, Ecuador. <http://plantpath.osu.edu/people-and-programs/faculty-directory/emeritus/hoitink-harry-a-j/index.html>.
- Kuepper, G. and R. Thomas. 2001. Organic tobacco production. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA. <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/tobacco.pdf>.
- Lumsden, R.D., J.A. Lewis, and G.C. Papavizas. 1983. Effect of organic amendments on soilborne plant diseases and pathogen antagonists. *In* Environmentally Sound Agriculture, edited by Lockeretz. W.E. Praeger Publisher, New York, USA.
- Magdoff, F. 1992. Building soils for better crops. Organic matter management. Univ. of Nebraska Press, Lincoln and London.

- May, J.T. 2000. Basic concept of soil management. p. 1–25 *In* Soil management. <http://fp.auburn.edu/sfws/sfnmc/class/handbook/chapter1.pdf>.
- Millner, P.D. and D.D. Kaufman. 2005. Soil organic matter dynamic and microbial interactions. Agricultural Research Service US. Department of Agriculture, Beltsville, Maryland, USA. 8pp.
- Pieterse, C.M.J., J.A. van Pelt, B.W.M Verhagen, J. Ton, S.C.M. van Wees, K.M. Leon-Kloosterman, and L.C. van Loon. 2003. Induced systemic resistance by plant growth-promoting rhizobacteria. *Symbiosis* 35:39–54.
- Reganold, J.P. 1988. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *American Journal of Alternative Agriculture* 3:144–155.
- Soeripno. 1999. Laporan pengamatan hama dan penyakit tanaman TBN. Kopa Tarutama Nusantara, Jember. 60 hal.
- Soresh, M., I. Yedidia, and I. Chet. 2005. Involvement of jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced by the biocontrol agent *Trichoderma asperellum* T203. *Phytopathology* 95:76–84.
- Stone, A.G., G.E. Vallad, L.R Cooperband, D. Rotenberg, H.M. Darby, R.V. James, W.R. Stevenson, and R.M. Goodman. 2003. The effect of organic amendments on soilborne and foliar diseases in field grown snap bean and cucumber. *Plant Disease* 87:1037–1042.
- Stone, A.G., S.J. Scheurell, and H.M. Darby. 2004. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: Organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. p. 131–177. *In*: Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. Magdoff, F. and Weil, R.R. (eds). CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Sullivan, P. 2004. Sustainable management of soilborne plant diseases. National Center for Appropriate Technology. IP173. Slot 131 Version 071604.
- van Bruggen, A.H.C. and A.J. Termorshuizen. 2003. Integrated approaches to root disease management in organic farming systems. *Australasian Plant Pathology* 32:141–156.
- Yulianti, T. 1996. The impact of animal manures on the behavior of sclerotia producing fungi infecting cotton. M.Agr.Sc. Thesis. The University of Melbourne.
- Yulianti, T., K. Sivasithamparam, and D. Turner. 2007. Saprophytic and pathogenic behaviour of *R. solani* AG2-1 (ZG-5) in a soil amended with *Diplotaxis tenuifolia* or *Brassica nigra* manures and incubated at different temperatures and soil water content. *Plant and Soil* 294:277–289.
- Yulianti, T., K. Sivasithamparam, and D. Turner. 2008. Incorporation of *Brassica nigra* and *Diplotaxis tenuifolia* residues and incubation under different soil conditions affects the survival of *Rhizoctonia solani* AG2-1 (ZG5), the causal agent of damping off of canola differently. 3<sup>rd</sup> International Biofumigation Symposium, CSIRO. Canberra, Australia, 20–25 July 2008.
- Yulianti, T. and N. Hidayah. 2009. Organic matter amendment for control hollow stalk (*Erwinia carotovora*) of besuki cigar tobacco. International Seminar on Sustainable Agricultural Engineer toward Sustainable Agriculture in Asia. Bogor, 17–19 November 2009.