

## Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskular sebagai Media Pengendalian Penyakit Busuk Pelepah pada Jagung

Soenartiningih

Balai Penelitian Tanaman Serealia  
Jl. Dr. Ratulangi No. 174, Maros, Sulawesi Selatan  
Email: soenartiningih@yahoo.com

---

Naskah diterima 12 Desember 2012 dan disetujui diterbitkan 4 April 2013

---

### ABSTRACT

**Utilization of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Controlling Sheath Blight Disease on Maize.** Sheath blight is soil borne disease caused by *Rhizoctonia solani*, an important disease in maize. It could cause 100% yield loss on susceptible varieties. *R. solani* infects lower sheath, spreading upward to the ear, causing ear rot. Symbiosis of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and maize, in addition to improving growth of plant by increasing the absorption of nutrients, especially P, was reported that the fungus was capable of inhibiting the growth of soil borne pathogens. Inhibition or control of soil borne pathogen was probably due to the increase of fenol, to stimulate the formation of flavonoids which increase the activation of phenyl alanine ammonium lyase (PAL) enzyme. Increasing flavonoid structure, however, was not directly involved in plant resistance, but it serves to synthesize chitinase and phenyl alanine ammonium lyase enzyme, which induces plant resistance. The association between AMF and maize was also causing the occurrence of lignified of the roots so that the plant was forming a physical barrier to the entry of pathogens. The development of disease caused by *R. solani* on the mycorrhizal roots was relatively lower compared with that of uninfected mycorrhiza. The AMF decreased the intensity of sheath blight disease up to 41% based on research conducted in the greenhouse. The AM fungi trial in the field was able to suppress sheath blight disease by 36% when in symbiotic growth with *Glomus sp*, while symbiosis with *Acaulospora mellea* suppresses the disease up to 28%.

Keywords: Maize, Arbuscular mycorrhizal fungi, Sheath blight, *Rhizoctonia solani*, symbiosis.

### ABSTRAK

Busuk pelepah yang disebabkan oleh cendawan tular tanah *Rhizoctonia solani* merupakan penyakit penting pada tanaman jagung karena menyebabkan kehilangan hasil hingga 100% pada varietas rentan. *R. solani* menginfeksi pelepah bagian bawah dan terus menjalar sampai ke tongkol, sehingga menyebabkan kerugian yang signifikan. Simbiosis cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan jagung di samping meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan penyerapan nutrisi terutama P, juga dilaporkan bahwa CMA mampu menghambat pertumbuhan patogen tular tanah. Penghambatan atau pengendalian patogen tular tanah kemungkinan karena peningkatan kandungan fenol akibat stimulasi dengan mikoriza arbuskular dan membentuk struktur flavonoid, sehingga meningkatkan aktivasi enzim *phenyl alanine ammonium lyase* (PAL). Selain meningkatkan kandungan fenol, hubungan antara CMA dan jagung juga menyebabkan terjadinya lignifikasi pada akar, sebagai penghalang fisik untuk masuknya patogen. Perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *R. solani* pada akar mikoriza relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak terinfeksi mikoriza. Penurunan intensitas penyakit busuk pelepah 22-41% dari hasil penelitian di rumah kaca. CMA yang diuji di lapangan mampu menekan penyakit busuk pelepah 35-36% apabila bersimbiosis dengan *Glomus sp*, sedangkan *Acaulospora mellea* hanya dapat menekan 24-28%.

Kata kunci: Jagung, Mikoriza arbuskular, busuk pelepah, *Rhizoctonia solani*, simbiosis.

## PENDAHULUAN

Penyakit busuk pelepah pada jagung disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani*. Di Indonesia, penyakit ini bisa menyebabkan kehilangan hasil jagung sampai 100% pada varietas rentan, bergantung pada intensitas penularan (Sudjono 1995). Upaya pengendaliannya adalah dengan menggunakan varietas tahan, tetapi *R. solani* mempunyai viabilitas yang sangat tinggi sehingga mudah terjadi perubahan status ketahanan. Selain itu, cendawan *R. solani* mempunyai banyak tanaman inang dan mampu bertahan hidup di tanah dalam bentuk sklerotium dan miselia, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung bahan organik (Semangun 1993). Pengendalian penyakit busuk pelepah juga dapat dilakukan dengan rotasi tanaman dan aplikasi fungisida. Penggunaan fungisida yang efektif dan terus-menerus menyebabkan terjadinya resistensi tanaman terhadap patogen tertentu, bahkan dapat menimbulkan strain baru, sehingga penggunaan mikroorganisme sebagai pengendali hayati mulai dilakukan (Semangun 2001).

Gejala penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung terdapat di pelepah daun, berupa bercak berwarna agak kemerahan, kemudian berubah menjadi abu-abu dan bercak meluas, yang seringkali diikuti oleh pembentukan sklerotium dengan bentuk tidak beraturan, mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi coklat. Gejala hawar (busuk) dimulai dari bagian tanaman yang paling dekat dengan tanah dan menjalar ke bagian atas (Pascual *et al.* 2000). Pada varietas rentan, penularan penyakit bisa mencapai pucuk atau tongkol.

Pengendalian penyakit dengan menggunakan mikroorganisme mulai diperhatikan oleh para peneliti. Pengendalian secara hayati ini dimaksudkan untuk menghindari dampak negatif pengendalian secara kimiawi, yaitu terjadinya resistensi patogen dan pencemaran lingkungan. Simbiosis antara cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan tanaman dilaporkan dapat meningkatkan ketahanan dan telah banyak diuji, misalnya pada jeruk, kapas, kedelai, dan tomat (Cordier *et al.* 1998). Meningkatnya ketahanan tanaman terhadap penyakit karena adanya asosiasi antara tanaman dengan CMA, beberapa jenis cendawan mikoriza yang diuji terbukti mampu menurunkan tingkat kerusakan tanaman yang disebabkan oleh beberapa pathogen, terutama patogen tular tanah (Agrios 1997). Smith *et al.* (2003) mengemukakan bahwa kondisi optimum dan jenis CMA yang diintroduksi dapat meningkatkan keefektifan dan kemampuan bersaing dengan CMA alami.

Makalah ini membahas simbiosis CMA dengan tanaman jagung untuk menekan perkembangan penyakit busuk pelepah pada jagung.

## POTENSI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR

Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dapat melakukan simbiosis atau asosiasi dengan akar tanaman dengan membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Mikoriza dikenal sebagai cendawan tanah karena habitatnya berada di dalam tanah dan di area perakaran tanaman (rizosfer), sehingga disebut sebagai cendawan tanah atau cendawan akar. Keistimewaan cendawan ini adalah kemampuannya dalam membantu tanaman untuk menyerap unsur hara, terutama P (Syib'li 2008). Mikoriza dapat bersimbiosis mutualistik dengan akar tanaman, tetapi tidak semua cendawan mikoriza efektif menekan patogen. Jenis mikoriza yang efektif biasanya mampu meningkatkan pengambilan unsur hara oleh tanaman, sehingga tanaman sama-sama memperoleh keuntungan dari simbiosis ini. Di lain pihak, cendawan dapat memenuhi keperluan hidupnya karena tersedianya karbohidrat dan keperluan tumbuh lainnya dari tanaman inang (Buntan *et al.* 1997).

Suatu simbiosis terjadi apabila cendawan masuk ke dalam akar atau melakukan infeksi. Proses infeksi dimulai dengan perkecambahan spora di dalam tanah. Hifa yang tumbuh melakukan penetrasi ke akar dan berkembang di dalam korteks. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk arbuskula, vesikel intraseluler, hifa internal di antara sel-sel korteks, dan hifa eksternal. Penetrasi hifa dan perkembangannya biasanya terjadi pada bagian yang masih mengalami proses pertumbuhan dan hifa berkembang tanpa merusak sel (Clark 1997)

Cendawan mikoriza arbuskular termasuk *Endomikoriza* mempunyai beberapa sifat, antara lain akar yang kena infeksi tidak membesar, lapisan hifa pada permukaan akar tipis, hifa masuk ke individu sel jaringan korteks, adanya bentukan khusus berbentuk oval yang disebut vasiculae (vesikel) dan sistem percabangan hifa yang *dichotomous* disebut arbuscules (arbuskula) (Brundrett 2004).

### Manfaat Cendawan dalam Pengendalian Patogen

Terbungkusnya permukaan akar oleh mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan hama dan penyakit, infeksi patogen akar terhambat. Selain itu, mikoriza menggunakan semua kelebihan karbohidrat dan eksudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen. Di lain pihak, cendawan mikoriza ada yang dapat mengeluarkan antibiotik yang dapat mematikan patogen (Sharman *et al.* 2007)

Peranan jamur mikoriza dalam meningkatkan ketahanan tanaman dapat disebabkan oleh pengaruh

ketahanan terimbas (induksi). Pada tanaman strawberry, infeksi jamur mikoriza hingga 55-70% ternyata dapat mengurangi gejala nekrosis penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora fragaria* 30-60% (Norman and Hooker 2000).

Pengaruh mikoriza pada akar tomat dan ketimun menunjukkan terjadinya perubahan morfologi atau anatomi, yaitu terbentuknya lignin pada bagian endodermis dari akar sehingga dapat menjadi penghalang terhadap penetrasi patogen, terjadinya lignin menyebabkan tanaman tomat lebih tahan terhadap *Fusarium oxysporum* (Scheffknecht *et al.* 2006). Infeksi jamur MA dapat meningkatkan konsentrasi kitinase dan kandungan asam amino terutama arginin, yang merupakan hasil akumulasi pada akar tanaman. Peningkatan asam amino dapat menekan terjadinya sporulasi *Thielaviopsis basicola* (Morandi 1996). Menurut Scharff *et al.* (1998), pada tanaman kedelai yang terinfeksi jamur mikoriza terjadi peningkatan konsentrasi fitoaleksin, sehingga pengaruh simbiosis antara cendawan MA dengan tanaman inang dapat meningkatkan ketahanan tanaman kedelai terhadap beberapa patogen. Kolonisasi jamur mikoriza menyebabkan perubahan induksi, seperti terjadinya stimulasi biokimia, yaitu peningkatan fenil propanoid dalam jaringan inang (Scharff *et al.* 1998).

Simbiosis dengan cendawan MA merupakan pengendalian biologi yang efektif menekan inokulum patogen yang potensial. Pengaruh cendawan MA dapat bersifat sistemik atau lokal, dan kedua tipe ini bersifat sebagai ketahanan induksi (Cordier *et al.* 1998).

#### Penggunaan *Glomus sp.* dan *A. mellea*

Dari beberapa jenis cendawan MA yang pernah diteliti yaitu *Glomus sp.*, *Entrophospora sp.*, *Acaulospora mellea*, *Scutellospora sp.* dan *Sclerocystis sp.*, dua di antaranya (*Glomus sp.* dan *A. mellea*) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, penyerapan unsur hara P dan infeksi MA di perakaran dengan intensitas infeksi yang tinggi (Bolan 1991).

Menurut Powel dan Bagyaraj (1984), *Glomus sp.* mempunyai spora berwarna coklat kemerahan, bentuknya agak membulat, dan dibentuk satu-satu. Satu sporokarp kadang-kadang hanya mengandung satu atau dua spora dengan diameter 125-140  $\mu\text{m}$  x 70-80  $\mu\text{m}$  dengan tangkai spora 58  $\mu\text{m}$ . Dinding spora terdiri atas dua lapisan. Lapisan pertama sangat tipis dengan ketebalan 0,2  $\mu\text{m}$  dan lapisan kedua agak tebal (0,4  $\mu\text{m}$ ) dengan moronim A(L)B (M).

*Acaulospora mellea* membentuk spora berwarna kuning kecoklatan, spora berukuran 170-184  $\mu\text{m}$  x 112 - 120  $\mu\text{m}$ , dinding spora terdiri atas tiga lapisan. Lapisan pertama dengan ketebalan 3  $\mu\text{m}$ , melekat erat pada

lapisan kedua, sedang lapisan kedua dengan tebal 0,2 mm dan lapisan ketiga 0,5 mm dengan moronim A(LU)B(M)C(MM) (Trappe and Schenck 1982).

#### Pengendalian Penyakit Busuk Pelepah dengan Cendawan MA

Infeksi cendawan MA dapat menekan perkembangan patogen tular tanah. Hasil pengujian di rumah kaca membuktikan bahwa CMA *Glomus sp.* yang diinokulasi pada jagung varietas Wisanggeni dengan bobot inokulum 10 g dengan kerapatan 100 spora dapat menekan intensitas penyakit busuk pelepah. Simbiosis akan optimum apabila inokulasi dengan 20 g inokulum atau 200 spora. Menurut Soenartiningih (2008), intensitas penyakit busuk pelepah lebih rendah pada varietas Wisanggeni dibanding yang diinokulasi pada galur GM 30 dengan kerapatan spora yang sama. Perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *R. solani* pada akar yang bermikoriza relatif lebih rendah dibanding penyakit pada akar yang tidak terinfeksi mikoriza, penurunan intensitas penyakit busuk pelepah berkisar antara 22-41% (Tabel 1).

Pengujian di lapangan pada kondisi kelembaban nisbi rata-rata 70 % dan kelengasan tanah 80% menunjukkan intensitas penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung berumur 80 hari mencapai 70% pada varietas Wisanggeni dan 74% pada galur GM 30 (Soenartiningih *et al.* 2006). Intensitas penyakit yang diinokulasi mikoriza *Glomus sp.* pada varietas Wisanggeni mencapai 45% dan yang diinokulasi *A. mellea* 50%. Pada galur GM 30 yang diinokulasi *Glomus sp.*, intensitas penyakit mencapai 48%, sedang yang diinokulasi *A. mellea* 56% (Tabel 2). Inokulasi mikoriza di lapangan menekan penyakit busuk pelepah 24-36%.

#### Lignifikasi pada Akar Jagung yang Diinokulasi CMA

Simbiosis antara CMA dan tanaman mendorong terjadinya proses lignifikasi dan peningkatan pembentukan fenol (Scharff *et al.* 1998). Proses ini menyebabkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap patogen, terutama patogen tular tanah.

Pengamatan secara histologi menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi cendawan mikoriza mengalami lignifikasi pada bagian parenkim dari jaringan akar yang ditandai oleh perubahan warna menjadi ungu (Soenartiningih 2011). Sass (1961) juga melaporkan bahwa jaringan yang mengalami lignifikasi menimbulkan perubahan warna menjadi ungu. Menurut Nicholson dan Hammer (1992), lignifikasi merupakan pertahanan dari dinding sel terhadap infeksi patogen. Akumulasi lignin selain di akar juga dapat terjadi di daun atau pada umbi kentang.

Tabel 1. Intensitas penyakit busuk pelepah pada jagung yang diinokulasi *Glomus* sp. dan *A. mellea* dengan bobot inokulum propagul dan dua varietas yang berbeda.

Varietas/ galur	Perlakuan		Intensitas penyakit busuk pelepah (%)				
	Cendawan MA	Berat inokulum propagul jamur MA (g)	10 HSI	20 HSI	30 HSI	40 HSI	50 HSI
Wisanggeni	<i>Glomus</i> sp.	0	8,77	19,81	29,90	37,74	42,19
		10	3,42	6,85	13,44	21,49	32,95
		20	0,00	1,23	7,36	13,50	24,90
		30	0,00	2,17	6,92	11,58	25,16
	<i>A. mellea</i>	0	9,22	20,60	30,80	38,95	44,72
		10	7,04	8,30	16,43	26,43	35,11
		20	0,53	4,38	10,69	19,84	27,43
		30	0,00	3,42	10,55	15,43	26,80
GM 30	<i>Glomus</i> sp.	0	11,11	22,22	28,56	40,19	45,90
		10	8,71	11,85	18,29	24,96	35,12
		20	0,55	4,36	13,44	16,31	27,85
		30	0,17	3,42	11,70	17,54	28,13
	<i>A. mellea</i>	0	11,76	21,89	30,75	41,70	47,67
		10	6,04	11,51	20,16	24,83	37,43
		20	1,23	4,39	15,43	18,28	29,70
		30	0,00	2,17	10,75	17,37	29,31

HSI = hari setelah inokulasi.  
Sumber: Soenartingsih 2008.

 Tabel 2. Intensitas penyakit busuk pelepah pada varietas/galur jagung yang diinokulasi dengan mikoriza *Glomus* sp. dan *A. mellea*.

Varietas/galur	Perlakuan		Intensitas penyakit busuk pelepah (%)		
	Mikoriza	<i>R. solani</i>	40 HST	60 HST	80 HST
Wisanggeni	<i>Glomus</i> sp.	<i>R. solani</i>	3,33	15,25	45,39
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,00
	<i>A. mellea</i>	<i>R. solani</i>	4,00	18,08	49,96
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,01
	Tanpa mikoriza	<i>R. solani</i>	8,87	38,73	70,05
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,00
GM 30	<i>Glomus</i> sp.	<i>R. solani</i>	4,33	19,42	47,52
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,00
	<i>A. mellea</i>	<i>R. solani</i>	5,33	19,52	56,12
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,02
	Tanpa mikoriza	<i>R. solani</i>	9,00	32,05	73,79
		Tanpa <i>R. solani</i>	0,00	0,00	0,05

HST = Hari setelah tanam  
Tanpa *R. solani* = tidak dilakukan inokulasi *R. solani*  
Tanpa mikoriza = tidak dilakukan inokulasi mikoriza  
Sumber: Soenartingsih *et al.* 2006.

### Senyawa Fenol pada Jaringan yang Diinokulasi MA

Inokulasi cendawan MA dilaporkan meningkatkan senyawa fenol dari jenis flavonoid. Pada kisaran spectrum 260 nm, termasuk struktur flafonoid (Ranganna 1997). Pada akar jagung yang tidak diinokulasi CMA tidak terdeteksi adanya

senyawa fenol. Cendawan MA yang diinokulasikan bersama *R. solani* menghasilkan senyawa fenol yang lebih rendah. Menurut Harrison dan Dixon (1993), kandungan flavonoid atau isoflaponoid meningkat pada akar *Medicago truncatula* yang bersimbiosis dengan *Glomus versiforme*. Hal ini terjadi karena adanya stimulasi

Tabel 3. Kandungan fenol pada akar tanaman jagung yang terinfeksi jamur MA pada 15, 30, 45, dan 60 hari setelah inokulasi HSI dan tanpa diinokulasi mikoriza.

Infeksi mikoriza	Kandungan fenol pada akar (ppm)	
	<i>Glomus</i> sp.	<i>A.mellea</i>
15	0,02	0,01
30	0,06	0,05
45	0,08	0,06
60	0,09	0,08
Tanpa mikoriza	-	-
Mikoriza + <i>R. solani</i>	0,04	0,03

- = tidak terdeteksi

Sumber: Soenartiningih 2011.

pada waktu tanaman terinfeksi CMA sehingga terjadi kolonisasi pada perakaran. Terjadinya akumulasi flavonoid pada CMA dapat meningkatkan aktivasi dari enzim *phenylalanine ammonium lyase* (PAL). Shaul *et al.* (2001) melaporkan bahwa peningkatan struktur flavonoid tidak langsung berperan dalam ketahanan patogen, tetapi berfungsi mensintesis *chitinase* dan enzim *phenylalanine ammonium lyase* yang secara fungsional berguna untuk sifat ketahanan.

Asosiasi cendawan MA mengakibatkan peningkatan enzim *phenylalanine ammonium lyase* yang berfungsi menginduksi ketahanan (Volpin *et al.* 1994). Hal ini memberi kesan bahwa cendawan MA mempunyai respons ketahanan karena dapat menekan patogen, walaupun peningkatan struktur fenol sangat rendah dilaporkan sudah dapat menekan penyakit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Soenartiningih (2011) yang menunjukkan tanaman yang diinokulasi cendawan MA mengalami pembentukan senyawa fenol, sedang yang tidak diinokulasi cendawan MA tidak terdeteksi adanya senyawa tersebut (Tabel 3).

## KESIMPULAN

Cendawan MA *Glomus* sp. dan *A. mellea* dapat menghambat perkembangan cendawan *R. solani*, penyebab penyakit busuk pelepah. Penekanan cendawan MA terhadap penyakit busuk pelepah berkisar 22–41% di rumah kaca dan 24–36% di lapangan. Penekanan CMA terhadap *R. solani* karena terjadinya lignifikasi pada jaringan akar dan meningkatnya senyawa fenol dalam bentuk flavonoid, sehingga meningkatkan ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit busuk pelepah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1997. Plant pathology. E.D. Academic Press, New York. p.190-197.
- Brundrett, M. 2004. Diversity and classification of mycorrhizal associations. Biol. Rev. 79:473-495.
- Bolan, N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant Soil 134:189-207.
- Buntan, A.S., Bachrein, M. Rauf, Soenartiningih, dan Suarni. 1997. Interaksi dan karbohidrat terhadap pembentukan kolonisasi mikoriza vesicular Arbuskular (MVA) pada tanaman jagung. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 15(2):18-23.
- Clark, R.B. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. Plant Soil 192:15-22.
- Cordier, C., M.J. Pozo., J.M. Barea., S. Gianinazzi, and V. Pearson. 1998. Cell defence responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an arbuscular mycorrhizal fungus. Mol Plant- Microbe Interac. 11: 1017-1028.
- Harrison, M.J. and R.A. Dixon. 1993. Isoflavonoid accumulation and expression of defence gene transcripts during the establishment of vesicular-arbuscular mycorrhizal association in roots of medicago truncatula. Mol Plant Plant Microbe Interact 6: 643-654.
- Morandi, D. 1996. Occurrence of phytoalexins and phenolic compounds in endomycorrhizal interactions and their potential role in biological control. Plant Soil 185: 241-251.
- Nicholson, R.L. and R.S. Hammer. 1992. Phenolic compound and their role in disease resistance. Annual Review of Phytopathology 30: 369-389.
- Norman, J.R. and J.E. Hooker. 2000. Sporulation of *Phytophthora fragaria* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. Mycol. Res. 104: 1069-1073.
- Pascual, C.B., A.D. Raymundo, and M. Hhyakumachi. 2000. Efficacy of hypovirulent binucleat *Rhizoctonia* sp. to control banded leaf and sheath blight in corn. J. Gen Plant Pathol. 66: 95-106.
- Powel, C.L. and D.J. Bagyaraj. 1984. VA Mycorrhiza. CRC Press, Inc. Boca Katon Florida. p: 73-89.
- Ranganna, S. 1997. Manual of analysis of fruit and vegetable product. Tata MC Graw-Hill Publish Company Limited New Delhi.



- Sass, J.E. 1961. Botanical microtechnique. The Iowa State University Press Ames, Iowa. 219 p.
- Scharff, A.M., I. Jakobsen, and L. Rosendahl. 1998. The effect of symbiotic Microorganisms on phytoalexin content of soybean roots. *J. Plant Physiol.* 151:716-723.
- Scheffknecht, S., R. Mhammerler, S. Steinkellner, and H. Vierheilig, 2006. Root exudates of mycorrhizal tomato plants exhibit a different effect on microconidia germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* than root exudates from non-mycorrhizal tomato plants. *Mycorrhiz* 16: 365-370.
- Semangun, H. 1993. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. 449 p.
- Semangun, H. 2001. Pengantar ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press. 754 p.
- Sharman, M.P., A. Gaur, and K.G. Mukerji. 2007. Arbuscular mycorrhizal mediated plant pathogen interaction and the mechanisms involved in biological control of plant disease. Haworth press, Binghamton, USA. p. 47-63.
- Shaul, O., R David., G. Sinvani., Ginzberg., D. Ganon., S. Wininger., H. Badani., N. Ovdad and Y. Kapulnik. 2001. Plant defence response during arbuscular mycorrhiza symbiosis. *Current advances in mycorrhizae research.* The American Phytopathological Society St Paul Minnesota. p.61-68.
- Smith, S.E., F.A. Smith & I. Jakobsen (2003). Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. *Plant Physiol.* 133:16-20.
- Soenartingsih. 2011. Infeksi jamur mikoriza arbuskular berdampak dalam meningkatkan ketahanan tanaman jagung. Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI, PFI Komda Sulawesi Selatan dan Dinas Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan, 7 Juni 2011 di Makassar.
- Soenartingsih. 2008. Use of Arbuscular mycorrhizae in control of sheath blight (*Rhizoctonia solani*) on maize. Proceeding of the 10<sup>th</sup> Asian Regional Maize Workshop. Makassar, Indonesia, 20-23 October 2008.
- Soenartingsih, Ambarwati T.J., Nursamsi Pusposenjoyo, dan John Baco Baon. 2006. Pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskular terhadap penyakit busuk pelepah pada jagung di lapangan. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera* 23 (2): 86-91.
- Syib'li. M.A. 2008. Jati mikoriza, sebuah upaya mengembalikan eksistensi hutan dan ekonomi Indonesia. <http://www.kabarindonesia.com>. Diakses 25 Januari 2011.
- Sudjono, M.S. 1995. Mikroba antagonistik terhadap penyakit busuk pelepah dan busuk tongkol jagung oleh *Rhizoconia solani* di lapangan. *Prosiding Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.* p. 545- 549.
- Trappe, J.M. and N.C. Schenck. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae, p. 1-9. In: *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*, The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota.
- Volpin, H., Y. Elkind., Y. Okon., Y. Kapulnik. 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizal Fungus (*Glomus intraradix*) induce defence respons in alfalfa roots. *Plant Physiology.* 104: 683-689.