

Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung dan Sorgum dengan Komponen Pengendaliannya

Soil Borne Fungus (Rhizoctonia solani) the Pathogen of Sheath Blight Disease of Maize and Sorghum and Its Control Measures

Soenartiningsih, M. Akil, dan N.N. Andayani

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi No. 274, Maros, Sulawesi Selatan
E-mail: soenartiningsih@yahoo.com

Naskah diterima 11 September 2015 dan disetujui diterbitkan 20 November 2015

ABSTRACT

Sheath blight is an important disease of maize and sorghum. Yield decrease on susceptible varieties of both commodities due to the disease is high. The fungus survives in the form of sclerotia or hyphae in the soil or remains on infected plants. The pathogen has a wide range of host plants including members of the families Leguminosae, Solanaceae, Cucurbitaceae, and Gramineae, hence causes the fungi difficult to control. Control of the disease could be done biologically using antagonistic microorganisms such as Trichoderma spp., Gliocladium spp., and vesicular arbuscular mycorrhizae, planting resistant varieties, as well as mechanically, physically, and chemically.

Keywords: Maize, sorghum, Rhizoctonia solani, sheath blight, disease control.

ABSTRAK

Busuk pelepah merupakan penyakit penting pada tanaman jagung dan sorgum. Pada varietas rentan, penyakit ini dapat menimbulkan kehilangan hasil yang tinggi. Cendawan patogennya dapat bertahan hidup dalam bentuk sklerotium atau hifa pada sisa-sisa tanaman yang terinfeksi dan di dalam tanah. Cendawan ini sulit dikendalikan karena mempunyai kisaran inang yang luas termasuk anggota famili Leguminosae, Solanaceae, Cucurbitaceae, dan Gramineae. Penyakit dapat dikendalikan secara hayati menggunakan mikroorganisme antagonis seperti *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., dan mikoriza vesikula arbuskula, menanam varietas tahan, serta secara mekanis, fisik dan kimiawi.

Kata kunci: Jagung, sorgum, *Rhizoctonia solani*, busuk pelepah, pengendalian penyakit.

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan produksi tanaman serealia, terutama jagung dan sorgum sebagai bahan pangan, pakan, dan industri, perlu mendapat perhatian yang lebih besar. Kenyataannya di lapangan, budi daya jagung dan sorgum dihadapkan pada penyakit tanaman, antara lain yang disebabkan oleh cendawan tular tanah (*Rhizoctonia solani*) yang dapat menurunkan produksi.

Penyakit busuk pelepah atau hawar upih daun yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* merupakan penyakit utama pada tanaman jagung dan sorgum yang penyebarannya semakin luas. Cendawan *R. solani* adalah patogen tular tanah yang banyak merusak tanaman, mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi, dan dapat bertahan hidup dalam tanah dengan waktu yang lama dalam bentuk sklerotia (Semangun 2008). Cendawan ini juga sering merusak pertanaman jagung dan sorgum di kebun percobaan Balai Penelitian Tanaman Serealia

dengan intensitas yang cukup tinggi pada musim hujan. Menurut Sharma *et al.* (2002), penyebaran penyakit busuk pelepah meluas di Asia dan sejumlah negara di dunia. Grosch *et al.* (2006) melaporkan penyakit ini juga ditemukan di Amerika Serikat dengan sebaran cukup luas. Menurut Sudjono (1995), beberapa varietas jagung introduksi dari CYMMYT rentan penyakit busuk pelepah dengan intensitas yang dapat mencapai 100% dan biji yang terinfeksi mengalami pembusukan.

Makalah ini membahas karakteristik dan pengendalian penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dan sorgum.

KARAKTERISTIK CENDAWAN *Rhizoctonia solani*

Morfologi Cendawan *R. solani* Penyebab Penyakit Busuk Pelepah

Hifa *R. solani* yang masih muda mempunyai percabangan yang membentuk sudut 45°C, semakin dewasa percabangannya tegak lurus, kaku, dan mempunyai ukuran yang sama (uniform). Diameter hifa jamur *R. solani* bergantung pada isolat dan jenis medium yang digunakan. *R. solani* yang diisolasi dengan medium PDA mempunyai diameter 4-6 µm, dan yang diisolasi dengan medium *Hopkins syntetic* agar mencapai 6-13 µm. Setiap isolat mempunyai diameter 8-12 µm, tetapi ada yang berdiameter 6,20-9,50 µm. Sklerotium dari *R. solani* terbentuk dari hifa yang mengalami agregasi menjadi massa yang kompak. Sklerotium pada awal pertumbuhan berwarna putih dan setelah dewasa berubah menjadi cokelat. Bentuk sklerotium pada umumnya bulat atau tidak beraturan, dan ukurannya bervariasi, bergantung pada isolatnya (Soenartiningih 2009).

Gejala dan Kerusakan Tanaman Jagung dan Sorgum Akibat Cendawan *R. solani*

Gejala penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dan sorgum awalnya terdapat di pelepah atau helaian daun berupa bercak/hawar berwarna agak kemerahan, dan berubah menjadi abu-abu. Kemudian bercak meluas yang seringkali diikuti oleh pembentukan sklerotium yang tidak beraturan, mula-mula berwarna putih, dan berubah menjadi coklat, sehingga tanaman layu atau terjadi pembusukan karena adanya hambatan transportasi unsur hara dan air. Gejala penyakit ini pada beberapa jenis tanaman juga dapat menyebabkan *damping off* yang banyak terjadi pada lahan-lahan yang ditanami gula bit (Tarek and Moussa 2002). Menurut Karima dan Nadia (2012) dan Bohlooli *et al.* (2005), setiap *Anastomosis Grouping* (AG) mempunyai gejala dan kerusakan yang berbeda. Jika

terinfeksi pada awal pertumbuhan maka tanaman akan mengalami *damping off* atau terjadi pembusukan pada waktu biji mulai berkecambah, sehingga biji tidak tumbuh. Selain itu juga terjadi infeksi pada tangkai dan daun yang mengakibatkan tangkai membusuk dan berkurangnya luas daun yang akan menghambat proses fotosintesis. Kemudian, kerusakan tanaman menjalar ke bagian xilem dan floem. Kerusakan terberat terjadi apabila bulir mulai terinfeksi, selain bulir membusuk, kernel berkerut dan kering.

Menurut Yang *et al.* (2008), penyakit busuk pelepah di Cina umumnya merusak tanaman jagung yang dibudidayakan dengan populasi tinggi, di daerah lembab, irigasi kurang baik sehingga tingkat keparahan penyakit berlanjut. Tanaman jagung yang terinfeksi mengakibatkan kehilangan hasil sampai 100%, sedangkan di India kehilangan hasil mencapai 40%. Jenis *R. solani* dengan tujuh *Anastomosis Grouping* dan 12 isolat yang menginfeksi pertanaman jagung di Cina mempunyai intensitas rata-rata dengan skor <1-3. Cendawan ini menginfeksi pertanaman jagung pada fase vegetatif dan generatif (Tabel 1).

Isolat yang paling virulen adalah AG-11A dari isolat M-03-48 dan M-03-34, AG-11C dari isolat M-03-14, dan AG5 dari isolat M-03-3 dan M-03-2. AG-11C dari isolat M-03-76 dan M-03-77 merupakan isolat yang kurang virulen karena inokulum pada fase vegetatif maupun generatif memiliki infeksi yang rendah, sehingga intensitas penyakit busuk pelepah pada jagung yang terinfeksi AG 11C dari 2 isolat ini sangat rendah dengan skor hanya < 1, yaitu 0,7 pada fase vegetatif dan 0,2 pada fase generatif.

Tabel 1. Tingkat penularan penyakit busuk pelepah dari enam jenis *Anastomosis Grouping* dan 12 isolat yang menginfeksi pertanaman jagung pada fase vegetatif dan generatif.

Anastomosis grouping	Isolat	Skoring penularan penyakit	
		Fase vegetatif	Fase generatif
AG -11 A	M-03-48	1,2	3,0
AG-11A	M-03-34	1,1	2,8
AG-11C	M-03-14	0,7	2,8
AG-11C	M-03-76	0,7	0,2
AG-11C	M-03-77	0,7	0,2
WAG-Z	M-03-56	0,7	1,1
WAG-Z	M-03-59	0,7	1,9
WAG-Z	M-03-28	0,4	0,9
AG-4	M-03-18	1,2	0,2
AG-5	M-03-3	0,6	2,1
AG-5	M-03-2	0,5	2,1
AG-A	M-03-23	0,4	1,1
Tidak diinokulasi		0	0

Sumber: Yang *et al.* (2008).

Perkembangan Cendawan *R. solani*

Cendawan *Rhizoctonia solani* merupakan patogen tular tanah (*soil borne pathogen*) yang bertahan dalam tanah dalam bentuk sklerotium dan miselium, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung bahan organik dan mempunyai kisaran inang yang luas. Di beberapa sentra produksi jagung dan sorgum, penyakit busuk pelepah menyebar merata, terutama jika ditanam pada musim hujan. Cendawan ini tidak menghasilkan spora, oleh karena itu identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik hifanya.

Cendawan *Rhizoctonia* dibedakan menjadi dua kelompok spesies, yaitu binukleat (kelompok spesies yang memiliki dua inti di dalam sel hifanya) dan multinukleat (spesies lain yang memiliki lebih dari dua inti dalam sel hifanya). Perkembangan cendawan *R. solani* dapat melalui fusi dua hifa yang cocok (*compatible*). Terjadinya hubungan antara satu hifa dengan hifa yang lain memungkinkan terjadinya perpindahan inti, dan peristiwa tersebut dinamakan anastomosis. Oleh karena itu, identifikasi *R. solani* dilakukan berdasarkan kelompok anastomosisnya atau dikenal dengan *Anastomosis*

Grouping (AG). Menurut Eken dan Demirei (2004), di alam terdapat 227 isolat cendawan *Rhizoctonia* yang merugikan. Dari isolat tersebut ternyata 116 termasuk jenis binukleat sedangkan 111 jenis termasuk multinukleat.

Penyebaran Cendawan *R. solani*, Inang dan Siklus Hidupnya

Cendawan *R. solani* yang menimbulkan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dan sorgum dan gejalanya bergantung pada kelompok anastomosisnya. Jika kelompok anastomosisnya berbeda, maka gejalanya juga berbeda (Tabel 2). Cendawan *R. solani* mempunyai tanaman inang yang sangat luas, selain pada tanaman dari familia gramineae termasuk serealia yaitu jagung, sorgum, gandum, rumput dan padi. Cendawan ini juga menyerang tanaman dari familia leguminosae (Kacang-kacangan), Solanaceae dan juga dari familia Cucurbitaceae (Semangun 2008). Cendawan *R. solani* bertahan di dalam tanah dan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi sebagai sklerotia atau miselium. Sklerotiumnya dikenal sebagai tempat untuk bertahan hidup selama

Tabel 2. Jenis isolat dan anastomosis cendawan *R. solani* pada beberapa tanaman inang dan daerah sebarannya.

Jenis isolat <i>R. solani</i>	Anastomosis	Gejala penyakit	Inang (tanaman inang)	Daerah ditemukan
NGW	AG-1-1A	Hawar pelepah, hawar daun	Padi	Texas
33-6A	AG-1-1A	Busuk akar	Padi	Texas
R-245	AG-1-1B	Busuk akar dan	Buncis, kedelai	Costa Rico
EE-NC	AG-1-1B	Rebah semai	Buncis, kedelai	North caroline
R-43	AG-1-1C	Busuk batang dan busuk akar	Pinus	Canada
RSR	AG-1-1C	Rebah semai dan busuk akar	Lobak	Florida
THS-45	AG-2-1	Busuk pelepah, busuk akar, dan hawar pelepah	Kacang tanah	Georgia
RHS-36	AG-2-2	Leher hitam dan kanker pada batang	Jagung, sorgum	Georgia
TR2	AG-2-2		Rumput Turf	Texas
R-141	AG-3	Damping of (biji tidak tumbuh) dan rebah semai	Kentang	Maryland
R-283	AG-4	Damping of (biji tidak tumbuh)	Bibit conifer	California
MAR-1	AG-4		Bibit kapas	Texas
Devay-1	AG-4		Bibit kapas	California
R-441	AG-5	Busuk batang, busuk pelepah dan hawar	Kentang	Jepang
NH2-1	AG-6		Tanah	Jepang
1535	AG-7		Tanah	Jepang
A 125	AG-8	Busuk akar, busuk batang	Gandum, sorgum (serealia)	Washington
<i>W. circinata</i>				
G37	WAG	Hawar daun, busuk akar, busuk pangkal batang	Rumput	New Zealand
244	WAG		Tanah	Australia
<i>R. oryzae</i>				
137	WAG-0	Busuk pelepah dan busuk akar	Padi	California
537	WAG-0		Padi	Arkansas
541	WAG-0		Padi	Arkansas
<i>R. zeae</i>				
215	WAG-Z		Rumput	North Carolina
C2	WAG-Z		Jagung	North Carolina

Sumber: Jones (1989).

beberapa tahun di dalam tanah, disebarkan oleh air, irigasi, tanah yang terkontaminasi, dan sisa-sisa tanaman. Cendawan *R. solani* dapat berkembang baik pada kelembaban yang tinggi (> 80%) dan suhu 15-35°C. Cendawan ini mulai menginfeksi tanaman sejak biji baru ditanam dengan mengeluarkan stimulan kimia yang dilepaskan oleh sel-sel yang terinfeksi ke tanaman selanjutnya dan menyebabkan gejala khas pada batang, pelepah, daun, dan bulir. Cendawan dapat bertahan hidup pada musim dingin sebagai sklerotia pada sisa-sisa tanaman yang terinfeksi dan di dalam tanah.

KOMPONEN PENGENDALIAN

Pengendalian Hayati

Pengendalian penyakit busuk pelepah dapat dilakukan secara hayati yang aman terhadap lingkungan dan mikroorganismenya dapat berkembang sendiri di lapangan. Beberapa mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap cendawan tular tanah adalah cendawan, bakteri, dan aktinomisetes (Machmud *et al.* 2002). Hasil penelitian di rumah kaca menunjukkan Genus *Trichoderma* dan *Gliocladium* mempunyai potensi menekan perkembangan penyakit busuk pelepah. *Trichoderma* sp. dapat menekan perkembangan penyakit busuk pelepah 29-70%, sedangkan *Gliocladium* sp. 23-53% (Tabel 3). Cendawan *Trichoderma* sp. lebih efektif dibanding *Gliocladium* sp. dalam menekan perkembangan *R. solani*. Cendawan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai cendawan antagonis tidak langsung mematikan spora cendawan patogen, tetapi hanya menekan perkembangannya. Menurut Ganesan dan

Sekar (2004), cendawan *Trichoderma* dan *Gliocladium* lebih cepat berkembang dibanding pertumbuhan spora patogen. Kedua cendawan ini merupakan kompetitor yang kuat di daerah perakaran tanaman dan sering digunakan dalam pengendalian patogen tular tanah.

Pengendalian dengan menggunakan agens hayati seperti *Trichoderma* sp. yang terseleksi ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif pemakaian pestisida sintetik. Menurut Ilyas (2006), mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. secara kompetitif terjadi karena kedua cendawan ini mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi. *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. juga bersifat mikoparasit dan kompetitor yang aktif pada patogen karena dapat tumbuh pada hifa cendawan patogen, dan melilit hingga hifanya putus. Cendawan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. juga mempunyai kemampuan menghasilkan sejumlah produk ekstraselular yang bersifat racun. Menurut Michal *et al.* (2010), cendawan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dapat menekan patogen yang menginfeksi daun, akar, buah dan invertebrata seperti nematoda. Hal ini karena enzim dimer chitinolytic dari *Trichoderma* sp. memiliki aktivitas spesifik yang lebih tinggi dan kemampuan yang lebih besar dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

Infeksi cendawan MA juga dapat menekan perkembangan patogen tular tanah. Hasil pengujian di rumah kaca membuktikan CMA jenis *Glomus* sp. yang diinokulasi pada tanaman jagung varietas Wisanggeni dengan berat inokulum 10 g dan kerapatan 100 spora ternyata sudah dapat menekan intensitas penyakit busuk pelepah. Apabila varietas tersebut diinokulasi dengan inokulum 20 g atau kerapatan 200 spora akan terjadi simbiosis optimum. Menurut Soenartiningih (2013), 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 akar yang tidak terinfeksi mikoriza, penurunan intensitas penyakit busuk pelepah berkisar antara 22-41% (Tabel 4).

Tabel 3. Intensitas penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung Pulut Harapan yang diinokulasi dengan cendawan antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp.

Perlakuan	Intensitas penularan (%)		
	4 MST	6 MST	8 MST
<i>Trichoderma</i> sp.			
TT1 + <i>R. solani</i> (bersamaan)	10,5	22,5	43,9
TT1 + <i>R. solani</i> (2 MST)	8,5	15,3	36,9
TT1 + <i>R. solani</i> (4 MST)	0,0	10,8	20,8
TM + <i>R. solani</i> (bersamaan)	11,1	25,7	48,7
TM + <i>R. solani</i> (2 MST)	9,2	18,1	39,6
TM + <i>R. solani</i> (4 MST)	0,0	12,0	25,2
<i>Gliocladium</i> sp.			
GM + <i>R. solani</i> (bersamaan)	14,7	29,5	52,7
GM + <i>R. solani</i> (2 MST)	10,3	20,6	40,5
GM + <i>R. solani</i> (4 MST)	0,0	14,8	31,4
Kontrol (<i>R. solani</i> bersamaan tanam)	18,0	35,6	68,7

Sumber: Soenartiningih *et al.* (2014).

Penggunaan Varietas Tahan

Penggunaan varietas tahan merupakan cara pengendalian yang lebih mudah dan praktis, tetapi varietas tahan sulit didapatkan. Dari 58 galur/varietas jagung yang diuji tidak satupun yang bersifat tahan, dan yang agak tahan adalah varietas/galur MSQ-K1-C0-009-2-1, MSQ-K1-C0-6-4-2, MSQ-K1-C0-22-1-1-1, MSQ-K1-C0-61-1-1, CML 141 x 264 Q, CML 151 x 264 Q, CML 158 x 264 Q, MSP(2)F, Biomas 10-1, Biomas 16-1, Biomas 60-1, Biomas 08-1, Biomas 96-1, Biomas 97-2, Biomas 119-5, Biomas 133-1, Biomas

Tabel 4. Intensitas penyakit busuk pelepah pada jagung yang diinokulasi *Glomus* sp. dan *A. mellea* dengan bobot inokulum propagul dan dua varietas yang berbeda.

Varietas/galur	Cendawan MA	Bobot inokulum propagul jamur MA (g)	Intensitas penyakit busuk pelepah (%)				
			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
	<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
GM 30	<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: Soenartiningsih (2013).

160-2 dan Lamuru. Varietas/galur yang bersifat rentan ada 27 varietas dan 13 varietas sangat rentan (Soenartiningsih *et al.* 2008).

Dari beberapa varietas/galur sorgum yang diuji ternyata galur CS 621 sangat tahan terhadap *R. solani* AG1-1A (Pascual *et al.* 2000a). Menurut Pascual *et al.* (2000b), *R. solani* jenis AG1-1A merupakan jenis anastomosis yang paling virulen dalam menginfeksi tanaman serealia, termasuk jagung dan sorgum.

Pengendalian Secara Mekanis dan Fisis

Pengendalian penyakit busuk pelepah secara mekanik dan fisik yang sering dilakukan adalah mencabut tanaman yang terinfeksi, kemudian dibakar atau ditanamkan ke dalam tanah. Pembakaran tanaman yang terinfeksi bertujuan untuk membersihkan lahan dari sumber inokulum penyakit tular tanah, yaitu struktur dormansi dari sklerotium dan kladosporyanya. Hal ini penting untuk mengurangi sumber inokulum. Selain dibakar, tanaman yang terinfeksi juga dapat ditanamkan ke dalam tanah untuk menghambat perkembangan cendawan tersebut seiring dengan berkurangnya oksigen di dalam tanah.

Cara pengendalian fisik yang lain adalah melakukan solarisasi. Cara ini baik dilakukan di Indonesia karena suhu udara yang tinggi, yang langsung menembus ke lapisan tanah. Kondisi ini dapat menekan patogen tular

tanah. Selain dengan sinar matahari, penggunaan mulsa plastik dapat menurunkan intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman gladiol karena adanya solarisasi yang dapat meningkatkan suhu tanah sampai > 50°C yang menyebabkan sklerotium tidak aktif (Raj and Upmanyu 2007; Katan 2008).

Pengendalian Secara Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi terbukti mampu menekan penyebaran patogen tular tanah. Namun dalam aplikasinya seringkali tidak bijaksana, misalnya jenis bahan aktif dengan patogen sasaran pengendalian belum sesuai, dosis dan frekuensi belum tepat, sehingga tidak dapat menekan penyakit secara efektif dan efisien. Selain itu, residu kimianya berdampak negatif terhadap kehidupan mikrobial tanah dan membahayakan lingkungan. Menurut Soylu *et al.* (2005) dan Meyera *et al.* (2006), pestisida dapat memicu munculnya patogen kelompok strain baru yang lebih resisten terhadap bahan kimia.

KESIMPULAN

Penyakit busuk pelepah merupakan salah satu kendala dalam budi daya jagung dan sorgum. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* sebagai patogen tular tanah. Pengendalian penyakit dapat

dilakukan secara hayati menggunakan mikroorganisme *Trichoderma*, *Gliocladium*, dan cendawan Vesikula Arbuskula mikoriza. Selain itu penyakit busuk pelepah dapat ditekan penyebarannya dengan penggunaan varietas tahan, pengendalian secara mekanik, fisik, dan kimiawi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohlooli, A., S.M. Okhowat, and M. Javan-Nikkhah. 2005. Identification of anastomosis group of *Rhizoctonia solani*, the causal agent of seed rot and damping-off of bean in Iran. *Commun. Agric. Applied Biol. Sci.* 70:137-141.
- Eken, C. and E. Demirei. 2004. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia isolate* from bean Plant Pathology 86(1):49-52.
- Ganesan, S. and R. Sekar. 2004. Biocontrol mechanism of *Trichoderma harzianum* (ITTC-4572) on groundnut web blight disease caused by *Rhizoctonia solani*. *J. Theor. Expl. Biol.* 1:43-47.
- Grosch, R., J. Lottmann, F. Faltin, and G. Berg. 2005. Use of bacterial antagonists to control diseases caused by *Rhizoctonia solani*. *Gesunde Pflanzen* 57:199-205.
- Harrier, L.A. and C.A. Watson. 2004. The potential role of Arbuscular Mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Manage. Sci.* 60:149-157.
- Ilyas, M. 2006. Isolasi dan identifikasi kapang pada relung rhizosfer tanaman di kawasan cagar alam gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. *Biodeversitas* 7(2):216-220.
- Jones, R.K. 1989. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. Isolated from rice, soybean, and other crops grown in rotation with rice in Texas. *Plant Disease* 73 (12):1004-1010.
- Karima, H.E.H. and G.E. Nadia . 2012. In vitro study on *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* isolates causing the damping off and root rot diseases in tomatoes. *Nature and Science* 10(11):16-25.
- Katan, J. 2008. Soil solarization research as a model for the development of new methods of disease control. *Phytoparasitica* 20:133-135.
- Machmud, M., M. Sudjadi, and Y. Suryadi. 2002. Seleksi dan karakterisasi mikroba antagonis. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. <http://www.indobio-gen.or.id/> terbitan/prosiding/fulltext_pdf/prosiding2003_118-27_machmud_antagonis. pdf. Diakses 20 Agustus 2015.
- Meyera, M.C., C.J. Buenob, N.L. de Souza, and J.T. Yorinoric. 2006. Effect of doses of fungicides and plant resistance activators on the control of *Rhizoctonia foliar* blight of soybean and on *Rhizoctonia solani* AG1-IA in vitro development. *Crop Protect.* 25: 848-854.
- Michal, S., G.E. Harman, and F. Mastouri. 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Phytopathology* 48:21-43.
- Pascual, C.B., A. Raymundo, and M. Hyakumachi. 2000a. Resistance of sorghum line CS 621 to *Rhizoctonia solani* AG1-IA and other sorghum pathogens. *Plant Pathology* 66: 23-29.
- Pascual, C.B., Toda, A. Raymundo, and M. Hyakumachi. 2000b. Characterization by conventional techniques and PCR of *Rhizoctonia solani* isolates causing Banded Leaf Sheath Blight in Maize. *Plant Pathology* 49:108-118.
- Raj, H. and S. Upmanyu. 2007. Soil solarization for the management of wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*) of gladiolus. *Proceedings the third Asian Conference on Plant Pathology. The Indonesian Phytopathologica I Society, Faculty of Agriculture Gadjah Mada Univ. Yogyakarta.* p:316-317.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 475p.
- Sharma, R.C., S.K. Vasal, F. Gonzalez, B.K. Batsa, and N.N. Singh. 2002. Redressal of banded leaf and sheath blight of maize through breeding, chemical and biocontrol agents. In G. Srinivasan, P.H. Zaidi, B.M. Prasanna, F. Gonzalez, and K. Lesnick (eds.), *Proceedings of the 8th Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for the New Millennium*, Bangkok, Thailand: August 5-8, 2002. Mexico, D.F.: CIMMYT. Pp. 391-97.
- Soenartiningih, A. Talanca, Juniarsih, dan Yasin, HG. 2008. Pengujian beberapa varietas/galur jagung terhadap penyakit busuk pelepah dan bulai. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan tahunan XIX: PEI, PFI & HPTI. Makasar* 5 November 2008.
- Soenartiningih. 2009. Histologi dan kerusakan oleh jamur *R. Solani* penyebab penyakit busuk pelepah pada jagung. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV. Malang* 24-25 Juli 2009.

- Soenartiningasih. 2013. Cendawan mikoriza arbuskular sebagai media pengendalian penyakit busuk pelepah pada jagung. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1):48-53.
- Soenartiningasih, N. Djaenuddin, dan M. Sujak Saenong. 2014. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai agen biokontrol hayati penyakit busuk pelepah daun pada jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 33(2):129-135.
- Soylu, S., E.M. Soylu, S. Kurt, and O.K. Ekici. 2005. Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soilborne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. *Pak. J. Biol. Sci.* 8:43-48.
- Sudjono, M.S. 1995. Mikroba antagonistic terhadap penyakit busuk pelepah dan busuk tongkol jagung oleh *Rhizoctonia solani* di lapangan. Prosiding Kongres Nasional X11 dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. p.545-549.
- Tarek, A. and A. Moussa. 2002. Studies on biological control of sugar beet pathogen *Rhizoctonia solani*. *Biological Sciences* 2(12):801-804.
- Yang, G.H., R.L. Conner, Y.Y. Chen, J.Y. Chen, and Y.G. Wang. 2008. Frequency and pathogenicity distribution of *Rhizoctonia* spp. causing sheath blight on rice and banded leaf disease on maize in Yunan, China *Journal of Plant Pathology* 90(2):387-392.

