

Evaluasi *Trichoderma* dalam Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah Tanaman Cabai

Evaluation of *Trichoderma* Isolated from Lowland Swampy Soil Against Damping-off in Pepper

Ahmad Muslim*, Komar Palimanan, Harman Hamidson, Abdullah Salim, Nirwati Anwar
Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir 30662

ABSTRAK

Dalam budi daya tanaman cabai, penyakit rebah kecambah merupakan faktor pembatas yang sangat penting dalam produksi. Penelitian ini bertujuan menentukan kemampuan 14 isolat *Trichoderma* yang diisolasi dari lahan rawa lebak di Sumatera Selatan dalam mengendalikan serangan penyakit rebah kecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *Trichoderma* dapat menghambat perkembangan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*. *Trichoderma* dapat menghambat *pre-emergence damping-off*, *post-emergence damping-off*, dan keparahan penyakit berturut-turut sebesar 51.8–100%, 80–100%, dan 51.90–96.96%. Perlakuan *Trichoderma* juga mampu meningkatkan tinggi dan bobot basah tanaman cabai, berturut-turut 45.45–64.37% dan 37.78–81.19%.

Kata kunci: agens pengendali hayati, *Rhizoctonia solani*, lahan rawa lebak, pemacu pertumbuhan tanaman

ABSTRACT

Damping-off disease is commonly occurred in chili pepper field and always caused significant effect on chili production. This experiment was conducted to determine the ability of 14 isolates of *Trichoderma* isolated from lowland swampy area in South Sumatera against damping-off disease. The result showed that treatment of *Trichoderma* significantly inhibited damping-off disease caused by *Rhizoctonia solani*. Treatment of *Trichoderma* effectively reduced the percentage of pre-emergence damping-off, post-emergence damping-off, and disease severity by 51.8–100%, 80–100%, and 51.90–96.96%, respectively. The treatment was also capable to increase percentage of height and fresh weight of chili pepper seedling, i.e. 45.45–64.37% and 37.78–81.19%, respectively.

Key words: biological control agent, lowland swampy area, plant growth promotin, *Rhizoctonia solani*

PENDAHULUAN

Lahan rawa lebak di Sumatera Selatan pada musim hujan, dominan untuk budi daya padi, sementara pada saat musim kemarau untuk tanaman sayuran di antaranya cabai. *Rhizoctonia* merupakan salah satu patogen

yang biasanya menimbulkan penyakit rebah kecambah di persemaian cabai. Penyakit ini sangat merugikan, terutama pada bibit yang berumur 1–21 hari setelah semai.

Pengendalian hayati merupakan alternatif pengendalian yang potensial untuk dikembangkan karena aman bagi lingkungan

*Alamat penulis korespondensi: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih, KM 32, Indralaya, Ogan Ilir 30662
Tel: 0711-580663, Faks: 0711-580059, Surel: limp2003@yahoo.com

Trichoderma merupakan agens hayati yang sudah dibuktikan mampu melindungi tanaman dari serangan berbagai penyakit-penyakit busuk pascapanen pada buah pisang (Adebesin *et al.* 2009), layu fusarium pada tanaman tomat yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Segarra *et al.* 2010), layu fusarium pada tanaman hutan *Dalbergia sissoo* yang disebabkan oleh *Fusarium solani* sp. *dalbergiae* (Basak dan Basak 2011), penyakit rebah kecambah pada tanaman mentimun yang disebabkan oleh *Rhizoctonia* (Huang *et al.* 2011), penyakit busuk batang tanaman kentang yang disebabkan oleh *Sclerotinia sclerotiorum* (Ojaghian 2011).

Mengingat betapa merusaknya penyakit rebah kecambah pada tanaman cabai maka penelitian ini bertujuan menentukan kemampuan isolat *Trichoderma* yang diisolasi dari lahan rawa lebak untuk mengendalikan serangan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Trichoderma yang digunakan merupakan isolat dari tanah rizosfer lahan rawa lebak di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan yang sudah diuji kemampuannya sebagai cendawan pemicu pertumbuhan tanaman (PPT) (Muslim *et al.* 2006). *R. solani* diisolasi dari akar tanaman cabai yang terserang penyakit rebah kecambah yang ditanam di lahan rawa lebak. *Trichoderma* dan *R. solani* disiapkan sebagai inokulum menggunakan substrat campuran dedak, bungkil jagung, dan merang padi kering dengan perbandingan bobot (40:30:10).

Sebanyak 80 g substrat campuran dedak, jagung, merang padi ditambah air destilasi dengan perbandingan 1:0.8 b/v. Substrat ini disterilkan menggunakan autoklaf.

Trichoderma dan *R. solani* masing-masing diremajakan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) selama 3 hari pada suhu kamar. Selanjutnya 5–7 koloni cendawan dengan diameter 5 mm diinokulasikan ke substrat untuk digunakan sebagai inokulum.

Masing-masing biakan diinkubasikan selama 10–14 hari pada suhu kamar. Biakan digoyang setiap hari supaya cendawan merata dalam seluruh substrat. Selanjutnya, cendawan dikeringanginkan selama 7 hari dan disimpan pada suhu 4 °C sebelum digunakan (Muslim *et al.* 2003).

Uji Kemampuan *Trichoderma* dalam Menekan Penyakit Rebah Kecambah

Kemampuan *Trichoderma* menekan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani* pada tanaman cabai dilakukan secara *in vivo* di rumah kaca. Aplikasi dan uji kemampuan *Trichoderma* dalam menekan penyakit rebah kecambah mengikuti Shivanna (1995) yang dimodifikasi pada inokulumnya. Masing-masing inokulum *Trichoderma* dan *R. solani* dicampur dengan tanah steril pada wadah yang berbeda. Konsentrasi inokulum *Trichoderma* ialah 2% (b/b) dan *R. solani* ialah 1% (b/b).

Aplikasi inokulum *Trichoderma* dalam menekan penyakit rebah kecambah dilakukan dengan meletakkan tanah yang telah diinfestasi dengan *Trichoderma* dan patogen *R. solani* secara berselang-seling dengan lebar masing-masing 5 cm pada waktu yang bersamaan di baki plastik ukuran 30 cm x 27 cm x 7 cm. Benih disterilkan dengan alkohol 70% selama 3 menit lalu dicuci dengan air steril sampai aroma alkohol hilang. Selanjutnya benih disemai pada tanah yang telah diinfestasi *Trichoderma* dengan jarak penyemaian antarbenih pada setiap baris ialah 2.5 cm.

Peubah yang diamati ialah persentase rebah kecambah sebelum mencapai permukaan tanah (*pre-emergence damping-off*), persentase rebah kecambah setelah tanaman mencapai permukaan tanah (*post emergence damping off*), keparahan penyakit, tinggi dan bobot basah bibit.

Persentase benih terserang sebelum muncul ke permukaan tanah dihitung berdasarkan jumlah benih yang gagal berkecambah. Perhitungan dimulai sejak hari ke-1 sampai ke-10 setelah semai menggunakan rumus:

$$S = \left[\frac{A-B}{A} \times 100\% \right] - [100\% - D], \text{ dengan}$$

S, persentase *pre-emergence damping-off*; A, jumlah benih yang disemai; B, jumlah kecambah muncul ke permukaan tanah; D, persentase daya kecambah benih.

Persentase *post-emergence damping-off* dihitung berdasarkan banyaknya kecambah yang rebah, setelah benih muncul di atas permukaan tanah. Penghitungan dimulai sejak munculnya kecambah ke permukaan tanah sampai hari ke-21 setelah semai menggunakan rumus:

$$K = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

K, persentase bibit terserang *post-emergence damping-off*; n, jumlah bibit terserang; N, jumlah benih yang tumbuh.

Persentase keparahan penyakit dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum n \times v}{Z \times N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

I, keparahan penyakit; n, jumlah bibit yang terserang; Z, harga numerik dari nilai kategori tertinggi; N, jumlah benih yang disemai; v, harga numerik dari setiap nilai kategori (0–5), yaitu: 0, tidak ada penyakit; 1, lesion muncul pada leher akar sepanjang 1 mm; 2, lesion cokelat sampai cokelat gelap sepanjang 2–10 mm mengelilingi akar; 3, lesion cokelat gelap sepanjang 10–25 mm dimana miselia mengkolonisasi koleoptil; 4, >25 mm area akar menjadi hitam dan busuk pada koleoptil; 5, bibit busuk secara menyeluruh atau bibit mati.

Penekanan terhadap *pre-emergence damping-off*, *post-emergence damping-off*, dan keparahan penyakit dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Persentase penekanan} = \frac{K-P}{K} \times 100\%, \text{ dengan}$$

K, nilai pada kontrol; P, nilai pada perlakuan.

Tinggi tanaman dan bobot basah diamati pada hari terakhir pengamatan, yaitu ketika bibit berumur 21 hari setelah semai. Persentase peningkatan tinggi tanaman dan bobot basah dihitung berdasarkan pada rumus:

$$\text{Persentase peningkatan} = \frac{K-P}{K} \times 100\%, \text{ dengan}$$

K, nilai pada kontrol; P, nilai pada perlakuan.

Penelitian ini disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 15 perlakuan, yang terdiri atas kontrol dan 14 perlakuan isolat *Trichoderma* (galur T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, dan T14). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dan masing-masing ulangan sebanyak 30 bibit.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* dan jika perlakuan berbeda nyata dengan kontrol maka antarperlakuan diuji menggunakan uji beda nyata jujur. Analisis dilakukan menggunakan SAS 9.0.

HASIL

Penyakit Rebah Kecambah

Perlakuan semua *Trichoderma* memberikan pengaruh nyata dalam menghambat *pre-emergence damping-off* pada bibit cabai. Hampir semua perlakuan *Trichoderma* efektif menghambat *pre-emergence damping-off*, bahkan *Trichoderma* galur T5, T10, T12, dan T13 dengan sempurna menghambat *pre-emergence damping-off* (Tabel 1).

Perlakuan *Trichoderma* pada pembibitan cabai memberikan pengaruh yang nyata terhadap *post-emergence damping-off*. Perlakuan *Trichoderma* sangat efektif menghambat perkembangan *post-emergence damping-off* dengan persentase penghambatan yang tinggi, bahkan *Trichoderma* galur T4, T7, dan T8 menghambat dengan sempurna 100% (Tabel 2).

Keparahan Penyakit

Perlakuan *Trichoderma* yang diaplikasikan bersamaan waktunya dengan patogen *R. solani* juga menunjukkan pengaruh yang nyata dalam menghambat keparahan penyakit. Keparahan penyakit pada perlakuan *Trichoderma* jauh lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Semua perlakuan *Trichoderma*, kecuali *Trichoderma* galur T8, sangat efektif menghambat perkembangan penyakit (Tabel 3).

Tinggi dan Bobot Basah Bibit

Perlakuan *Trichoderma* pada pembibitan juga memberikan pengaruh nyata terhadap

Tabel 1 Perlakuan *Trichoderma* dalam penghambatan terhadap penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*

Galur <i>Trichoderma</i>	Penyakit rebah kecambah	
	<i>Pre-emergence</i> (%)	Penghambatan (%)
Kontrol	77.22 a*	
T1	2.78 c	96.40
T2	0.56 c	99.28
T3	6.67 c	91.37
T4	11.67 bc	84.89
T5	0.00 c	100.00
T6	3.33 c	95.68
T7	5.56 c	92.81
T8	37.22 ab	51.80
T9	10.00 c	87.05
T10	0.00 c	100.00
T11	7.78 c	89.93
T12	0.00 c	100.00
T13	0.00 c	100.00
T14	1.67 c	97.84

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Data dianalisis setelah ditransformasi arc sin.

Tabel 2 Perlakuan *Trichoderma* dalam penghambatan terhadap penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*

Galur <i>Trichoderma</i>	Penyakit rebah kecambah	
	<i>Post-emergence</i> (%)	Penghambatan (%)
Kontrol	50.00 a*	
T1	4.62 b	90.77
T2	2.38 b	95.24
T3	7.22 b	85.56
T4	0.00 b	100.00
T5	3.41 b	93.18
T6	2.22 b	95.56
T7	0.00 b	100.00
T8	0.00 b	100.00
T9	1.67 b	96.67
T10	6.74 b	86.51
T11	10.00 b	80.00
T12	2.26 b	95.48
T13	7.82 b	84.37
T14	7.15 b	85.70

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Data dianalisis setelah ditransformasi arc sin.

peningkatan tinggi dan bobot basah bibit. Sebagian besar perlakuan *Trichoderma* meningkatkan tinggi bibit, 2 galur yang mampu meningkatkan tinggi bibit di atas 60%, yaitu galur T13 dan T14 (Tabel 4).

Perlakuan *Trichoderma* juga sangat efektif meningkatkan bobot basah bibit dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan *Trichoderma* sangat nyata meningkatkan bobot basah bibit, kecuali galur T3, T4, dan T8 yang mampu meningkatkan bobot basah bibit di atas 60% (Tabel 5).

PEMBAHASAN

Perlakuan *Trichoderma* yang diaplikasikan pada pembibitan sangat efektif menghambat serangan penyakit rebah kecambah, baik serangan rebah kecambah sebelum mencapai permukaan tanah, rebah kecambah setelah muncul ke permukaan tanah, maupun keparahan penyakit dengan persentase penghambatan masing-masing sebesar 52–100%, 80–100%, dan 52–97%. Beberapa isolat

Tabel 3 Perlakuan *Trichoderma* dalam penghambatan terhadap keparahan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*

Galur <i>Trichoderma</i>	Keparahan penyakit (%)	Penghambatan (%)
T1	6.89 c	92.15
T2	3.78 c	95.70
T3	14.44 bc	83.54
T4	16.67 bc	81.01
T5	3.56 c	95.95
T6	7.56 bc	91.39
T7	10.00 bc	88.61
T8	42.22 b	51.90
T9	13.78 bc	84.30
T10	5.11 c	94.18
T11	8.00 bc	90.89
T12	2.67 c	96.96
T13	8.89 c	89.87
T14	9.11 bc	89.62

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Data dianalisis setelah ditransformasi arc sin.

Tabel 4 Perlakuan *Trichoderma* terhadap tinggi bibit tanaman cabai

Galur <i>Trichoderma</i>	Tinggi bibit (cm)	Peningkatan (%)
Kontrol	2.54 d*	
T1	5.52 bc	54.04
T2	5.72 abc	55.59
T3	4.88 c	47.96
T4	4.65 c	45.45
T5	5.69 abc	55.40
T6	5.44 bc	53.30
T7	4.98 c	48.97
T8	4.98 c	49.07
T9	5.93 abc	57.19
T10	5.78 abc	56.04
T11	5.88 abc	56.79
T12	5.80 abc	56.24
T13	7.12 a	64.37
T14	6.77 ab	62.52

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 5 Perlakuan *Trichoderma* terhadap bobot basah bibit tanaman cabai

Galur <i>Trichoderma</i>	Bobot bibit (g)	Peningkatan (%)
Kontrol	2.22 g*	
T1	9.07 abcd	75.50
T2	7.85 abcdef	71.69
T3	5.52 defg	59.72
T4	4.48 efg	50.37
T5	7.51 bcdef	70.41
T6	6.49 cdefg	65.76
T7	6.22 cdefg	64.26
T8	3.57 fg	37.78
T9	8.33 abcde	73.30
T10	10.86 ab	79.52
T11	6.00 cdefg	62.97
T12	9.92 abc	77.59
T13	11.82 a	81.19
T14	11.29 ab	80.31

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

bahkan menghambat serangan *pre-emergence damping-off* dan *post-emergence damping-off* dengan penghambatan 100%. Efektivitas galur *Trichoderma* yang digunakan dalam penelitian ini jauh lebih efektif dibandingkan

dengan hasil Huang *et al.* (2011). Mereka menggunakan 8 g *Trichoderma harzianum* SQR-T37 per g tanah dan hanya mampu menghambat *R. solani* dengan persentase penghambatan 45% dan menurun menjadi 27% ketika aplikasi yang diberikan diturunkan 4 g per tanah. Dalam penelitian mereka penghambatan meningkat tajam menjadi 82% ketika perlakuan *Trichoderma* dikombinasikan dengan pupuk bio-organik. Segarra *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa aplikasi *T. asperellum* T34 sangat efektif menghambat serangan penyakit busuk akar pada tanaman cabai yang disebabkan *Phytophthora capsici* dengan persentase penekanan 71% dan persentase penekanannya tidak berbeda nyata dibandingkan dengan penggunaan etridiazole (Terrazole®). Oleh karena itu, *Trichoderma* diharapkan dapat menggantikan pengendalian menggunakan pestisida di masa yang akan datang.

Fase *pre-emergence damping-off* dan *post-emergence damping-off* merupakan fase yang sangat kritis bagi benih maupun kecambah. Penyakit rebah kecambah sangat berbahaya bagi bibit yang berumur kurang dari 3 minggu karena pada fase ini bibit dalam keadaan lemah dan rentan terhadap serangan patogen. Sebagian besar galur *Trichoderma* sangat efektif menekan persentase *pre-emergence damping-off* dan *post-emergence damping-off*. Shivanna (1995) membuktikan bahwa galur cendawan PPT seperti *Phoma* sp. dan cendawan steril yang terbukti mampu menekan penyakit tanaman disebabkan kemampuannya dalam mengkolonisasi akar tanaman sangat efektif. Dewan dan Sivasithamparam (1990) juga membuktikan bahwa cendawan steril mampu menginfeksi akar tanaman sampai bagian dalam jaringan, dapat membantu tanaman menyerap nutrisi dari tanah, dan melindungi tanaman dari penyakit.

Rendahnya serangan penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani* mungkin disebabkan karena galur *Trichoderma* uji merupakan cendawan PPT yang mampu mempercepat berkecambahnya benih sehingga kecambah lebih cepat tumbuh dan terlepas dari serangan *R. solani*.

Efektivitas yang tinggi dari agens *Trichoderma* dalam menghambat serangan berbagai macam patogen termasuk *R. solani* disebabkan mekanisme yang dimiliki *Trichoderma* begitu lengkap. Munir *et al.* (2013) melaporkan bahwa genus *Trichoderma* merupakan spesies yang umum ditemukan di tanah dan berinteraksi dengan akar, tumbuh dengan sangat cepat sehingga sangat efisien berkompetisi dengan cendawan lain termasuk patogen dan juga menghasilkan enzim perusak sel. Selanjutnya *T. viride* dilaporkan sangat efektif menekan pertumbuhan miselium patogen *Sclerotium rolfsii* dan *Macrophomina phaseolina* secara *in vitro* dengan persentase penghambatan masing-masing mencapai 75% dan 71% (Doley dan Jite 2012). Almeida *et al.* (2007) melaporkan bahwa *T. harzianum* mampu melilit hifa *R. solani* dengan frekuensi pelilitan yang tinggi sehingga menyebabkan hifa *R. solani* rusak. Selain itu, *T. harzianum* juga menghasilkan enzim yang dapat mendegradasi sel *R. solani* seperti kitinase, *N-acetyl-b-D-glucosaminidase*, dan β -1,3-glukanase. Mereka melaporkan juga bahwa tidak ada hubungan positif antara kemampuan melilit hifa patogen dan kemampuan memproduksi enzim pendegradasi sel patogen. Selanjutnya Harman *et al.* (2004) menambahkan bahwa *Trichoderma* sangat potensial meningkatkan ketahanan tanaman baik secara lokal maupun sistemik. Gallou *et al.* (2009) menyatakan bahwa perlakuan *T. harzianum* pada tanaman kentang dapat meningkatkan ketahanan tanaman dengan menginduksi ekspresi gen pertahanan *lipoxigenase (Lox)*, *pathogenesis related 1 (PR1)*, *pathogenesis related 2 (PR2)*, *phenylalanine ammonia lyase (PAL)* dan *gluthatione-S-transferase 1 (GST1)*.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma* tidak hanya menghambat serangan penyakit rebah kecambah tanaman cabai, tetapi juga meningkatkan tinggi dan bobot basah bibit dengan persentase peningkatan masing-masing berkisar antara 45.45–64.37% dan 37.78–81.19%. Shivanna *et al.* (1994)

menyatakan bahwa cendawan PPT yang diperbanyak dalam bentuk inokulum biji barlei ternyata kemampuannya dalam meningkatkan tinggi dan bobot basah tanaman bervariasi bergantung pada jenis cendawan PPT. Peningkatan pertumbuhan tanaman oleh cendawan PPT melalui pengaruh tidak langsung ialah menekan atau menghambat mikroba penyebab penyakit tanaman dengan kompetisi di daerah akar atau melalui kemampuan antagonis dari cendawan pemacu pertumbuhan itu sendiri (Hyakumachi 1994). Genus *Trichoderma* sangat efektif mengkolonisasi akar dengan melindungi akar dari serangan penyakit, juga meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar, produktivitas tanaman, dan serapan hara tanaman (Harman *et al.* 2004; Contreras-Cornejo *et al.* 2009). Mereka juga mengemukakan bahwa *Trichoderma* juga dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap kondisi abiotik atau lingkungan yang tidak menguntungkan. Di samping itu juga, Javaid dan Ali (2011) melaporkan bahwa *T. harzianum* dan *T. pseudokoninggii* dapat bertindak sebagai herbisida melalui aplikasi filtrat biakan cendawan tersebut dalam menekan pertumbuhan pucuk dan akar gulma *Avena fatua*. Dari hasil penelitian yang kami lakukan dan didukung laporan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Trichoderma* merupakan agens pengendalian hayati yang sangat potensial untuk menanggulangi penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh *R. solani*. *Trichoderma* diharapkan dapat diaplikasikan sebagai agens pengendalian hayati di lahan rawa lebak dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini dengan nomor kontrak: 026/SP2H/PP/DP2M/III/2007.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebesin A, Odebode C, Ayodele A. 2009. Control of postharvest rots of banana fruits by conidia and culture filtrates of *Trichoderma asperellum*. *J Plant Protect Res.* 49:302–308. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/v10045-009-0049-6>.
- Almeida FBDR, Cerqueira FM, Silva RDN, Ulhoa CJ, Lima AL. 2007. Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* strains against *Rhizoctonia solani*: evaluation of coiling and hydrolytic enzyme production. *Biotechnol Lett.* 29:1189–1193. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10529-007-9372-z>.
- Basak AC, Basak SR. 2011. Biological control of *Fusarium solani* sp. *dalbergiae*, the wilt pathogen of *Dalbergia sissoo*, by *Trichoderma viride* and *T. harzianum*. *J Trop Forest Sci.* 23:460–466.
- Contreras-Cornejo HA, Macías-Rodríguez L, Cortés-Penagos C, López-Bucio J. 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 149:1579–1592. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.108.130369>.
- Dewan M, Sivasithamparam K. 1990. Effect of a plant growth-promoting sterile red fungus on viability of seed and growth and anatomy of wheat roots. *Mycol Res.* 94:553–577. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0953-7562\(10\)80022-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0953-7562(10)80022-X).
- Doley K, Jite PK. 2012. In vitro efficacy of *Trichoderma viride* against *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*. *Not Sci Biol.* 4:39–44.
- Gallou A, Cranenbrouck S, Declerck S. 2009. *Trichoderma harzianum* elicits defence response genes in roots of potato plantlets challenged by *Rhizoctonia solani*. *Eur J Plant Pathol.* 124:219–230. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-008-9407-x>.
- Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat Rev Microbiol.* 2:43–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro797>.
- Huang X, Chen L, Ran W, Shen Q, Yang X. 2011. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. *App Microbiol Biotech.* 91:741–755. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-011-3259-6>.
- Hyakumachi M. 1994. Plant growth promoting fungi from turfgrass rhizosphere with potential for disease suppression. *Soil Microorganism.* 44:53–68.
- Javaid A, Ali S. 2011. Alternative management of a problematic weed of wheat *Avena fatua* L. by metabolites of *Trichoderma*. *Chil J Agri Res.* 71:205–211. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392011000200004>.
- Munir S, Jamal Q, Bano K, Sherwani SK, Bothari TZ, Khan TA, Khan RA, Jabbar A, Anees M. 2013. Biocontrol ability of *Trichoderma*. *Intl J Agr Crop Sci.* 6:1246–1252.
- Muslim A, Horinouchi H, Hyakumachi M. 2003. Control of fusarium crown and root rot of tomato with hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* in soil and rock wool systems. *Plant Dis.* 87:739–747. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.6.739>.
- Muslim A, Suwandi, Hamidson H. 2006. Evaluasi cendawan rizosfer asal lahan rawa lebak sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. *Agria.* 2:26–33.
- Ojaghian MR. 2011. Potential of *Trichoderma* spp. and *Talaromyces flavus* for biological control of potato stem rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytoparasitica.* 39:185–193. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12600-011-0153-9>.
- Segarra G, Avilés M, Casanova E, Borrero C, Trillas I. 2013. Effectiveness of biological control of *Phytophthora capsici* in pepper by *Trichoderma asperellum* strain T34. *Phytopathol Medit.* 52:77–83. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00248-009-9545-5>.
- Segarra G, Casanova E, Avilés M, Trillas I. 2010. *Trichoderma asperellum* strain T34 controls fusarium wilt disease in

- tomato plants in soilless culture through competition for iron. *Microbial Ecol.* 59: 141–149.
- Shivanna MB. 1995. The dual role of rhizosphere fungi as plant growth promotion and biocontrol agents [disertasi]. Gifu (JP): University Japan.
- Shivanna MB, Merra MS, Hyakumachi M. 1994. Sterile fungi from *Zoysiagrass rhizosphere* as plant growth promoters in spring wheat. *Can J Microbiol.* 40:637–644. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/m94-101>.