
BIOFARM
Jurnal Ilmiah Pertanian
ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442
Vol. 17, No. 2, Oktober 2021

Pengendalian Penyakit dan Pemacuan Pertumbuhan Tanaman Tomat dengan Perlakuan Plant Growth Promoting Rhizobacteria dan *Trichoderma Hamatum* Thsw13

Disease Controlling and Growth Promoting on Tomato with Plant Growth Promoting Rhizobacteria and* Trichoderma hamatum *THSW13

Tamrin Khamidi[1*], Suryo Wiyono[2] dan Burhanudin[3]
[1] Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Tegal
[2] Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
[3] BPTPHP Dinas Pertanian dan Perkebunan Propinsi Jawa Tengah
*Korespondensi Penulis: tkhamidi2512@gmail.com

ABSTRAK
Produksi tomat di Indonesia banyak menghadapi gangguan penyakit, baik biotik maupun abiotik, diantaranya penyakit bercak daun yang disebabkan Alternaria solani dan blossom end rot yang disebabkan defisiensi kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kombinasi teknik perlakuan konsorsium plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) dengan Trichoderma hamatum THSW13 dalam mengendalikan penyakit bercak daun dan blossom end rot serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat di lapangan. PGPR yang diuji adalah Pseudomonas fluorescens PF1 dan Bacillus polymixa strain BG25. Percobaan telah dilakukan di pertanaman tomat Kabupaten Tegal, Jawa Tengah dengan perlakuan: (A) perlakuan benih dan di persemaian, (B) perlakuan benih, perlakuan di persemaian dan perlakuan pada tanaman di lapangan, (C) perlakuan fungisida kimia sintetik sebagai kontrol. Percobaan dilaksanakan dengan metode eksperimental dan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan pengamatan terhadap penyakit tanaman dan agronomis. Hasil uji menunjukkan bahwa perlakuan teknik aplikasi konsorsium PGPR dan T. hamatum THSW13 dengan perlakuan benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan menunjukkan kemampuan lebih baik dalam menekan tingkat keparahan penyakit bercak coklat dan persentase kejadian blossom end rot serta meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang dan produktivitas per satuan luas dibandingkan perlakuan hanya pada benih dan di persemaian.

Kata kunci: *Alternaria solani, blossom end rot, pemacuan pertumbuhan, pengendalian hayati.*

ABSTRACT
Tomato production in Indonesia faces many biotic and abiotic diseases, some of them are brown spot on leaves caused by Alternaria solani and blossom end rot by Ca deficiency. The objectives of this research was to assess combination of application technique of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) with Trichoderma hamatum THSW13 to controlling alternaria spot disease and abiotic disorder blossom end rot, increasing growth and yield of tomato under field condition. The PGPR applied in this study was a mixture of Pseudomonas fluorescens PF1 and Bacillus polymixa strain BG25. The experiment was conducted in Tegal, Central Java, with treatments are application of PGPR and T. hamatum THSW13: (A) as seed treatment and in nursery, (B) as seed treatment, in nursery and field applications (B), and (C) weekly spraying of synthetic fungicides as control. Experiment was arranged in randomized complete block design and observation to variable of disease and agronomy. Results of study revealed that combination application technique of two antagonists using as seed treatment, in nursery, followed by field application gave best result in controlling alternaria leaf spot and blossom end rot, increasing plant height, diameter of stem and productivity per unit area compared with application as seed treatment and in nursery only.

Keywords: Alternaria solani, biological control, blossom end rot, growth promoting.

PENDAHULUAN

Penyakit bercak coklat yang disebabkan oleh *Alternaria solani* menjadi salah satu penyakit penting pada pertanaman tomat di Indonesia. *A. solani* dapat menyerang daun, batang dan buah. Serangan pada daun mengakibatkan daun cepat mengalami layu dan gugur sebelum waktunya, sedangkan serangan pada cabang akan mengakibatkan percabangan mudah patah. Serangan *A. solani* pada buah ditandai dengan bercak hitam kosentris yang dikelilingi

oleh *halo* berwarna kuning (Agrios, 1996). Permukaan jaringan tanaman yang terinfeksi akan membentuk massa spora (Chaerani *et al*. 2017). Infeksi yang berat akan mengakibatkan kerugian baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Selain infeksi penyakit biotik, gangguan penyakit abiotik juga menjadi kendala dalam budidaya tomat, salah satunya *blossom end rot* (BER) atau busuk buah tomat. BER adalah gangguan fisiologis akibat defisiensi kalsium. Gejala BER ditandai dengan bintik-bintik hitam berbentuk bulat pada ujung bawah buah dan akan berkembang ke seluruh permukaan buah dan daging buah (Mestre *et al*., 2012). Upaya yang umumnya dilakukan untuk mengendalikan penyakit-penyakit tersebut adalah penggunaan fungisida sintetik dan aplikasi pupuk kalsium.

Pemanfaatan agens hayati sebagai bahan pengendali penyakit menjadi komponen dalam pengendalian penyakit secara terpadu. Genus Bacillus, Pseudomonas kelompok fluorescens dan Trichoderma spp. secara sendiri-sendiri maupun kombinasi diantaranya telah banyak dilaporkan mampu menekan serangan patogen tanaman melalui berbagai mekanisme. Selain sebagai bahan pengendali penyakit tanaman, agens-agens hayati tersebut juga dilaporkan memberikan dampak peningkatan pertumbuhan tanaman (plant growth promoter).

Salah satu aspek yang penting dalam pemanfaatan agens hayati adalah teknik aplikasi. Chemeltorit *et al.* (2017) melaporkan adanya pengaruh sinergistik aplikasi T. hamatum THSW13 dalam kombinasinya dengan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap penekanan kejadian damping off dan peningkatan pertumbuhan bibit cabai dibanding perlakuan tunggal masing-masing agens hayati tersebut. Informasi tentang teknik aplikasi agens hayati menjadi penting, selain untuk meningkatkan pengaruhnya terhadap tanaman, juga untuk optimasi biaya yang dikeluarkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menguji kombinasi teknik perlakuan konsorsium PGPR dan T. hamatum THSW13 dalam pengendalian penyakit bercak coklat daun dan BER serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tomat di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Tegal Provinsi Jawa Tengah pada ketinggian 823 m di atas permukaan laut. Lahan yang digunakan adalah lahan yang secara terus menerus ditanami secara bergilir dengan berbagai jenis tanaman sayuran.

Teknik aplikasi agens hayati yang diuji adalah perlakuan pada benih, perlakuan di persemaian dan perlakuan pada tanaman di lapangan. Perlakuan pada benih dilakukan dengan merendam benih selama 2 jam dengan PGPR pada kepadatan masing-masing sepsis 10^6 cfu/ml. PGPR yang digunakan adalah campuran *Pseudomonas fluorescens* PF1 dan *Bacillus polymixa* strain BG25 dalam formulasi tepung. Sebagai perlakuan kontrol, benih direndam dengan air bersih. Perlakuan pada persemaian dilakukan dengan pencampuran *T. hamatum* THSW13 pada media semai dengan perbandingan 1:30 (w/w). Perlakuan pada tanaman di lapangan dengan melakukan penyiraman larutan PGPR dengan dosis 100 ml/tanaman dan penaburan *T. hamatum* THSW13 sebanyak 5 g/tanaman pada tanaman berumur satu minggu setelah tanam. Benih tomat varietas Natama yang digunakan dalam uji ini diperoleh secara komersial dari toko pertanian.

Penelitian kombinasi teknik aplikasi agens hayati dilaksanakan menggunakan metode eksperimen dan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan tiga perlakuan yaitu (A) perlakuan benih dan persemaian, (B) perlakuan benih, perlakuan pada persemaian dan perlakuan pada tanaman di lapangan, (C) perlakuan fungisida kimia sintetik sebagai kontrol. Fungisida yang yang digunakan adalah fungisida yang terdaftar untuk pengendalian penyakit bercak coklat pada tanaman tomat. Aplikasi fungisida dilakukan terjadwal setiap minggu. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Parameter yang diamati adalah penyakit tanaman dan variabel agronomi dan produksi.

Variabel penyakit tanaman yang diamati adalah tingkat keparahan penyakit bercak coklat dan persentase kejadian BER. Pengukuran tingkat keparahan penyakit bercak coklat diamati setiap minggu. Tingkat keparahan penyakit merupakan proporsi penyakit bercak daun yang dihitung dari nilai kerusakan daun pada setiap pengamatan menggunakan formula (Kalay *et al*., 2015):

$$P = \frac{\Sigma(n.v)}{Z.N}$$

Keterangan:
P = proporsi penyakit
n = jumlah daun yang terserang pada kategori kerusakan
v = nilai skala dari tiap kategori kerusakan
N= banyaknya tanaman yang diamati
Z= nilai skala tertinggi

Nilai skala dari setiap kategori kerusakan:
0= Tidak ada kerusakan terhadap daun yang diamati
1= Terdapat kerusakan dengan luas ≤ 25% terhadap daun yang diamati
2= Terdapat kerusakan dengan luas > 25% - 50% terhadap daun yang diamati
3= Terdapat kerusakan dengan luas > 50% - 75% terhadap daun yangdiamati
4= Terdapat kerusakan dengan luas >75% terhadap daun yang diamati

Persentase kejadian *blossom end rot* dihitung dari kumulatif jumlah buah yang menunjukkan gejala hingga akhir masa panen. Variabel agronomi yang diamati adalah persentase perkecambahan benih, diameter dan tinggi bibit, diameter dan tinggi tanaman di lapangan, dan produktivitas dalam satuan luas. Perkecambahan benih dihitung setiap hari dan dihentikan saat salah satu perlakuan mencapai perkecambahan 100%. Tinggi dan diameter bibit diukur pada saat bibit berumur 14 hari setelah semai. Tinggi dan diameter tanaman di lapangan diukur dengan interval 2 minggu hingga tanaman memasuki masa generatif. Produktivitas diukur dari produksi buah sehat yang tidak menunjukkan gejala BER.

Ragam data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Program SAS dan jika terdapat beda nyata nilai tengah dilanjutkan dengan Uji Tukey pada α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua perlakuan kombinasi teknik aplikasi agens hayati berpengaruh nyata menekan tingkat keparahan penyakit bercak coklat dibanding kontrol. Perlakuan agens hayati pada benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan berpengaruh nyata menekan tingkat keparahan penyakit bercak daun dibanding perlakuan agens hayati pada benih dan persemaian (Tabel 1).

Kejadian penyakit tanaman dipengaruhi kesesuaian antara faktor tanaman, lingkungan tumbuh dan patogen (Agrios, 1996). Tanaman tomat menghasilkan metabolit sekunder seperti senyawa fenolik, phytoalexins, inhibitor protease, dan glycoalkaloids. Beragam metabolit sekunder tersebut sebagai mekanisme pertahanan tanaman dari infeksi patogen (Friedman, 2002). Agens hayati yang diuji dalam penelitian ini diduga memicu peningkatan resistensi sistemik tanaman terhadap serangan *A. solani*.

Perlakuan pada benih dan dipersemaian memungkinkan agens hayati tersebut lebih awal mengkoloni sistem perakaran tanaman. Timmusk *et al.* (2005) membuktikan *Paenibacillus polymyxa* secara dominan mengkoloni ujung perakaran dan membentuk *biofilm*. Dalam penelitian selanjutnya, dibuktikan bahwa formasi *biofilm* yang terbentuk mampu melindungi tanaman kacang tanah dari serangan penyakit *crown rot* yang disebabkan *Aspergillus niger* (Haggag *et al*., 2008). Beberapa penelitian melaporkan bahwa *Trichoderma* Spp. menginduksi resistensi tanaman terhadap serangan *A. solani* dan *Xanthomonas*

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap keparahan penyakit bercak coklat

Perlakuan agens hayati	Keparahan penyakit (%) pada tanaman umur ....mst							
	6	7	8	9	10	11	12	13
Benih + persemaian	2.11 b	8.43 b	3.00 b	6.32 b	7.37 b	18.28 ab	4.22 a	16.22 b
Benih+persemaian+lapangan	0.00 a	3.26 a	0.00 a	2.21 a	5.46 a	11.22 a	2.27 a	8.43 a
Kontrol	9.21 c	18.54 c	12.21 c	18.46 c	17.54 c	26.65 b	13,34 b	26.54 c

Keterangan: Angka pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey α 5%. mst=minggu setelah tanam.

euvesicatoria pada tanaman tomat (Fontenelle *et al*., 2011) dan fitonematoda (Leonetti *et al.,* 2017).

Pengulangan aplikasi PGPR dan *T. hamatum* THSW13 dengan perlakuan benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan secara nyata menekan keparahan penyakit bercak coklat dibandingkan perlakuan hanya pada benih dan di persemaian. Hal ini diduga bahwa pengulangan aplikasi secara langsung meningkatkan kepadatan populasi agens hayati tersebut sehingga induksi resistensi tanaman juga semakin meningkat.

Perlakuan perendaman benih dengan PGPR dan pencampuran *T. hamatum* THSW13 pada media semai berpengaruh nyata memperpendek masa perkecambahan, keserempakan tumbuh dan meningkatkan persentase tumbuh maksimal benih dan tinggi serta diameter bibit dibandingkan kontrol (Tabel 2). *B. subtilis, Pseudomonas fluorescens* dan *Trichoderma* spp. telah dilaporkan mampu menghasilkan asam indole asetat. *Indole acetate acid* (IAA) atau auksin adalah salah satu hormon pertumbuhan tanaman yang berfungsi secara sinergis dengan hormon giberelin mempengaruhi perkembangan dan perkecambahan embrio dengan merangsang pembentukan enzim amilase. Enzim tersebut berperan dalam memecah senyawa amilum yang terkandung dalam endosperm menjadi senyawa glukosa yang menjadi energi untuk pertumbuhan tanaman (Gardner *et al*. 2008).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap persentase perkecambahan benih, tinggi dan diameter bibit tomat

Perlakuan agens hayati	Perkecambahan (%)	Tinggi bibit (cm)	Diameter batang bibit (cm)
	5 hss	14 hss	14 hss
Benih + persemaian	99.75 a	14.35 a	0.39 a
Kontrol	61.00 c	8.85 b	0.20 b

Keterangan: Angka pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey α 5%. hss=hari setelah semai.

Semua perlakuan kombinasi teknik aplikasi agens hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dibandingkan kontrol (Tabel 3). Pengulangan aplikasi PGPR dan *T. hamatum* THSW13 pada benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan secara nyata meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan perlakuan hanya pada benih dan di persemaian.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman tomat

Perlakuan agens hayati	Tinggi tanaman tomat (cm) pada umur ke- .. mst			
	2	4	6	8
Benih+pesemaian	56.45 b	97.75 b	140.00 b	203.50 b
Benih+pesemaian+lapangan	58.46 b	110.5 b	159.00 c	216.50 c
Kontrol	42.50 a	87.25 a	132.50 a	183.50 a

Keterangan: Angka pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey α 5%. mst=minggu setelah tanam.

Pengaruh nyata ditunjukkan setelah 5 minggu aplikasi yaitu pada umur tanaman 6 minggu setelah tanam dan seterusnya. Secara konsisten, pengaruh serupa juga ditunjukkan terhadap diameter batang tanaman (Tabel 4). Hal ini diduga disebabkan agens hayati yang diaplikasikan membutuhkan waktu untuk untuk melakukan penggandaan, kolonisasi akar dan atau dominasi ruang tumbuh dalam kompetisinya dengan mikroorganisme lain dalam tanah. Baker & Cook (1974) berpendapat kunci dari keberhasilan suatu agens hayati adalah kemampuannya untuk mengkoloni rizosfer tanaman. Agens hayati yang diaplikasikan juga membutuhkan waktu untuk melakukan mekanisme sampai pada taraf memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yang diekspresikan dengan peningkatan tinggi dan diameter batang tanaman.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap diameter batang tanaman tomat

Perlakuan agens hayati	Diameter batang tanaman tomat (cm) pada umur ke- .. mst			
	2	4	6	8
Benih+pesemaian	0.64 b	1.05b	1.23 b	1.34 b
Benih+pesemaian+lapangan	0.72 b	1.13b	1.43 c	1.54 c
Kontrol	0.23 a	0.50 a	0.93 a	1.06 a

Keterangan: Angka pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%. mst=minggu setelah tanam.

Hasil tanaman sangat ditentukan oleh produksi biomasa pada saat masa pertumbuhan tanaman. Peningkatan produksi biomasa tersebut mengakibatkan pertambahan ukuran tanaman. Dalam penelitian ini, peningkatan tinggi dan diameter batang tanaman pada fase generatif memiliki korelasi positif dengan peningkatan produktivitas. Semua perlakuan kombinasi teknik aplikasi agens hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dibandingkan kontrol. Pengulangan aplikasi PGPR dan *T. hamatum* THSW13 pada benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan secara nyata meningkatkan produktivitas dibandingkan perlakuan hanya pada benih dan di persemaian. Dengan kecenderungan yang sama, semua perlakuan kombinasi teknik aplikasi agens hayati juga berpengaruh nyata terhadap persentase kejadian penyakit BER dibandingkan kontrol (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap produktivitas dan persentase kejadian *blossom end rot* (BER)

Perlakuan agens hayati	Produktivitas (kg/200 m^2)	Kejadian BER (%)
Benih+pesemaian	560 b	11.24 b
Benih+pesemaian+lapangan	670 c	6.19 c
Kontrol	351 a	28.50 a

Keterangan: Angka pada setiap kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%.

Selain peranannya sebagai agens hayati pengendali patogen tanaman, *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. telah dilaporkan memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mekanisme peningkatan pertumbuhan dilakukan melalui pelarutan P organik, fiksasi N_2, efek siderofor, serta produksi atau stimulasi fitohormon (Baker & Cook, 1976; Kumar *et al*., 2004; Sutariati *et al*., 2006). Mekanisme dapat terjadi secara tunggal atau kombinasi diantaranya. Li *et al.* (2018) melaporkan bahwa *T. asperellum* strain CHF 78 meningkatkan tinggi dan berat kering tanaman tomat melalui mekanisme peningkatan penyerapan P, K, Mg dan Zn oleh tanaman, pelarutan $Ca_3(PO_4)_2$, efek siderofor, produksi IAA dan beberapa enzim. Li *et al*.

(2015) juga melaporkan bahwa *T. harzianum* strain SQR-T037 meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui pelarutan fosfat dan nutrisi mikro.

BER pada buah tomat akibat defisiensi Ca merupakan faktor pengurang produksi dalam budidaya tomat karena buah yang bergejala tidak diterima konsumen. Lee *et al*. (2010) melaporkan bahwa strain lain dari *Pseudomonas* sp. menekan kejadian BER pada tomat melalui peningkatan penyerapan kalsium oleh tanaman. Selain itu berbagai isolat *Trichoderma* Spp. juga dilaporkan mampu melarutkan Kalsium (Aishwarya *et al.,* 2020). Dalam penelitian ini, produktivitas diukur dari bobot buah saat panen yang tidak menunjukkan gejala BER. Pengaruh perlakuan agens hayati terhadap peningkatan produktivitas diperoleh dari peningkatan bobot buah dan penekanan kejadian BER.

Selain peranannya sebagai agens hayati pengendali patogen tanaman, *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. telah dilaporkan memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mekanisme peningkatan pertumbuhan dilakukan melalui pelarutan P organik, fiksasi N_2, efek siderofor, serta produksi atau stimulasi fitohormon (Baker & Cook, 1976; Kumar *et al*., 2004; Sutariati *et al*., 2006). Mekanisme dapat terjadi secara tunggal atau kombinasi diantaranya. Li *et al.* (2018) melaporkan bahwa *T. asperellum* strain CHF 78 meningkatkan tinggi dan berat kering tanaman tomat melalui mekanisme peningkatan penyerapan P, K, Mg dan Zn oleh tanaman, pelarutan $Ca_3(PO_4)_2$, efek siderofor, produksi IAA dan beberapa enzim. Li *et al*. (2015) juga melaporkan bahwa *T. harzianum* strain SQR-T037 meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui pelarutan fosfat dan nutrisi mikro.

BER pada buah tomat akibat defisiensi Ca merupakan faktor pengurang produksi dalam budidaya tomat karena buah yang bergejala tidak diterima konsumen. Lee *et al*. (2010) melaporkan bahwa strain lain dari *Pseudomonas* sp. menekan kejadian BER pada tomat melalui peningkatan penyerapan kalsium oleh tanaman. Selain itu berbagai isolat *Trichoderma* Spp. juga dilaporkan mampu melarutkan Kalsium (Aishwarya *et al.,* 2020). Dalam penelitian ini, produktivitas diukur dari bobot buah saat panen yang tidak menunjukkan gejala BER. Pengaruh perlakuan agens hayati terhadap peningkatan produktivitas diperoleh dari peningkatan bobot buah dan penekanan kejadian BER.

SIMPULAN

Pengulangan aplikasi agens hayati melalui perlakuan benih, di persemaian dan pada tanaman di lapangan lebih baik dalam menekan keparahan penyakit bercak coklat dan kejadian BER, meningkatkan perkecambahan benih, tinggi tanaman, diameter batang dan produktivitas per satuan luas dibanding aplikasi hanya melalui perlakuan benih dan di persemaian.

DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G. N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi Ketiga.* Terjemahan oleh M. Busnia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Aishwarya, S., Viswanath, H. S., Singh, A., Singh, R. 2020 . Biosolubilization of different nutrients by *Trichoderma* spp. and their mechanisms involved: a review. *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology. 7 (6): 34-39*

Baker, K. F. and Cook, R. J. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens.* W. H. Freeman & Company, San Fransisco.

Chaerani, C., Kardin, M. K., Suhardi, S., Sofiari, E., van Ginked, R. V., Groenwolt, R., Voorrips, R. 2017. Variation in aggressiveness and AFLP among *Alternaria solani* isolates from indonesia. *J of Agricultural Science. 18(2): 51-62.*

Chemeltorit, P. P., Mutaqin, K. H., and Widodo, W. 2017. Combining *Trichoderma hamatum* THSW13 and *Pseudomonas aeruginosa* BJ10–86: a synergistic chili pepper seed treatment for *Phytophthora capsici* infested soil. *European Journal of Plant Pathology. 147: 157–166.*

Chet, I., Harman, G. E., and Baker, R. 1981. *Trichoderma hamatum*: its hyphal interactions with *Rhizoctonia solani* and *Phytium* spp. *J Microb Ecol. 7(1):29-38.*

Fontenelle, A. D. B., Guzzo, S. D., Lucon, C. M. M., and Harakava, R. 2011. Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp.*J Crop Protection. 30:1492-1500.*

Friedman, M. 2002. Tomato glycoalkaloids role in the plant and in the diet. J of Agricultural and Food Chemistry. 50: 5751-5780.

Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan oleh Herawati Susilo. 2008. Universitas Subiyanto, Jakarta.

Haggag, W. M. and Timmusk, S. 2008. Colonisation of peanuts roots by biofil-forming. *J. Applied Microbiology. 104 (4): 961-9.*

Kalay, A. M., Patty, J., and Sinay, M. 2015. Perkembangan *Alternaria solani* pada tiga varietas tanaman tomat. *J Agrikultura. 26(1): 1-6.*

Kumar, A., Prakash, A., and Johri, B. N. 2011. *Bacillus* as PGPR in crop ecosystem. *In* DK Maheshwari (*ed.*), *Bacteria in Agrobiology*: *Crop Ecosystems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (*On-line*), www.researchgate.net. Diakses 15 Agustus 2018.

Lee, S-W., Ahn, I. P., Sim, S-Y., Lee, S-Y., Seo, M. W., Kim, S., Park, S. Y., Lee, Y. H., and Kang, S. 2010. *Pseudomona*s sp. LSW25R antagonistic to plant pathogens promoted plant growth and reduced blossom-end rot of tomato fruits in a hydroponic system. Eur *J Plant Pathol. 126:1–11.* DOI: 10.1007/s10658-009-9514-3.

Leonetti, P., Zonno, M. C., Molinari, S., and Altomare, C. 2017. Induction of SA-signaling pathway and ethylene biosynthesis in Trichoderma harzianum-treated tomato plants after infection of the root-not nematoda *Meloidogyne incognita*. *J Plant Cell. 36(4):621-631.* DOI: 10.1007/s00299-017-2109-0.

Li, R. X., Cai, F., Pang, G., Shen, Q., Li, R., and Chen, W. 2015. Solubilisation of phosphate and micronutrients by *Trichoderma harzianum* and its relathionship with the promotion of tomato plant growth. *J Plos One. 10(6).* DOI: 10.1371/ journal.pone.0130081.

Li, Y. T., Hwang, S. Q., Huang, Y. M., and Huang, C. H. 2018. Effects of *Trichoderma asperellum* on nutrient uptake and Fusarium wilt of tomato. *J Crop Protection. 110:275-282.* DOI: doi.org/10.1016/j.cropro.2017.03.021.

Mestre, T. C., Sanchez, F. G., Rubio, F., Martinez, V., and Rivero, R. M. 2012. Glutathione homeostasis as an important and novel factor controlling blossom–end rot development in calcium-deficient tomato fruits. *J of Plant Physiology. 169(17):1719-1727.*

Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., and Rochminarsi, E. 2011. Application of potassium fertilizer and *Bacillus* sp biopesticide for increasing tomato resistance to bacterial wilt disease. *J. Agrivita. 33(1): 8-14.*

Sutariati, G. A. K., Widodo, Sudarsono, dan Ilyas, S. 2006. Pengaruh perlakuan rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap viabilitas benih serta pertumbuhan bibit tanaman cabai. *J. Bul. Agron. 34(1): 46–54.*

Timmusk, S., Grantcharova, N., and Wagner, E. G. H. 2005. *Paenibacillus polymyxa* invades plant roots and form biofilms. *J. Applied and Environmental Microbiology. 71 (11): 7292-7300.*