

Pengendalian penyakit hawar (*lateblight*) pada kentang (*Solanum tuberosum* L.) melalui penerapan solarisasi tanah dan aplikasi agen hayati *Trichoderma harzianum*

(Control of lateblight disease on potato by application of soil solarization and biological agent *Trichoderma harzianum*)

E. Brugman, E. D. Purbajanti, dan E. Fuskhah

Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University
Tembalang Campus, Semarang 50275 – Indonesia
Corresponding E-mail: Eirenebrugman@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of the research was to assess the effectiveness of soil solarization and biological agent *Trichoderma harzianum* application in controlling lateblight disease caused by *Phytophthora infestans* on potato. The experiment was assigned in a split plot design with soil solarization as main plot and the density of *Trichoderma harzianum* as sub-plot. Soil solarization treatment consisted of solarization (A1) and non-solarization (A1). Density of *Trichoderma harzianum* used was B1(control)= 0 g, B2 = 10 g (10^7 cfu/l), B3 = 20 g (2×10^8 cfu/l), B4 = 30g (3×10^8 cfu/l) and B5 = 40 g (4×10^8 cfu/l). Soil solarization treatment was carried out by using transparent polyethylene sheets with a thickness of 45 μ m. Parameters measured were soil temperature, intensity level of pathogen attack, the rate of infection and total yield. Data were subjected to ANOVA and followed by LSD test. Soil solarization for 4 weeks increase the soil temperature by 7.6°C and significantly increase the production of potato by 14.28%. Application of biological agent *Trichoderma harzianum* on level B4 30g (3×10^8 cfu /L) gives the best results in reducing the the intensity level of pathogen attack by 87.61% and the rate of disease infection into 0.044 unit/day. The results of this research may provide beneficial information in the future for plant protection activities.

Keywords : *P.infestans*, *Trichoderma harzianum*, soil solarization, potato

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas solarisasi tanah dan aplikasi agen hayati *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan penyakit hawar yang di sebabkan oleh *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dengan petak utama adalah perlakuan solarisasi dan anak petak dosis *Trichoderma harzianum*. Perlakuan solarisasi tanah terdiri dari solarisasi dan non-solarisasi. Dosis *Trichoderma harzianum* yang digunakan terdiri dari B1(kontrol) = 0 g, B2 = 10 g (10^7 cfu/l), B₃= 20 g (2×10^8 cfu/l), B₄= 30 g (3×10^8 cfu/l) dan B₅= 40 g (4×10^8 cfu/l). Perlakuan di ulang sebanyak 3 kali. Solarisasi tanah dilakukan dengan menggunakan plastik polietilen transparan ukuran 45 μ m. Parameter yang diamati adalah suhu tanah, intensitas serangan patogen, laju infeksi penyakit dan produksi tanaman kentang. Data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil Solarisasi tanah selama 4 minggu meningkatkan suhu tanah sebesar 7,6°C dan secara nyata dapat meningkatkan produksi tanaman kentang sebesar 14,28%. Pemberian agen hayati *Trichoderma harzianum* pada tingkat B₄ 30g (3×10^8 cfu/L) memberikan hasil terbaik dalam menekan tingkat intensitas serangan patogen *Phytophthora infestans* sebesar 87,61% dan laju penyakit menjadi 0,044 unit/hari.

Kata kunci : *P. infestans*, *Trichoderma harzianum*, solarisasi tanah, kentang

PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki potensi sebagai bahan pengganti pangan pokok. Kentang merupakan salah satu komoditas pilihan untuk mendukung program diversifikasi dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan (IPC, 2008). Produksi kentang nasional pada tahun 2014 adalah 1.347.815 ton dengan produktivitas sebesar 17,67 ton/ha (BPS, 2015). Produktivitas tersebut masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan potensi produksi kentang yang mencapai 25 ton/ha (IPC, 2008). Upaya peningkatan produksi kentang tidak terlepas dari kegiatan pengendalian hama dan penyakit kentang.

Tanaman kentang merupakan tanaman yang mempunyai hama penyakit terbanyak. Tanaman kentang mempunyai 266 hama dan penyakit yang terdiri dari 23 virus, 38 cendawan, 6 bakteri, 2 mikoplasma, 1 viroid, 68 nematoda dan 128 insekta (Sastrahidayat, 2011). Salah satu penyakit utama kentang di Indonesia adalah penyakit hawar (*lateblight*) yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*. Patogen ini menyebabkan bercak luka dan busuk pada jaringan tanaman yang diinfeksi dan mengakibatkan kehilangan hasil antara 10-100% tergantung pada tingkat infestasi, musim, ketinggian, dan varietas kentang (Nathasia *et al.*, 2014). Zoospore dari *Phytophthora infestans* tidak dapat mensintesis sterol yang merupakan target dari banyak fungisida sehingga sulit dikendalikan dengan fungisida (Gaulin *et al.*, 2010).

Solarisasi tanah merupakan teknik yang digunakan untuk menutupi permukaan tanah dengan lembaran polietilen transparan selama musim panas, untuk menangkap radiasi matahari agar menaikkan suhu tanah (Candido *et al.*, 2011). Beberapa penelitian terdahulu menyimpulkan bahwa solarisasi tanah dapat menekan pertumbuhan patogen tular tanah seperti *Sclerotium rolfii* (Kartini dan Widodo, 2000), *Armillaria* sp. (Otieno *et al.*, 2003), *Fusarium* sp. (Shofiyani dan Budi, 2014), dan *Sclerotium cepivorum* (Melero-vala *et al.*, 2000) serta menurunkan kejadian penyakit busuk akar teh (Otieno *et al.*, 2003) dan busuk umbi bawang (Carrieri *et al.*, 2013). Efek solarisasi tanah dalam menekan beberapa penyakit tumbuhan juga

berkontribusi meningkatkan kerja dari agen antagonis seperti *Trichoderma*.

Trichoderma harzianum termasuk dalam golongan cendawan askomisetik yang bersifat antagonis terhadap *phytopatogen* (Romao-Dumareq *et al.*, 2012). *Trichoderma* bekerja melawan patogen secara langsung dengan cara mikoparasitisme, memproduksi enzim pemecah dinding sel dan senyawa antimikroba, atau secara tidak langsung dengan kompetisi nutrisi dan tempat, memodifikasi lingkungan tumbuh dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Vos *et al.*, 2015). *Trichoderma harzianum* memiliki kemampuan rekolonisasi yang cepat sehingga solarisasi tanah tidak terlalu berpengaruh terhadap populasinya (Poras *et al.*, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penerapan solarisasi tanah dan densitas yang efektif dari aplikasi *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan *Pytophthora infestans*, serta mengetahui interaksi antara solarisasi tanah dan aplikasi *Trichoderma harzianum* dalam pengendalian penyakit hawar kentang oleh *Pytophthora infestans*.

MATERI DAN METODE

Materi

Penelitian telah dilaksanakan pada tanggal 18 Oktober 2016 sampai dengan 07 Maret 2017 di Balai Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BBTPH) Kopeng, Laboratorium Terpadu Undip, dan Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Materi yang digunakan antara lain benih kentang varietas granola (G2) sebanyak 60 knol, media tanam tanah steril sebanyak 12 kg per pot percobaan, inokulum *trichoderma harzianum* sebanyak 600 g dengan kepadatan 10^7 cfu/g, isolat murni patogen *phytophthora infestans* dengan kepadatan 10^5 - 10^6 cfu/ml, media kultur PDA, Basamid-G sebagai bahan sterilisasi tanah dan pupuk urea 225 kg/ha, ZA 150 kg/ha, KCl 150 kg/ha, dan TSP 300 kg/ha.

Metode

Penelitian dilaksanakan dengan menyiapkan media tanah yang kemudian disterilisasi secara kimia menggunakan Basamid-G. Pemberian isolat dilakukan dengan menginfeksi tanah yang telah

disterilisasi dengan isolat patogen *Phytophthora infestans* sebanyak 5 ml untuk setiap pot percobaan dan diikuti dengan pemberian inokulum *Trichoderma harzianum* 3 hari selanjutnya sesuai dengan dosis perlakuan. Tahap solarisasi dilakukan satu minggu setelah pemberian inokulum *trichoderma* dan dilakukan selama 4 minggu. Solarisasi tanah dilakukan dengan menutup pot percobaan dengan menggunakan lembaran polietilen bening yang ujung-ujungnya ditutup rapat. Pot percobaan di letakkan pada tempat yang mendapat matahari penuh sepanjang hari. Penanaman bibit tanaman kentang dilakukan saat perlakuan solarisasi telah selesai. Lembaran polietilen bening dilepaskan lalu pada setiap pot percobaan di tanam dua bibit kentang. Pemeliharaan berupa penyiraman dan pemupukan menggunakan Urea 225 kg/ha, ZA 150 kg/ha, KCl 150 kg /ha, dan TSP 300 kg /ha.

Parameter yang diamati antara lain adalah 1) Suhu tanah, 2) Intensitas Serangan Patogen, 3) Laju Infeksi Penyakit dan 4) Produksi tanaman. Pengamatan serangan penyakit dilakukan pada saat kentang berumur 30 hst, 35 hst, 40 hst, 45 hst, 50 hst, 55 hst, 60 hst dan saat panen. Perhitungan intensitas serangan (X) dilakukan pada 45 hst dengan perhitungan langsung menurut Sastrahidayat dan Djauhari (2014) sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(n \cdot v)}{N \cdot Z} \times 100$$

Keterangan:

- I = Intensitas serangan
- Z = Nilai skala dari kategori serangan tertinggi
- N = Banyaknya daun yang diamati
- n = Jumlah daun tanaman pada setiap kategori serangan
- v = Nilai skala dari setiap kategori serangan

Perhitungan laju infeksi penyakit dihitung berdasarkan perkembangan penyakit (Oka, 1993) menggunakan formula berikut:

$$r = \frac{2,3}{t} \left(\log \frac{X1}{1-X1} - \log \frac{X0}{1-X0} \right)$$

Keterangan:

- r = laju infeksi (UnitWaktu⁻¹)
- 2,3 = bilangan hasil konversi log alami logaritma biasa
- t = selang waktu pengamatan
- X0 = proporsi penyakit hawar pada pengamatan pertama
- X1 = proporsi penyakit hawar pada pengamatan berikut

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

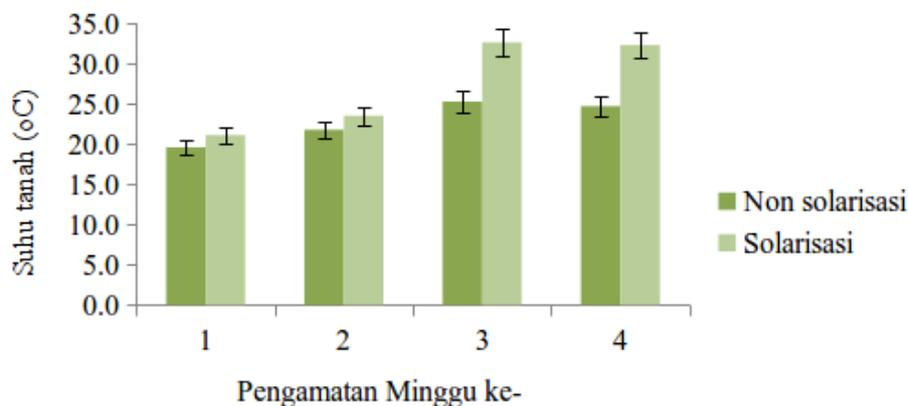
Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terbagi dengan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok . Petak utama adalah solarisasi tanah (A₁= solarisasi, A₂= non-solarisasi) dan anak petak adalah aplikasi *trichoderma* pada empat taraf dosis B₁= 0 g, B₂ = 10 g (10⁷ cfu/l), B₃= 20 g (2 x 10⁷ cfu/l), B₄ = 30 g (3 x 10⁷ cfu/l) dan B₅= 40 g (4 x 10⁷ cfu/l) untuk setiap 12 kg tanah. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali membentuk 30 unit percobaan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Analisis Ragam dan jika terdapat perbedaan akan dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Difference*) pada taraf $\alpha = 5\%$. Data yang tidak homogen ditransformasi kedalam bentuk akar kuadrat dan arcsin sebelum dianalisis ragam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Tanah

Berdasarkan data klimatologi BBTPH Kopeng, selama perlakuan curah hujan rata-rata adalah 15,08 mm/hari, suhu udara rata-rata 18°C dan kelembapan udara rata-rata 95%. Hasil pengamatan perubahan suhu tanah selama perlakuan solarisasi tanah disajikan pada Ilustrasi 1.

Grafik perubahan suhu pada Ilustrasi 1 menunjukkan bahwa suhu tanah pada perlakuan solarisasi lebih tinggi dibanding dengan perlakuan non solarisasi dan memiliki tren yang cenderung meningkat. Perbedaan suhu tanah tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada minggu keempat dimana suhu tanah pada perlakuan solarisasi tanah lebih besar 7,6°C atau 30,76% dibanding dengan perlakuan non solarisasi. Hasil tersebut sesuai dengan beberapa penelitian solarisasi sebelumnya



Ilustrasi 1. Perubahan suhu tanah selama perlakuan solarisasi

(Candido *et al.*, 2011; Culman *et al.*, 2006) yang menyimpulkan bahwa solarisasi tanah meningkatkan suhu sebesar 22% dan dapat mencapai suhu 40,5 °C pada kedalaman tanah 5 cm. Solarisasi tanah bekerja dengan menyerap radiasi gelombang pendek dan meneruskan radiasi gelombang panjang. Radiasi gelombang pendek tersebut kemudian akan meningkatkan aliran panas ketanah (Katan dan DeVay, 1991).

Intensitas Serangan Patogen

Intensitas Serangan Patogen merupakan presentase luasnya jaringan tanaman yang terserang oleh patogen dari total luasan yang

diamati. Pengukuran ISP bertujuan untuk mengetahui tingkat keparahan penyakit tanaman. Data hasil pengamatan ISP dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan ISP pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari perlakuan solarisasi tanah dan dosis *Trichoderma harzianum* terhadap intensitas serangan patogen. Perlakuan solarisasi tanah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan patogen. Intensitas serangan patogen pada perlakuan solarisasi adalah 14,32% dan perlakuan non solarisasi adalah 16,99%. Tidak adanya pengaruh dari solarisasi tanah disebabkan tidak optimalnya kenaikan suhu tanah pada perlakuan

Tabel 1. Intensitas Serangan Patogen pada Tanaman Kentang 45 HST

Dosis <i>Trichoderma</i>(g).....	Intensitas Serangan Patogen (ISP)		Rerata
	Solarisasi	Non-solarisasi	
.....(g).....(%).....		
B1 (0 /1000 cm ³)	27,11	28,10	27,61 ^a
B2 (10/1000 cm ³)	22,72	28,14	25,43 ^a
B3 (20/1000 cm ³)	10,88	18,83	14,85 ^b
B4 (30 /1000 cm ³)	3,22	3,63	3,42 ^b
B5 (40/1000 cm ³)	7,65	6,25	9,95 ^b
Rerata	14,32 ^a	16,99 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

solarisasi tanah dimana suhu tertinggi dari perlakuan solarisasi adalah 34°C dan perlakuan non solarisasi adalah 27°C, suhu tersebut tidak cukup untuk mematikan dan menekan populasi dari patogen *Phytophthora infestans*. *Phytophthora infestans* dapat hidup pada kisaran suhu 12 – 24°C dan termasuk dalam kategori cendawan mesofilik (Sastrahidayat, 2011). Suhu yang dibutuhkan untuk mematikan (ED90) cendawan mesofilik adalah pada kisaran 37°C selama 2 - 4 minggu atau 47°C selama 1 – 6 jam (Kartini dan Widodo, 2000).

Perlakuan aplikasi agen hayati *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan patogen. Pemberian *Trichoderma harzianum* dapat menurunkan intensitas serangan patogen *Phytophthora infestans* sebesar 87,61%. *Trichoderma* bekerja melawan patogen secara langsung dengan cara mikoparasitisme, memproduksi enzim pemecah dinding sel dan senyawa antimikroba, atau secara tidak langsung dengan kompetisi nutrisi dan tempat, memodifikasi lingkungan tumbuh dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Vos *et al.*, 2015). *Trichoderma* melakukan parasitisme dengan melakukan penetrasi langsung ke dinding sel patogen atau pada hifa patogen untuk mengambil isinya (Purnomo, 2010). Uji dual kultur *Trichoderma* dengan patogen *Sclerotinia sclerotium* sebelumnya menunjukkan bahwa hifa dari *Trichoderma* tumbuh membelit dan menghasilkan cabang yang melekat pada hifa *Sclerotinia sclerotium* sehingga menghambat pertumbuhan *Sclerotinia sclerotium* sebesar 56,3%

(Zhang *et al.*, 2016).

Tingkat intensitas serangan patogen terendah diperoleh pada perlakuan dosis *Trichoderma* B4 (30 g/1000cm³) dan B5 (40 g/1000cm³) dengan tingkat intensitas serangan patogen berturut-turut 3,42% dan 6,95%. Kepadatan populasi *Trichoderma* yang bekerja secara antagonis terhadap *phytopathogen* akan mempengaruhi aktivitas dari *Phytophthora infestans*. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyimpulkan bahwa perlakuan dengan tingkat kepadatan tertinggi yaitu 10⁸ dan 10¹⁰ spora/g tanah memberikan hasil terbaik dalam menekan jumlah telur nematode (Al-Hazmi dan Tariqjaveed, 2016). Pada uji invitro *Trichoderma harzianum* terbukti menunjukkan aktivitas antagonisme yang tinggi terhadap phytopathogen dengan menghambat pertumbuhannya hingga 100% (Bae *et al.*, 2016).

Laju Infeksi Penyakit

Laju infeksi (r) adalah suatu angka yang menunjukkan seberapa cepat populasi patogen berkembang atau yang menunjukkan perkembangan populasi patogen per unit per satuan waktu. Data hasil analisis laju infeksi penyakit pada tanaman kentang umur 45 - 55 HST dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Data laju infeksi penyakit pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan solarisasi dan dosis *Trichoderma harzianum* tidak memiliki interaksi nyata. Perlakuan tunggal dosis

Tabel 2. Laju infeksi penyakit akibat perlakuan solarisasi tanah dan pemberian *Trichoderma harzianum*

Dosis <i>Trichoderma</i>(g).....	Laju Infeksi Penyakit		Rerata
	Solarisasi	Non-solarisasi	
(unit/hari).....		
B1 (0 /1000 cm ³)	0,113	0,124	0,118 ^a
B2 (10/1000 cm ³)	0,198	0,113	0,155 ^{ab}
B3 (20/1000 cm ³)	0,025	0,109	0,067 ^b
B4 (30 /1000 cm ³)	0,036	0,053	0,044 ^b
B5 (40/1000 cm ³)	0,034	0,074	0,054 ^b
Rerata	0,081 ^a	0,087 ^a	

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Trichoderma harzianum memiliki pengaruh nyata terhadap laju infeksi. Perlakuan B3 (20 g/1000 cm³), B4 (30 g/1000 cm³) dan B5 (40 g/1000 cm³) memiliki laju infeksi berturut-turut 0,067 unit/hari, 0,044 unit/hari dan 0,054 unit/hari. Laju infeksi pada tanaman merupakan jumlah pertambahan infeksi per satuan waktu. Infeksi tersebut dinyatakan dengan kerusakan pada satu tanaman atau bagian tanaman baik lokal maupun sistemik (Nirwanto, 2007). Pengaruh penurunan laju infeksi oleh perlakuan *Trichoderma harzianum* diakibatkan oleh aktivitas antagonisme yang dilakukan oleh *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* bekerja melawan patogen secara langsung dengan cara mikoparasitisme, memproduksi enzim pemecah dinding sel dan senyawa antimikroba, atau secara tidak langsung dengan kompetisi nutrisi dan tempat, memodifikasi lingkungan tumbuh dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Vos *et al.*, 2015). Senyawa antimikroba yang diproduksi oleh *Trichoderma* berfungsi sebagai inhibitor dari phytopathogen yang dapat menekan aktivitas dari patogen (Vinale *et al.*, 2008). *Trichoderma harzianum* merupakan cendawan antagonis dengan kemampuan rekolonisasi yang cepat sehingga solarisasi tanah tidak terlalu berpengaruh terhadap populasinya (Poras *et al.*, 2007).

Produksi Tanaman

Hasil analisis pengaruh solarisasi tanah dan *Trichoderma harzianum* terhadap produksi tanaman kentang disajikan pada Tabel 3.

Data produksi tanaman pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari perlakuan solarisasi dan dosis *Trichoderma* terhadap produksi tanaman. Perlakuan dosis *Trichoderma* tidak berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman. *Trichoderma* merupakan agen hayati yang bekerja melawan patogen baik secara langsung maupun tidak langsung. Tidak adanya pengaruh dari perlakuan *Trichoderma* terhadap produksi tanaman dimungkinkan karena aktivitas dari *Trichoderma* tidak memiliki pengaruh langsung terhadap produksi tanaman. Aktivitas antagonisme dari *Trichoderma* diharapkan dapat menurunkan tingkat serangan patogen yang nantinya dapat memaksimalkan potensi produksi dari tanaman.

Hasil pengamatan pada tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan solarisasi tanah berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman. Rataan produksi tanaman pada perlakuan solarisasi tanah terbukti lebih tinggi dari perlakuan non solarisasi. Pada perlakuan solarisasi rata-rata produksi adalah 208 g/pot (12,75 ton/ha) sedangkan pada perlakuan non solarisasi adalah 182 g/pot (11,45 ton/ha). Perlakuan solarisasi dapat meningkatkan produksi sebesar 14,88%. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu mengenai solarisasi yang menyimpulkan bahwa solarisasi tanah dapat meningkatkan produksi paprika baik kualitas maupun kuantitas (Zayed *et al.*, 2013), meningkatkan jumlah tanaman dan berat kering selada (Candido *et al.*, 2011) dan meningkatkan produksi stroberi sebesar 17,6% (Porrás *et al.*, 2006). Solarisasi tanah mempengaruhi komposisi faktor biotik, struktur

Tabel 3. Produksi Kentang akibat Perlakuan Solarisasi Tanah dan Pemberian *Trichoderma harzianum*

Dosis <i>Trichoderma</i>(g).....	Produksi		Rerata
	Solarisasi	Non-solarisasi	
(g/pot).....		
B1 (0 /1000 cm ³)	173,33	146,67	160,00 ^a
B2 (10/1000 cm ³)	186,67	170,00	178,33 ^a
B3 (20/1000 cm ³)	206,67	203,33	188,33 ^a
B4 (30 /1000 cm ³)	250,00	196,67	205,00 ^a
B5 (40/1000 cm ³)	223,33	193,33	208,33 ^a
Rerata	208,00 ^a	182,00 ^b	

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

tanah dan senyawa-senyawa mineral yang tersedia bagi tanaman (Shofiyani dan Budi, 2014). Pelepasan nutrisi tanah akibat rangsangan panas yang merupakan efek samping dari solarisasi dilaporkan dapat memacu pertumbuhan tanaman (Stapleton dan Devay, 1995). Peningkatan produksi tanaman oleh solarisasi tanah dilaporkan juga berkaitan dengan perubahan fisiologi tanaman seperti peningkatan aktivitas fotosintesis, percepatan perkembangan jaringan dan penundaan senesens yang terjadi pada masa akhir perkembangan tanaman yang ditanam di tanah solarisasi (Gruenzweig *et al.*, 1993).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan solarisasi tanah dapat meningkatkan suhu tanah sebesar 30,76% dan dapat produksi tanaman kentang sebesar 14,28% dibanding produksi non-solarisasi. Dosis terbaik *Trichoderma* untuk menurunkan intensitas serangan patogen dan laju penyakit adalah 30g/1000cm³ (3 x 10⁸ cfu/l). Tidak ada interaksi dari perlakuan solarisasi dan kepadatan *Trichoderma* terhadap semua parameter yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hazmi, A.S. dan M. TariqJaveed. 2016. Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* ant *Trichoderma viridae* againts *Meloidogyne javanica* on Tomato. Saudi Journal of Biological Sciences. 23 : 288-292.
- Barnett, H.L. dan B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi 4th Edition. American Phytopathological Society Press, Minnesota.
- Bae, S.J., T.K. Mohanta, J.Y. Chung, M. Ryu, G. Park, S. Shim, S. Hong, H. Seo, D.W. Bae, I. Bae, J. Kim dan H. Bae. 2016. *Trichoderma* metabolites as biological control agents against *Phytophthora* pathogens. Biological Control 92:128-138.
- Candido, Vincenzo, D.A. Trifone, M. Vito, dan D. Castronuovo. 2011. Scientia horticulturae weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. Scientia Horticulturae. 130 (3): 491–97.
- Carrieri, F., F. Raimo, A. Pentangelo, dan E. Lahoz. 2013. *F.poliferatum* and *F. tricintum* as casual agent of pink root of onion bulbs and the effect of soil solarization combined with compost amendment in cotrolling their infections in field. Crop Protection. 43 : 31-37.
- Culman, S.W., J.M. Duxbury, J.G. Lauren dan J.E. Thies. 2006. Microbial community response to soil solarization in Nepal's rice wheat cropping system. Crop Protection. 38 : 3359-71.
- Gasoni, Laura, K. Nancy, Y. Viviana, Kobayashi, B. Silvana, B. Viviana, dan G. Zumelzu. 2008. Effect of soil solarization and biocontrol agents on plant stand and yield ' Rdoaba on table beet. Crop Protection 27: 337–42.
- Katan, J dan J.E. DeVay. 1991. Soil Solarization. CRC Press. London.
- Kartini dan Widodo. 2000. Pengaruh solarisasi tanah terhadap pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* SACC. dan patogenisitasnya pada kacang tanah. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan. 12(2) : 53-59
- Melero-Vara, J.M., A.M. Prados-Ligero, dan M.J. Basallote-Ureba 2000. Comparison of physical, chemical and biological methods of controlling garlic white rot. J.Plant Pathology. 106 : 581–588.
- Nathasia, A.A.V., Abadi, A.L., dan T. Wardiyati. 2014. Uji ketahanan 7 klon tanaman kentang terhadap penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry). Jurnal Produksi Tanaman. 1 (6) : 540-548
- Nirwanto, H. 2007. Pengantar Epidemi dan Manajemen Penyakit Tanaman. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya.

- Oka, IY. 1993. Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Otieno, Washington, T. Aad, J. Mike, and C.O. Othieno. 2003. Efficacy of soil solarization, *Trichoderma harzianum*, and coffee pulp amendment against *Armillaria Sp.*. 22: 325–31.
- Purnomo, H. 2010. Pengantar Pengendalian Hayati. ANDI, Yogyakarta.
- Porras, M. Ã., C. Barrau, dan F. Romero. 2007. Effects of soil solarization and *trichoderma* on strawberry production. Crop Protection. 26: 782–87.
- Romao-Dumareq, A.S., N.J. Talbolt, dan C.R. Thornton. 2012. RNA interference of endochitinases in the sugarcane endophyte *Trichoderma virens* 223 reduces its fitness as a biocontrol agent of pineapple disease. PloS One 7, e47888
- Sastrahidayat, I. R., dan S. Djauhari. 2014. Teknik Penelitian Fitopatologi. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Tanaman Kentang dan Pengendalian Penyakitnya. UB Press, Malang.
- Shofiyani, A. dan G.P. Budi. 2014. Efektifitas solarisasi tanah terhadap penekanan perkembangan jamur fusarium ada lahan tanaman pisang yang terinfeksi. Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil penelitian dan Pengabdian LPPM UMP 2014
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, dan R.F. Rahayuniati. 2011. Inventarisasi dan identifikasi patogen tular-tanah pada pertanaman kentang di Kabupaten Purbalingga. J. Hortikultura 21 (3) : 254-264
- Stapleton, J.J. dan DeVay, J.E.1995. Soil Solarization: a Natural Mechanism of Integrated Pest Management. CRC Press, Boca Raton. XSuwandi, W.M., Pradjadinata D., Ruswandi, P., Leksono dan M. Nobuo. 2001. Visualisasi gejala infeksi penyakit dan hama pada tanaman dan ubi kentang varietas granola. BPSB-TPH. Jawa Barat.
- Vinale, F., K. Sivasithamparam, L. Ghisalberti, R. Marra, dan M. Lorito. 2008. *Trichoderma*-plant pathogen interactions. Soil Biol. Biochemical. 40 : 1-10.
- Vos, C.M.F., De Cremer, K., Cammue, B.P.A., dan B. Connick. 2015. The toolbox of *Trichoderma spp.* in the biocontrol of botrytis cinerea disease. Mol. Plant Pathology 16 : 400 – 412.
- www.bps.go.id (diakses pada 16 April 2016)
- Youssef, S.A., A.K. Tartoura, dan G.A. Abdelraouf. 2016. Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia proteamaculans* effect on disease suppression, stimulation of ROS-scavenging enzymes and improving tomato growth infected by *Rhizoctonia solani*. Biological Control. 100 :79-86.
- Zhang, F., H. Ge, F. Zhang, N. Guo, Y. Wang, L. Chen, X. Ji dan C. Li. 2016. Biocontrol Potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-aloe against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. Plant Physiology and Biochemistry. 100: 64-74.
- Zayed, M. S. 2013. Productivity of pepper crop (*Capsicum Annuum* L.) as affected by organic fertilizer, soil solarization, and endomycorrhizae. Annals of Agricultural Sciences 58 (2) : 131 – 137