

Competition of biological agents of *Streptomyces* sp, *Gliocladium* sp, and *Trichoderma harzianum* to *Fusarium oxysporum* in Tomato Rhizosphere

Penta Suryaminarsih*, Tri Mujoko

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Pembangunan Nasional "Veteran" University, Surabaya, East Java, Indonesia, 60294

*Corresponding Author: penta_s@upnjatim.ac.id

Received November 01, 2019; revised November 04, 2019; accepted June 30, 2020

Abstract

Fusarium oxysporum is a soil-borne fungus that attacks all stages of tomato plant from seedlings to mature plants. The disease occurrence on the tomato nursery can lead economically loss due to its fast and massive damage. Application of effective biological control agents is considered as promising control measure of the disease. The aim of this study was to evaluate the potential competitiveness of biological agents mixture consisting of *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp. and *T. harzianum* against *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* in the rhizosphere of the tomato plant. The experiment was arranged in completely randomized design with five treatment types of agents that a single biological agents *Streptomyces* sp. (S), a mixture of *Streptomyces* sp. and *Gliocladium* sp. (SG), a mixture of *Streptomyces* sp. and *T. harzianum* (ST), a mixture of *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., and *T. harzianum* (SGT) and control without biological agents. Each treatment was replicated four times and consisted of 6 plants for observation purposes destructively. Descriptive analysis conducted on the pattern of colonization of the roots competition showed a growth pattern colonization of biological agents, *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., *T. harzianum* and *F. oxysporum* pathogen (SGTF) was the same growth pattern of SGF and STF, where four of the microbes grew on the same side of roots as fungal pathogens, in all parts of the root sprouts. Given biological agent *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum* decreased fusarium wilt diseases severity of tomato. Weight root of tomato plants was applied by biological agents was 9.2 g greater than plant without biological agents, which were 2.5 g. The observation on tomato indicated root colonization occurs, especially on the base of the stem-roots by a mixture of biological agents *T. harzianum* and *Gliocladium* sp.

Keywords: colonization, roots, soil microbes, wilt

Abstrak

Kompetisi Agens Hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium oxysporum* pada Akar Tanaman Tomat

Fusarium oxysporum adalah cendawan tular tanah yang menginfeksi tanaman tomat mulai dari persamaian sampai tanaman dewasa. Infeksi pada persamaian dapat menyebabkan kerugian hasil yang nyata akibat kerusakan yang cepat dan massif. Salah satu cara pengendalian yang mendapatkan perhatian utama dari ahli hama penyakit tanaman ialah menggunakan agens pengendali hayati. Tujuan dari penelitian ini ialah menentukan potensi kompetisi campuran agens hayati (*Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum*) terhadap *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada rizosfer tanaman tomat. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 5 perlakuan jenis agens pengendali hayati, yaitu agens hayati tunggal *Streptomyces* sp. (S), campuran *Streptomyces* sp. dan *Gliocladium* sp. (SG), campuran *Streptomyces* sp. dan *T. harzianum* (ST), campuran *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *T. harzianum* (SGT), serta kontrol tanpa agens hayati. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, masing masing 6 tanaman untuk pengamatan pola kolonisasi yang dilakukan secara destruktif. Analisis deskriptif menunjukkan bahwa pola pertumbuhan kolonisasi agens hayati SGT terhadap patogen *F. oxysporum* sama dengan pola pertumbuhan SG dan ST, yaitu kompetisi nutrisi. Pemberian agens hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *T. harzianum* mampu menghambat perkembangan keparahan penyakit layu fusarium. Berat akar tomat yang diberi agens hayati 9.2 gram sedangkan yang tidak diberi agens hayati 2.5 gram. Hasil pengamatan pada akar tanaman tomat menunjukkan terjadi kolonisasi akar, terutama pada pangkal batang-akar oleh campuran agens hayati *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp.

Kata kunci: kolonisasi, akar, mikroba tanah, layu

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum adalah cendawan penyebab penyakit layu fusarium pada tomat yang memiliki kisaran inang luas dan hidup sebagai saprob dalam tanah dengan membentuk struktur dorman yang sulit untuk dikendalikan. Patogen ini dapat menginfeksi saat persamaian sampai tanaman dewasa. Usaha pengendalian terhadap penyakit layu fusarium

pada tomat umumnya menggunakan fungisida. Penggunaan mikroorganisme sebagai Agens hayati untuk pengendalian penyakit tanaman dapat mengurangi polusi racun dan lebih fleksibel dibandingkan dengan pestisida kimia. Pengendalian biologis cenderung sangat spesifik dan memiliki mekanisme yang berbeda yang meliputi, parasitisme, predator, antibiotik, persaingan untuk situs dan nutrisi,

serta dengan mendorong resistensi pada tanaman terhadap patogen, termasuk Induced Systemic Resistance (ISR) (Kamal, et al., 2015)

Beberapa agens hayati telah diuji sebagai agens pengendalian hayati penyakit tular tanah. *Streptomyces* sp. dari lahan cabe dapat menghambat *F. oxysporum* dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Campuran *Streptomyces griseorubens*, dan *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* sp sebagai agens hayati lebih dapat menghambat keparahan penyakit layu fusarium dibandingkan jika sebagai agens hayati tunggal dan kontrol akan tetapi hasil campuran *Streptomyces griseorubens*, dan *Trichoderma harzianum* masih lebih dapat menekan perkembangan *Fusarium oxysporum* jika dibandingkan campuran 3 agens hayati (Suryaminarsih et al., 2015; Laila et al., 2016).

Streptomyces sp. efektif mendegradasi jerami rumput menjadi sumber karbon tersedia bagi tanaman dan sebagai dekomposer yang mengubah protein rekalsitran menjadi proteolisis. Selain memiliki potensi sebagai agens hayati *Streptomyces* sp. Juga memiliki kemampuan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui ketersediaan nutrisi di dalam tanah atau dengan memproduksi siderofor dan fitohormon asam indolasetat (IAA) (Tamreihao et al., 2016)

Unit Pelaksana Teknis Pengendalian Hayati Tanaman Perkebunan dan Hortikultura Mojosari, telah memanfaatkan *Trichoderma harzianum* sebagai agens hayati tunggal untuk pengendalian beberapa penyakit tular tanah tanaman perkebunan dan hortikultura secara luas. Balai Pengamat Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPPHPTPH) di Pandaan, juga telah menggunakan *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai agens hayati tunggal untuk pengendalian penyakit tular tanah dan telah dimanfaatkan oleh petani. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi kompetisi campuran agens hayati yang terdiri atas *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* terhadap *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*. di rizosfer tomat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan jenis agens hayati, yaitu tunggal *Streptomyces* sp. (S), campuran *Streptomyces* sp. dan *Gliocladium* sp. (SG), campuran *Streptomyces* sp. dan *T. harzianum* (ST), campuran *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *T. harzianum* (SGT) dan kontrol tanpa agens hayati . Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Setiap perlakuan terdiri atas 6 tanaman untuk keperluan pangamatan secara destruktif. Analisis deskriptif dilakukan terhadap pola kolonisasi pada akar (kompetisi).

Isolasi dan Pembuatan Suspensi *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum diisolasi dari batang tomat yang menunjukkan gejala layu di Kecamatan Wajak-Malang. Bagian batang tanaman yang sakit disterilkan dengan alkohol 70%, lalu dikeringangkan. Batang tersebut kemudian disayat kulitnya dan bagian kulit ini diletakkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK). Cendawan yang tumbuh diisolasi, dimurnikan, dan diremajakan pada medium ADK.

Pembuatan suspensi *F. oxysporum* dilakukan dengan cara sebagai berikut: Tiga cakram(5 mm) dari biakan murni *F. oxysporum* berumur 5 hari diinokulasikan ke dalam labu Erlenmeyer 250 mL berisi 100 mL air steril, untuk mendapatkan suspensi spora yang homogen, suspensi divortex dengan kecepatan tinggi selama 5 menit, kemudian dihitung massa spora menggunakan Haemocytometer hingga didapatkan suspensi yang mengandung massa spora 10^9 spora/mL.

Isolasi dan Penyiapan Suspensi Agens Hayati

Sebanyak 1 g tanah dari lahan cabai dan lahan tomat ditimbang lalu dibuat suspensi dengan pengenceran 10^{-4} . Sebanyak 1 mL suspensi dituang ke dalam medium agar-agar gula nitrat (AGN) di cawan petri untuk mendapatkan isolat *Streptomyces* sp.. Isolat *T.harzianum*, *Gliocladium* sp. diperoleh dari BPPHPTPH Pandaan diremajakan dan diperbanyak pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA).

Suspensi agens hayati disiapkan dengan cara melakukan pengenceran untuk memperoleh kerapatan spora yang yang hampir seragam yaitu untuk *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp pengenceran sebelas kali (10^{11}), sedangkan *Streptomyces* sp empat kali pengenceran (10^4) sehingga didapatkan 38-42 spora/cc dilakukan dengan cara sebagai berikut: Dua cakram (5 mm) masing-masing kultur jamur *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* (berumur 7 hari) serta kultur bakteri *Streptomyces* sp. (berumur 14 hari) dimasukkan ke dalam 10 mL air steril pada tabung reaksi. Selanjutnya tabung reaksi berisi mikroorganisme tersebut divortex dengan kecepatan tinggi selama 2 menit. Masing-masing suspensi yang diperoleh disaring dengan kertas Whatman 44 mm. Suspensi hasil saringan ini kemudian diambil 1 mL dan disuspensikan lagi ke dalam 9 mL air distilata, divorteks selama 1 menit.

Kerapatan spora jamur *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* diamati dan dihitung dengan menggunakan *Haemocytometer*. Kerapatan spora bakteri *Streptomyces* sp. diamati dengan metode tuang kocok yaitu 1 mL suspensi awal dimasukkan pada 9 mL media GNA cair 40°C, divorteck lalu dituangkan ke dalam cawan petri steril dan diinkubasikan selama 7 hari, selanjutnya dihitung jumlah spora (koloni) yang tumbuh dalam media tersebut. Kontrol adalah suspensi tanpa agens hayati (Terdaftar Paten no P-00201302085). Koloni yang tumbuh setelah

diinkubasi selama 10 hari kemudian diamati. Suspensi agens hayati yang sudah disaring menggunakan kertas Whatman 44 mm , sebanyak 6 mL dilarutkan ke dalam 44 mL air steril. Jenis perlakuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut : perlakuan tunggal masing masing agens hayati G, T , S adalah 6 mL, kombinasi GTS masing masing 2 mL (G, 2 mL + T, 2 mL + S, 2 mL), kombinasi GT , GS , TS masing masing dengan konsentrasi 3 mL (3 mL S + 3mL).

Inokulasi Kombinasi Agens Hayati dan Patogen pada Perkecambahan

Benih tomat varietas Mirah direndam dalam larutan sodium hipoklorit 1% selama 20 menit lalu dicuci menggunakan air steril sebanyak tiga kali. Benih dikecambahkan pada medium *malt extract agar* (10 g L⁻¹) dalam cawan petri dan diinkubasikan dalam keadaan gelap pada suhu 22°C selama 4 hari. Kecambah tomat berukuran 1 cm digunakan untuk perlakuan. Sebanyak 5 mL masing-masing suspensi agens hayati diinokulasikan pada 100 g tanah pasir di kotak semai. Selanjutnya, sebanyak 5 mL suspensi *F. oxysporum* diinokulasikan pada tanah pasir tersebut. Kecambah tanaman tomat ditanam pada tanah pasir yang telah diinokulasi agens hayati dan patogen (Olivain *et al.* 2006).

Pengamatan kolonisasi agens hayati dilakukan pada jaringan akar kecambah tanaman tomat pada 1, 3, dan 5 hari setelah penanaman. Akar dicuci dari partikel tanah yang menempel dan direndam dengan KOH selama 60 menit, lalu dicuci dengan air steril. Akar kemudian diwarnai menggunakan laktofenol biru . Bagian akar yang sudah diwarnai diletakkan pada obyek gelas cekung berisi *water agar* 0.1% dan diamati menggunakan mikroskop.

Inokulasi Kombinasi Agens Hayati dan Patogen pada Bibit Tanaman

Tanah disiapkan dengan cara mencampur tanah taman dan kompos dengan perbandingan 1 : 1 diaduk sampai merata kemudian disterilkan dengan menggunakan uap air panas (dikukus), selanjutnya

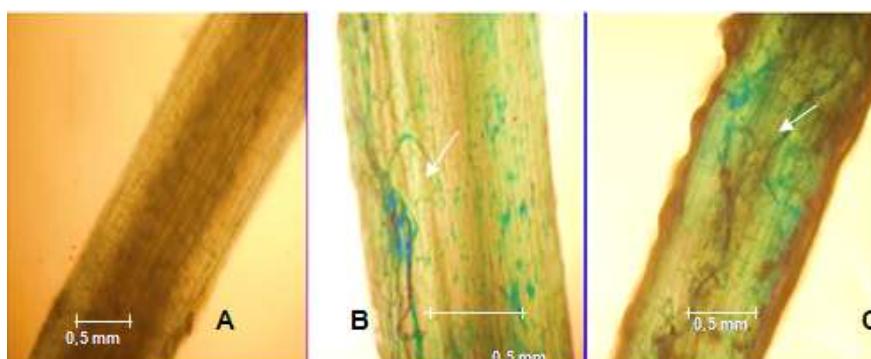
tanah steril tersebut dimasukkan kedalam kotak semai dan polibag. Benih tanaman tomat yang sehat, direndam air hangat 50°C, kemudian ditanam dalam tanah taman di kotak pemberian. Selanjutnya dilakukan penyiraman setiap hari. Setelah bibit tomat memiliki daun sempurna (14 - 21 hari) bibit siap diberi agensia hayati sesuai perlakuan.

Isolat agensia hayati diinokulasikan pada bibit tomat dengan cara perendaman: stereofoam dibuat lubang sebanyak 10 lubang, kemudian bibit tomat dimasukkan ke dalam lubang-lubang stereofoam dan diletakkan di atas petri yang sudah diberi larutan inokulum kombinasi agensia hayati sesuai dengan perlakuan yang sudah dipersiapkan. Selanjutnya bibit tersebut dipindahkan beserta tanahnya kedalam polybag 3 liter berisi tanah yang mengandung *F. oxysporum*. Penimbangan berat akar dilakukan setelah panen pertama yaitu pada 60 hari setelah tanam.

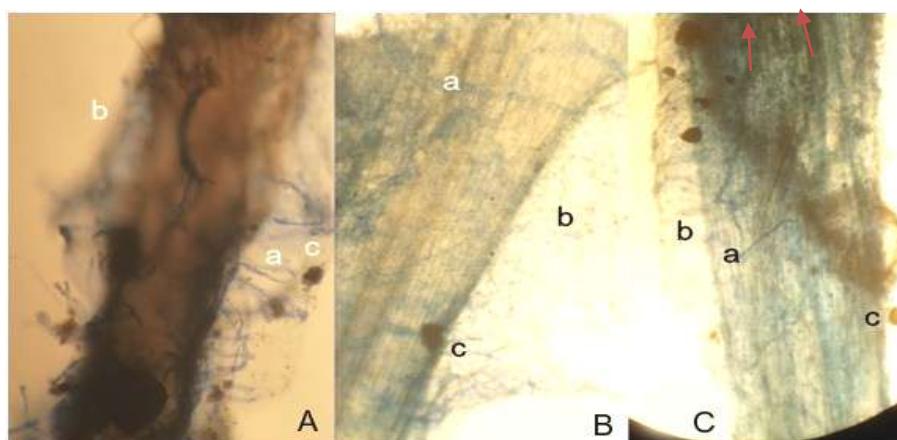
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pertumbuhan hifa *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., *T. harzianum* dan cendawan pathogen *F. oxysporum* pada akar kecambah tomat yang diamati pada hari ke-1, 3, dan 5 yaitu Pada 1 hari setelah inokulasi (HSI) belum terlihat hifa *F. oxysporum* pada akar kecambah. Hifa cendawan patogen baru tumbuh pada 3 HSI dimulai dari bagian tepi akar dan tumbuh semakin banyak sampai 5 HSI (Gambar 1).

Pada 1 HSI tampak hifa *F. oxysporum* (hifa berukuran lebih besar dan berwarna lebih gelap) mulai membentuk koloni pada bagian akar perkecambahan tomat dan dikelilingi oleh hifa *Gliocladium* sp.. Pada 3 dan 5 HSI hifa *Gliocladium* sp. semakin banyak menutupi akar kecambah, namun hifa *F. oxysporum* juga tumbuh pada sisi yang sama. Pola pertumbuhan kolonisasi agens hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., *T. harzianum* dan patogen *F. oxysporum* (SGTF) sama dengan pola pertumbuhan SGF dan STF. Empat mikroba tersebut tumbuh dan berkembang pada sisi akar yang sama dengan cendawan patogen (Gambar 2).



Gambar 1 Koloni cendawan patogen *F. oxysporum* pada akar kecambah tomat (tanda panah).
A. 1 hari setelah inokulasi (HSI), B. 3 HIS, dan C. 5 HIS.



Gambar 2. Kolonisasi agens hidupi *Streptomyces* sp., *T. harzianum*, *Gliocladium* sp. dan jamur patogen *F. oxysporum* pada akar kecambah tomat (Perbesaran 15x40). A. 1 hari setelah inokulasi (HIS), B. 3 HSI, C.5 HSI; a. hifa *Fusarium* sp. b. hifa *T. harzianum*, c. koloni *S. griseorubens*.

Bobot akar tanaman tomat yang diberi agens hidupi lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa agens hidupi. Pemberian *Gliocladium* sp. dan *T. harzianum* (GT) menunjukkan berat akar tertinggi dibandingkan pemberian *Streptomyces* sp. (S) dan campuran ketiga agens hidupi (SGT) (Tabel 1).

Kompetisi antara agens hidupi dan cendawan patogen merupakan kompetisi sumber nutrisi karena *F. oxysporum* tumbuh dan berkembang pada bagian sisi akar yang sama dengan agens hidupi *T. harzianum* dan *Gliocladium* sp.. Beberapa penelitian menemukan bahwa *T. harzianum* dan *G. virens* merupakan cendawan saprofit tanah yang dapat berkembang dengan cepat. Dalam waktu 48 jam kedua agens hidupi telah dapat membentuk koloni yang membelit akar dan mengadakan penetrasi pada interselluler akar tanaman (Anitha & Rabeeth 2009; Larkin & Fravel, 1998; Akladious & Abbas, 2012).

Hasil penelitian *in vitro* yang dilakukan juga menunjukkan bahwa kedua agens hidupi tersebut

adalah agens hidupi yang cepat perkembangannya dan mampu menghambat perkembangan koloni *F. oxysporum* (Suryaminarsih *et al.*, 2015). Olivain *et al.* (2006) menyatakan bahwa kompetisi yang terjadi antara *Fusarium* patogenik dan non patogenik ialah kompetisi nutrisi. *Streptomyces* sp. memiliki kemampuan anticendawan sehingga tidak ada kompetisi ruang dan makanan di antara patogen dan agens hidupi. Hal ini karena *S. griseorubens* merupakan kelompok aktinomisetes yang menghasilkan antibiotik namun pertumbuhannya lambat. Aplikasi *Streptomyces* sp., *T. harzianum* dan *G. virens* dengan *F. oxysporum* pada tanaman tomat dapat menghambat keparahan penyakit dibandingkan kontrol. Keparahan penyakit layu fusarium tanpa pemberian agens hidupi mencapai 44,12% sedangkan dengan pemberian agens hidupi 14,29%, (Suryaminarsih *et al.*, 2015).

Tabel 1. Bobot akar tanaman tomat (60 hari setelah tanam) dengan pemberian agens hidupi dan *F. oxysporum*

Perlakuan	Bobot segar akar (g)
Kontrol (tanpa agens hidupi))	(2,00± 0,29)a
<i>Streptomyces</i> sp. dan <i>Gliocladium</i> sp. (SG)	(9,06±0,35) b
<i>Streptomyces</i> sp. dan <i>T. harzianum</i> (ST)	(12,5±0,33) b
<i>Streptomyces</i> sp. (S)	(12,81±0,35)c
<i>Streptomyces</i> sp., <i>Gliocladium</i> sp., <i>T. harzianum</i> (SGT)	(14,04±0,38 c
<i>Gliocladium</i> sp. dan <i>T. harzianum</i> (GT)	(14,68±0,33) d

Keterangan: huruf yang berbeda pada data menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%-0.751

Agens hidupi yang diberikan pada akar tomat menginduksi terbentuknya cabang akar baru dan membentuk akar baru pada bagian akar yang mengalami nekrosis akibat infeksi *F. oxysporum* sehingga bobot akarnya lebih tinggi. Disamping itu, *T. harzianum* dan *G. virens* dapat menginduksi terbentuknya akar samping (perifer) dan menginduksi

reaksi hipersensitif yang kemudian membentuk akar baru, karena adanya enzim atau protein (Suryaminarsih *et al.* 2015). *T. harzianum* menghasilkan indole-3-acetic acid (IAA) yang menginduksi terbentuknya akar lateral. Pemberian filtrat metabolit *T. harzianum* dan pemberian agens hidupi tersebut pada tanah dapat meningkatkan

kandungan IAA dan bobot kering akar (Yedidia *et al.* 1999; Akladious & Abbas 2012). *T. harzianum* juga menhasilkan etilen dan sitokinin (Martinez-Medina, *et al.*, 2014). *Streptomyces* merupakan salah satu komponen utama penyusun populasi mikroba di lapisan rizosfer. *Streptomyces* memiliki kemampuan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) karena mampu memicu pertumbuhan tanaman melalui produksi *indole-3-acetid acid* (IAA) yang berperan dalam pertumbuhan akar, memproduksi *siderophore* untuk meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi di dalam tanah (Damam *et al.* 2016). Peneliti tersebut juga membuktikan bahwa mekanisme induksi metabolit tersebut terjadi karena adanya kontak *T. harzianum* menuju ke akar tanaman, kemudian mengkoloniasi akar dan masuk ke dalam epidermis akar tanpa merusak dinding sel. Cendawan tersebut kemudian berkembang ke daerah korteks akar melalui interseluler sel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : Kompetisi Agens Hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada akar tanaman tomat adalah kompetisi ruang dan nutrisi. Campuran agens hayati *Streptomyces* sp., *Gliocladium* sp., dan *Trichoderma harzianum* dapat menginduksi dan meningkatkan berat akar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat kementerian Pendidikan tinggi dan Kebudayaan yang telah memberikan bantuan dana Penelitian Hibah Bersaing 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Akladious, SA, & Abbas SM. 2012. Application of *Trichoderma harziunum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. *African Journal of Biotechnology*. 11(35): 8672-8683.
<https://doi.org/10.5897/ajb11.4323>
- Anitha A. & Rabeeth M. 2009. Control of Fusarium Wilt of tomato by bioformulation of *Streptomyces griseus* in green house condition. *African Journal of Basic & Applied Sciences*. 1(2): 9–14.
- Laila AF, Suryaminarsih P, & Juliadi KSM. 2016. Penyalutan benih tomat dengan agens hayati *Trichoderma* sp. dan *Streptomyces* sp. untuk pencegahan penyakit layu fusarium (*Fusarium* sp.). *Plumula*. 5(1): 86–98. Retrieved from <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/plumula/article/view/782/656>
- Damam M, Moinuddin MK, & Kausar R. 2016. Isolation and screening of plant growth promoting actinomycetes from rhizosphere of some forest medicinal plants. *International Journal of ChemTech Research*. 9(5): 521-528.
- Kamal R, Gusain YS, Kumar V, & Sharma AK. 2015. Disease management through biological control agents: An eco-friendly and cost effective approach for sustainable agriculture- A Review. *Agricultural Reviews*. 36(1): 37-45. <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00004.5>
- Larkin RP & Fravel DR. 1998. Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organisms for control of fusarium wilt of tomato. *Plant Disease*, 82(9): 1022–1028. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.9.1022>
- Martínez-Medina A, Del Mar Alguacil M, Pascual J A & Van Wees SCM. 2014. Phytohormone Profiles Induced by *Trichoderma* Isolates Correspond with Their Biocontrol and Plant Growth-Promoting Activity on Melon Plants. *Journal of Chemical Ecology*, 40(7), 804–815. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0478-1>
- Olivain C, Humbert C, Nahalkova J, Fatehi J, L'Haridon F, & Alabouvette C. 2006. Colonization of tomato root by pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strains inoculated together and separately into the soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(2): 1523–1531. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.2.1523-1531.2006>
- Suryaminarsih P, Kusriningrum, Ni'matzaroh, & Surtiningsih T. 2015. Antagonistic compatibility of *Streptomyces griseorubens*, *Gliocladium virens*, and *Trichoderma harzianum* Agains *Fusarium oxysporum* cause of tomato wilt deseases. *International Journal of Plant & Soil Science*. 5(2): 82–89. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2015/11026>
- Tamreihao K, Ningthoujam DS, Nimaichand S, Singh ES, Reena P, Singh SH, & Nongthomba U. 2016. Biocontrol and plant growth promoting activities of a *Streptomyces corchorusii* strain UCR3-16 and preparation of powder formulation for application as biofertilizer agents for rice plant. *Microbiological Research*. 192: 260–270. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2016.08.005>
- Yedidia I, Benhamou N, & Chet I. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the Biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology*. 65(3): 1061–1070.



9 772621 575007