

## **PERLAKUAN BENIH TOMAT DENGAN *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* UNTUK MENEKAN SERANGAN *Fusarium oxysporum* PENYEBAB PENYAKIT LAYU FUSARIUM**

### **TOMATO SEEDS TREATMENT WITH *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* for SUPPRESSING FUSARIUM WILT**

**Wiwit Rahayu, R.R. Rukmowati Brotodjojo\*, Nurngaini**  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

\*Corresponding author: [brotodjojo@upnyk.ac.id](mailto:brotodjojo@upnyk.ac.id)

#### **ABSTRAK**

Salah satu kendala dalam peningkatan produksi tomat adanya penyakit layu *Fusarium*. Tujuan penelitian adalah mengetahui efektivitas jamur agen hayati *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* untuk menekan serangan *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu dengan perlakuan benih tomat. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman (LPHPT), Pandak, Bantul, DIY. Uji *in vitro* dilakukan untuk mengetahui mekanisme antagonisme agen hayati dilanjutkan dengan uji *in vivo* untuk mengetahui efektivitas kedua agen hayati tersebut pada tanaman tomat. Percobaan di rumah kaca disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan yaitu kontrol tanpa perlakuan, *F. oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, *F. oxysporum* vs. *T.harzianum*, *F. oxysporum* vs. *G.virens* dan *F. oxysporum* vs. *T.harzianum*+ *G.virens*. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf  $\alpha=5\%$  dan untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf  $\alpha=5\%$ . Uji *in vitro* menunjukkan bahwa *T. harzianum*, *G. virens*, atau kombinasi *T.harzianum*+ *G.virens* dapat menghambat pertumbuhan jamur *F.oxysporum* melalui mekanisme parasitisme dan kompetisi. Uji *in vivo* menunjukkan kombinasi *T.harzianum*+ *G.virens* menghasilkan indeks vigor, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar akar, bobot kering akar nyata paling tinggi dan persen tanaman yang terserang layu *Fusarium* nyata paling rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan kombinasi *T.harzianum*+ *G.virens* efektif dalam menekan penyakit layu *Fusarium*.

**Kata kunci :** Tomat, *Fusarium*, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*

#### **ABSTRACT**

Tomato plant production has problems that often occur, namely *Fusarium* wilt disease. The aim of this study was to determine the effectiveness of the biological agent fungi *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* for seeds treatment to prevent *Fusarium* wilt. The research was conducted at Plant Pest and Diseases Monitoring Laboratory, Pandak, Bantul, DIY. The research was conducted using *in vitro* test for assessing antagonism mechanisms followed by *in vivo* test to assess the effectivity of these two biological agents to prevent *Fusarium* wilt. Glass house experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with 7 treatments (untreated control, *Fusarium oxysporum*, *T. harzianum*, *G. virens*, *F. oxysporum* vs.*T.harzianum*, *F. oxysporum* vs. *G.virens* and *F. oxysporum* vs. *T.harzianum*+*G.virens*) with 4 replications. Data were

analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA of  $\alpha=5\%$  ) and followed by *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT  $\alpha=5\%$ ). *In vitro* tests showed that *T. harzianum*, *G. virens* or combination of the two fungi suppressed the growth of *F. oxysporum* by parasitisation and competition. *In vivo* test showed that combination of *T.harzianum* + *G.virens* resulted in significantly higher indeks vigor, plant height, number of leaves, root fresh weight, root dry weight, and lowered percent of infected plants. The results showed that the combination treatment of *T.harzianum* + *G.virens* was effective in suppressing *Fusarium* wilt disease.

**Keywords:** Tomatoes, *Fusarium*, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*

## PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki prospek baik. Tanaman tomat memiliki peran penting antara lain sebagai sumber pangan, vitamin, mineral, bahan baku industri, obat-obatan serta kosmetik (Supriati & Siregar 2009). Tanaman tomat termasuk rentan terhadap serangan patogen. Salah satu patogen yang menyerang tanaman tomat adalah *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu yang menyerang berkas pembuluh tanaman. *Fusarium oxysporum* dapat menyerang lebih dari 150 spesies tanaman dan tergantung spesies atau kultivar yang diserang dapat bersifat spesies spesifik (Fravel *et al.*, 2003; Bertoldo *et al.*, 2015). Gejala awal penyakit layu *Fusarium* terlihat pada daun bagian bawah menguning yang diikuti dengan layunya bagian atas tanaman, sehingga seluruh tanaman menjadi layu kemudian mati (Srinivas *et al.*, 2019). Kehilangan hasil akibat serangan *F. oxysporum* pada tanaman tomat bervariasi tergantung saat serangan terjadi dan tingkat keparahan penyakit. Tanaman tomat bisa tidak memberikan hasil sama sekali ketika tanaman layu kemudian mati sebelum menghasilkan buah.

Pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat dapat dilakukan dengan berbagai teknik antara lain penanaman varietas tahan, pengendalian secara kimiawi, hayati maupun fisik (McGovern, 2015). Pengendalian secara kimiawi dengan fumigasi tanah menggunakan metil bromida sebelum tanam banyak dilakukan tetapi mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan. Penanaman varietas tahan merupakan salah satu teknik pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan, tetapi apabila dilakukan terus menerus akan memunculkan ras *Fusarium* baru (Fravel *et al.*, 2003). Pengendalian secara hayati dapat dilakukan dengan pemberian mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap *Fusarium*, antara lain *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* spp. *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* spp. dapat melindungi tanaman dari serangan patogen karena menghasilkan berbagai senyawa antibiotik dan memparasit jamur patogenik. Selain itu kedua jamur tersebut juga dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman (Harman *et al.*, 2004b; Steward & Hill, 2014). Kedua jamur ini diketahui dapat memarasit miselium jamur *Rhizoctonia* dan *Sclerotium*, serta menghambat pertumbuhan banyak jamur seperti *Phyitium*, *Fusarium* dan mengurangi penyakit yang disebabkan oleh patogen tersebut (Agrios, 1996). *Gliocladium* sp. yang diisolasi dari pohon *Eucryphia cordifolia* menghasilkan senyawa organik yang dapat mematikan jamur *Pythium ultimum* dan *Verticillium*

*dahlia* serta menghambat jamur lain yang bersifat patogenik pada tanaman (Stinson *et al.*, 2003).

Jamur *F. oxysporum* merupakan jamur tular tanah. Klamidospora *F. oxysporum* dapat bertahan lama di tanah tanpa adanya inang (Khan *et al.*, 2017, Cha *et al.*, 2016). Kondisi ini menyebabkan tanaman yang ditanam pada tanah yang pernah terinfeksi *F. oxysporum* mudah terinfeksi. Salah satu cara untuk mencegah serangan *F. oxysporum* pada tanaman muda adalah dengan memberi perlakuan benih sebelum ditanam. Perlakuan benih dengan *T. harzianum* T22 pada tanaman jagung di lapangan dapat menurunkan kolonisasi biji oleh *Fusarium verticillioides* dan menurunkan kontaminasi mikotoksin dari patogen *F. verticillioides* (Ferrigo *et al.*, 2014). Perlakuan benih melon dengan *T. polysporum* dan diulang pada 15 hari setelah pindah tanam dikombinasikan dengan aplikasi fertisasi kompos cair konsentrasi 50 mL/L seminggu sekali secara nyata dapat menekan layu *Fusarium* sebesar 32,2% dan meningkatkan produksi buah sebesar 27% (Gava & Pinto, 2016). Tomat Varietas Tymoti yang ditanam pada tanah yang diinokulasi *F. oxysporum* dan diberi perlakuan *Trichoderma* sp. dengan kepadatan spora  $10^6$  dan  $10^8$  mengalami keparahan penyakit 13, 9 dan 8,3%, sedang tanaman tomat yang diperlakukan dengan Benomy tingkat keparahan penyakit mencapai 27,8% dan yang tidak dikendalikan keparahan penyakit mencapai 100% (Ghufron *et al.*, 2017). Penelitian lain menunjukkan aplikasi *G. virens* dapat menekan terjadinya penyakit rebah semai tanaman kapas yang disebabkan oleh *Phytophthora ultimum* dan *Rhizoctonia solani* sebesar lebih dari 50% (Howell, 1982). Walaupun sudah ada penelitian penggunaan *Trichoderma* spp untuk mengendalikan layu *Fusarium* tapi belum ada penelitian penggunaan *Gliocladium* untuk mengendalikan layu *Fusarium*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian jamur *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, dan kombinasi *T.harzianum* dengan *G.virens* untuk perlakuan benih tomat dalam menekan penyakit *Fusarium*.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman (LPHPT), Bantul, DIY. Penelitian menggunakan uji *in vitro* dilanjutkan *in vivo* yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan yaitu kontrol tanpa perlakuan, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, *F. oxysporum* + *T. harzianum*, *F. oxysporum* + *G. virens* dan kombinasi *Fusarium* +*T.harzianum*+ *G.virens*. Dengan demikian seluruhnya terdapat 28 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdiri dari 20 tanaman, sehingga terdapat 560 unit tanaman.

### **Perbanyak Patogen dan Agen Hayati**

Isolat *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens* merupakan koleksi LPHPT Bantul. Masing-masing jamur ditumbuhkan pada media PDA di cawan petri secara tersendiri untuk digunakan pada pengujian selanjutnya.

### **Uji Antagonis In Vitro**

Uji antagonis agen hayati *T. harzianum* dan *G. virens* terhadap jamur *F.oxysporum* dilakukan secara *in vitro* dengan metode kultur ganda (*dual culture*)

di media PDA pada cawan petri (diameter 9 cm). Isolat jamur agen hayati *T. harzianum* dan *G. virens* dan jamur patogen *F.oxysporum* dipotong dengan diameter 5 mm. Pada kontrol, isolat *F.oxysporum* diletakkan di tengah cawan petri. Untuk uji antagonisme masing-masing agen hayati, isolat *T. harzianum* atau *G. virens* diletakkan secara berhadapan jamur patogen *F.oxysporum* dengan jarak 3 cm pada garis tengah cawan petri. Untuk uji antagonisme *T. harzianum+G. virens vs F.oxysporumi*, isolat patogen diletakkan berseberangan dengan kedua isolat agen hayati dengan jarak masing-masing 3 cm. Semua isolat tersebut diinkubasikan pada suhu ruang ( $28\pm 1^{\circ}$  C), dan diamati tiap hari selama 7 hari. Tingkat antagonisme diukur sebagai persentase daya hambat pertumbuhan jamur *F.oxysporum* yang dihitung dengan rumus  $[(a-b)/a]\times 100$ , dimana a adalah diameter isolat *F.oxysporum* pada kontrol dan b adalah diameter isolat *F.oxysporum* pada perlakuan agen hayati (Gothandapani *et al.*, 2014). Mekanisme antagonisme diamati pada pertumbuhan miselium agen hayati dan pathogen pada cawan petri dan di bawah mikroskop sesuai kriteria Trigiano *et al.* (2008) sebagai berikut: (a). Kompetisi, apabila pertumbuhan jamur antagonis lebih cepat untuk memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm dan miselium jamur antagonis menutupi miselium patogen. Pada daerah kontak, hifa patogen mengalami lisis; (b). Antibiosis, apabila di antara jamur patogen dengan jamur antagonis terbentuk zona kosong, terdapat perubahan bentuk hifa patogen, dan dihasilkan pigmen di permukaan bawah koloni jamur antagonis; (c). Parasitisme, apabila hifa jamur antagonis tumbuh di atas hifa patogen, pada daerah kontak ditemukan hifa jamur antagonis.

### Uji Efikasi *In Vivo*

Uji efikasi *in vivo* dilakukan dengan perlakuan benih dan menumbuhkan benih tersebut pada tanah yang diinfeksi *F. oxysporum*, sedang untuk kontrol benih direndam akuades steril. Perlakuan benih tomat dilakukan dengan cara merendam benih dalam suspensi agen hayati selama 25 menit sesuai dengan perlakuan, yaitu: 1). suspensi *Trichoderma harzianum* konsentrasi  $10^7$  spora/mL, 2). suspensi *Gliocladium virens* konsentrasi  $10^7$  spora/mL, 3). kombinasi agensia hayati *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* konsentrasi  $10^7$  spora/mL. Untuk masing-masing perlakuan direndam 100 benih tomat. Benih tomat yang sudah diperlakukan disemai pada *potray* yang diisi media tanah dan pupuk kandang yang sudah disterilkan kemudian diletakan di dalam *screenhouse*. Pada persemaian diamati Daya berkecambah, Indeks vigor, Potensi tumbuh benih dan Koefisien perkecambahan. Selanjutnya untuk mengetahui efektifitas agen hayati dalam mencegah layu *Fusarium*, bibit yang sudah diperlakukan tersebut ditanam pada polybag yang diinokulasi jamur *F.oxysporum*. Inokulasi dilakukan 7 hari sebelum tanam, dengan cara menyiramkan suspensi *F.oxysporum* sebanyak 10 mL di atas permukaan tanah dalam polybag (20 cm x 20 cm). Bibit tomat berumur 21 hari dipindah tanam dari *potray* ke dalam polybag yang sudah diinokulasi *F.oxysporum*, setiap polybag ditanami satu bibit. Bibit Kontrol tanpa perlakuan (T0) ditanam pada tanah steril, bibit Kontrol dengan perlakuan (T1) ditanam pada tanah yang diinokulasi *F.oxysporum*. Sebagian bibit yang diberi perlakuan *T.harzianum* (T2) atau *G.virens* (T3) ditanam pada tanah steril untuk pembandingan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada umur 1 hsi (hari setelah inokulasi) sampai 2 hsi belum terlihat penghambatan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* oleh *T.harzianum* dan atau *G.virens*. Pertumbuhan patogen *Fusarium* pada masing-masing perlakuan mulai mengalami penghambatan pada umur 3 hsi sampai 7 hsi. Diameter pertumbuhan jamur *F.oxysporum* yang diberi perlakuan *T.harzianum* atau *G.virens* nyata lebih kecil daripada *Fusarium* tanpa agensia hayati (Tabel 1). Menurut Gothapani *et al.* (2014) penghambatan koloni patogen dari uji biakan ganda terjadi saat pertumbuhan jamur antagonis dan jamur patogen mengalami kontak. Pada umur 3 hsi sampai 7 hsi diketahui diameter *Fusarium* (kontrol) nyata lebih besar daripada perlakuan lainnya. Diameter *F. oxysporum yang diberi perlakuan T. harzianum* menunjukkan pertumbuhan patogen yang rendah daripada *F. oxysporum* tanpa jamur antagonis (kontrol) tetapi tidak berbeda nyata dengan pertumbuhan *F. oxysporum yang diberi perlakuan G. virens* atau kombinasi *T.harzianum + G.virens* (Tabel 1). Semakin kecil pertumbuhan koloni patogen maka semakin tinggi daya hambat jamur antagonis yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *T. harzianum* dan *G. virens* merupakan jamur antagonis yang pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan jamur patogen karena adanya aktivitas persaingan tumbuh, ruang dan nutrisi dari jamur *T. harzianum* dan *G. virens* terhadap pathogen *F. oxysporum*. Yulianto (2014) menyebutkan, tingkat pertumbuhan antagonis yang tinggi menentukan aktivitas dalam menekan patogen target dengan kompetisi ruang dan nutrisi.

Tabel 1. Rerata diameter pertumbuhan jamur *Fusarium* (cm)

Perlakuan	1 hsi	2 hsi	3 hsi	4 hsi	5 hsi	6 hsi	7 hsi
<i>F. oxysporum</i> (kontrol)	0,8 a	2,5 a	4,1 a	5,8 a	7,0 a	7,5 a	9,0 a
<i>F. oxysporum vs. T. harzianum</i>	0,7 a	1,9 a	2,5 b	2,7 b	2,9 b	3,1 b	3,1 b
<i>F. oxysporum vs. G. virens</i>	0,7 a	2,1 a	2,7 b	2,8 b	3,0 b	3,1 b	3,1 b
<i>F. oxysporum vs. T. harzianum + G.virens</i>	0,5 a	1,5 a	2,0 b	2,2 b	2,4 b	2,5 b	2,5 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hsi: hari setelah inokulasi.

Pemberian *T.harzianum* dan *G.virens* memberikan pengaruh nyata pada penekanan pertumbuhan *Fusarium*. Persentase daya hambat *T. harzianum*, *G. virens*, dan kombinasi *T.harzianum + G.virens* terhadap *F. oxysporum* tidak berbeda nyata (Tabel 2). Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu adanya kesamaan fungsi antagonis dari *T. harzianum* dan *G. virens* sehingga tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dari perlakuan tersebut. Penelitian Jangir *et al.* (2019) menunjukkan bahwa *T. harzianum* mempunyai sifat antagonisme yang sangat kuat terhadap *F. oxysporum* dengan persentase daya hambat mencapai 73,3%.

Tabel 2. Rerata persentase daya hambat jamur *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, dan kombinasi *T.harzianum* + *G.virens* terhadap *Fusarium oxysporum*

Perlakuan	1 hsi	2 hsi	3 hsi	4 hsi	5 his	6 hsi	7 hsi
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i>	18 a	21,3 a	37,3 a	51,8 a	57,3 a	56,8 a	64,8 a
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i>	15 a	17,8 a	35,0 a	36,8 a	57,8 a	58,0 a	65,5 a
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i>	38 a	34,5 a	47,5 a	59,0 a	64,3 a	64,0 a	71,8 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.  
hsi : hari setelah inokulasi.

Tabel 3. Mekanisme Antagonisme *T. harzianum* dan *G. virens* terhadap *F. oxysporum*

Perlakuan	Kompetisi	Antibiosis	Parasitisme
Penghambatan Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> oleh <i>T. harzianum</i>	+	-	+
Penghambatan Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> oleh <i>G. virens</i>	+	-	+
Penghambatan Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> oleh Kombinasi <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i>	+	-	+

Keterangan: + : terjadi mekanisme antagonis; - : tidak terjadi mekanisme antagonis

Mekanisme antagonisme jamur *T. harzianum* dan *G. virens* terhadap *F. oxysporum* bersifat kompetisi dan parasitisme (Tabel 3). Mekanisme kompetisi dapat dilihat dari pertumbuhan masing-masing jamur yang saling bersentuhan dan tidak terbentuk zona hambatan maupun pertumbuhan salah satu koloni jamur yang menumpang koloni jamur lainnya. Mekanisme parasitisme, apabila hifa jamur antagonis tumbuh diatas hifa patogen, pada daerah kontak ditemukan hifa jamur antagonis melilit hifa patogen, serta mengalami lisis sesuai kriteria Trigiano *et al.* (2008). Menurut Raka (2006) mekanisme kompetisi terjadi karena terdapat dua mikroorganisme yang secara langsung memerlukan nutrisi yang sama. Menurut Agustina (2013) *Trichoderma* sp. dapat menekan pertumbuhan patogen dengan cara melilit hifa patogen, mengeluarkan enzim  $\beta$ -1,3 glukonase dan kitinase yang dapat menembus dinding sel inang. Selanjutnya Sudhanta (2010) menyatakan bahwa jamur endofit dan saprofit apabila ditumbuhkan bersama pada medium PDA dalam satu cawan petri tidak saling menghambat pertumbuhan, artinya kedua jamur ini di dalam tanah dapat bersinergis dalam mengendalikan jamur *F. oxysporum*. Penelitian Mukherjee *et al.* (1995)

menunjukkan bahwa *G. virens* bersifat parasitik terhadap hifa dan sklerosia jamur *Rhizoctonia solani*.

Tabel 4. Daya berkecambah, Indeks vigor, Potensi tumbuh benih dan Koefisien perkecambahan benih yang diberi perlakuan agen hayati dan tanpa perlakuan

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)	Indeks Vigor	Potensi Tumbuh Benih	Koefisien Perkecambahan
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	88 a	4,1 d	97 a	97 a
<i>Trichoderma harzianum</i> (T4)	88 a	5,3 b	97 a	97 a
<i>Gliocladium virens</i> (T5)	90 a	4,8 c	98 a	98 a
<i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	91 a	5,9 a	100 a	100 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.  
hss : hari setelah semai

Perlakuan benih dengan *T. harzianum* atau *G. virens* atau *T. harzianum* + *G. virens* tidak berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, potensi tumbuh benih dan koefisien perkecambahan, namun berpengaruh nyata terhadap indeks vigor (Tabel 4). Indeks vigor pada perlakuan kombinasi *Fusarium* +*T.harzianum* +*G.virens* (T6) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan benih kontrol (T0) paling rendah indeks vigornya (Tabel 4). Hal ini dikarenakan benih tomat yang diberi perlakuan perendaman suspensi *T. harzianum* dan *G. virens* dapat menyerap nutrisi lebih baik dari pada benih tanpa perlakuan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Zheng & Shetty (2000) bahwa *Trichoderma* spp. menginduksi produksi senyawa fenolik selama perkecambahan biji dan senyawa fenolik yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. menyebabkan peningkatan indeks vigor benih.

Tabel 5. Parameter tinggi tanaman (cm)

Perlakuan	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	18,75 b	29,67 d	40,16 d
<i>F. oxysporum</i> (T1)	18,83 b	30,83 cd	41,89 cd
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	18,58 b	34,17 bcd	48,33 b
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	18,83 b	37,50 ab	47,33 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	17,83 b	29,67 d	43,91 bcd
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	19,50 b	36,33 bc	45,83 bc
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	25,41 a	42,83 a	58,16 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst : hari setelah tanam.

Tinggi tanaman tomat umur 14 hst, 21 hst dan 28 hst pada perlakuan kombinasi *Fusarium* + *T. harzianum* + *G.virens* (T6) nyata lebih tinggi daripada perlakuan lainnya (Tabel 5). Hal ini menunjukkan pemberian jamur *T.harzianum* dan *G.virens* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena keberadaan agen antagonis selain mampu menekan perkembangan penyakit juga dapat menyediakan zat pengatur tumbuh. Hal ini didukung oleh Chet *et al.* (1979) bahwa cendawan *T.harzianum* telah digunakan dalam percobaan pengendalian hayati yang menunjukkan dapat meningkatnya kemampuan pertumbuhan tanaman. Beberapa spesies *Trichoderma* dan *Gliocladium* terbukti juga dapat menghasilkan zpt seperti *Indol Acetid Acid* (IAA), spesies *Trichoderma* akan mengkoloni dan tumbuh berasosiasi dengan perakaran tanaman (Harman *et al.*, 2004a).

Tabel 6. Parameter jumlah daun (helai)

Perlakuan	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	12,83 c	17,83 b	27,50 d	35,25 c
<i>F. oxysporum</i> (T1)	13,33 c	17,83 b	27,83 cd	35,00 c
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	13,16 c	17,16 b	32,58 bc	43,42 b
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	14,41 bc	18,00 b	36,83 b	46,83 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	12,91 c	16,83 b	29,08 cd	40,67 bc
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	15,42 ab	18,58 b	35,75 b	43,33 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	17,17 a	22,83 a	42,91 a	57,33 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst : hari setelah tanam.

Tanaman tomat yang diberi perlakuan kombinasi *Fusarium* vs. *T.harzianum* + *G.virens* (T6) memiliki rerata jumlah daun nyata lebih banyak dari pada jumlah daun pada perlakuan lainnya pada umur 7 hst, 14 hst, 21 hst dan 28 hst. Tidak terdapat beda nyata jumlah daun pada tanaman yang diberi perlakuan *T. harzianum* dengan *G. virens* yang dikombinasikan, karena keduanya menghasilkan senyawa fitohormon yang dapat memacu dalam proses perkembangan dan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* spp. mampu memacu pertumbuhan karena dapat mengendalikan patogen, meningkatkan serapan hara, meningkatkan metabolisme karbohidrat dan fotosintesis serta mampu mensintesa fitohormon indole acetic acid (IAA), dan mengatur keseimbangan hormone IAA, asam giberelin dan etilen (Stewart & Hill, 2014).



Tabel 7. Parameter bobot segar akar (gram)

Perlakuan	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	0,15 d	0,66 ab	0,93 bc
<i>F. oxysporum</i> (T1)	0,25 cd	0,58 b	0,68 c
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	0,48 bc	0,79 ab	1,08 b
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	0,58 ab	0,75 ab	0,90 bc
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	0,36 bc	0,63 b	0,91 bc
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	0,47 bc	0,77 ab	1,07 bc
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	0,66 a	1,01 a	1,62 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst : hari setelah tanam.

Penimbangan bobot segar akar pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 hst dilakukan untuk melihat hari kritis pada bobot akar terbaik. Pada perlakuan kombinasi *F. oxysporum* vs. *T.harzianum* + *G.virens* bobot segar akar nyata lebih tinggi daripada perlakuan lainnya (Tabel 7). Hal ini karena pada jamur *Trichoderma* diketahui dapat tumbuh berasosiasi dengan perakaran. Sedangkan *Gliocladium* dapat menyediakan ketersediaan hara untuk tanaman sehingga dapat meningkatkan bobot segar akar. Menurut Harman *et al* (2004a) pada jamur *Trichoderma* akan mengkoloni dan tumbuh berasosiasi dengan perakaran tanaman, sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara dengan lebih baik.

Tabel 8. Parameter bobot kering akar (gram)

Perlakuan	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	0,15 b	0,27 b	0,31 b
<i>F. oxysporum</i> (T1)	0,14 b	0,21 b	0,26 b
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	0,14 b	0,27 b	0,41 b
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	0,19 ab	0,26 b	0,45 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	0,16 ab	0,27 b	0,32 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	0,23 ab	0,39 ab	0,47 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	0,24 a	0,45 a	0,82 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst: hari setelah tanam.

Bobot kering akar selaras dengan bobot segar akar pada umur 14 hst, 21 hst, dan 28 hst perlakuan kombinasi *Fusarium* +*T.harzianum* +*G.virens* (T6) nyata lebih besar daripada perlakuan lainnya (Tabel 8). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian agensia hayati mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan baik sehingga terbentuk rambut-rambut akar yang baik. Jamur *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman dan terbentuknya rambut-rambut akar yang banyak juga meningkatkan

kemampuan menyerap hara dari dalam tanah sehingga meningkatkan dalam bobot kering akar tanaman (Djarmiko & Slamet, 1997).

Tabel 9. Parameter volume akar (mL)

Perlakuan	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	0,15 e	0,40 b	1,50 c
<i>F. oxysporum</i> (T1)	0,25 de	0,54 b	1,50 c
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	0,48 bc	0,66 ab	1,50 c
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	0,58 ab	0,62 ab	1,50 c
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	0,36 cd	0,67 ab	1,50 c
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	0,47 bc	0,79 ab	2,00 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	0,66 a	1,01 a	2,10 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst : hari setelah tanam.

Pada perlakuan kombinasi dari *Fusarium* vs. *T.harzianum* + *G.virens* (T6) umur 14 hst, 21 hst, 28 hst mempunyai pengaruh baik dalam perkembangan akar yang mampu menyerap dengan baik hara-hara yang ada pada *Trichoderma* dan *Gliocladium* (Tabel 9). Hal ini selaras dengan bobot segar akar dan bobot kering akar pada pertumbuhan tanaman tomat. Penyerapan air melalui akar dipengaruhi oleh turgiditas sel, diselubungi oleh hifa pada daerah rhizosfer sehingga berfungsi sebagai rambut-rambut akar, dan meningkatkan volume akar (Djarmiko & Slamet 1997).

Tabel 10. Parameter persentase tanaman yang diserang *F. oxysporum* (%)

Perlakuan	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d
<i>F. oxysporum</i> (T1)	20 a	27,5 a	37,5 a	72,5 a
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	7,5 b	15,0 b	17,5 b	20,0 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	5,0 b	12,5 bc	17,5 b	20,0 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	0,0 bc	5,0 bc	5,0 b	10,0 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. hst : hari setelah tanam.

Pada tanaman Kontrol tanpa perlakuan (T1) dan tanaman yang diberi perlakuan *T.harzianum* (T2) atau *G.virens* (T3) yang ditanam pada tanah tanpa inokulasi *F. oxysporum* tidak ada yang terserang *F. oxysporum*, hal ini menunjukkan bahwa benih yang dipakai tidak tertular atau terinfeksi *F. oxysporum*. Persentase tanaman terserang umur 7 hst, 14 hst, 21 hst dan 28 hst pada perlakuan *F. oxysporum* (T1) nyata lebih besar daripada semua perlakuan (Tabel 10). Hal ini terjadi karena pada perlakuan *F. oxysporum* (T1) tidak

diberikan agen antagonis sehingga tidak dapat melindungi tanaman dari serangan *F. oxysporum*. Gejala layu *Fusarium* secara visual pada tanaman yang terinfeksi adalah tepi bawah daun menjadi kuning tua, merambat ke bagian dalam secara cepat sehingga seluruh permukaan daun tersebut menguning (Srinivas *et al.*, 2019). Gejala tersebut muncul karena patogen *F. oxysporum* yang terus berpenetrasi ke dalam jaringan tanaman. Tanaman yang diberi perlakuan kombinasi agen hayati *T. harzianum* dan *G. virens* terlihat dapat menekan serangan *F. oxysporum* lebih baik dari pada apabila kedua agen hayati tersebut diaplikasikan secara terpisah (Tabel 10). Sudhanta (2010) menunjukkan bahwa *Trichoderma* dan *Gliocladium* mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit layu *Fusarium*.

Pengamatan keparahan penyakit pada perlakuan *Fusarium* (T1) secara tunggal terlihat nyata lebih tinggi daripada perlakuan lainnya (Tabel 11). Hal ini dapat disebabkan tidak adanya hambatan dari agensia hayati bagi patogen untuk menginfeksi dan berinvansi di dalam jaringan tanaman. Infeksi *F. oxysporum* pada akar tanaman tomat yang rentan dapat berkembang ke xilem dan berlanjut ke batang yang mengakibatkan gangguan transportasi air, sehingga muncul gejala penguningan pada daun (Srinivas *et al.*, 2019). Pada tanaman yang diberi perlakuan kombinasi jamur antagonis *T. harzianum* dan *G. virens* nyata mampu menekan keparahan penyakit akibat serangan patogen *F. oxysporum* lebih baik dari pada jika kedua jamur antagonis tersebut diaplikasikan sendiri-sendiri. Menurut Purwantisari & Hastuti (2009) *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. selain memiliki mekanisme pengendalian yang spesifik target, jamur juga dapat mengkoloni rizosfer dengan cepat dan melindungi akar dari serangan jamur patogen.

Tabel 11. Parameter keparahan penyakit (%)

Perlakuan	Rerata Keparahahan Penyakit (%)
Kontrol Tanpa Perlakuan (T0)	0,0 c
<i>F. oxysporum</i> (T1)	54,2 a
<i>Trichoderma harzianum</i> (T2)	0,0 c
<i>Gliocladium virens</i> (T3)	0,0 c
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T. harzianum</i> (T4)	7,5 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>G. virens</i> (T5)	5,9 b
<i>F. oxysporum</i> vs. <i>T.harzianum</i> + <i>G.virens</i> (T6)	1,7 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

## KESIMPULAN

*Jamur T.harzianum* dan *G.virens* mempunyai sifat antagonis terhadap jamur patogen *F. oxysporum* dengan mekanisme kompetisi dan parasitisme. Perlakuan benih tomat dengan kombinasi *T.harzianum* dan *G.virens* dapat menekan serangan *F. oxysporum* lebih baik dari pad ajika diaplikasikan terpisah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada LPHPT (Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tumbuhan), Bantul yang telah menyediakan tempat dan fasilitas penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N., 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Edisi Ketiga. UGM-Press, Yogyakarta.
- Agustina, I, 2013. Uji Efektifitas Jamur Antagonis *Trichoderma sp.* dan *Gliocladium sp.* Untuk Mengendalikan Penyakit Lanas (*Phytophthora nicotianae*) Pada Tanaman Tembakau Deli (*Nicotiana tabaccum L.*). [Skripsi]. USU. Medan
- Bertoldo, C., Gilardi, G., Spadaro, D., Gullino, M.L. & Garibaldi, A. 2015. Genetic diversity and virulence of Italian strains of *Fusarium oxysporum* isolated from *Eustoma grandiflorum*. *European Journal of Plant Pathology* 141: 83–97.
- Cha, J.Y., Han, S., Hong, H.J., Cho, H., Kim, D., Kwon, Y., Kwon, S.K., Crüsemann, M., Lee, Y.B., Kim, J.F., Giaever, G., Nislow, C., Moore, B.S., Thomashow, L.S., Weller, D.M. & Kwak Y.S. 2016. Microbial and biochemical basis of a *Fusarium* wilt suppressive soil. *ISME Journal* 10: 119-129
- Chet, I., Y. Hadar, J. Katan and Y. Henis. 1979. *Biological Control of Soil-Borne Plant Pathogens by Trichoderma harzianum*. In *Soil Borne Plant Pathogens*. Eds. B. Schippers and W. Gams. pp. 585- 592. Academic Press, London
- Djatmiko & Slamet 1997. Efektivitas *Trichoderma harzianum* dalam sekam padi dan bekatul terhadap pato-genitas *Plasmodium brassicae* pada tanah latosol dan andosol. *Majalah Imiah UNSOED*. 2: 10-22
- Ferrigo, D., Raiola, A., & Scopel, C., 2014. *T.harzianum* T22 induces in maize systemic resistance against *Fusarium verticillioides*. *Journal of Plant Pathology* 96(1):133-142.
- Fravel, D., Olivain, C., & Alabouvette, C. 2003. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New phytologist*: 157: 493–502.
- Gava, C.A.T & Pinto, J.M. 2016. Biocontrol of melon wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. melonis using seed treatment with *Trichoderma* spp. and liquid compost. *Biological Control*. 97: 13-20.
- Gothandapani, S., Boopalakrishnan, G., Prabhakaran, N., Chethana, B.S., Aravindhan, M., Saravanakumar, M. & Ganeshan, G. 2014. Evaluation of entomopathogenic fungus against *Alternaria porri* (Ellis) causing purple blotch disease of onion. *Journal. Phytopathology and Plant Protection* 48: 135-144.
- Ghufron, M., Nurcahyanti, S.D., & Wahyuni, W.S. 2017. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium* dengan *Trichoderma sp.* pada Dua Varietas Tomat J. *Agrotek. Trop.* 6 (1): 29-34
- Harman, G. E., Petzoldt R., Comis A., Chen J. 2004a. Interaction between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and Maize Inbred Line Mo17 and Effects of These Interactions on Disease Caused by *Phyitium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Journal Phytopathology* 94: 147–153.

- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004b. *Trichoderma* species, opportunistic, avirulent plantsymbionts. *Nature Reviews Microbiology* 2:43–56.
- Howell, C.R. 1982. Effect of *Gliocladium virens* on *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, and damping-off of cotton seedlings. *Phytopathology* 72: 496-498.
- Jangir, M., Sharma, S. & Sharma, S. 2019. Target and non-target effects of dual inoculation of biocontrol agents against Fusarium wilt in *Solanum lycopersicum*. *Biological Control* 138: 104069. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104069>.
- Khan, N., Maymon, M., Hirsch, A.M. 2017. Combating Fusarium infection using bacillus- based antimicrobials. *Microorganisms* 5: 75
- McGovern, R.J. 2015. Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*, *Crop Protection* 73: 78-92.
- Mukherjee, P. K., Mukhopadhyay, A. N., Sarmah, D. K. & Shrestha, S. M. 1995. Comparative Antagonistic Properties of *Gliocladium virens* and *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*—its Relevance to Understanding the Mechanisms of Biocontrol. *Journal of Phytopathology* 143: 275-279.
- Purwantisari, S. & Hastuti, R.B. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma Jurnal* 11(1):24-32.
- Raka, I.G. 2006. *Eksplorasi dan Cara Aplikasi Agensia Hayati Trichoderma sp. Sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura
- Sudhanta, I. M, 2010. Pengujian Beberapa Jenis Jamur Endofit Dan Saprofit *Trichoderma* Spp. Terhadap Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Kedelai. [Skripsi]. Universitas Mataram.
- Supriati, Y. & Siregar, F. D. 2009. *Bertanam Tomat dalam Pot dan Polybag*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Srinivas, C., Devi, D.N., Murthy, K.N., Mohan, C.D., Lakshmeesha, T.R., Singh, B., Kalagatur, N.K., Niranjana, S.R., Hashem, A., Alqarawi, A.A., Tabassum, B., Abd\_Allah, E.F., Nayaka, S.C. & Rakesh K. Srivastava, R.K. 2019. *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity— A review, *Saudi Journal of Biological Sciences* 26: 1315-1324
- Stewart, A. & Hill, R. 2014. Applications of *Trichoderma* in Plant Growth Promotion, In: Editor(s): Vijai K. Gupta, Monika Schmoll, Alfredo Herrera-Estrella, R.S. Upadhyay, Irina Druzhinina, Maria G. Tuohy, *Biotechnology and Biology of Trichoderma*, Elsevier, pp.415-428.
- Stinson, M., Ezra, D., Hess, W.M., Sears, J. & Strobel, G. 2003. An endophytic *Gliocladium* sp. of *Eucryphia cordifolia* producing selective volatile antimicrobial compounds. *Plant Science* 165: 913-922.
- Trigiano, R. N., Windham, M. T. & Windham, A. S. 2008. *Plant pathology: Concepts and laboratory exercises*. Second Edition. New York: CRC Press. p. 558

- Yulianto, E. 2014. Evaluasi Potensi Jamur Agen Antagonis dalam Menghambat Patogen *Fusarium* sp. pada Tanaman Jagung. [Skripsi]. Universitas Bengkulu.
- Zheng, Z & K. Shetty. 2000. Enhancement of Pea (*Pisum Sativum*) Seedling Vigour And Associated Phenolic Content By Extracts Of Apple Pomace Fermented With *Trichoderma* spp. *Process Biochemistry* 36: 79-84.