

## Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai

Erny Qurotul Ainy\*, Restiyani Ratnayani, Lela Susilawati

Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Jl. Marsda Adisucipto No. 1 Yogyakarta

E-mail: qurotul.ainy@gmail.com

**Abstract:** *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum acutatum* merupakan kapang penyebab penyakit antraknosa yang mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan kapang patogen *Colletotrichum* dan mengetahui mekanisme antagonis yang terjadi di antara kedua jenis kapang tersebut. Uji antagonis dilakukan dengan dua metode yaitu metode *dual culture* dan *culture filtrate*. Selain itu juga dilakukan pengamatan mikroskopis untuk mengetahui adanya perubahan morfologi hifa. Pengamatan terhadap pertumbuhan miselium pada metode *dual culture* menunjukkan bahwa *T.harzianum* menekan pertumbuhan *C. capsici* dan *C. acutatum* masing-masing sebesar 28,5% dan 30,4%. Adapun pengujian dengan metode *culture filtrate* menunjukkan bahwa persentase penghambatan pertumbuhan *C. capsici* dan *C. acutatum* oleh *T.harzianum* masing-masing sebesar 22,2% dan 37,5%. Mekanisme antagonis yang terjadi antara *T. harzianum* dan *C.capsici* dan *C.acutatum* diperkirakan berupa kompetisi dan antibiosis.

**Keywords:** antagonistic, *Trichoderma harzianum*, *Colletotrichum*, antraknosa

### 1. PENDAHULUAN

*Colletotrichum* merupakan kapang patogen penyebab penyakit antraknosa pada berbagai I jenis tanaman, seperti: sayuran, buah, dan lainnya. Penyakit antraknosa dapat muncul pada bagian daun, batang, dan buah tanaman inang. Pada budidaya cabai, antraknosa disebabkan oleh kapang-kapang jenis *C.capsici*, *C. acutatum* dan *C. gloeosporioides* (Rajapakse & Ranasinghe, 2002). Penurunan kuantitas dan kualitas produksi cabai merupakan implikasi langsung dari serangan kapang *Colletotrichum*.

Selain penggunaan kultivar resisten, pengendalian penyakit antraknosa juga mengaplikasikan pengontrolan penyakit dengan bahan kimia. Pemakaian fungisida sintetik yang intensif berimplikasi pada akumulasi senyawa toksik yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan, serta mengakibatkan resistensi pada hama penyakit. Oleh karena itu, aplikasi agen biokontrol baik berupa kultur atau filtrat kultur dari agen biokontrol, serta ekstrak tanaman, baik secara tunggal ataupun kombinasi, menjadi metode yang potensial untuk

dikembangkan dalam pengontrolan penyakit tanaman (Cook, 1985)

*Trichoderma harzianum* merupakan kapang tanah yang bersifat saprofit yang dikenal sebagai agen biokontrol antagonis yang efektif terhadap sejumlah kapang fitopatogen (Gveroska & Jugoslav, 2011) seperti *Fusarium* sp (Hartal *et al.*, 2010), *Phytophthora* sp, dan *Botrytis* sp (Freeman *et al.*, 2004). Sebagian strain of *Trichoderma* merupakan organisme *strong opportunistic invader*, pertumbuhannya cepat, dan penghasil antibiotik (Woo *et al.*, 2008). Beberapa penelitian melaporkan bahwa aktivitas antagonistik *Trichoderma* dihasilkan melalui mekanisme yang berbeda, seperti produksi antibiotik, kompetisi untuk nutrisi dan ruang, serta produksi enzim-enzim hidrolitik (Saragih *et al.*, 2006; Liswarni *et al.*, 2007). *T. harzianum* berpotensi besar dalam mengontrol antraknosa pada tanaman cabai yang diakibatkan oleh kapang patogen *Colletotrichum*. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh antagonis secara *in vitro* kapang *T.harzianum* terhadap *C.acutatum* dan *C. capsici*, kapang patogen penyebab penyakit antraknosa.



## 2. METODE

Actinomycet berasal dari bahasa Yunani, “atkis” yang berarti sinar dan “mykes” yang berarti jamur dan organisme ini memiliki sifat seperti bakteri dan fungi (Das, et.al., 2008). Dalam kajian taksonomi, actinomycet digolongkan sebagai bakteri satu kelas dengan Schizomycetes, tetapi terbatas pada ordo Actinomycetales (Kumar. et.al., 2005; Gayathri and Muralikhrisan, 2013). Actinomycet merupakan bakteri gram positif dengan rasio Guanin (G) + Cytosin (C) yang tinggi pada DNA (> 55 mol %), di mana secara filogenetik berkaitan antara katalog 16S ribosomal dan DNA atau studi pasangan rRNA (Goodfellow and Williams, 1983 dalam Gayathri and Muralikhrisan, 2013). Actinomycet juga merupakan komponen utama populasi mikroba yang ada dalam tanah (Correa. et.al. 2010). Mikroba ini memiliki banyak jenis dan bersifat aerobik, memiliki miselia yang memiliki peran ekologis dalam daur nutrisi tanah (Correa. et.al, 2010).

Keistimewaan lain dari Actinomycet adalah prokaryota ini mampu menghasilkan senyawa aktif yang berupa antibiotic, *Plant Growth Factor*, antioksidan, herbisida, pestisida, anti parasit, serta enzim selulase dan xilanase (Oskay, et.al 2004; Bojar, et.al 2006). Hampir 80% antibiotik di dunia diketahui berasal dari Actinomycet. Sebagian besar berasal dari genus *Streptomyces* dan *Micromonospora* (Pandey. et.al, 2004; Kumar, et.al 2010). Sehingga pada dekade ini Actinomycet telah banyak dieksplorasi untuk penghasil bahan baku obat terutama untuk penyakit akibat infeksi bakteri pathogen pada manusia, hewan maupun tumbuhan. Indikasi perlawanan Actinomycet terhadap bakteri pathogen dapat diukur dengan pembentukan zona hambat pada pertumbuhan bakteri pathogen oleh senyawa antibiotic dari Actinomycet (Kumar, et.al 2010; George, et.al, 2012).

Seiring dengan semakin sedikitnya senyawa bioaktif yang diperoleh dari Actinomycet terestrial, actinomycet dari berbagai jenis lingkungan mulai dilakukan *screening* untuk mengetahui kemampuannya dalam memproduksi metabolit sekunder yang baru (Gayathri and Muralikhrisan, 2013). Saat ini, mikroba dari tanah maupun laut telah banyak diketahui kemampuannya sebagai penghasil antimikrobia, antivirus, antitumor, antikoagulan, antidiabetik dan senyawa pemacu aktivitas jantung. Efek antibiotik actinomycet telah banyak digunakan dalam bidang pertanian, peternakan, dan industri farmasi (Gayathri and Muralikhrisan, 2013). Eksplorasi dan studi terbaru telah difokuskan pada kelompok Actinomycet minor, termasuk spesies yang sulit diisolasi dan dikultivasi, selain itu mikroba ini juga ditemukan hidup dalam kondisi ekstrim seperti lingkungan basa dan asam (Lazzarini

et. 2000 dan Phoebe. Et.al. 2001). Meski demikian, sebagian besar Actinomycet tanah dapat tumbuh optimum pada kondisi netral maupun basa lemah, sehingga prosedur isolasinya tetap berdasarkan karakter neutrofil. Beberapa metode isolasi selektif telah banyak dikembangkan oleh banyak peneliti.

Actinomycet juga ditemukan dalam jaringan tanaman sebagai endofit (Okazaki, 2003; Inderiyati, 2010; Qin, 2011). Isolasi Actinomycet endofit dari berbagai tanaman pada dua dasawarsa terakhir telah banyak dilakukan, dari hampir semua bagian vaskular tumbuhan terna maupun tumbuhan berkayu. Beberapa diantaranya adalah: rimpang jahe dan temulawak (Taechowisan, 2003); tomat (Tan, 2005); Bayam (Kafur, 2011), jeruk (Kandpal, 2012), akar dan daun Jagung (De'araujo, et.al.2000), akar dan batang pisang (Cao, et.al. 2004). Maka dari itu, Actinomycet endofitik yang berada dalam jaringan tanaman merupakan komponen penting dari keanekaragaman hayati mikroorganisme. Actinomycet endofit dapat menghasilkan metabolit antimikrobia dalam jaringan tanaman seperti pada species *Streptomyces* yang sudah terkenal penghasil senyawa antibiotik baru. Shimizu et al (2011) berasumsi bahwa jika Actinomycet endofit yang diisolasi dari tanaman di lapangan dapat berkembang dengan baik di jaringan pada saat pembenihan, benih juga menjadi resisten terhadap berbagai macam penyakit tanaman. Keberadaan Actinomycet dalam jaringan tanaman tidak mengganggu keberadaan bakteri lain di dalam tanah, selain itu dapat memperbaiki dan mempercepat pertumbuhan tanaman inang, dan juga mengurangi gejala penyakit dan berbagai kondisi cekaman lingkungan (Hasegawa. et.al. 2006)

Isolat kapang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapang patogen *C.acutatum* TCK1 dan *C.capsici* TCKR2, dan *T.harzianum* sebagai agen biokontrol. Isolat *C.acutatum* TCK1 dan *C.capsici* TCKR2 diisolasi dari lesi pada buah cabai yang terinfeksi antraknosa, sedangkan isolat kapang antagonis *T.harzianum* diperoleh dari koleksi kultur Laboratorium Pengamatan Hama Penyakit dan Tanaman (LPHPT) Bantul, Yogyakarta. Kultur stok ketiga isolat dipelihara dalam media *potato dextrose agar* (PDA). Kultur kerja diperoleh dengan mentransfer potongan miselium masing-masing isolat ke media PDA pada cawan petri dan diinkubasi selama tujuh hari pada suhu ruang.

### 2.1 Uji antagonis in vitro dengan metode biakan ganda (*dual culture*)

Uji aktivitas antagonis dengan metode biakan ganda dilakukan dengan menempatkan potongan miselium kapang antagonis dan kapang patogen berdiameter 5 mm umur 7 hari pada media PDA dalam satu cawan

petri yang sama. Isolat *C.acutatum* dan *C.capsici* ditanam 3 hari lebih awal daripada *T.harzianum*. Posisi masing-masing kapang diatur saling berhadapan dengan jarak 3 cm. Media yang diinokulasikan isolat kapang patogen tanpa kapang antagonis berperan sebagai kontrol. Biakan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari disertai pengamatan pertumbuhan radial koloni. Persentase penghambatan pertumbuhan (*percentage growth inhibition* -PGI) ditentukan berdasarkan persamaan:

$$P (\%) = R1-R2/R1 \times 100\%,$$

P merepresentasikan persentase penghambatan, sedangkan R1 adalah jari-jari koloni *Colletotricum* yang tumbuh berlawanan dengan mikroorganisme antagonis, dan R2 merupakan jari-jari koloni *Colletotricum* yang tumbuh ke arah mikroorganisme antagonis (Seema & Devaki, 2012).

## 2.2 Uji antagonis in vitro dengan metode culture filtrate

*T. harzianum* ditumbuhkan pada media PDB selama 7 hari. Kultur kemudian disaring menggunakan kertas saring dan filtratnya disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Supernatan disaring dengan menggunakan *syringe filter* berdiameter 0,22 µm. Filtrat sebanyak 500 µl dicampur dalam 50 ml media PDA hangat kemudian dituang pada cawan petri. Selanjutnya *C. capsici* TCKR2 dan *C. acutatum* TCK1 diinokulasikan media PDA yang telah memadat dengan cara memotong bagian tepi miselium *Colletotricum* dengan ukuran diameter 5 mm kemudian diletakan di tengah media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan pertumbuhan *C. capsici* TCKR2 dan *C. acutatum* TCK1 dilakukan setiap hari selama waktu inkubasi 7 hari (Yuliar, 2008). Pada metode ini parameter yang diamati adalah diameter koloni kapang patogen *Colletotrichum* yang diberi perlakuan dengan *T. harzianum* yang kemudian dibandingkan dengan diameter koloni *Colletotrichum* tanpa perlakuan *T. harzianum* (kontrol). Menurut Yuliar (2008), persentase hambat pertumbuhan kapang patogen oleh kapang antagonis dengan kultur filtrat dihitung menggunakan persamaan:

$$P (\%) = (DK - DP) / DK \times 100\%,$$

P merepresentasikan nilai penghambatan pertumbuhan, DK adalah diameter koloni *Colletotrichum* kontrol, dan DP merupakan diameter koloni *Colletotrichum* pada perlakuan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

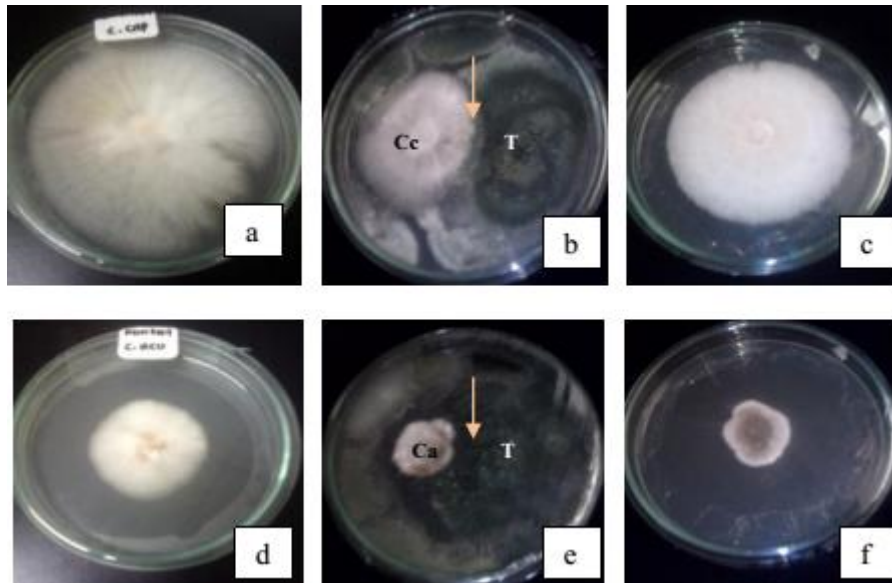
Uji antagonis kapang *T. harzianum* terhadap kapang patogen penyebab antraknosa *C. capsici* dan *C. acutatum* yang menyerang tanaman cabai dilakukan menggunakan dua metode yaitu *dual culture* dan *culture filtrate*. Metode *dual culture* dilakukan untuk mengamati interaksi langsung yang terjadi antara agen antagonis *T. harzianum* dan patogen *Colletotrichum* dengan menumbuhkan kapang antagonis dan patogen secara bersama dalam satu cawan petri. Adapun metode *culture filtrate* dilakukan untuk mengetahui pengaruh metabolit sekunder yang dihasilkan *T. harzianum* terhadap *C. capsici* dan *C. acutatum* dengan menggunakan supernatan dari kapang antagonis (Seema & Devaki, 2012). Kedua metode tersebut menunjukkan adanya potensi penghambatan oleh kapang antagonis. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penghambatan yang dihasilkan pada metode *dual culture* dan *culture filtrate* seperti yang tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji antagonis *T. harzianum* terhadap pertumbuhan *C. capsici* TCKR2 dan *C. acutatum* TCK1 dengan metode *dual culture* dan *culture filtrate* selama 7 hari pada suhu ruang

Kapang	Pertumbuhan radial pada metode <i>dual culture</i> (mm)				Diameter koloni pada metode <i>culture filtrate</i> (mm)		
	Kontrol	R1	R2	Penghambatan (%)	Kontrol	Perlakuan	Penghambatan (%)
<i>C.capsici</i>	45	38	20	28,5	90	70	22,2
<i>C.acutatum</i>	22	23	16	30,4	44	27,5	37,5

Uji antagonis dengan metode *dual culture* menunjukkan bahwa kapang *T.harzianum* mampu menghambat pertumbuhan *C.capsici* TCKR2 dan *C.acutatum* TCK1 masing-masing sebesar 28,5% dan 30,4%. Adapun pada metode *culture filtrate*, persentase hambat pertumbuhan masing-masing patogen sebesar 22,2% dan 37,5%. Selain penentuan persentase penghambatan pertumbuhan, dilakukan juga pengamatan terhadap kondisi koloni dan hifa patogen *Colletotrichum* setelah dilakukan uji antagonis dengan *T. harzianum* dan hasilnya disajikan pada Gambar 1.

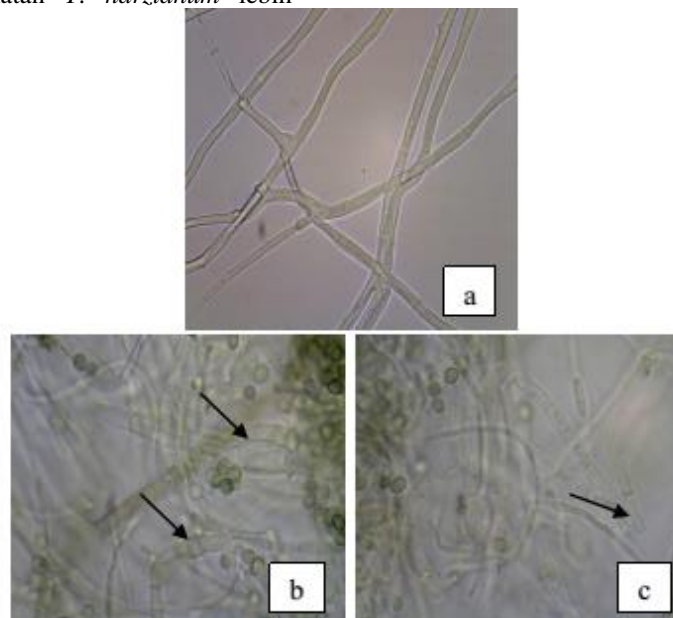




Gambar 1. Uji antagonis dengan metode dual culture dan culture filtrate (a) *C. capsici* sebagai kontrol, (b) Dual culture antara *C. capsici* & *T.harzianum*, (c). Culture filtrate *T.harzianum* vs *C.capsici*, (d). *C. acutatum* sebagai kontrol, (e). Dual culture *C. acutatum*& *T.harzianum*, (f). culture filtrate *T.harzianum* vs *C. acutatum*. (T). *T. harzianum*, (Cc). *C. capsici*, (Ca). *C. acutatum*. Zona penghambatan pertumbuhan ditunjukkan dengan tanda panah.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada metode *dual culture* miselium *Colletotrichum* yang berinteraksi langsung dengan *T. harzianum* lebih tipis dibandingkan dengan miselium pada kontrol. Pada metode kultur filtrat, dengan lama waktu inkubasi yang sama, pertumbuhan hifa *Colletotrichum* yang diberi perlakuan supernatan *T. harzianum* lebih

lambat jika dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan mikroskopis juga dilakukan untuk mengamati adanya perubahan morfologi hifa pada patogen *Colletotrichum* setelah diuji antagonis dengan *T. harzianum*. Adapun penampakan morfologi hifa patogen disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengamatan mikroskopis hifa *Colletotrichum* pada metode *dual culture* (a) hifa normal; (b) hifa yang membengkak; (c) hifa mengalami lisis, dengan perbesaran 400x



Miselium *Colletotrichum* pada perlakuan yang tampak lebih tipis daripada kontrol merupakan salah satu indikasi adanya kompetisi yang terjadi antara kapang patogen dan antagonis. Kompetisi terjadi ketika dua mikroorganisme membutuhkan nutrisi dan ruang yang jumlahnya terbatas. Pada mekanisme ini, kapang antagonis akan mendapatkan nutrisi lebih banyak dibandingkan dengan kapang patogen. Dengan demikian pertumbuhan patogen akan terhambat. Selain itu, *T.harzianum* tumbuh lebih cepat daripada isolat *Colletotrichum*. Pertumbuhan yang cepat ini menguntungkan bagi *Trichoderma* dalam berkompetisi dengan kapang fitopatogen untuk memperoleh ruang dan nutrisi, bahkan sebelum aksi mikotoksin yang dimilikinya (Barbosa, et al., 2001 dalam Zivkovic et al., 2010).

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan adanya perubahan struktur hifa *Colletotrichum* pada area kontak dengan kapang antagonis. Perubahan struktur hifa patogen terjadi akibat aktivitas antagonis yang berlangsung melalui mekanisme antibiosis. *Trichoderma* merupakan salah satu organisme yang dapat menghasilkan sejumlah antibiotik, seperti trichodermin, trichodermol, tricotoxin, harzianum A dan harzianolida (Dennis & Webster (1971) dalam Zivkovic et al., 2010). Perubahan struktur pada hifa kapang *Colletotrichum* menjadi indikasi adanya aktivitas dari senyawa-senyawa antibiotik tersebut. Menurut Widyawati (2008) senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibiotik akan masuk ke dalam sel kapang dan akan menyebabkan mikolisis. Mikolisis yaitu hilangnya protoplasma pada struktur dinding sel sehingga enzim tidak larut pada dinding sel kapang. Mikolisis ini menyebabkan sejumlah gejala, seperti pembengkakan, pemendekan, dan lisisnya dinding sel serta mengakibatkan pertumbuhan abnormal pada hifa.

Pada daerah persinggungan antara *T. harzianum* dan *Colletotrichum* terdapat zona bening yang diperkirakan terbentuk akibat adanya metabolit sekunder. *T. harzianum* diketahui mampu menghasilkan sejumlah metabolit sekunder berupa alametichin, paracelsin, trichotoxin yang dapat menghancurkan sel kapang dengan cara merusak membran sel. Selain itu, *T. harzianum* juga dapat menghasilkan enzim kitinase, laminarinase,  $\beta$ -3-glukanase yang dapat menyebabkan lisisnya dinding sel (Harman, 1998 dalam Ismail & Andi, 2011). Octriana (2011) menambahkan bahwa adanya aktivitas enzim kitinase dan  $\beta$  1,3-glukanase dapat menghambat pertumbuhan kapang. Kitinase merupakan enzim yang mampu menguraikan zat kitin sehingga enzim dapat mendegradasi dinding sel kapang yang mengandung kitin (Muharni & Wijayanti, 2011, Alfizar et al., 2013). Dinding hifa *Colletotrichum* memiliki tekstur mikrofibril yang

terbuat dari kitin yaitu  $\beta$ -1,4-N-asetilglukosamin (Purnomo, 2008 dalam Alfizar et al., 2013). Glukanase merupakan enzim golongan hidrolitik yang dapat menghidrolisis senyawa glukana (Katatnya et al., 2000). Glukan adalah polimer linier dari karbohidrat yang tersusun dari monomer glukosa dengan ikatan  $\beta$ -1,3 maupun  $\beta$ -1,6-glukan, polimer ini banyak terdapat pada dinding sel kapang (Budiarti et al., 2004), termasuk pada *Colletotrichum*.

Pengujian kemampuan antagonis *T. harzianum* terhadap *Colletotrichum* menggunakan metode kultur filtrat dilakukan untuk mengetahui besarnya kemampuan metabolit sekunder yang dihasilkan *T. harzianum* untuk menghambat pertumbuhan *Colletotrichum*. Pada uji ini menunjukkan adanya potensi penghambatan terhadap *Colletotrichum* sebesar 22,2% dan 37,5 % pada hari ke-7. Penghambatan pertumbuhan ini diduga karena adanya reaksi antibiosis oleh senyawa metabolit sekunder *T. harzianum* yang dicampurkan dalam medium. Menurut Sharma & Dohroo (1991) dalam Alfizar et al. (2013), *T. harzianum* mampu mengeluarkan senyawa antibiotik seperti glitoksin dan glioviridin. Pernyataan ini dipertegas oleh Ismail & Andi (2013) yang menyatakan bahwa senyawa toksik tersebut mempengaruhi dan menghambat sistem fungsional dan membuat patogen menjadi rentan.

#### 4. KESIMPULAN

Kapang *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan kapang *C. capsici* TCKR2 dengan persentase penghambatan pada metode *dual culture* sebesar 28,5% dan pada metode *kultur filtrat* sebesar 22,2%, sedangkan pada *C. acutatum* TCK1 dengan persentase penghambatan pada metode *dual culture* sebesar 30,4% dan metode *kultur filtrat* sebesar 37,5%. Mekanisme antagonis yang terjadi antara *T. harzianum* dengan *C. capsici* TCKR2 dan *C. acutatum* TCK1 berlangsung secara kompetitif dan antibiosis..

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar, M., & Fitri, S. (2013). Kemampuan antagonis *Trichoderma* sp terhadap beberapa jamur patogen in vitro. *Jurnal Floratek* (8) : 45-51.
- Budiarti, S.W., Widyastuti, S.M., & Margino, S.T. (2004). *B-1,3-Glukanase Enzyme Production by Trichoderma reesei during Mycoparasitism*. Makalah Seminar Pertemuan Bioteknologi Indonesia, Malang.



- Cook, R.J. (1985). Biological Control of Plant Pathogen: Theory to Application. *Phytopatology* (75): 25-29
- Freeman, S., Minz, D., Kolesnik, I., Barbul, O., Zveibil, A., Mayon, M., Nitzani, Y., Kirshner, RavDavid, D., Bilu, A., Dag, A., Shafir, S., & Elad, Y. (2003). *Trichoderma* Biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* and Survival in Strawberry. *Journal of Plant Pathology* (110): 361-370.
- Gveroska, B. & Ziberoski, J. (2011). *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco. *Journal Technologies & Innovations* (7) : 67-76
- Hartal., Misnawati., & Indah. B., (2010). Efektifitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam Pengendalian Layu Fusarium Pada Tanaman Krisan. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian* (1) : 7-12.
- Ismail, N., & Andi Tenrirawe. (2011). Potensi Agen Hayati *Trichoderma harzianum* Sebagai Agens Pengendali Hayati. Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian. Sulawesi Utara.
- Katatny, M.H.E.I., W. Somitsch, K.H. Robra, M.S.EI-Katatny and G.M.Gubitz. (2000). Production of Chitinase and  $\beta$ -1,3-Glukanase by *Trichoderma harzianum* for Control of the Pytopathogenic Fungus *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Food Technology Biotechnol* (3): 170-180
- Liswarni, Y., Rifai, F., & Fitriani. (2007). Efektivitas beberapa spesies *Trichoderma* untuk mengendalikan penyakit layu pada tomat, yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*. *J. Litbang Pertanian* (1) : 39-42.
- Muharni & Wijayanti, H. (2011). Skrining Bakteri Kitinolitik Antagonis Terhadap Pertumbuhan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus lignosus*) dari Rhizosfer Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Sains* (14): 51-56.
- Octriana, L. (2011). Potensi Agen Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan *Phyium* sp Secara in vitro. *Buletin Plasma Nutfah* (17) : 138-142.
- Saragih, Y.S., Silalahi, F.H., & Marpaung, A.E. (2006). Uji resistensi beberapa kultivar markisa asam terhadap layu Fusarium. *Jurnal Hortikultura*. (4) : 321-326
- Seema, M. & Devaki, N.S. (2012). In Vitro Evaluation of Biological Control Agent Against *Rhizoctonia solani*. *Journal of Agricultural Technology* (8):233-240.
- Widyawati, A. (2008). *Bacillus* sp. Asal Rhiosfer Kedelai yang Berpotensi Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Biokontrol Fungi Patoogen Akar. Tesis tidak diterbitkan. Institut Pertanian Bogor.
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., & Lorito, M. (2006). The Molecular Biology of the Interactions between *Trichoderma* spp phytopatogenic fungi and plants. *Phytopatology* 96: 181-185
- Yuliar. (2008). Skrining Bioantagonistik Bakteri Untuk Agen Biokontrol *Rhizoctonia solani* dan Kemampuan dalam Menghasilkan Surfaktin. *Biodiversitas* (9): 83-86
- Zivkovic, S., Stojanovic, S., Ivanovic, Z., Gavrilovic, V., Popovic, T., & Balaz, J. (2010). Screening of Antagonistic Ativity of Microorganism Against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporoides*. *Arch. Boil. Sci. Belgrade*, (3): 611-621