

DAYA ANTAGONIS TIGA JAMUR PATOGEN SERANGGA TERHADAP JAMUR PATOGEN TULAR TANAH *Fusarium* sp. (HYPOCREALES: NECTRIACEAE) SECARA IN VITRO

Rina Rachmawati, Abiyasa Rahabistara, Aminudin Afandhi

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jln. Veteran, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT

Fusarium sp. is soil-borne pathogenic fungi that causes fusarium wilt on tomatoes and causes yield losses from 20 to 30%. The effective method to control this plant pathogen is remained elusive. Entomopathogenic fungi is biological control agents that is well-utilized to control insect pest. Nevertheless, recent report proved that this fungi has potential to control plants pathogens, especially caused by soil-borne pathogens. The objective of the research was to oppose the antagonistic capability of *Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii* against *Fusarium* sp. *in vitro*. The results indicated that *L. lecanii* had the highest mycelial growth inhibition of *Fusarium* sp., which reached up to 65,1%, by forming competition mechanism, while *B. bassiana* and *M. anisopliae* had similar mycelial growth inhibition of *Fusarium* sp., which were 43,87% and 43,06%, respectively, by forming antibiosis mechanism.

Keywords: antagonistic mechanism, *Beauveria bassiana*, *Fusarium* sp., *in vitro*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, mycelial growth inhibition

ABSTRAK

Fusarium sp. merupakan jamur patogen tular tanah penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman tomat, dimana kerugian yang ditimbulkan dapat mencapai 20-30%. Metode efektif untuk mengendalikan pathogen tanaman ini masih sulit ditemukan. Jamur patogen serangga merupakan agens hayati yang sudah banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan serangga hama. Namun penelitian terkini membuktikan bahwa jamur ini juga berpotensi untuk mengendalikan patogen tanaman, terutama yang disebabkan oleh patogen tular tanah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membandingkan daya antagonis tiga jamur patogen serangga yaitu *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* terhadap *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *L. lecanii* memiliki daya hambat tertinggi terhadap pertumbuhan miselium *Fusarium* sp. sebesar 65,1%, dengan membentuk mekanisme kompetisi, sedangkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki daya hambat yang sama terhadap pertumbuhan miselium *Fusarium* sp., masing-masing sebesar 43,87% dan 43,06% dengan membentuk mekanisme antibiosis.

Kata Kunci: *Beauveria bassiana*, daya hambat, *Fusarium* sp., *in vitro*, *Lecanicillium lecanii*, mekanisme antagonis, *Metarhizium anisopliae*

PENDAHULUAN

Fusarium sp. merupakan jamur patogen tular tanah penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. Layu fusarium merupakan penyakit penting pada budidaya tomat, dimana kerugian yang

ditimbulkan dapat mencapai 20-30% (Wibowo, 2007 dalam Susanna *et al.*, 2010). Patogen *Fusarium* sp. dapat menular melalui tanah dan bahan tanam yang berasal dari tanaman sakit serta dapat menginfeksi tanaman inang melalui luka pada perakaran. Patogen ini mampu bertahan di dalam tanah

dalam jangka waktu lama dalam bentuk klamidospora meskipun tidak terdapat tanaman inang (Semangun, 2001).

Salah satu upaya yang dapat digunakan dalam mengendalikan patogen ini yaitu menggunakan agens hayati berupa jamur patogen serangga. Jamur patogen serangga yang selama ini hanya dimanfaatkan untuk mengendalikan serangga hama ternyata juga memiliki kemampuan untuk mengendalikan patogen tanaman, terutama yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Miller *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2009; Askary *et al.*, 2010; Tovar *et al.*, 2013; Sasan dan Bidochka, 2013; Sanivada dan Muralimohan, 2014; Gothandapani *et al.*, 2014; Nastiti, 2015). Di alam, jamur patogen serangga dapat hidup sebagai jamur endofit pada perakaran tanaman, sehingga keberadaan jamur patogen serangga pada perakaran tanaman dapat menekan mikroorganisme yang ada di dalam tanah seperti patogen tular tanah.

Jamur patogen serangga *B. bassiana*, *M. anisopliae*, dan *L. lecanii* memiliki daya antagonis yang berbeda terhadap patogen tular tanah. *B. bassiana* memiliki daya antagonis lebih tinggi terhadap *C. falcatum* penyebab penyakit akar merah dibandingkan *M. anisopliae* (Sanivada dan Muralimohan, 2014). *B. bassiana* memiliki daya antagonis lebih tinggi terhadap patogen tular tanah *A. porri* dibandingkan *M. anisopliae* dan *L. lecanii* (Gothandapani *et al.*, 2014). Sedangkan perbandingan daya antagonis tiga jamur patogen serangga tersebut terhadap patogen *Fusarium* sp. belum dilaporkan (Sahab, 2012; Parine *et al.*, 2010; Ravindran *et al.*, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya antagonis jamur patogen serangga *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii* terhadap pertumbuhan koloni patogen *Fusarium* sp. secara *in vitro*, serta menjelaskan mekanisme antagonis yang diindikasikan terjadi pada masing-masing perlakuan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikologi dan Nematologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Alat yang digunakan antara lain cawan petri, plastik tahan panas, kertas label, *burnsen*, *wrap*, gelas ukur, tabung reaksi, pinset, kompor listrik, tisu, gunting, botol media, gelas erlenmeyer, *beaker glass*, autoklaf, kulkas, *aluminium foil*, *haemocytometer*, nampan, jarum ose, penggaris skala cm, jangka sorong, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), mikro pipet, kaca preparat, *cover glass*, *hand counter*, mikroskop, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan adalah kentang, *dextrose*, agar, *chloramphenicol*, alkohol 70%, *Chlorox* (NaOCl), akuades, bibit tomat varietas rentan berumur 3 bulan, jamur patogen *Fusarium* sp. yang diisolasi dari tanaman tomat terserang di Desa Pendem, Dusun Mojojero, Kabupaten Malang, dan tiga jenis isolat jamur patogen serangga yaitu *B. bassiana*, *M. anisopliae* dan *L. lecanii*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali yaitu Kontrol *Fusarium* sp.; Kontrol *B. bassiana*; Kontrol *M. anisopliae*; Kontrol *L. lecanii*; Penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *B. bassiana*; Penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *M. anisopliae*; dan Penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *L. lecanii*.

Persiapan

Pada tahap persiapan, alat-alat yang akan digunakan dicuci dengan deterjen, kemudian dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan. Cawan petri dibungkus dengan kertas, sedangkan gelas ukur, tabung reaksi, botol media, gelas erlenmeyer, *beaker glass* dan tabung erlenmeyer permukaannya ditutup dengan aluminium foil. Alat-alat yang telah dibersihkan kemudian disterilisasi

menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atmosfer selama 30 menit.

Pembuatan Media Biakan

Media biakan cair yang digunakan adalah Ekstrak Kentang Gula (EKG) yang terdiri dari ekstrak 250 g kentang, 20 g dextrose dan 1000 ml akuades. Sedangkan Media biakan padat yang digunakan adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang terdiri dari ekstrak 250 g kentang, 20 g dekstrosa, 20 g tepung agar dan 1000 ml akuades. Masing-masing media biakan dimasukkan ke dalam botol media steril dan disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atmosfer selama 30 menit. Media biakan yang telah steril kemudian didinginkan dan ditambahkan *chloramphenicol* 0,5 gram/liter sebagai antibiotik.

Isolasi dan Purifikasi Jamur Patogen *Fusarium* sp.

Isolasi jamur patogen dilakukan dengan cara memotong bagian batang bawah tanaman tomat yang terinfeksi dengan ukuran sekitar 1 cm³. Potongan tersebut disterilisasi dengan cara direndam ke dalam *beaker glass* berisi *chlorox* (NaOCl) selama 2 menit kemudian dibilas dengan akuades steril selama 2 menit. Setelah itu direndam kembali ke dalam *beaker glass* berisi alkohol 70% selama 2 menit dan dibilas dengan dengan akuades steril selama 2 menit. Potongan batang bawah tomat kemudian ditanam di media *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada cawan Petri dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang (27-28°C). Miselium jamur yang telah tumbuh kemudian dipurifikasi dengan cara menanam kembali pada media PDA baru hingga diperoleh isolat murni, untuk kemudian diidentifikasi makroskopis. Sedangkan identifikasi mikroskopis dilakukan setelah dilakukan Uji Postulat Koch.

Uji Postulat Koch

Jamur patogen *Fusarium* sp. yang telah diisolasi dari tanaman tomat terinfeksi diinokulasikan kembali pada tanaman tomat sehat yang telah berumur 3 minggu, kemudian diamati gejala penyakit yang muncul. Setelah itu, dilakukan isolasi dan purifikasi ulang dari tanaman yang ber-gejala tersebut. Jamur patogen yang telah diisolasi harus mempunyai karakteristik makroskopis yang sama dengan jamur patogen sebelumnya. Setelah diperoleh jamur patogen *Fusarium* sp. kemudian dilakukan identifikasi mikroskopis.

Perhitungan Kerapatan Konidia dan Viabilitas Jamur Patogen Serangga

Kerapatan konidia jamur patogen serangga yang digunakan adalah 1 x 10⁶ konidia/ml (Tovar *et al.*, 2013). Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Debora, 2005 dalam Rustama, 2008):

$$C = \frac{t}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

Keterangan :

- C : Kerapatan spora per ml larutan
 T : Jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati
 n : Jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
 0,25 : Faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*

Sedangkan viabilitas konidia dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$V = \frac{g}{(g + u)} \times 100\%$$

Keterangan :

- V : Viabilitas konidia
 g : Jumlah konidia yang berkecambah
 u : Jumlah konidia yang tidak berkecambah

Uji Antagonis

Isolat jamur patogen serangga dan jamur patogen *Fusarium* sp. ditumbuhkan di media PDA yang sama pada cawan petri. Masing-masing isolat ditumbuhkan secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada garis tengah cawan petri (Gambar 1). Biakan ganda diinkubasi pada kondisi lingkungan lembab dan gelap. Pengamatan pertumbuhan masing-masing koloni jamur dan perhitungan persentase daya hambat dilakukan pada 24 jam setelah inokulasi hingga pertumbuhan koloni salah satu isolat jamur mencapai tepi cawan petri.

Perhitungan persentase daya hambat (% P) jamur patogen serangga terhadap pertumbuhan koloni jamur patogen *Fusarium* sp. menggunakan rumus sebagai berikut (Gothandapani *et al.*, 2014):

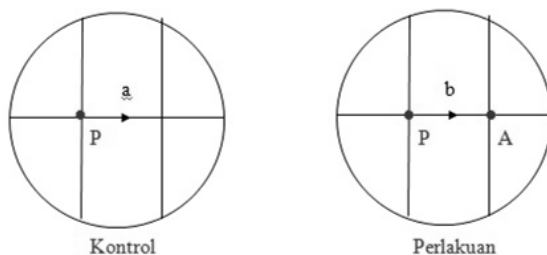
$$P = \frac{a-b}{a} \times 100 \%$$

Keterangan:

P: Persentase daya hambat jamur patogen serangga

a : Jari-jari koloni jamur patogen *Fusarium* sp. pada kontrol

b : Jari-jari koloni jamur patogen *Fusarium* sp. pada perlakuan.



Gambar 1. A: Jamur antagonis (jamur patogen serangga), P: Jamur patogen (*Fusarium* sp.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Koloni Jamur Patogen Tular Tanah *Fusarium* sp.

Penghambatan pertumbuhan koloni jamur patogen tular tanah *Fusarium* sp. oleh tiga jenis jamur patogen serangga

secara nyata berpengaruh terhadap penurunan rata-rata pertumbuhan koloni patogen *Fusarium* sp. (Tabel 1).

Pertumbuhan koloni patogen *Fusarium* sp. pada masing-masing perlakuan mulai mengalami penghambatan pada umur 4-7 hsi. Menurut Gothandapani *et al.*, (2014), penghambatan koloni patogen pada uji biakan ganda terjadi saat pertumbuhan koloni jamur antagonis dan jamur patogen mengalami kontak. Pada umur 4-7 hsi, perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *B. bassiana* menunjukkan pertumbuhan patogen lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *M. anisopliae*, sedangkan pada perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *L. lecanii* menunjukkan pertumbuhan patogen terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Semakin rendah pertumbuhan koloni patogen maka semakin tinggi daya hambat jamur antagonis yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa jamur patogen serangga *L. lecanii* memiliki daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* pada 4-7 hsi. Sedangkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki daya hambat yang sama terhadap patogen *Fusarium* sp. pada 4-7 hsi. Menurut Benhamou (2004), *L. lecanii* merupakan jamur antagonis yang kuat untuk menekan penyakit *green mold* pada jeruk yang disebabkan patogen *Penicillium digitatum*.

Tinggi rendahnya tingkat penekanan pertumbuhan koloni patogen *Fusarium* sp. dipengaruhi oleh kualitas masing-masing jamur patogen serangga sebagai agens antagonis. Yulianto (2014) menyebutkan, tingkat pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi menentukan aktivitas dalam menekan patogen target dengan kompetisi ruang dan nutrisi. Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya pertumbuhan jamur patogen serangga adalah viabilitas dan kerapatan konidia. Pada

Tabel 1. Pertumbuhan koloni jamur patogen tular tanah *Fusarium* sp. pada perlakuan tiga jenis jamur patogen

Perlakuan	Rata-rata Pertumbuhan Koloni Jamur Patogen Tular Tanah <i>Fusarium</i> sp. pada Setiap Umur Pengamatan (mm)			
	Umur Patogen <i>Fusarium</i> sp. (HSI) ($\bar{X} \pm SD$)			
	4	5	6	7
Kontrol <i>Fusarium</i> sp.	23 \pm 1 a	28,6 \pm 1,34 a	33,6 \pm 0,9 a	39 \pm 1 a
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>B. bassiana</i>	20,8 \pm 0,45 b	21,48 \pm 0,87 b	21,88 \pm 0,23 b	21,88 \pm 0,27 b
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>M. anisopliae</i>	21,8 \pm 0,45 b	22,2 \pm 0,45 b	22,2 \pm 0,45 b	22,2 \pm 0,45 b
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>L. lecanii</i>	18,8 \pm 1,1 c	17,6 \pm 0,55 c	15,4 \pm 0,55 c	13,6 \pm 0,55 c

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%, HSI: hari setelah inokulasi, \bar{X} : rata-rata, dan SD : standar deviasi.

penelitian ini digunakan kerapatan konidia yang seragam yaitu sebesar 1×10^6 konidia/ml, sedangkan hasil perhitungan viabilitas konidia jamur menunjukkan bahwa *L. lecanii* memiliki viabilitas konidia tertinggi, yaitu sebesar 65,22%, *B. bassiana* sebesar 64,05%, dan *M. anisopliae* sebesar 59,53%.

Persentase Daya Hambat Jamur Patogen Serangga terhadap Jamur Patogen Tular Tanah *Fusarium* sp.

Persentase daya hambat pada masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. pada umur pengamatan 4-7 hsi. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada umur 6-7 hsi, jamur patogen serangga *L. lecanii* memiliki persentase daya hambat tertinggi, sedangkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki persentase daya hambat yang sama terhadap patogen tanaman *Fusarium* sp.. Salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya persentase daya hambat jamur patogen serangga adalah rerata pertumbuhan jamur antagonis (Yulianto, 2014). Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan tingkat

pertumbuhan masing-masing jamur patogen serangga pada biakan tunggal (kontrol). Pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan koloni *L. lecanii* lebih cepat dibandingkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* yaitu sebesar 2,17 mm setiap 24 jam, sedangkan rata-rata pertumbuhan koloni *B. bassiana* dan *M. anisopliae* relatif sama yaitu 1,34 mm dan 1,6 mm setiap 24 jam. Dengan kondisi lingkungan tumbuh jamur (jenis media, suhu, dan kelembaban yang homogen) serta kerapatan konidia yang sama yaitu 1×10^6 konidia/ml, maka daya hambat jamur patogen serangga dipengaruhi oleh kualitas masing-masing jamur yang dapat dilihat melalui viabilitas jamur tersebut.

B. bassiana dan *M. anisopliae* memiliki daya hambat yang tergolong rendah terhadap *Fusarium* sp. yaitu dibawah 50%. Hal ini disebabkan rata-rata pertumbuhan koloni *B. bassiana* dan *M. anisopliae* lebih rendah dibandingkan rata-rata pertumbuhan koloni *Fusarium* sp. yaitu sebesar 5,43 mm setiap 24 jam. Menurut Yulianto (2014), tingkat pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi menentukan aktivitas dalam menekan

Tabel 2. Persentase Daya Hambat Jamur Patogen Serangga terhadap Jamur Patogen Tular Tanah *Fusarium* sp.

Perlakuan	Rata-rata Persentase Daya Hambat Jamur Patogen Serangga terhadap Jamur Patogen Tular Tanah <i>Fusarium</i> sp. (%)			
	Umur Patogen <i>Fusarium</i> sp. (HSI) ($\bar{X} \pm SD$)			
	4	5	6	7
Kontrol <i>Fusarium</i> sp.	0 a	0 a	0 a	0 a
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>B. bassiana</i>	9,47 \pm 3,29 ab	21,81 \pm 3,5 b	34,85 \pm 1,59 b	43,87 \pm 1,61 b
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>M. anisopliae</i>	5,04 \pm 5,43 a	22,28 \pm 2,99 b	33,9 \pm 1,86 b	43,06 \pm 1,24 b
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>L. lecanii</i>	18,1 \pm 6,42 c	38,33 \pm 3,89 c	54,14 \pm 2,1 c	65,1 \pm 1,66 c

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%, HSI: hari setelah inokulasi \bar{X} : rata-rata, dan SD : standard deviasi.

patogen target dengan kompetisi ruang dan nutrisi. Apabila suatu jamur antagonis memiliki pertumbuhan yang rendah, maka kemampuan jamur antagonis untuk menekan pertumbuhan patogen yang memiliki laju pertumbuhan lebih tinggi akan rendah. Tovar *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa dalam kondisi *in vitro*, ketika jamur patogen serangga *M. brunneum* ditanam empat hari lebih awal dapat meningkatkan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan patogen isolat *Phytophthora*.

Mekanisme Antagonis Jamur Patogen Serangga terhadap *Fusarium* sp.

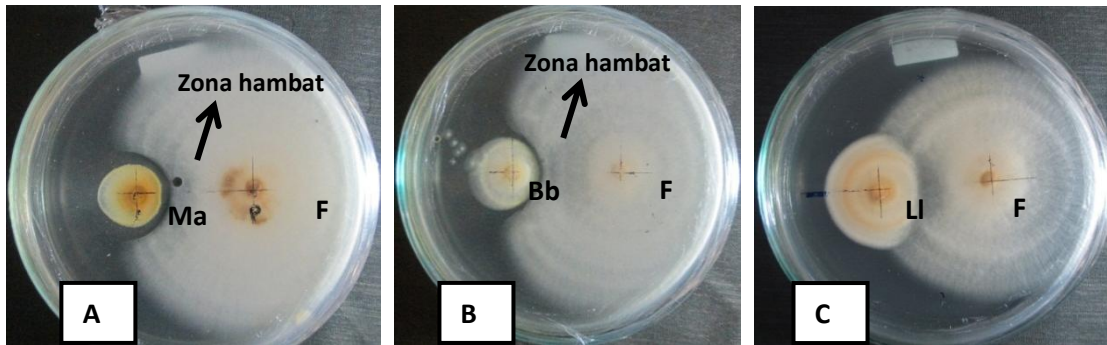
Pengamatan mekanisme antagonis pada masing-masing perlakuan dilakukan pada umur 4-7 hari setelah inokulasi, yaitu pada saat pertumbuhan koloni jamur patogen serangga dan koloni *Fusarium* sp. saling bersentuhan. Mekanisme antagonis yang diindikasikan terjadi pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 3.

Pada perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *B. bassiana* dan *M. anisopliae* diindikasikan terjadi

Tabel 3. Mekanisme Antagonis pada Masing-masing Perlakuan

Perlakuan	Kompetisi	Antibiosis	Parasitisme
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>B. bassiana</i>	-	+	-
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>M. anisopliae</i>	-	+	-
Penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. oleh <i>L. lecanii</i>	+	-	-

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



Gambar 1. A. Mekanisme antibiosis *M. anisopliae* terhadap *Fusarium* sp.; B. Mekanisme antibiosis *B. bassiana* terhadap *Fusarium* sp.; C. Mekanisme kompetisi *L. lecanii* terhadap *Fusarium* sp.

mekanisme antibiosis, sedangkan pada perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *L. lecanii* diindikasikan terjadi mekanisme kompetisi. Mekanisme antibiosis pada perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *B. bassiana* dan *M. anisopliae* diindikasikan terjadi karena adanya senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *B. bassiana* dan *M. anisopliae*. Menurut Fety *et al.*, (2015), mekanisme antibiosis ditunjukkan dengan terbentuknya zona penghambatan pada pertemuan miselium jamur antagonis dan jamur patogen. Menurut Yulianto (2014), mekanisme antibiosis dapat diukur dengan melihat zona bening (hambatan) diantara pertumbuhan kedua jamur yang diujikan, serta ada atau tidaknya perubahan warna pada media akibat senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh jamur uji.

Pada perlakuan penghambatan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *L. lecanii* menunjukkan terjadinya mekanisme kompetisi. Mekanisme kompetisi antara *L. lecanii* dan *Fusarium* sp. dapat dilihat dari pertumbuhan masing-masing koloni jamur yang saling bersentuhan dan tidak terbentuk zona hambatan (*clear zone*) maupun pertumbuhan salah satu koloni jamur yang menumpangi koloni jamur lainnya. Menurut Raka (2006), mekanisme kompetisi terjadi karena terdapat dua mikroorganisme yang secara langsung memerlukan sumber nutrisi yang sama.

Tovar *et al.*, (2014) mengemukakan bahwa ketika jamur patogen serangga diinokulasikan empat hari lebih awal maka dapat meningkatkan kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen tanaman. Sehingga dapat disarankan untuk menurunkan daya hambat *Fusarium* sp. terhadap *B. bassiana* dan *M. anisopliae*, maka pada saat aplikasi lapang pengaplikasian jamur patogen serangga harus dilakukan sedini mungkin sebelum tanaman tomat terserang penyakit layu fusarium, yaitu pada saat pelakuan benih atau pengolahan tanah. Meskipun daya hambat *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap patogen *Fusarium* sp. lebih rendah dibandingkan *L. lecanii*, namun *B. bassiana* dan *M. anisopliae* diindikasikan menghasilkan senyawa metabolit sekunder dalam menghambat pertumbuhan koloni patogen *Fusarium* sp. Sehingga senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *B. bassiana* dan *M. anisopliae* dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk mengendalikan patogen *Fusarium* sp.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data dan pembahasan tentang daya antagonis jamur patogen serangga terhadap jamur patogen tular tanah *Fusarium* sp. (Hypocreales: Nectriaceae) secara *in vitro*, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan jamur patogen tanaman *Fusarium* sp. mengalami

tingkat penekanan tertinggi oleh *L. lecanii*, sedangkan tingkat penekanan pertumbuhan *Fusarium* sp. oleh *B. bassiana* dan *M. anisopliae* adalah sama. Jamur patogen serangga *L. lecanii* memiliki persentase daya hambat tertinggi terhadap jamur patogen tanaman *Fusarium* sp., sedangkan *B. bassiana* dan *M. anisopliae* memiliki persentase daya hambat yang sama terhadap *Fusarium* sp. Bentuk mekanisme antagonis *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap *Fusarium* sp. adalah kompetisi dan antibiosis, sedangkan mekanisme antagonis *L. lecanii* terhadap *Fusarium* sp. adalah kompetisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Askary H, Y Carriere, RR Belanger, J Brodeur. 1998. Pathogenicity of the Fungus *Verticillium lecanii* to Aphids and Powdery Mildew. *Biological Science and Technology* 8: 23-32.
- Benhamou N. 2004. Potential of the Mycoparasite, *Verticillium lecanii*, to Protect Citrus Fruit Against *Penicillium digitatum*, the Causal Agent of Green Mold: A Comparison with the Effect of Chitosan. *Journal of Phytopathology* 94: No. 7.
- Fety SK dan Mukarlina. 2015. Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang Diisolasi dari Batang Langsung (*Lansium domesticum* Corr.). *Protobiont* (2015) Vol. 4 (1) : 218-225.
- Gothandapani S, G Boopalakrishnan, N Prabhakaran, BS Chethana, M Aravindhan, M Saravanakumar, G Ganeshan. 2014. Evaluation of entomopathogenic fungus against *Alternaria porri* (Ellis) causing purple blotch disease of onion. *Phytopathology and Plant Protection* 48: 135-144.
- Kim JJ, SG Mark, RG, David. 2008. Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, Vertalec for simultaneous suppression of cotton aphid, *Aphis gossypii*, and cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, on potted cucumbers. *Biological Control* 45: 404-409.
- Miller TC, WD Gubler, FF Laemmlen, S Geng, DM Rizzo. 2004. Potential for Using *Lecanicillium lecanii* for Suppression of Strawberry Powdery Mildew. *Biological Science and Technology* 14: 215-220.
- Nastiti DI. 2015. Potensi Antagonis Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* Zimm (Hypocreales: Clavicipitaceae) dalam Mengendalikan Jamur Patogen Tanaman *Colletotrichum capsici* secara *In Vitro*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Parine NR, D Kumar, AA Khan P, V Bobbarala. 2010. Antifungal Efficacy of Secondary Metabolites from Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana*. *Journal of Pharmacy Research* 3 (4): 855-856.
- Raka IG. 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 Holtikultura. Bali.
- Ravindran K, S Chitra, A Wilson and S Sivaramakrishnan. 2014. Evaluation of Antifungal Activity of *Metarhizium anisopliae* Against Plant Phytopathogenic Fungi. *Microbial Diversity and Biotechnology in Food Security*: 251-255.
- Rustama MM, Melanie dan Budi I. 2008. Patogenesis Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap *Crociodomia pavonana* Fab. dalam Kegiatan Studi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kubis dengan

- Menggunakan Agensia Hayati. Bandung: FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Sahab AF. 2012. Antimicrobial Efficacy of Secondary Metabolites of *Beauveria Bassiana* Against Selected Bacteria and Phytopathogenic Fungi. *Journal of Applied Sciences Research* 8 (3): 1441-1444.
- Sanivada SK dan C Muralimohan. 2014. Mycolytic Effect of Extracellular Enzymes of Entomopathogenic Fungi to *Colletotrichum falcatum*, Red Rot Pathogen of Sugarcane. *Journal Biopest* 7: 33-37.
- Sasan RK dan MJ Bidochka. 2013. Antagonism of the endophytic insect pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* against the bean plant pathogen *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 35: 288-293.
- Semangun H. 2001. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan Indonesia. Yogyakarta: Gajah Mada Univ Press.
- Susanna TC dan A Pratama. 2010. Dosis dan Frekuensi Kascing untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat. *Jurnal Floratek* 5: 152-163.
- Tovar MDL, A Ortiz-Urquiza, I Garrido-Jurado, A Traperro-Casas, and E Quesada-Moraga. 2013. Assessment of Entomopathogenic Fungi and Their Extract Against A Soil-dwelling Pest and Soil-borne Pathogens of Olive. *Biological Control* 67: 409-420.
- Yulianto E. 2014. Evaluasi Potensi Beberapa Jamur Agen Antagonis dalam Menghambat Patogen *Fusarium* sp. pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.