

## UJI DAYA HIDUP PUPA LALAT BUAH (*Bactrocera* sp.) MENJADI IMAGO DENGAN PEMBERIAN AGENSIA HAYATI *Streptomyces* sp.

*Test Power On Fruit Fly Pupae (Bactrocera sp.) Be Imago By Giving Biological Agents Streptomyces sp*

**Muchamad Safri<sup>1)</sup>, Wiwik Sri Harijani<sup>2)</sup> dan Penta Suryaminarsih<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Jawa Timur

<sup>2)</sup> Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Jawa Timur

<sup>3)</sup> Email : safripertanian@gmail.com

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian beberapa kepadatan *Streptomyces* sp terhadap daya hidup pupa lalat buah *Bactrocera* sp pada stadium pupa menjadi imago. Dari penelitian ini diharapkan mendapatkan informasi mengenai pengenceran yang tepat dalam menekan populasi hama lalat buah. Penelitian telah dilaksanakan mulai bulan Februari sampai April 2016. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yakni membandingkan antara berbagai kepadatan *Streptomyces* sp dengan kontrol dalam mempengaruhi daya hidup lalat buah *Bactrocera* sp. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan kepadatan *Streptomyces* sp yakni pada pengenceran 10-1, pengenceran 10-2, pengenceran 10-3, pengenceran 10-4, dan kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali. Hasil yang diperoleh yakni rata-rata perlakuan pengenceran *Streptomyces* sp hanya memperpanjang lama hidup pupa selama 0,67 – 1,33 hari. Pupa yang berhasil menjadi imago tertinggi pada perlakuan 10-4 yakni 9,00 pupa (10 persen). Pupa yang menjadi imago terendah pada perlakuan 10-2 yakni 7,83 pupa (21,7 persen). pupa. Pupa yang tidak menetas disebabkan oleh terparasit oleh *Streptomyces* sp dan terdegradasi dengan tanah. Gejala infeksi *Streptomyces* sp pada stadium pupa dan imago dapat dilihat dengan adanya spora mirip jamur dan aroma khas dari *Streptomyces* sp.

Kata Kunci : Uji Daya Hidup, Pupa Lalat Buah, *Streptomyces* sp.

### ABSTRACT

The purpose of this study to determine the effect of some *Streptomyces* sp density on the survival of fruit fly pupae *Bactrocera* sp on a pupa stage into imago. This research is expected to get the appropriate information about dilution in suppressing pest populations of fruit flies. Research has been conducted from February to April 2016. The research was conducted at the Laboratory of Plant Health Faculty of Agriculture, UPN "Veteran" East Java. The method used in this study that compares the various densities of *Streptomyces* sp with controls affect the lives of fruit flies *Bactrocera* sp. The study was conducted with a randomized block design (RAK) with the density treatments *Streptomyces* sp namely at dilution 10-1, dilution 10-2, dilution 10-3, dilution 10-4, and control. Each treatment was repeated six times. Results obtained at an average treatment dilution *Streptomyces* sp old prolong life only during the pupa from 0.67 to 1.33 days. Pupa imago who managed to become the highest in treatment that is 9.00 pupa 10-4 (10 percent). Imago pupae become the lowest in treatment 10-2 7.83 pupae (21.7 percent). pupa. Pupae do not hatch caused parasite by *Streptomyces* sp and degraded land. Symptoms of infection *Streptomyces* sp on the stage of pupa and imago can be seen with the spores like mushrooms and aroma of *Streptomyces* sp.

Keywords : Vitality Test, Fruit Flies Pupae, *Streptomyces* s

## PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi pada produksi buah-buahan adalah menurunnya ketersediaan mutu dan kualitas buah-buahan di Indonesia. Berbagai upaya dilakukan untuk mengembangkan teknologi pasca panen buah-buahan sehingga buah dapat diterima sebagai komoditas ekspor, salah satunya pengembangan teknologi sortasi atau pemutuan. Namun masih saja ditemukan serangan hama dan penyakit pada produksi buah-buahan lokal. Salah satu hama utama pada budidaya buah-buahan adalah hama lalat buah.

Intensitas serangan lalat buah di Jawa Timur dan Bali menunjukkan variasi yang cukup besar, yaitu antara 6,4 – 70 persen (Sarwono, 2003). Menurut Sodiq (2004) intensitas serangan lalat buah pada mangga berkisar antara 14,8 - 23 persen, namun tidak jarang kerusakan yang diakibatkan lalat buah khususnya pada belimbing dan jambu biji dapat mencapai 100 persen. Salah satu pengendalian yang mendapat prioritas untuk dikembangkan saat ini adalah pengendalian hayati dengan menggunakan agensia biologis. Pengendalian hayati merupakan pengurangan jumlah inokulum atau kegiatan patogen dalam menyebabkan suatu penyakit oleh satu atau lebih organisme antagonis selain manusia baik secara aktif maupun manipulasi lingkungan dan inang (Baker dan Cook, 1974). Pengendalian hayati muncul sebagai salah satu metode penting dalam pengendalian patogen tular tanah. Pengendalian hayati mengurangi ketergantungan pada bahan kimia beresiko tinggi (Anith, Momol, Kloepper, Marios, Olson, Jones, 2004). Faktor teknis, ekonomi, dan lingkungan menjadi faktor untuk mengadopsi metode baru yang berkelanjutan seperti penggunaan mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan patogen tular tanah.

Pengendalian lalat buah dengan pemanfaatan agensia antagonis sebenarnya sangat efektif dilihat dari segi biaya dan mengurangi efek negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan kimia. Beberapa varietas mikroorganisme merupakan antagonis serangga yang telah dilaporkan sebagai agensia hayati yang strategis mengendalikan hama (Hussain, Mostafa, Ghazal dan Ibrahim, 2002). *Streptomyces* sp. dari lahan tomat dan jagung pada pengujian *in vitro* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat pada skala rumah kaca (Suryaminarsih dan Mujoko, 2012). Actinomycetes mampu mengeluarkan enzim chitinase, lytase,  $\beta$ -1, 3 glucanase adalah enzim yang mampu merusak dinding sel jamur (Kucuk dan Kivanc, 2004 dalam Anitha dan Rabeth, 2010). Kitinase adalah enzim yang digunakan serangga selama proses molting (Zhang, Huang, Fukamizo, Muthukrishnan dan Kramer, 2002).

Pada penelitian sebelumnya (Suyaminarsih dan Wiwik, 2014) dilakukan uji potensi (kemampuan) berbagai isolat actinomycetes dari hutan tropis, perkebunan di pegunungan yang mengandung lava dan sentral tanaman tomat di Jawa Timur. Didapatkan hasil dari isolat tersebut menunjukkan potensi sebagai agensia hayati hama lalat buah.

Kualitas agensia hayati merupakan salah satu syarat berhasil tidaknya pengendalian hayati di lapangan. Kualitas agensia hayati dapat diketahui dari jumlah spora dalam formulasi, viabilitas spora dan virulensi agensia hayati. Untuk mengukur viabilitas spora jamur perlu disuspensikan dengan aquadest. Kemudian diencerkan hingga beberapa kali agar kepadatan spora dalam suspensi tidak terlalu rapat (Syahnen, Sirait, Pinem dan Siahaan, 2015). Namun saat ini masih terbatas sekali informasi yang tersedia mengenai pengaruh pemberian beberapa kerapatan actinomycetes terhadap daya hidup pupa lalat buah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian beberapa kerapatan actinomycetes terhadap daya hidup lalat buah *Bactrocera sp* pada stadium pupa menjadi imago. Dari penelitian ini diharapkan mendapatkan informasi mengenai konsentrasi yang tepat dalam menekan populasi hama lalat buah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari sampai April 2016, di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yakni membandingkan antara berbagai kerapatan *Streptomyces sp* dengan kontrol dalam mempengaruhi daya hidup lalat buah *Bactrocera sp*. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan kerapatan *Streptomyces sp* yakni pada pengenceran 10-1, pengenceran 10-2, pengenceran 10-3, pengenceran 10-4, dan kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali.

### **Persiapan Perbanyakan Agensia Hayati.**

*Streptomyces sp* ditumbuhkan pada media selektif yakni GNA (Glucosa Natrium Agar). Komposisi media GNA untuk pembuatan 1 liter media yakni glukosa 1 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1,75 g,  $\text{NaNO}_3$  0,85 g, KCl 0,75 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  2,5 g. Pertumbuhan yang optimal untuk diaplikasikan pada penelitian yakni 14 hari (2 minggu). Membuat suspensi agensia hayati menggunakan metode pengenceran.

Perhitungan kerapatan *Streptomyces sp* menggunakan metode tuang kocok. Metode tuang kocok ini yakni dengan menggunakan suspensi agensia hayati yang

telah dilakukan pengenceran. Pengenceran yang digunakan yakni 10-1, 10-2, 10-3 dan 10-4. Suspensi agensia hayati tersebut dituangkan dengan mikropipet sebanyak 1 ml pada media alternatif *Streptomyces* sp. Pengamatan jumlah koloni dilakukan pada hari kedua, dimana pertumbuhan *Streptomyces* sp dalam kondisi yang optimal.

#### **Persiapan Media Tumbuh Pupa (Tanah Steril).**

Media tumbuh pupa yang digunakan yakni tanah taman yang telah disterilkan. Tanah tersebut disterilkan menggunakan oven dengan suhu 120°C selama 3 hari. Tanah ditimbang sebanyak 100 gram dan diletakkan pada botol media yang telah steril. Botol tempat pembiakan ditutup menggunakan kain kassa.

#### **Persiapan Pembiakan Lalat Buah.**

Pupa lalat buah didapat dari *host rearing* atau dari inang tanaman. Inang yang digunakan yakni buah-buah yang terserang lalat buah seperti jambu air, belimbing, dsb. *Host rearing* menggunakan tanah yang telah disterilkan dan diletakkan pada botol vial yang telah ditutup kain kassa. Kemudian ditunggu selama 6 - 8 hari sampai pupa lalat buah terbentuk. Larva lalat buah akan melenting menuju tanah di bawahnya untuk pembentukan pupa. Sebelumnya tanah tersebut sudah diperlakukan sesuai dengan perlakuan pada penelitian ini. Setelah 6 - 8 hari, tanah tersebut dikeluarkan dan dipilah menggunakan kuas untuk mengambil pupa lalat buah.

Selanjutnya pupa-pupa tersebut ditempatkan pada botol pembiakan lalat buah. Setiap botol diletakkan 10 pupa lalat buah. Pupa tersebut akan diberikan perlakuan agensia hayati sesuai dengan pengenceran yang berbeda-beda. Pengamatan yang dilakukan yakni lama pupa menjadi imago. Pada normalnya, pupa akan menjadi imago dalam waktu kurang lebih 1 minggu.

#### **Aplikasi Agensia Hayati**

Aplikasi agensia hayati pada pupa lalat buah dengan beberapa pengenceran yang berbeda, yakni 101, 102, 103, 104 dan kontrol. Aplikasi ini dilakukan ketika telah mendapatkan suspensi agensia hayati dan mendapatkan pupa lalat buah dengan umur yang seragam (1 hari). Media tanah steril yang digunakan diusahakan dalam kondisi kapasitas lapang. Kondisi kapasitas lapang didapatkan dari 100 gram tanah dengan 70 ml aquades. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir adanya pengaruh lingkungan yang membuat variabel pengamatan tidak stabil. Selain itu, dilakukan pula pengamatan kelembaban dan suhu di lokasi penelitian menggunakan termohigrometer.

Aplikasi agensia hayati dilakukan dengan cara menuangkan secara keseluruhan suspensi agensia hayati ke tanah steril kondisi kapasitas lapang. Sebagai perlakuan

kontrol, dituangkan aquades steril secara keseluruhan pada media tanah. Media tempat tumbuh pupa dibiarkan selama 14 hari. Hal ini bertujuan agar agenia hayati *Streptomyces sp* dapat terkolonisasi di dalam tanah. Pengamatan perubahan yang terjadi pada masing-masing perlakuan dilakukan setiap hari selama satu siklus hidup lalat buah.

#### **Parameter Pengamatan**

1. Lama hidup stadium pupa. Pengamatan lama hidup dihitung mulai dari terbentuknya pupa sampai menuju ke stadium imago (lalat dewasa).
2. Jumlah pupa menjadi imago. Pupa yang terbentuk pada masing perlakuan ditempatkan ke dalam botol pembiakan serangga. Selanjutnya dihitung jumlah pupa yang menetas menjadi imago, dan mengamati pupa yang tidak menjadi imago (terparasit).
3. Gejala infeksi *Streptomyces sp.* pada stadium pupa dan imago. Pengamatan meliputi memperhatikan gejala yang terjadi pada pupa dan imago yang terparasit oleh *Streptomyces sp.*

#### **Analisis Data.**

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Kerapatan Spora *Streptomyces sp.***

Hasil penelitian didapatkan bahwa kerapatan spora *Streptomyces sp.* yang digunakan beragam sesuai dengan seri pengenceran yang dilakukan. Semakin tinggi seri pengenceran maka semakin rendah kerapatan spora *Streptomyces sp.* Penghitungan kerapatan spora menggunakan metode tuang kocok, artinya dari suspensi masing-masing seri pengenceran ditumbuhkan di dalam media GNA sebanyak 1 ml. Koloni spora *Streptomyces sp* dihitung dengan menggunakan *hand counter* pada 2 hari setelah tanam. Berikut data dalam tabel 1 menunjukkan kerapatan spora dari masing-masing seri pengenceran.

Tabel 1. Kerapatan Koloni *Streptomyces* sp. pada masing-masing seri pengenceran.

Seri Pengenceran	Formula/ml	Jumlah koloni	Kerapatan koloni
10-1		337	$3370 \times 10^{-2}$ cfu/ml
10-2		127	$127 \times 10^{-2}$ cfu/ml
10-3		75	$7,5 \times 10^{-2}$ cfu/ml
10-4		53	$0,53 \times 10^{-2}$ cfu/ml
Kontrol		-	-

#### Lama Hidup Pupa.

Hasil dari penelitian diketahui bahwa perlakuan agensia hayati tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Berikut tabel rata-rata lama hidup pupa akibat perlakuan *Streptomyces* sp.

Tabel 2. Rata-rata Lama Hidup Pupa Akibat Perlakuan *Streptomyces* sp.

No.	Perlakuan	Rata-rata
1	10-1	11,33
2	10-2	10,67
3	10-3	11,33
4	10-4	11,00
5	Kontrol	10,00

Rata-rata lama hidup pupa akibat perlakuan pengenceran *Streptomyces* sp hanya memperpanjang lama hidup pupa menjadi 0,67 – 1,33 hari dari kondisi normal. Dari hasil yang tidak berbeda nyata tersebut dapat diartikan bahwa pengamatan lama hidup pupa tidak menunjukkan hasil yang optimal. Hasil yang kurang optimal dikarenakan subkultur yang digunakan adalah subkultur *Streptomyces* sp. yang tidak langsung didapat dari eksplorasi. Hal ini menyebabkan viabilitas spora pada *Streptomyces* sp. menjadi berkurang, karena subkultur yang digunakan diperoleh dari koleksi kultur murni *Streptomyces* sp.

Faktor yang mempengaruhi lama hidup pupa antara lain suhu, kelembaban, dan kedalaman tanah. Suhu optimal untuk perkembangan pupa lalat buah yakni 25 - 27o C (Khobir, 2011). Kemunculan imago lalat buah dari pupa juga dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Kelembaban tanah yang optimal bagi kehidupan pupa lalat buah antara 80 - 90 persen (Sodiq, 1993). Semakin tinggi kelembaban tanah maka lama hidup pupa akan semakin panjang. Lama hidup pupa juga ditentukan dari kedalaman pupa masuk ke tanah. Pupa berada di dalam tanah atau pasir pada kedalaman 2 - 3 cm (Djatmiadi dan Djatnika, 2001). Semakin dalam pupa masuk ke tanah maka akan semakin lama pupa menetas menjadi imago.

#### Jumlah Pupa Menjadi Imago.

Data jumlah pupa menjadi imago menunjukkan tingkat efektifitas *Streptomyces* sp dalam memparasitasi imago lalat buah. Berdasarkan hasil analisis statistika rata-

rata jumlah pupa menjadi imago, didapatkan hasil yang tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan dari hari ke 2 – 12 setelah aplikasi. Rata-rata jumlah pupa menjadi imago menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada pengamatan hari ke-14 setelah aplikasi. Rata-rata jumlah pupa menjadi imago pada hari ke-14 dilakukan uji lanjutan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5 persen dan menghasilkan nilai BNT yakni 0,61. Berikut hasil analisis statistika parameter jumlah pupa menjadi imago :

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Pupa yang Menetas Menjadi Imago Akibat Perlakuan *Streptomyces sp* (14 Hari Setelah Aplikasi).

**No. Perlakuan Rata-rata Jumlah Pupa (Ekor)**

<b>1</b>	<b>10-1</b>	8,00 ab
<b>2</b>	<b>10-2</b>	7,83 a
<b>3</b>	<b>10-3</b>	8,50 bc
<b>4</b>	<b>10-4</b>	9,00 c
<b>5</b>	<b>Kontrol</b>	10,00 d
BNT 0,05		0,61

Keterangan : Angka-angka dalam jalur yang sama apabila diikuti oleh huruf yang berbeda maka menunjukkan hasil yang berbeda (P = 0,05)

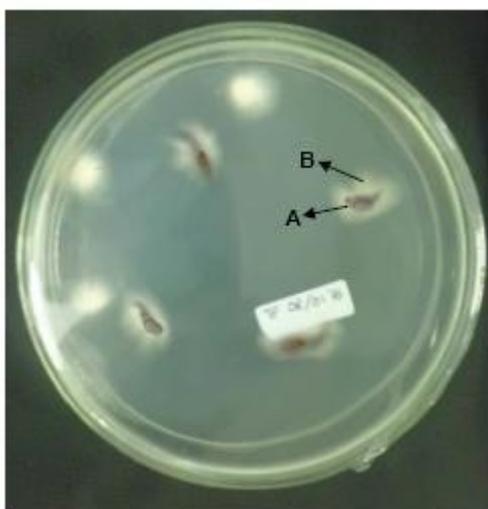
Pada pengamatan hari kedua belum ada pupa yang menjadi imago dikarenakan pupa yang dipilih adalah pupa berumur satu hari. Kondisi pupa pada hari kedua pengamatan masih sehat dan normal. Pada pengamatan hari keempat dan keenam tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata dikarenakan kerapatan spora pada perlakuan masing-masing perlakuan terhitung rendah. Pada pengamatan 14 hari setelah aplikasi, jumlah pupa yang menjadi imago terendah pada perlakuan 10-2 yakni 7,83 pupa (21,7 persen). Hal ini diduga virulensi *Streptomyces sp.* pada perlakuan 10-2 lebih kuat dibandingkan dengan perlakuan 10-1, 10-3, dan 10-4. Kerapatan koloni *Streptomyces sp* yang didapat tidak dapat menjamin tingkat virulensi agensia hayati tersebut. Pada seri pengenceran 10-1 didapat kerapatan koloni yang lebih rapat jika dibandingkan dengan 10-2. Koloni *Streptomyces sp* yang hidup pada 10-1 diduga hanya bersifat sebagai pendekomposer tanah atau hanya tumbuh pada media tanah. Kemampuan virulensi koloni *Streptomyces sp* yang hidup pada 10-1 lebih rendah jika dibandingkan dengan 10-2. Pupa yang berhasil menjadi imago tertinggi pada perlakuan 10-4 yakni 9,00 pupa (10 persen) dikarenakan kerapatan spora pada perlakuan tersebut paling rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Jauharlina (1999) yang menyatakan bahwa dengan kerapatan spora yang rendah masih membutuhkan waktu untuk menginfeksi serangga sampai menimbulkan gejala atau infeksi meskipun kontak antara keduanya telah terjadi.

Dari rata-rata jumlah pupa yang menjadi imago, kurva jumlah pupa yang menjadi imago menunjukkan hasil kenaikan yang drastis (Gambar 1). Kenaikan paling tinggi terjadi antara hari ke 8 - 10 aplikasi, karena hari kesepuluh adalah titik dimana pupa lalat buah mulai banyak yang menjadi imago.



Gejala infeksi *Streptomyces sp.* terjadi sesuai dengan seri gejala yang berurutan (Gambar 2). Proses infeksi dimulai dengan melekatnya spora *Streptomyces sp.* pada kutikula pupa lalat buah. Spora yang menempel tersebut merusak kulit pupa menggunakan enzim kitinase. Kulit pupa memiliki lapisan kitin dan vitelin (protein) (Mercer, Greenwood dan Grant, 1992). Jika lapisan ini rusak, maka pupa akan pecah dan gagal menjadi imago. Tahap akhir dari infeksi *Streptomyces sp.* berupa miselium yang keluar dari permukaan pupa lalat buah. Apabila miselium tidak dapat keluar dari permukaan tanah, artinya pupa berada pada kedalaman tanah yang rendah dimungkinkan terjadinya proses degradasi di dalam tanah.

Dari pupa yang belum menjadi imago, dilakukan pengujian kembali tingkat parasitasi *Streptomyces sp.* pada pupa yang telah terparasit. Hal ini ditujukan untuk membuktikan bahwa organisme yang memparasit pupa lalat buah adalah *Streptomyces sp.* Pada hasil pengujian pupa lalat buah didapatkan bahwa koloni yang memparasit pupa lalat buah terbukti dari morfologi yang mirip dengan *Streptomyces sp.*



**Gambar 3. Hasil Uji Parasitasi Pupa Lalat Buah Akibat Perlakuan *Streptomyces sp.***  
Keterangan : A. Pupa yang terparasit, B. Koloni mirip *Streptomyces sp.*

Gejala infeksi *Streptomyces sp.* terjadi pada pupa lalat buah dan stadium imago. Pada pupa yang telah menjadi imago, pengamatan secara morfologis dan perilaku imago lalat buah juga dilakukan. Pengamatan dilakukan sampai imago mati pada media botol pembiakan lalat buah. Hasil yang didapatkan pada beberapa perlakuan pengenceran *Streptomyces sp.* dapat memparasit kembali imago lalat buah berupa benang-benang mirip jamur.

Selain memparasit imago, sifat *Streptomyces sp.* juga dapat mendegradasi imago yang telah terbentuk. Degradasi *Streptomyces sp.* ini menghasilkan imago yang mati secara tidak utuh (rapuh). Untuk membuktikan bahwa yang mendegradasi imago tersebut adalah *Streptomyces sp.* dilakukan pengujian kembali pada media biakan. Hasil pengujian parasitasi imago lalat buah didapatkan koloni spora yang menunjukkan kemiripan dengan ciri khas *Streptomyces sp.* (Gambar 4).



**Gambar 4. Hasil Uji Parasitasi Imago Lalat Buah Akibat Perlakuan *Streptomyces* sp.**  
Keterangan : A. Imago yang terparasit, B. Koloni mirip *Streptomyces* sp.

Mekanisme parasitasi *Streptomyces* sp pada pupa dan imago lalat buah dikarenakan adanya enzim kitinolitik. Beberapa jenis actinomycetes terutama spesies *Streptomyces* dilaporkan memiliki aktivitas kitinolitik (menguraikan kitin), sedangkan kitin merupakan komponen utama dinding sel mikroorganisme, terutama fase pupa pada serangga (Okazaki, 1995 dalam Ferniah, 2003). Adanya aktivitas kitinolitik merupakan penyebab terjadinya mekanisme parasit dan degradasi pada pupa dan imago lalat buah.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rata-rata perlakuan pengenceran *Streptomyces* sp hanya memperpanjang lama hidup pupa selama 0,67 – 1,33 hari.
2. Pupa yang berhasil menjadi imago tertinggi pada perlakuan 10-4 yakni 9,00 pupa (10 persen). Pupa yang menjadi imago terendah pada perlakuan 10-2 yakni 7,83 pupa (21,7 persen). Pupa yang tidak menetas disebabkan oleh terparasit oleh *Streptomyces* sp dan terdegradasi dengan tanah.
3. Gejala infeksi *Streptomyces* sp pada stadium pupa dan imago dapat dilihat dengan adanya spora mirip jamur dan aroma khas dari *Streptomyces* sp.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anith KN, Momol MT, Kloepper JW, Marios JJ, Olson SM, Jones JB. 2004. Efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria, acibenzolar-s-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. *Plant Disease*. 88(6):669-673.
- Anitha, A. 2010. Degradation of fungal cell walls of phytopatogenic by lytic enzyme of *Streptomyces griceus*. *African Journal of Plante Science* Vol 4 (3) pp. 061-066.

- Baker KF, Cook RJ. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. San Fransisco: Freeman & Co.
- Djatmiadi & Djatnika. 2001. *Petunjuk Teknis Surveilans Lalat Buah*. Pusat Teknik dan Metode Karantina Hewan dan Tumbuhan.. Jakarta : Badan Karantina Pertanian. Ferial, 2003
- Hussain, A.A., S.A. Mostafa, S.A. Ghazal and S.Y. Ibrahim. 2003. Studies on antifungal antibiotic and bioinsecticidal activities of some actinomycetes isolates. *African J. Mycol. Biotechnol.*, 10: 63-80.
- Jauharlina 1999.
- Khobir, Faedul. 2011. Identifikasi Spesies Lalat Buah Pada Buah Yang Di Perdagangan Di Pasar Bertais Kecamatan Sandubaya Kota Mataram Dan Upaya Pembuatan Bahan Ajar Pada Mata Kuliah Ekologi Hewan. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan IPA Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Mataram.
- Mercer, C.F., D.R. Greenwood, dan J.L. Grant. 1992. Effect of plant and microbial chitinases on the eggs and juveniles of *Meloidogyne hapla* Western Chidwood. *Nematologica* 8: 227-236.
- Sarwono. 2003. PHT Lalat buah pada mangga. Pros. Lokakarya masalah kritis pengendalian layu pisang, nematoda sista kuning pada kentang dan lalat buah. Puslitbang Hortikultura. Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian. Litbang Pertanian, BPTP – Jatim. p. 142-149.
- Sodiq, M. 1993. Aspek Biologi dan Sebaran Populasi Lalat Buah Pada Tanaman Mangga dalam Kaitan dengan Pengembangan Model Pengendalian Hama Terpadu. Disertasi, Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Sodiq, M. 2004. Kehidupan lalat buah pada tanaman sayuran dan buah-buahan. Pros. Lokakarya masalah kritis pengendalian layu pisang, nematoda sista kuning pada kentang dan lalat buah. Puslitbang Hortikultura. Jakarta 18p.
- Suryaminarsih dan Mujoko. 2012. Kompatibilitas campuran agensia hayati *Streptomyces sp.*, *Giocladium sp.* dan *Trichoderma harzianum* dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman tomat terinfeksi penyakit layu fusarium. *Prosiding Seminar Nasional Perhorti*.
- Suryaminarsih dan Wiwik, 2014. Pengendalin lalat buah tomat (*Bactrocera sp.*) menggunakan actinomycetes tanah penghasil kitinolitik. *Penelitian Fundamental Tahun II*.
- Syahnen, Sirait DDN., Pinem SE., Siahaan IRTU. 2015. Uji Beberapa Konsentrasi Perata Terhadap Viabilitas Dan Tingkat Suspensi Spora Jamur *Beauveria Bassiana* Di Laboratorium. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.
- Zhang, H. X. Huang, T. Fukamizo, S. Muthukrishnan and K.J. Kramer. 2002. Site-directed mutagenesis and functional analysis of an active site tryptophan of insect chitinase. *Insect Biochem. Molec.*, 32:1477-88.