

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan salah satu jenis hama penting yang menyerang tanaman palawija dan sayuran karena bersifat polifag. Hama ini menyebabkan daun menjadi robek dan buah berlubang sehingga mampu mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen. Pengendalian *S. litura* yang dilakukan umumnya hanya mengandalkan insektisida kimia. Sementara itu, senyawa insektisida kimia dapat membunuh organisme non target, resistensi hama, peledakan populasi hama dan menimbulkan efek residu pada tanaman dan lingkungan. Untuk meminimalkan penggunaan insektisida kimia maka perlu dicari pengendalian pengganti yang efektif dan aman terhadap lingkungan sesuai konsep pengendalian hama terpadu dengan memberdayakan dan melestarikan musuh alami hama seperti parasitoid, predator, dan patogen serangga (Dreistadt, 2007).

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis agens hayati yang dapat menekan populasi hama dan kerusakan yang ditimbulkan di agroekosistem yang berbeda (Brodeur *et al.*, 2013). *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare dan Gams merupakan salah satu jenis cendawan entomopatogen yang sudah diketahui potensinya untuk mengendalikan berbagai jenis hama (Safavi *et al.*, 2002; Alavo *et al.*, 2002; Shinya *et al.*, 2007; Prayogo, 2009). Salah satu penelitian tentang infeksi cendawan *Beauveria bassiana* (Bals. Criv.) Vuill. terhadap serangga hama *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) selain dapat menyebabkan kematian larva, juga mempengaruhi konsumsi pakan larva dan biologinya sehingga berpengaruh terhadap perkembangan populasi selanjutnya (Jhonneri, 2012).

Patogenisitas cendawan entomopatogen ditentukan oleh perbedaan stadium inang (Prayogo, 2006). Perbedaan kepekaan instar larva *S. litura* memberikan informasi dalam upaya optimalisasi pemanfaatan cendawan entomopatogen *L. lecanii*. Salah satu penelitian tentang cendawan *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson

dapat menginfeksi sebagian atau semua instar kesatu sampai dengan instar kelima pada hama *S. litura* dan *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) dengan tingkat kerentanan yang berbeda-beda (Manjula dan Murthy, 2005).

Cendawan *L. lecanii* mampu menginfeksibeberapa jenis serangga inang meliputi OrdoOrthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanopteradan Coleoptera(Prayogo, 2011). Patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii*dipengaruhi antara lain sumber isolatcendawan, kepadatan suspensi konidia yang diaplikasikan,dan umur stadia inang (del-Prado *et al.*,2008 dan Mahmoud, 2009). Salah satu faktor stadialarva dapat digunakan sebagai tolok ukur untuk mengetahuipatogenisitas cendawan *L. lecanii*pada berbagai instar larva *S. litura*.Perubahan stadia instar larva tersebut akan mempengaruhi perilaku serangga tersebut yang akhirnya akan menentukan keefektifan cendawan *L. lecani*.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii*terhadap mortalitas larva *S. litura* pada berbagai instar.
2. Menentukan patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii* terhadap pertumbuhan dan perkembangan larva *S.litura* yaitu stadium larva, berat badan,serta larva menjadi pupa.

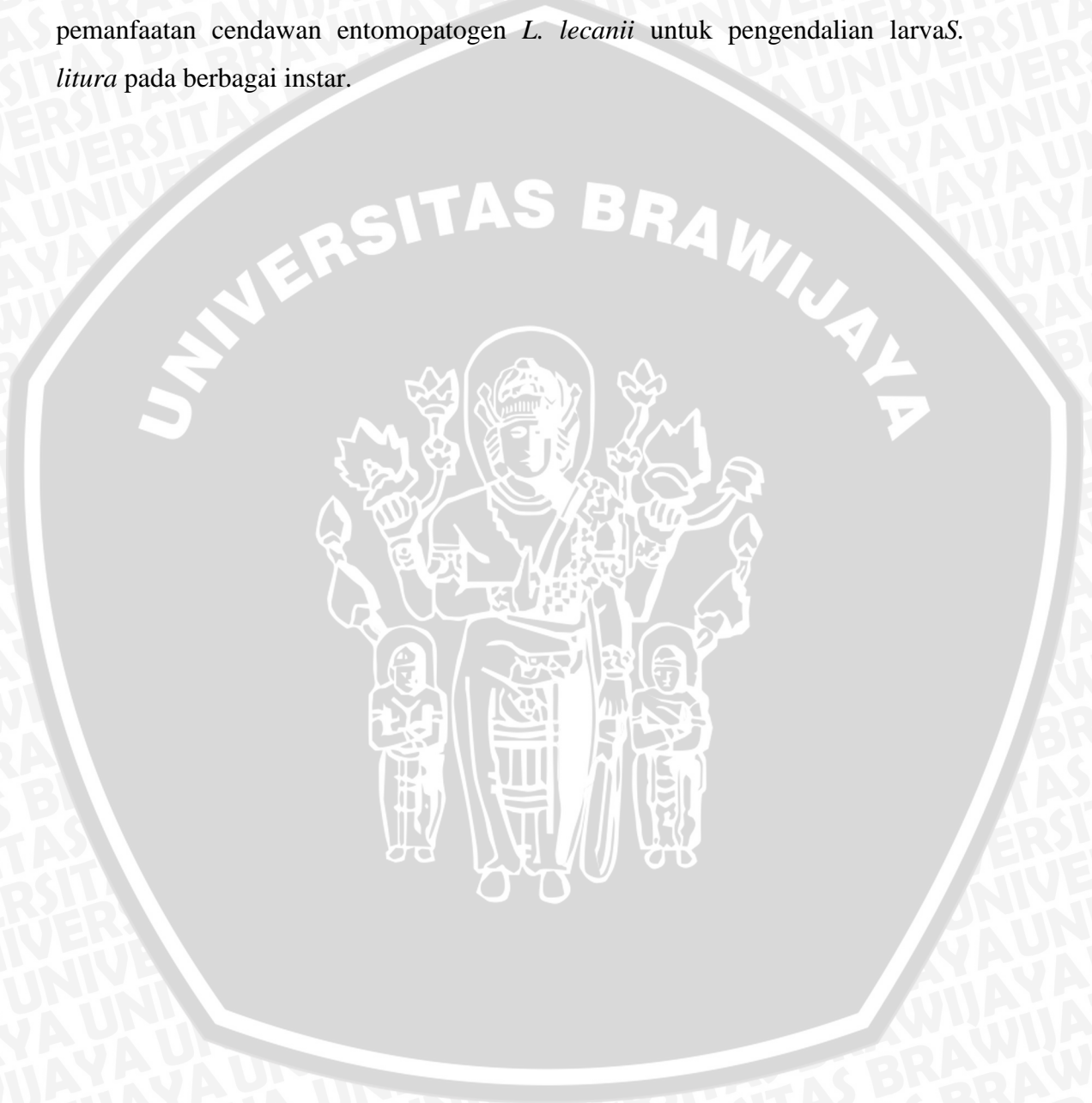
### **Hipotesis Penelitian**

Hipotesis yang dikemukakan pada penelitian ini adalah :

1. Infeksi cendawan *L. lecanii*menyebabkan mortalitas pada larva *S. litura*instar muda lebih tinggidibandingkan pada instar lebih tua.
2. Infeksi cendawan*L. lecanii* terhadap larva *S. litura*menyebabkanstadium larva lebih lama, terjadi penyusutan berat badan, serta persentase larva menjadi pupa relatif rendah.

### Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam upaya pemanfaatan cendawan entomopatogen *L. lecanii* untuk pengendalian larva *S. litura* pada berbagai instar.

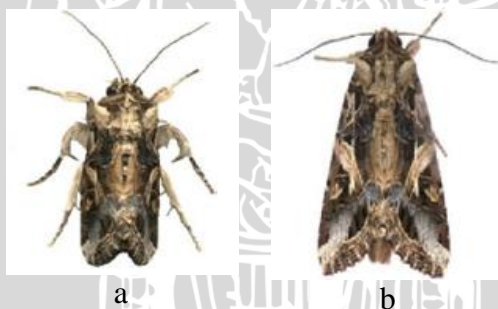


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

**Klasifikasi***S. litura*. Hama ini termasuk dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insecta, Ordo: Lepidoptera, Famili: Noctuidae, Genus:*Spodoptera*, Spesies: *Spodoptera litura* Fabricius (Ditlinhorti, 2013).

**Bioekologi** *S. litura*. Siklus hidup serangga ini terdiri dari ngengat atau imago, telur, larva dan pupa. Umur imago berkisar 4-6 hari (Fadhilah *et al.*, 2012). Imago betina 1,4 cm (Gambar 1a) dan imago jantan memiliki panjang tubuh 1,7 cm (Gambar 1b). Sayap imago bagian depan berwarna coklat atau keperakan, dan sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam. Panjang imago betina 14 mm, sedangkan imago jantan 17 mm. Kemampuan terbang ngengat pada malam hari mencapai 5 km (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 1. Imago *S. litura*. a. Imago Betina dan b. Imago Jantan (Fadhilah *et al.*, 2011)

**Telur**. Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25–500 butir. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi. Kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina, berwarna kuning kecoklatan (Gambar 2) (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 2. Kelompok telur *S. litura* yang menempel pada permukaan daun (Marwoto dan Suharsono, 2008)

**Larva.** Stadium larva berlangsung selama 15-30 hari yang terdiri atas 6 instar. Instar I memiliki tubuh berwarna hijau bening dengan panjang 2-2,74 mm yang ditumbuhi bulu-bulu halus dan bagian kepala berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Instar II memiliki tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm, pada dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen, dan pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam melingkar. Instar III memiliki panjang tubuh 8-15 mm, lebar kepala 0,5-0,6 mm, dan pada bagian abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih serta bulatan-bulatan hitam sepanjang tubuh. Sedangkan Instar IV, V, dan VI merupakan instar yang sulit dibedakan (Umiati dan Nuryanti, 2015).

Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh (Gambar 3). Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Mulai larva instar IV, warna tubuh larva bervariasi mulai coklat tua atau hitam kecoklatan, dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah menetas (bergantung ketersediaan makanan), larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari, larva bersembunyi di dalam tanah atau tempat yang lembap dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari yang rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar (Marwoto dan Suharsono, 2008). Lama stadia larva 17 - 26 hari, yang terdiri dari larva instar 1 antara 5 - 6 hari, instar 2 antara 3 - 5 hari, instar 3 antara 3 - 6 hari, instar 4 antara 2 - 4 hari, dan instar 5 antara 3 - 5 hari (Cardona *et al.*, 2007).



Gambar 3. Larva *S. litura* instar ketiga (Marwoto dan Suharsono, 2008)

**Pupa.** Pupa *S. litura* berwarna merah gelap dengan panjang 15-20 mm dan bentuknya meruncing dan tumpul pada bagian kepala. Pupa terbentuk didalam rongga-rongga tanah di dekat permukaan tanah. Lama stadia pupa 13-21 hari (Cardona *et al.*, 2007). *S. litura* berkepompong dalam tanah, dan memiliki siklus hidup antara 30 - 60 hari, diantaranya stadium telur 2 - 4 hari, larva yang terdiri dari 5 instar 20 - 46 hari dan pupa 8 - 11 hari (Marwoto dan Suharsono, 2008).

**Tanaman Inang Hama *S. litura*.** Serangga ini bersifat polifag, selain kedelai, tanaman inang lain dari larva *S. litura* adalah cabai, kubis, padi, jagung, tomat, tebu, buncis, jeruk, tembakau, bawang merah, terung, kentang, kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah), kangkung, bayam, pisang, dan tanaman hias. Larva juga menyerang berbagai gulma, seperti *Limnocharis* sp., *Passiflora foetida*, *Ageratum* sp., *Cleome* sp., *Clibadium* sp., dan *Trema* sp (Marwoto dan Suharsono, 2008).

**Gejala Serangan *S. litura*.** Larva yang masih muda merusak daun hingga meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas transparan dan tulang daun. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun dan menyerang secara serentak dan berkelompok. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan ulat (Gambar 4). Serangan berat pada umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 4. a. Gejala tanaman kedelai yang terserang *S. litura*, b. Gejala kerusakan daun hingga meninggalkan sisa tulang daun, c. Larva *S. litura* memakan daun kedelai (Marwoto dan Suharsono, 2008).

### Cendawan Entomopatogen *L. lecanii*

#### Biologi Cendawan Entomopatogen *L. lecanii*

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* memiliki karakteristik koloni berwarna putih pucat dengan diameter berkisar dari 4.0-7.3 cm setelah 21 hari inokulasi pada media Agar Dekstrosa Kentang (ADK) (Fatiha *et al.*, 2007). Konidiofor berbentuk berupa fialid (*whorls*) seperti huruf V, setiap konidiofor memproduksi 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lender (Aiuchi *et al.*, 2007). Bentuk konidia berupa silinder hingga elips, terdiri dari satu sel, tidak berwarna (hialin), berukuran 1.9-2.2 x 5.0-6.1 mikro meter. Cendawan *L. lecanii* mudah tumbuh pada berbagai jenis media, terutama ADK maupun media beras. Cendawan tumbuh baik pada suhu 15 – 30 °C, namun pertumbuhannya optimum terjadi ada suhu 25°C dan pertumbuhan mengalami penghambatan pada suhu 35°C. Pada kelembaban yang tinggi berfungsi untuk perkecambahan konidia dan proses infeksi terhadap serangga inang. Konidia akan berkecambah lebih cepat pada suhu 20 – 25 °C (Monteiro *et al.*, 2004)

Faktor yang berpengaruh terhadap patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii* antara lain asal isolat, kerapatan konidia, umur atau stadia perkembangan inang, dan faktor lingkungan. Virulensi antar cendawan cendawan entomopatogen disebabkan karena adanya keragaman intraspecies (Velasques *et al.*, 2007). Hal ini disebabkan isolat yang diperoleh dari lokasi yang sama tetapi berbeda baik secara fisiologis maupun genetis. Virulensi cendawan entomopatogen sering berhubungan dengan laju perkecambahan konidia dan pertumbuhan cendawan. Isolat cendawan yang virulen akan bersporulasi dan berkecambah lebih cepat dibandingkan isolat kurang virulen. Isolat cendawan *B. bassiana* yang virulen akan menghasilkan jumlah konidia lebih banyak dan tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan isolat yang kurang virulen (Trizelia, 2005).

Kerapatan konidia juga tidak kalah pentingnya dalam menentukan tingkat keefektifan cendawan terhadap serangga inang yang akan dikendalikan (Vu *et al.*, 2007). Pada umumnya semakin tinggi tingkat kerapatan konidia yang diaplikasikan pada serangga uji, semakin tinggi mortalitas serangga yang dicapai. Pengujian *V. lecanii* pada kerapatan konidia  $10^7$ /ml terhadap imago *B. argentifolii* mampu menyebabkan kematian serangga mencapai 98% (Gindin *et al.*, 2006).

Patogenisitas cendawan dilapangan sangat bergantung pada beberapa faktor lingkungan, yaitu suhu, kelembaban, air hujan dan pengaruh UV (*Ultra Violet*) oleh sinar matahari. Dampak UV-A dan UV-B dari sinar matahari secara langsung akan menyebabkan kematian sel dan mutasi akibat terjadinya penundaan dan penurunan perkecambahan konidia. Penurunan daya kecambah konidia cendawan diakibatkan oleh meningkatnya respirasi dan aktivasi metabolik di dalam konidia sehingga menurunkan cadangan makanan di dalam konidia.

### **Mekanisme Infeksi Cendawan Entomopatogen pada Serangga**

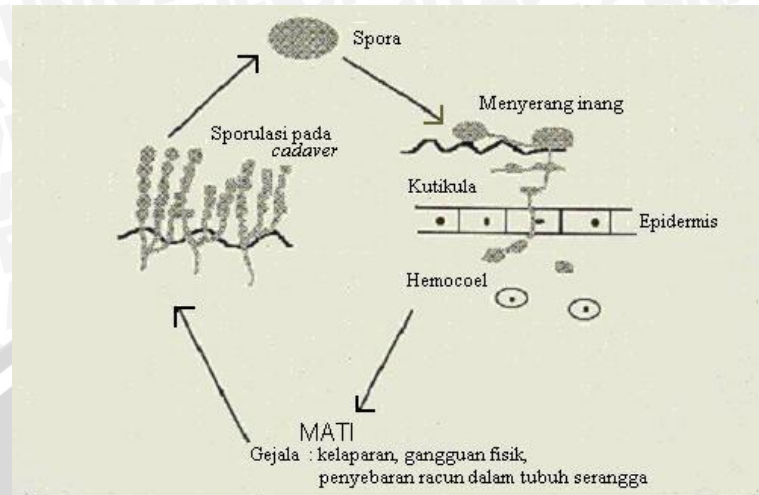
Mekanisme infeksi *L. lecanii* dapat digolongkan menjadi empat tahapan etiologi penyakit serangga yang disebabkan oleh cendawan entomopatogen (Gambar 5). Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul



cendawan dengan tubuh serangga. Propagul cendawan *L. lecanii* berupa konidia karena merupakan cendawan yang berkembang baik secara tidak sempurna. Dalam proses ini, senyawa mukopolisakarida memegang peranan penting. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Kelembapan udara yang tinggi dan bahkan kadang-kadang air diperlukan untuk perkecambahan propagul cendawan. Cendawan pada tahap ini dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen. Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi (Pedrini *et al.*, 2007)

Cendawan dalam melakukan penetrasi menembus integumen dapat membentuk tabung kecambah (appresorium). Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. Setelah serangga mati, cendawan akan terus melanjutkan siklus dalam fase saprofitik, yaitu cendawan akan membentuk koloni di sekitar tubuh inang. Setelah tubuh serangga inang dipenuhi oleh koloni cendawan, maka spora infeksi akan diproduksi. (Pedrini *et al.*, 2007)

Pada waktu serangga mati, fase perkembangan saprofit cendawan dimulai dengan cara menyerang jaringan dan berakhir dengan pembentukan organ reproduksi baru kemudian menyebar ke seluruh tubuh serangga. Pada umumnya semua jaringan dalam tubuh serangga dan cairan tubuh habis digunakan oleh cendawan, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Pertumbuhan cendawan diikuti dengan pengeluaran pigmen atau toksin yang dapat melindungi serangga dari serangan mikroorganisme lain, terutama bakteri. Pertumbuhan cendawan tidak selalu menembus ke luar jaringan integumen serangga. Apabila keadaan kurang mendukung perkembangan saprofit maka pertumbuhan hanya berlangsung di dalam tubuh serangga. Oleh karena itu, cendawan membentuk struktur khusus yang dapat bertahan yaitu arthrospora (Ferron, 1985 dalam Prayogo dan Suharsono, 2005).



Gambar 5. Mekanisme infeksi cendawan *L. lecanii* pada tubuh serangga (Charnley, 2006).

Pada stadium awal infeksi oleh cendawan, serangga atau larva serangga yang terinfeksi tidak memperlihatkan gejala. Gejala yang terlihat hanya tampak beberapa titik nekrotik pada lokasi penetrasi hifa. Pada fase selanjutnya, larva menunjukkan gejala terserang infeksi. Gejala tersebut antara lain larva menjadi gelisah, kurang aktif, aktivitas makan menurun dan kehilangan kemampuan koordinasi. Di lapangan, serangga yang telah terinfeksi seringkali bergerak ke tempat yang lebih tinggi menjauhi permukaan tanah. Perilaku seperti ini diduga untuk melindungi kelompoknya agar tidak terserang cendawan. Larva dari lepidoptera yang terinfeksi oleh jamur menjadi lunak karena mengandung air dan memiliki integumen yang rapuh (Prayogo dan Suharsono, 2005)

### Potensi Cendawan Entomopatogen *L. lecanii* untuk Mengendalikan Hama

Cendawan *L. lecanii* ditemukan pertama kali menginfeksi serangga kutu sisik *Scale Insect* (Homoptera: Diaspididae) yang menyerang tanaman kopi di pulau Jawa, kemudian oleh Zimmermann jamur ini diberi nama *Cephalosporium lecanii* (Zimmermann 1889 dalam Fatiha et al., 2007). *L. lecanii* yang sebelumnya diberi nama *L. lecanii* dilaporkan juga mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi ordo Homoptera, Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera,

Thysanoptera, Coleoptera, dan Lepidoptera dengan tingkat mortalitas yang sangat bervariasi.

### **Kerentanan Berbagai Fase Serangga terhadap Infeksi Cendawan Entomopatogen**

Cendawan *L. lecanii* merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan di berbagai tempat, baik di daerah tropik maupun subtropik. *L. lecanii* mempunyai kisaran inang yang cukup besar sehingga cendawan tersebut memiliki keragaman intraspecies yang cukup besar di lapangan (Koike *et al.*, 2007; Sugimoto *et al.*, 2008a; Leal *et al.*, 2008b). Patogenisitas cendawan entomopatogen di lapangan juga dipengaruhi oleh kerapatan konidia cendawan yang diaplikasikan (Prayogo *et al.*, 2005) Semakin tinggi kerapatan konidia *L. lecanii* yang diaplikasikan semakin efektif pengendalian yang diperoleh. Pengendalian telur *R. linearis* juga mengindikasikan hasil yang serupa, pada kerapatan konidia *L. lecanii*  $10^5$ /ml hanya mampu menekan perkembangan telur sebesar 9%, sedangkan aplikasi dengan kerapatan konidia  $10^8$ /ml mampu menekan jumlah telur yang tidak menetas hingga mencapai 91%. Oleh karena itu, kerapatan konidia memegang peranan sangat penting dalam usaha pengendalian hama menggunakan agens hayati *L. lecanii*.

Pada umumnya fase awal merupakan umur yang cukup rentan terhadap aplikasi cendawan. Pada fase muda lebih rentan terhadap infeksi cendawan dibandingkan fase dewasa (Kulkarni *et al.*, 2003 dan del-Prado, 2008). Fase larva kumbang sagu *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) lebih toleran terhadap aplikasi *Metarhizium anisopliae* dan *B. Bassiana* dibandingkan dengan fase telur maupun imago (Gindin *et al.*, 2006). Efikasi *L. lecanii* terhadap *R. linearis* lebih tinggi fase nimfa 2 maupun imago dengan tingkat mortalitas mencapai 82% (Prayogo dan Suharsono, 2005). Akan tetapi pada fase tersebut mortalitas serangga sangat aktif sehingga pada waktu aplikasi di lapangan efikasi cendawan menjadi rendah.

Peluang hidup nimfa kepik hijau yang sudah terinfeksi cendawan *B. bassiana* dari fase telur sangat rendah. Telur yang terinfeksi cendawan *B.*

*bassiana* dan berhasil menetas menjadi nimfa 1, tidak semuanya mampu berhasil berganti kulit untuk berkembang menjadi nimfa 2. Hal ini disebabkan beberapa serangga mengalami gagal *moulting* sehingga akhirnya mati dan tidak dapat berkembang menjadi serangga dewasa. Telur yang baru diletakkan imago, hanya berpeluang hidup menjadi nimfa 2 sebesar 2%. Sedangkan telur kepik hijau yang berumur satu dan dua hari apabila terinfeksi cendawan *B. bassiana* hanya berpeluang hidup berkembang menjadi nimfa 2 dibawah 10%. Sementara itu, telur kepik hijau yang berumur tiga hingga enam hari yang terinfeksi *B. bassiana* hanya berpeluang menjadi serangga dewasa berkisar 11-14% (Prayogo, 2012).



### III. BAHAN DAN METODE

#### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Agustus 2014 sampai dengan Januari 2015 di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Malang.

#### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah kotak pemeliharaan serangga (berukuran p= 20 cm; l= 15 cm; t= 5 cm), kotak pemeliharaan imago (berukuran p= 40 cm; l= 25 cm; t= 25 cm), kain kasa, dan kapas untuk pemeliharaan serangga; kompor listrik, panci untuk memasak media ADK (Agar Dekstrosa Kentang); cawan petri untuk tempat pertumbuhan media ADK; tabung reaksi untuk wadah pengocokan suspensi cendawan; timbangan analitik untuk mengukur bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat media ADK; *Laminar Flow Cabinet*, pembakar bunsen, jarum ose, pinset untuk proses inokulasi cendawan; tabung *Erlenmayer* untuk wadah media ADK yang siap digunakan, inkubator untuk sterilisasi alat, autoklaf untuk sterilisasi media, gelas plastik untuk tempat perlakuan serangga, kuas kecil untuk mengkerok konidia cendawan, gelas ukur 10 ml untuk wadah air yang akan digunakan untuk pembuatan suspensi, haemositometer untuk menghitung kerapatan spora, mikroskop untuk identifikasi jamur, vorteks untuk mencampurkan larutan suspensi cendawan, dan kamera digital untuk dokumentasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah biakan murni cendawan entomopatogen *L. lecanii* koleksi dari Laboratorium Entomologi Balitkabi untuk perlakuan ke serangga, 600 ekor larva serangga *S. litura* untuk bahan perlakuan, madu untuk pemeliharaan imago, daun jarak pagar; aquades steril, alumunium foil, alkohol 70%, kentang, gula, agar 20 gr, plastik *wrap* untuk pembuatan media ADK; spiritus untuk proses inokulasi cendawan.

## Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri darilima tahapan yaitu; pembiakan massal *S. litura*, pembuatan media ADK, perbanyakan isolat cendawan *L. lecanii*, pembuatan suspensi konidia *L. lecanii*, dan inokulasi suspensikonidia *L. lecanii* pada berbagai instar larva *S. litura*.

### Pembiakan Massal *S. litura*

Telur *S. litura* hasil eksplorasi dari lapangan dipelihara di laboratorium. Telur dipelihara dalam toples plastik yang telah diberi kain kasa halus pada bagian atasnya. Larva *S. litura* yang digunakan dalam percobaan adalah larva instar satu sampai dengan enam. Larva atau kelompok telur *S. litura* dipelihara di dalam toples plastik dan diberi pakan daun jarak kepyar yang masih segar. Larva yang akan membentuk pupa dimasukkan kedalam pada toples plastik dengan memberi lapisan tanah setebal 1,5 cm sebagai tempat berpupa. Setelah pupa menjadi imago ditempatkan dalam toples plastik lain dan diberi pakan larutan madu 10% yang diletakkan dibagian penutup toples. Sebagai tempat bertelur imago betina, di dalam dinding toples digantung kain kasa. Telur-telur yang dihasilkan dipindah ke toples tersendiri dan dipelihara sampai menjadi imago dan seterusnya seperti prosedur di atas sampai populasi larva cukup dan siap digunakan untuk percobaan.

### Pembuatan Media ADK

Media ADK dibuat dengan cara sebagai berikut, 400 gr kentang dikupas, dicuci bersih kemudian dipotong kecil dan direbus dalam 2 lt akuades sampai lunak. Rebusan kentang tersebut kemudian disaring untuk memisahkan air dengan kentang. Air hasil saringan diukur hingga 2 lt kemudian ditambahkan 20 gr agar dan 40 gr dekstroza, lalu direbus kembali sampai mendidih. Setelah itu, larutan tersebut disaring kembali dan dituangkan pada botol erlenmayer untuk disterilkan

dalam autoklafselama 15 menit pada temperature 121 °C dengan tekanan 1 atmosfer (atm).

### **Perbanyak Isolat Cendawan *L. lecanii***

Biakan murni *L. lecanii* diperoleh dari laboratorium Balitkabi, kemudian ditumbuhkan pada media ADK. Pemindehan *L. lecanii* dilakukan dalam LAFC menggunakan *cork borer* yang telah dipanaskan dengan api bunsen. Hal ini dilakukan untuk mencegah kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Inokulum *L. lecanii* diinkubasikan pada suhu ruang kurang lebih 28°C dan tempat yang gelap dengan menutup inokulum menggunakan kain hitam selama 21 hari. Perbanyak dilakukan untuk mendapatkan persediaan isolat *L. lecanii* sebagai media pertumbuhan jamur *L. lecanii*.

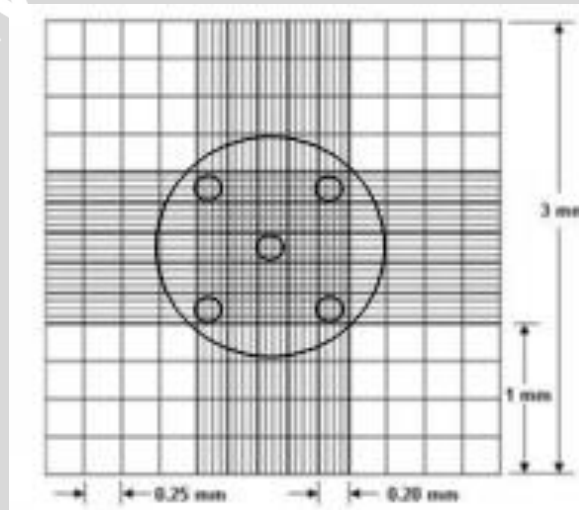
### **Pembuatan Suspensi Konidia *L. lecanii***

Pembuatan suspensi konidia dilakukan dengan cara mengambil cendawan dari isolat murni yang telah ditumbuhkan pada media ADK selama 21 hari, kemudian dicampur dengan 10 ml aquades steril, diaduk dan disaring hingga membentuk suspensi. Suspensi yang telah terbentuk dihomogenkan dengan *vortex mixer* selama beberapa menit, kemudian dihitung kerapatan konidianya menggunakan haemositometer. Kerapatan konidia yang digunakan adalah  $10^7$  konidia/ml. Perhitungan kerapatan konidia pada semua perlakuan bertujuan untuk mengamati pertumbuhan cendawan *L. lecanii* dan menyiapkan suspensi dengan kerapatan  $1 \times 10^7$  konidia/ml akuades sebagai uji patogenisitas terhadap instar larva *S. litura*. Perhitungankerapatan konidia menggunakan haemositometer yang dilakukan berdasarkan metode Herlinda *et al.* (2006). Suspensi yang telah disiapkan, diambil sebanyak 0,01 ml menggunakan mikropipet. Kemudian ditetaskan ke dalam haemositometer. Jumlah kerapatan konidia dihitung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Konidia dihitung pada lima kotak contoh terbesar kedua (kotak yang dilingkari) (Gambar 6). Setiap satu kotak

contoh terdapat 16 kotak kecil, sehingga total terdapat 80 kotak kecil yang diamati. Kerapatan konidia dihitung menggunakan rumus Nuryanti *et al.* (2012) adalah sebagai berikut :

$$J = \frac{txd}{(nx 0,25)} \times 10^6$$

yang J adalah jumlah konidia dalam satu ml media (konidia/ml); T adalah jumlah konidia dalam kotak bujur sangkar yang dihitung; D adalah faktor pengenceran bila harus diencerkan (d=1 berarti tidak diencerkan; d=10 berarti diencerkan 1:10); 0,25 adalah konstanta dan n adalah jumlah kotak contoh yang dihitung.



Gambar 6. Kotak Contoh Perhitungan dalam Haemositometer (Anonim, 2015)

#### **Inokulasi Suspensi Konidia *L. lecanii* pada Berbagai Instar Larva *S. litura***

Kemampuan cendawan *L. lecanii* pada berbagai instar larva *S. litura*, dilakukan dengan cara inokulasi suspensi konidia pada berbagai instar larva *S. litura* yang sehat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 satuan perlakuan (Tabel 1). Perlakuan yang digunakan adalah larva *S. litura* instar satu sampai dengan instar enam. Setiap ulangan terdiri dari 25 ekor larva. Larva *S. litura* yang dibutuhkan sebanyak 600 ekor. Larva *S. litura* dimasukkan ke dalam toples

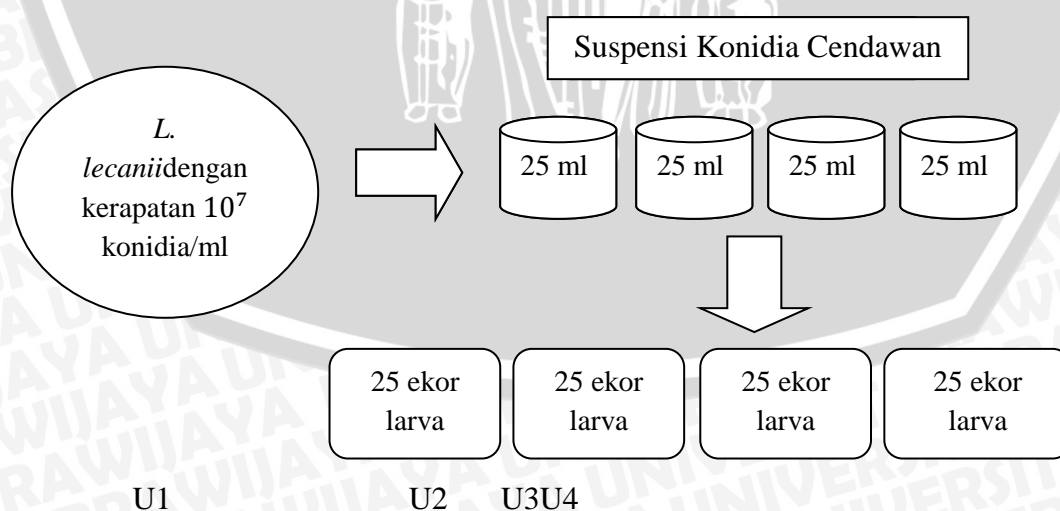


plastik. Setiap toples plastik diisi 25 ekor larva *S. litura* setiap instarnya. Toples plastik yang dibutuhkan untuk semua perlakuan sejumlah 24 buah. Suspensi konidia cendawan yang telah disiapkan, dimasukkan ke dalam botol semprot dengan volume semprot 25 ml. Larva *S. litura* disemprot dengan suspensi konidia cendawan *L. lecanii* pada kerapatan  $10^7$  konidia/ml.

Tabel 1. Perlakuan larva *S. litura* yang digunakan dalam penelitian.

Perlakuan	Keterangan
S1	Larva <i>S. litura</i> instar ke-1
S2	Larva <i>S. litura</i> instar ke-2
S3	Larva <i>S. litura</i> instar ke-3
S4	Larva <i>S. litura</i> instar ke-4
S5	Larva <i>S. litura</i> instar ke-5
S6	Larva <i>S. litura</i> instar ke-6

Penyemprotan dilakukan pada sore hari. Setelah disemprot, larva *S. litura* diberi pakan daun jarak kepyar yang masih segar. Pakan diganti setiap hari sampai larva *S. litura* menjadi pupa atau mati. Skematis perlakuan larva *S. litura* instar kesatu terhadap patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii* (Gambar 7).



Gambar 7. Skematis perlakuan patogenisitas cendawan entomopatogen *L. lecanii* pada larva *S. litura* instar kesatu.

Mortalitas merupakan parameter pengukuran terhadap banyaknya larva *S. litura* yang mati akibat infeksi oleh jamur entomopatogen *L. lecanii*. Larva yang mati akibat terinfeksi jamur *L. lecanii* diamati kemudian dicatat. Untuk instar larva *S. litura* yang masih hidup tetap dipelihara sampai larva tersebut mati atau menjadi pupa. Persentase mortalitas larva *S. litura* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100 \%$$

yang M adalah mortalitas (%); n adalah jumlah larva yang mati karena jamur (ekor); N adalah jumlah larva yang diuji (ekor).

Pengamatan terhadap waktu kematian larva dilakukan dengan menghitung jumlah larva yang mati setiap hari. Perhitungan waktu kematian menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{\sum \left( \frac{a}{n} \times b \right)}{\sum \left( \frac{a}{n} \right)}$$

yang W adalah waktu kematian; a adalah banyaknya larva yang mati pada hari infeksi; b adalah hari infeksi pada saat larva mati; dan n adalah banyaknya larva yang mati tiap perlakuan.

Pengamatan stadium larva *S. litura* bertujuan untuk mengetahui perubahan setiap instar larva dengan cara mengamati pergantian kulit yang terjadi setelah serangga tersebut diaplikasikan oleh cendawan *L. lecanii*, karena tidak seluruh fase dalam perkembangan serangga rentan terhadap infeksi cendawan. Perubahan dalam umur per instar larva tersebut diamati kemudian dicatat.

Perhitungan terhadap berat badan larva *S. litura* bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan terhadap berat badan larva. Larva *S.*

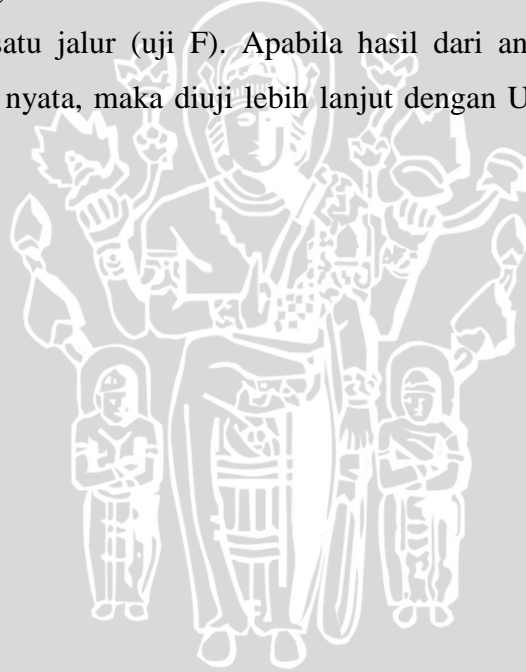
*litura* ditimbang setiap hari, dari saat larva terinfeksi hingga larva mati atau menjadi pupa. Larva *S. litura* ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

Pengamatan persentase larva menjadi pupa dilakukan dengan cara menghitung jumlah pupa yang terbentuk. Persentase larva menjadi pupa dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = \frac{i}{n} \times 100\%$$

yang I adalah persentase larva menjadi pupa; i adalah jumlah larva yang menjadi pupa; dan n adalah jumlah awal dari larva yang diuji.

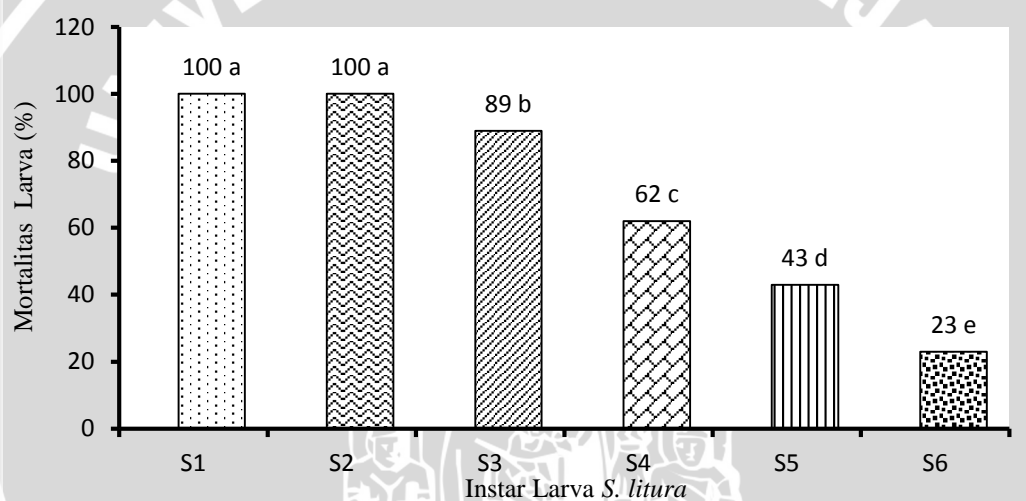
**Analisis Data.** Data persentase kematian larva *S. litura*, pertumbuhan dan perkembangan serangga *S. litura* akibat infeksi *L. lecaniidi* analisis menggunakan analisis sidik ragam satu jalur (uji F). Apabila hasil dari analisis sidik ragam menunjukkan berbeda nyata, maka diuji lebih lanjut dengan Uji BNT pada taraf 5%.



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengaruh Infeksi Cendawan *L. lecanii* terhadap Mortalitas Larva *S. litura* pada Berbagai Instar

Hasil uji hayati menunjukkan, bahwa mortalitas larva *S. litura* pada instar kesatu dan kedua yang terinfeksi cendawan *L. lecanii* lebih tinggi dibandingkan dengan instar ketiga sampai dengan keenam. Persentase mortalitas pada larva *S. litura* instar kesatu dan kedua akibat infeksi cendawan *L. lecanii*, yaitu 100% (Gambar 8).



Sn : Larva *S. litura*

n : Instar kesatu sampai keenam

Gambar 8. Mortalitas berbagai instar larva *S. litura* akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan  $10^7$  konidia/ml pada 20 HSI.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas bar menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT dengan taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan, larva *S. litura* instar kesatu dan kedua lebih rentan akibat infeksi cendawan *L. lecanii*. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Prayogo *et al.* (2005) menyatakan bahwa, larva *S. litura* instar kesatu lebih rentan terhadap cendawan *M. anisopliae*, dibandingkan dengan instar keempat. Asi *et al.* (2013) menambahkan, mortalitas pada larva *S. litura* instar kedua lebih tinggi dibandingkan dengan instar keempat terhadap cendawan *L. lecanii* dengan konsentrasi  $10^7$  konidia/ml pada 10 HSI. Sonai dan Muthukrishnan

(2009) juga menambahkan, mortalitas pada larva *S. litura* instar kesatu (70,60%) oleh cendawan *N. rileyi* isolat PDBC lebih tinggi dibandingkan instar ketiga (43,80%). Tingkat kematian larva *S. litura* instar kesatu dan kedua menurut Thungrabeab *et al.* (2006) akibat cendawan *L. lecanii* tergolong dalam patogenesis tinggi.

Larva *S. litura* instar kesatu dan kedua memiliki lapisan kutikula yang tipis dan lunak, sehingga cendawan entomopatogen mampu melakukan penetrasi ke dalam tubuh larva serangga yang mengakibatkan mortalitas tinggi. Untung, 2010 menyatakan bahwa, hifa yang terbentuk melakukan penetrasi dengan menembus bagian kutikula serangga melalui bagian luka, mulut, spirakel, membran antar segmen dan saluran pencernaan. Proses penetrasi ini dibantu oleh senyawa-senyawa hasil sekresi cendawan sebagai bioinsektisida yaitu enzim-enzim protease, kitinase dan lipase. Selain itu juga konidia akan mendegradasi bagian kutikula serangga untuk masuk ke dalam tubuh serangga dengan dibantu oleh senyawa-senyawa toksik.

Persentase mortalitas larva *S. litura* terendah terjadi pada instar keenam, yaitu 23% (Gambar 8). Tingkat kematian larva *S. litura* instar keenam menurut Thungrabeab *et al.* (2006) akibat cendawan *L. lecanii* tergolong dalam patogenesis rendah. Larva *S. litura* instar keenam lebih tahan akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dibandingkan instar kesatu dan kedua. Larva *S. litura* instar keenam memiliki lapisan kutikula lebih tebal dan keras sehingga menyebabkan mortalitas rendah. Jarrold (2007) mengemukakan bahwa lapisan lilin pada serangga dapat menghambat perkecambahan konidia cendawan entomopatogen. Hal tersebut diduga bahwa, konidia cendawan *L. lecanii* yang menempel pada tubuh larva instar keenam, ikut terlepas bersamaan dengan proses pergantian kulit larva menjadi pupa. Gilbert dan Gill (2010) juga melaporkan bahwa, konidia juga merupakan bahan perekat dari cendawan untuk melekat pada kutikula. Vega dan Kaya (2012) juga melaporkan bahwa, awalnya konidia melekat pada kutikula serangga konidia yang menempel pada kutikula akan membentuk *germ tube* dan *appressorium*. *Appressorium* dengan kuat mengaitkan cendawan ke epikutikula

serangga dan memungkinkan penetrasi kutikula melalui dua proses yaitu mekanik dan enzimatik sesuai dengan pendapat Robson *et al.* (2007).

Larva *S. litura* yang terinfeksi cendawan *L. lecanii* mengalami perubahan morfologi. Gejala yang terjadi adalah perubahan tubuh larva menjadi kaku sehingga menyebabkan kematian (Gambar 9). Berdasarkan hasil pengamatan, abdomen larva *S. litura* yang awalnya melunak, kemudian menjadi kaku dan mengeras setelah mengalami kematian. Tubuh larva yang terinfeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* juga mengalami perubahan warna menjadi hitam (Gambar 9). Susanti *et al.* (2013), menyatakan bahwa perubahan warna hitam yang terjadi pada tubuh larva disebabkan oleh proses melanisasi yang merupakan suatu bentuk pertahanan tubuh serangga melawan patogen. Miranti *et al.* (2008), menyatakan pada stadium awal infeksi oleh cendawan, larva yang terinfeksi oleh cendawan tidak memperlihatkan gejala. Gejala yang terlihat hanya tampak beberapa titik nekrotik pada lokasi penetrasi hifa ditubuh serangga atau larva. Pada fase selanjutnya, menunjukkan gejala terserang infeksi. Gejala tersebut antara lain menjadi gelisah, kurang aktif, aktivitas makan menurun dan kehilangan kemampuan koordinasi.

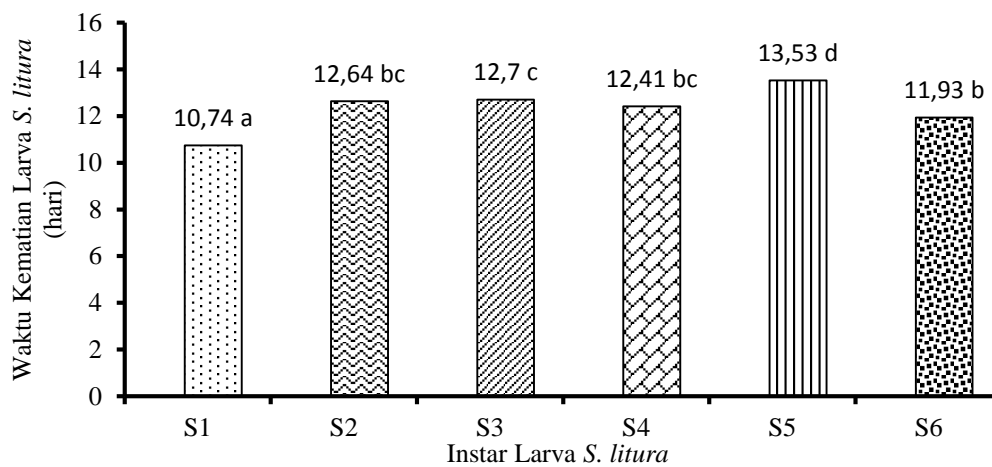


Gambar 9. Larva *S. litura* instar kelima. a. Larva sehat dan b. Larva sakit

Pada integumen larva *S. litura* tidak terdapat hifa cendawan *L. lecanii* yang berwarna putih. Perkembangan cendawan hanya berlangsung di dalam tubuh tanpa keluar menembus integumen larva *S. litura*. Hal ini diduga karena rata-rata kelembaban nisbi relatif rendah pada ruanglingabatorium yaitu 87,0 % (Tabel Lampiran 6), sehingga tidak mendukung pertumbuhan jamur di luar tubuh larva. Prayogo *et al.* (2005) menyatakan bahwa, jamur tidak selalu tumbuh keluar menembus integumen. Apabila keadaan kurang mendukung perkembangan jamur hanya berlangsung di dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen. Dalam hal ini cendawan membentuk struktur khusus untuk dapat bertahan, yaitu arthrospora. Soetopo dan Indrayani (2007) menambahkan bahwa, perkecambahan konidia dan sporulasi pada permukaan tubuh serangga dibutuhkan kelembaban nisbi sangat tinggi yaitu lebih dari 90%, terutama kelembaban di lingkungan mikro.

#### **Pengaruh Infeksi Cendawan *L. lecanii* terhadap Waktu Kematian Larva *S. litura* pada Berbagai Instar**

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, waktu kematian larva *S. litura* pada instar kesatu (10,74 hari) oleh cendawan entomopatogen *L. lecanii* lebih cepat dibandingkan dengan instar kedua sampai dengan keenam (Gambar 10). Larva *S. litura* instar kesatu dan kedua memiliki lapisan kutikula yang tipis dan lunak sehingga mengakibatkan waktu kematian yang singkat akibat infeksi cendawan *L. lecanii*. Asi *et al.* (2013) menyatakan bahwa, mortalitas pada larva *S. litura* instar kesatu terjadi pada hari ke-10 setelah terinfeksi cendawan *B. bassiana* 25, *I. fumosorosea* 32, *M. anisopliae* L6 dan *L. lecanii* 17. Prayogo (2012) mengungkapkan bahwa, setiap cendawan memiliki patogenitas yang berbeda-beda karena toksin yang dimiliki juga berbeda. Toksin merupakan salah satu hal yang paling berperan dalam peningkatan mortalitas larva *S. litura* dan aktifitas makannya. Jenis toksin yang dihasilkan oleh *L. lecanii* adalah *Cyclosporin A*, *dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid*, *Bassionalide*, *beauvericin* dan *cyclodepsipeptide* yang berfungsi mengganggu system syaraf. Akibatnya senyawa yang



Sn : Larva *S. litura*

n : Instar kesatu sampai keenam

Gambar 10. Waktu kematian berbagai instar larva *S. litura* akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan  $10^7$  konidia/ml pada 20 HSI. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas bar menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT dengan taraf 5%.

bersifat toksik yang terkandung di cendawan *L. lecanii* tersebut dapat terakumulasi di dalam tubuh larva *S. litura* dalam jumlah yang besar selama dua puluh hari, maka tubuh larva *S. litura* makin banyak menyerap senyawa-senyawa yang bersifat toksik tersebut sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan pengaruh pada metabolisme tubuh larva dan pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Prayogo (2005) menambahkan selain toksin, faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap mortalitas ulat grayak, yaitu seperti kelembaban dan suhu. Pada tahap penginfeksian cendawan terhadap serangga sasaran, kelembaban yang tinggi diperlukan untuk perkecambahan propagul cendawan.

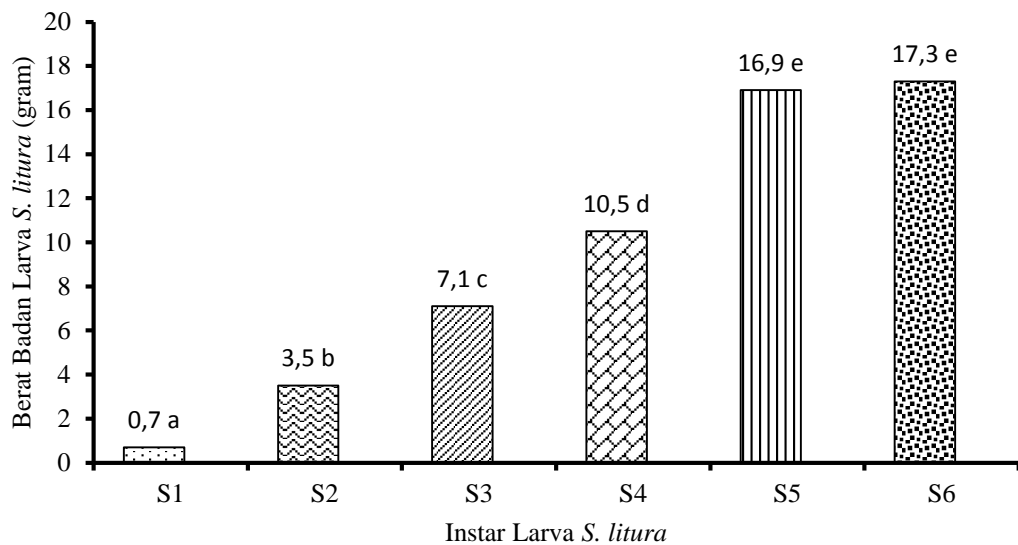
Rerata waktu kematian larva *S. litura* instar kedua, ketiga, keempat dan keenam akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* adalah sama (Gambar 10). Waktu kematian terlama pada larva *S. litura* instar kelima yaitu 13,53 hari. Hal tersebut diduga, larva *S. litura* instar kelima memiliki lapisan kutikula yang lebih tebal dan keras dibanding dengan instar kesatu, sehingga pertahanan larva terhadap infeksi cendawan *L. lecanii* cenderung tinggi dan menyebabkan waktu kematian relatif lama. Hasan *et. al.* (2013) menyatakan bahwa cendawan *L. lecanii* menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksin. Senyawa



metabolit sekunder terdiri atas enzim hidrolitik seperti protease, kitinase dan lipase. Shinya *et al.* (2008a); (2008b) menambahkan, enzim tersebut biasanya berperan dalam mendegradasi komposisi struktur kulit telur maupun integumen inang. Untung (2010) juga mengungkapkan bahwa, senyawa toksin seperti *dipicolinic acid*, *beauvericin*, *cyclosporin* sangat toksik terhadap serangga inang.

### Pengaruh Infeksi Cendawan *L. lecanii* terhadap Berat Badan Larva *S. liturapada* Berbagai Instar

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, berat badan larva *S. litura* pada instar kesatu (0,7 gram) yang terinfeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* lebih rendah dibandingkan dengan instar kedua sampai dengan instar keenam (Gambar 11).



Sn : Larva *S. litura*

n : Instar kesatu sampai keenam

Gambar 11. Berat badan berbagai instar larva *S. litura* akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan  $10^7$  konidia/ml pada 20 HSI.

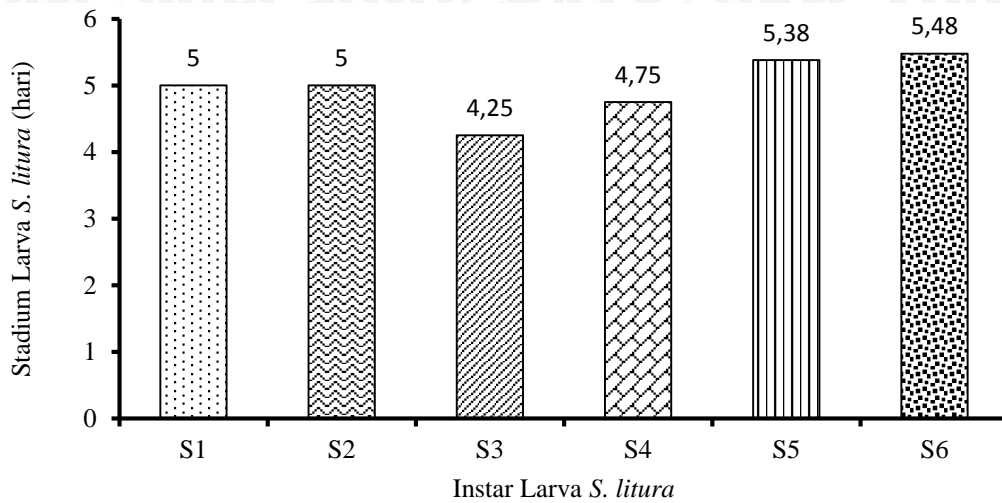
Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas bar menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT dengan taraf 5%.

Rendahnya persentase berat badan larva *S. litura* instar kesatu akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* selain disebabkan oleh lapisan integumen pada instar tersebut yang sangat tipis dan lunak, juga disebabkan oleh ukuran tubuh larva *S. litura* lebih kecil ( $p=0,5-1$  cm;  $l=0,3-0,5$  cm), dibandingkan dengan larva *S. litura* instar kelima dan keenam yang berukuran lebih besar ( $p=2,5$  cm;  $l=0,5$  cm). Ukuran tubuh larva *S. litura* mempengaruhi berat badan larva pada saat ditimbang. Vega dan Kaya (2012), mengemukakan bahwa cendawan yang tumbuh dengan pesat di hemolimfa membunuh serangga dengan mengonsumsi nutrisi inang dan secara fisik merusak jaringan, sehingga mengganggu sistem fisiologis serangga. Selain itu, cendawan mengandalkan produksi metabolit sekunder untuk membunuh serangga. Pada *L. lecanii* menghasilkan metabolit sekunder bersifat toksin yang disebut *bassianolide*.

Persentase berat badan larva *S. litura* tertinggi akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* terjadi pada instar keenam (17,3 gr) (Gambar 11). Berdasarkan hasil pengamatan, tubuh larva *S. litura* instar keenam yang terinfeksi cendawan *L. lecanii* terlihat lemas dan tidak bergerak. Ladja. (2009) menyatakan bahwa, kerusakan yang terjadi pada kutikula serangga dibantu oleh enzim lipase dan kitinase yang dilakukan untuk menembus kutikula serangga dan diikuti dengan penyebaran konidia dalam jaringan tubuh larva.

### **Pengaruh Infeksi Cendawan *L. lecanii* terhadap Stadium Larva *S. litura* pada Berbagai Instar**

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* berpengaruh secara tidak nyata pada stadium larva *S. litura*. Lama stadium larva *S. litura* terendah akibat infeksi cendawan *L. lecanii* terjadi pada instar ketiga (4,25 hari) (Gambar 12). Pada larva *S. litura* instar ketiga mengalami pergantian kulit lebih cepat dibandingkan dengan instar yang lain. Mia *et al.* (2008) melaporkan bahwa, rerata waktu kematian yang paling cepat terjadi pada larva *C. pavonana* Fab. instar ketiga (4,66 hari) yang terinfeksi oleh cendawan *M. anisopliae*.



Sn : Larva *S. litura*

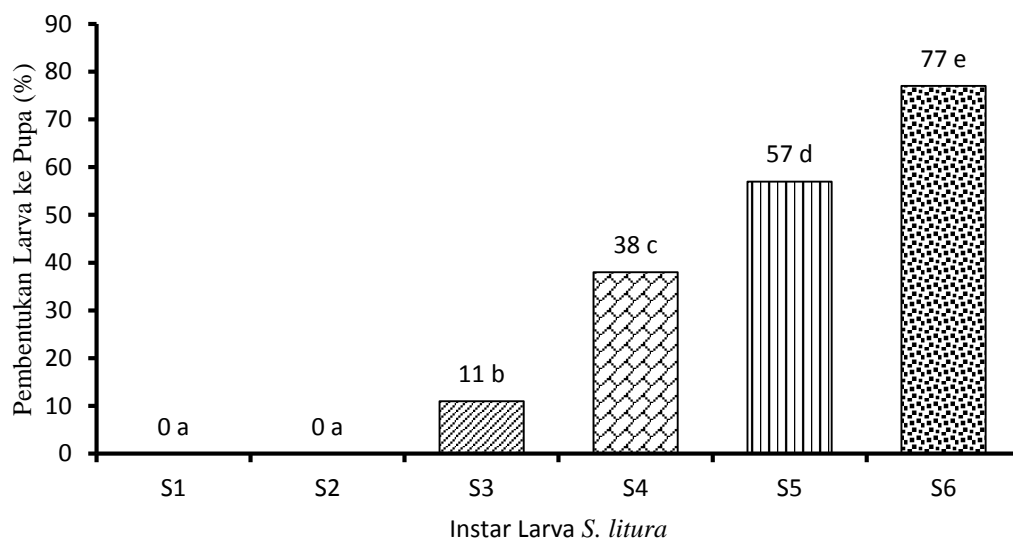
n : Instar kesatu sampai keenam

Gambar 12. Stadium larva *S. litura* akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dengan kerapatan  $10^7$  konidia/ml pada 20 HSI.

Lama stadium pada larva *S. litura* tertinggi akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* terjadi pada instar keenam (5,48 hari) (Gambar 12). Lama stadia pada larva *S. litura* instar keenam yang berumur lebih dari 5 hari tersebut, diduga adanya penghambatan proses pergantian kulit akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii*. Hal ini terlihat bahwa larva *S. litura* berusaha mengurangi gangguan pertumbuhan dan perkembangannya, dengan cara memperpanjang masa perkembangan umur larva tersebut. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fadlilah (2012) yang menyebutkan bahwa adanya penghambatan perkembangan instar disebabkan *S. litura* mengalami gangguan pada saat ekdisis. hormon ekdisis adalah hormon yang memicu pergantian kulit. Selain merangsang pergantian kulit hormon ekdisis juga mendorong perkembangan karakteristik perubahan larva menjadi imago. Sehingga apabila terdapat gangguan pada hormon ekdisis, maka serangga akan terganggu proses perkembangannya. Utami (2011) senyawa yang mengganggu proses ekdisis salah satunya adalah saponin. Selain itu saponin memiliki kemampuan untuk merusak membran.

### Pengaruh Infeksi Cendawan *L. lecanii* terhadap Persentase Larva *S. litura* menjadi Pupa pada Berbagai Instar

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, persentase larva *S. litura* yang membentuk pupa pada larva instar kesatu dan kedua, akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* lebih rendah dibandingkan dengan instar ketiga sampai dengan keenam. Larva *S. litura* instar kesatu dan kedua tidak berhasil membentuk pupa (0%), sedangkan persentase larva menjadi pupa tertinggi akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* terjadi pada larva *S. litura* instar keenam (77%) (Gambar 13).



Sn : Instar Larva *S. litura*  
n : Instar kesatu sampai keenam

Gambar 13. Persentase larva *S. litura* menjadi pupa akibat infeksi cendawan *L. lecanii* dengan kepadatan  $10^7$  konidia/ml pada 20 HSI.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama di atas bar menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT dengan taraf 5%.

Rendahnya persentase pembentukan pupa pada larva *S. litura* instar kesatu dan dua akibat cendawan entomopatogen *L. lecanii* terlihat dari jumlah konidia yang menempel pada tubuh larva *S. litura* instar kesatu dan kedua lebih tinggi dibandingkan instar lebih tua, sehingga semakin besar racun yang dihasilkan oleh cendawan entomopatogen *L. lecanii* dan dapat menurunkan pembentukan larva *S.*

*litura* menjadi pupa. Seperti yang dikemukakan Gilbert dan Gill (2010) bahwa serangga yang terkena insektisida dapat mematikan dan mengalami perubahan fisiologis dan perilaku, sehingga dapat menghambat pertumbuhan termasuk gagalnya dalam proses pembentukan pupa. Yunita *et al.* (2009) Senyawa yang diduga mempengaruhi proses molting adalah saponin, dimana saponin dapat mengikat sterol dalam saluran makanan yang akan mengakibatkan penurunan laju sterol dalam hemolimfa. Peran sterol sendiri bagi larva *S. litura* adalah sebagai prekursor bagi hormon ecdison. Dengan adanya penurunan persediaan sterol, maka proses pembentukan pupa *S. litura* juga akan terganggu.

Larva *S. litura* pada instar keenam yang tumbuh menjadi pupa, mulai tampak pada hari ke 12 HSA. Tingginya pembentukan larva *S. litura* menjadi pupa pada instar keenam saling berkaitan dengan nilai mortalitas larva akibat infeksi cendawan entomopatogen *L. lecanii* (Gambar 8). Hal ini terlihat bahwa semakin tua instar larva *S. litura*, semakin tinggi persentase pembentukan pupa, maka semakin rendah nilai mortalitasnya. Sama halnya dengan waktu kematian, larva *S. litura* pada instar keenam memiliki lapisan kutikula yang lebih tebal dan kerassehingga pertahanan larva terhadap infeksi cendawan *L. lecanii* cenderung tinggi dan pembentukan pupa relatif tinggi. Hajek (2011) menyatakan bahwa proses gagal *moulting* diawali dengan masuknya senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat toksik masuk ke dalam organ pencernaan larva diserap oleh dinding usus, selanjutnya beredar bersama darah yang berupa sistem hemolimfa. Hemolimfa yang telah bercampur dengan senyawa toksik akan mengalir keseluruhan tubuh dengan membawa zat makanan dan senyawa toksik yang terdapat dalam insektisida. Senyawa bioaktif yang masuk melalui sistem pencernaan akan mengganggu proses fisiologis larva tersebut, diantaranya dapat mengganggu sistem enzim dan hormon. Dapat disimpulkan bahwa cendawan *L. lecanii* berpengaruh terhadap pembentukan pupa karena di dapatkan nilai sebesar 0% untuk pembentukan pupa

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Patogenisitas cendawan *L. lecanii* menyebabkan mortalitas larva *S. litura* tertinggi terjadi pada instar kesatu dan kedua, sedangkan waktu kematian tersingkat terjadi pada instar kesatu.
2. Patogenisitas cendawan *L. lecanii* menyebabkan berat badan larva *S. litura* terendah terjadi pada instar kesatu, sedangkan stadium larva sama untuk semua instar.
3. Patogenisitas cendawan *L. lecanii* menyebabkan kegagalan dalam pembentukan pupa pada larva *S. litura* instar kesatu dan kedua.

### Saran

Patogenisitas cendawan *L. lecanii* efektif menekan pertumbuhan dan perkembangan larva *S. litura*. Cendawan *L. lecanii* mampu menginfeksi larva *S. litura* pada semua instar. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji patogenisitas terhadap fase pupa atau imago dengan variabel pengamatan yang sama.