

Uji Beberapa Konsentrasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill Lokal dan *Cordyceps militaris* (L:Fr) Lokal Terhadap Hama Ulat Api *Setothosea asigna* Van Eecke pada Tanaman Kelapa Sawit

Test of Some Concentration of Entomopathogenic Fungi Local *Beauveria bassiana* Vuill and *Cordyceps militaris* (L:Fr) towards Nettle Caterpillar *Setothosea asigna* van Eecke at Oil Palm Plant

Nurjayanti¹, Desita Salbiah², Agus Sutikno²
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Nurjayanti77@gmail.com

ABSTRACT

Setothosea asigna is a major pest that requires attention to oil palm plantations. One effort to do pest control *S. asigna* is to use entomopathogenic fungi. The entomopathogenic fungi have the prospect to be developed because it is safe for the environment and available in nature. The objectives of this research were to obtain a better concentration of entomopathogenic fungi local *B. bassiana* and local *C. militaris* to control nettle caterpillar *S. asigna* at oil palm plantations. The experiment arranged in Complete Randomized Design. Research carried out experiments of 7 treatment with 4 replication so that obtainable 28 unit trial. The treatments were without entomopathogenic fungi 0 g/l of water, *B. bassiana* 25 g/l of water, *B. bassiana* 50 g/l of water, *B. bassiana* 75 g/l of water, *C. militaris* 25 g/l of water, *C. militaris* 50 g/l of water, *C. militaris* 75 g/l of water. The results showed that entomopathogenic fungi local *C. militaris* is better used to control nettle caterpillar pests *S. asigna* compared with entomopathogenic fungi local *B. bassiana*. Concentration of local *C. militaris* 25 g/l of water with conidia density 58.5×10^7 kon/ml is capable of causing a early death nettle caterpillar *S. asigna* 24 hours after application, *lethal time* 50 is 94.50 hours after application and 82.50% total mortality.

Keyword: Nettle caterpillar *Setothosea asigna* van Eecke, entomopathogenic fungi local, *Beauveria bassiana* Vuill and *Cordyceps militaris* (L:Fr).

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit merupakan komoditi yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia dan merupakan komoditi unggulan di Provinsi Riau sebagai sumber minyak nabati. Budidaya tanaman kelapa sawit tidak terlepas dari serangan hama. Hama yang menyerang tanaman kelapa sawit diantaranya ulat api *Setothosea asigna* (Buana, 2003). *S. asigna* merupakan jenis ulat yang sering menyerang dan menimbulkan kerusakan yang berat. Tanaman kelapa sawit yang terserang dapat mengalami kehilangan daun sebesar 50%-80% dan bila keadaan ini

berlangsung selama 3 tahun produksinya dapat berkurang sebanyak 48%-87% (Ginting dkk, 1995).

Upaya pengendalian yang dilakukan pada umumnya dengan menggunakan insektisida kimia sintetis. Menurut Untung (2000) bahwa penggunaan insektisida kimia sintetis secara terus menerus akan menimbulkan dampak negatif seperti terjadinya pencemaran lingkungan, meracuni organisme bukan sasaran, ledakan hama sekunder, resistensi dan resurgensi hama.

Alternatif lain dalam pengendalian hama ulat api *S. asigna* yang lebih ramah lingkungan, murah dan banyak tersedia di

alam seperti cendawan entomopatogen. Cendawan entomopatogen yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna* misalnya cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Sinaga, 2010). Suziani (2011) menambahkan bahwa pengendalian hama ulat api *S. asigna* dapat juga menggunakan cendawan entomopatogen *Cordyceps militaris*. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* dan *C. militaris* yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna* adalah isolat lokal. Isolat lokal dipilih karena entomopatogen lokal dianggap sudah beradaptasi dengan ekosistem setempat sehingga tidak akan mengakibatkan gangguan keseimbangan ekologi (Arinana, 2002)

Suhana (2008) telah mendapatkan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dari empat tanah pertanaman pertanian yaitu jagung, kelapa sawit, sawi dan pisang. Kerapatan konidia tertinggi diperoleh dari tanah pertanaman kelapa sawit yaitu 144×10^6 kon/ml. Selanjutnya, cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal telah diuji terhadap beberapa hama tanaman di Provinsi Riau.

Salbiah dkk, (2009) menyatakan bahwa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal 35 g/l air dengan kerapatan konidia $45,5 \times 10^6$ kon/ml mampu mengendalikan hama ulat api *S. nitens* sebesar 100% selama 12 hari. Susiwiati (2011) telah melakukan aplikasi konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal 40 g/l air dengan kerapatan konidia $9,12 \times 10^7$ kon/ml mampu mengendalikan hama rayap *C. curvignatus* sebesar 100% selama 5 hari. Selanjutnya, Salbiah dan Sutra (2013) telah melakukan aplikasi konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal 40 g/l air dengan kerapatan konidia $8,36 \times 10^8$ kon/ml terhadap hama kumbang janur kelapa *B. longissima* menyebabkan mortalitas total 85% selama 12 hari. Salbiah dan Rumi'an (2014) juga telah melakukan aplikasi konsentrasi cendawan

entomopatogen *B. bassiana* lokal 30 g/l air dengan kerapatan konidia $7,98 \times 10^7$ kon/ml terhadap hama walang sangit *L. Oratorius* yang mampu menyebabkan mortalitas total sebesar 97,5% selama 12 hari.

Hamzah (2016) telah melakukan eksplorasi, isolasi dan identifikasi cendawan *Cordyceps* sp. lokal dan diperbanyak pada media jagung dengan kerapatan konidia $7,2 \times 10^7$ kon/ml, bekatul dengan kerapatan konidia $10,4 \times 10^7$ kon/ml dan biji saga dengan kerapatan konidia $3,2 \times 10^7$ kon/ml. Hasil penelitian Ramadani (2016) bahwa aplikasi dosis cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal 25 g/cm³ dengan kerapatan konidia 260×10^7 kon/ml terhadap larva *Oryctes rhinoceros* mampu menyebabkan mortalitas total sebesar 87,50% selama 21 hari.

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi cendawan entomopatogen *B. Bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal yang lebih baik untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna* pada tanaman kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah isolat *Beauveria bassiana* lokal dan *Cordyceps militaris* lokal, ulat api *Setothosea asigna* instar 3, bibit tanaman kelapa sawit varietas Tenera, *Potato Dekstroza Agar* (PDA), jagung pecah, dekstroza, aquades, alkohol 70% dan air steril.

Alat yang digunakan adalah pinset, lampu bunsen, jarum ose, pipet tetes, potongan pipa paralon, botol ukuran 1 liter, mikroskop, *hand sprayer* 1000 ml, timbangan analitik, gelas ukur 5 ml, gelas piala 1000 ml, plastik kaca, plastik wrap, *cover glass*, spatula, pisau, *cork borer*, *autoclave*, dandang, *Erlenmeyer* 1000 ml, *thermohyrometer*, *haemocytometer*, kompor gas, *laminar air flow cabinet* (L AFC), tabung reaksi, *beaker gelas*, *shaker*, kain kasa, cawan petri, tisu gulung, kamera, label dan alat tulis.

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau, dari bulan April sampai Juni 2016, dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri 7 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga diperoleh 28 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 ekor hama ulat api *S. asigna* instar 3. Perlakuan yang diberikan adalah beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu: Tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air, *B. bassiana* 25 g/l air, *B. bassiana* 50 g/l air, *B. bassiana* 75 g/l air, *C. militaris* 25 g/l air, *C. militaris* 50 g/l air dan *C. militaris* 75 g/l air. Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam dan di uji lanjut dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahap yaitu: perbanyak cendawan *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal pada

media jagung pecah, pembuatan suspensi *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal, perhitungan kerapatan konidia, pengadaan ulat api *S. asigna* untuk percobaan, investasi ulat api *S. asigna*, kalibrasi dan aplikasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal. Parameter yang diamati yaitu waktu awal kematian ulat api *S. asigna* (jam), *lethal time 50* (LT₅₀) (jam), mortalitas harian (%), mortalitas total larva (%) dan pengukuran suhu dan kelembaban harian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Awal Kematian Ulat Api *Setothosea asigna*

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* lokal dan *Cordyceps militaris* lokal berpengaruh nyata terhadap waktu awal kematian ulat api *S. asigna*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata waktu awal kematian ulat api *S. asigna* setelah pemberian beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal (jam)

Konsentrasi cendawan entomopatogen	Rata-rata waktu awal kematian (jam)
Tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air	144,00 a
<i>B. bassiana</i> 25 g/l air (56,5 x 10 ⁷ kon/ml)	39,25 b
<i>B. bassiana</i> 50 g/l air (113,0 x 10 ⁷ kon/ml)	31,25 c
<i>B. bassiana</i> 75 g/l air (169,5 x 10 ⁷ kon/ml)	24,00 d
<i>C. militaris</i> 25 g/l air (58,5 x 10 ⁷ kon/ml)	24,00 d
<i>C. militaris</i> 50 g/l air (117,0 x 10 ⁷ kon/ml)	23,00 de
<i>C. militaris</i> 75 g/l air (171,5 x 10 ⁷ kon/ml)	22,25 e

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%, setelah ditransformasi dengan formula \sqrt{y} .

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air terlihat bahwa tidak ada ulat api *S. asigna* yang mati sampai akhir pengamatan yaitu 144 jam. Hal ini disebabkan karena tidak adanya konidia cendawan entomopatogen pada perlakuan tersebut, sehingga tidak menyebabkan

kematian pada ulat api sampai akhir pengamatan.

Cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* tercepat yaitu 22,25 jam setelah aplikasi. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air memiliki

kerapatan konidia tertinggi yaitu $171,5 \times 10^7$ kon/ml dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi yang tinggi maka kerapatan konidia juga tinggi. Semakin tinggi kerapatan konidia maka semakin tinggi toksin cordycepin yang dihasilkan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal yang menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* semakin cepat. Sudharto dkk, (1998) menyatakan bahwa kerapatan konidia yang lebih tinggi akan mempengaruhi kemampuan cendawan entomopatogen *C. militaris* dalam menginfeksi serangga uji. Menurut Sinaga (2010) kerapatan konidia yang tinggi akan menghasilkan toksin cordycepin yang tinggi pula untuk menyebabkan kematian ulat api *S. asigna*.

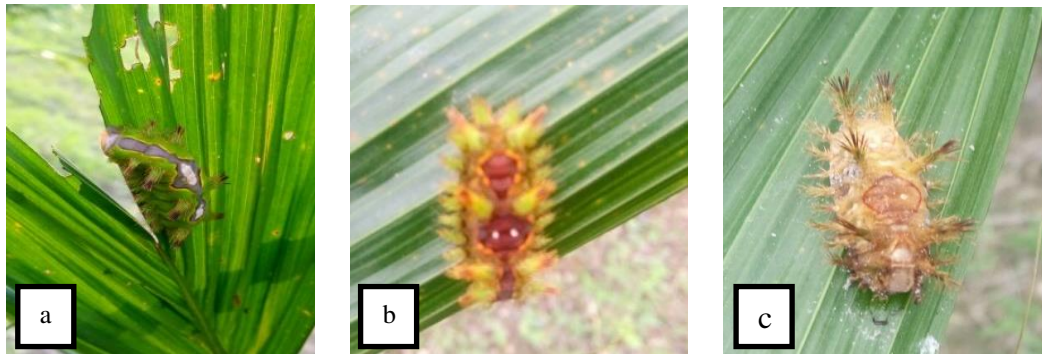
Cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi terendah yaitu 25 g/l air menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* yang berbeda tidak nyata dengan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi tertinggi yaitu 75 g/l air. Hal ini disebabkan cendawan entomopatogen masih melakukan penyesuaian pada tubuh ulat api untuk berkembang dan mendapatkan nutrisi, sehingga kemampuan cendawan entomopatogen untuk menimbulkan kematian pada ulat api *S. asigna* belum maksimal dan menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* yang sama yaitu 24 jam setelah aplikasi.

Konsentrasi *B. bassiana* lokal 75 g/l air berbeda nyata dengan konsentrasi *B. bassiana* lokal 50 g/l air dan *B. bassiana*

lokal 25 g/l air. Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka kerapatan konidia akan lebih tinggi dan toksin beauvericin yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* yang lebih cepat. Hal ini juga ditemukan pada hasil penelitian Susiwiwati (2010) bahwa waktu muncul gejala awal sampai menyebabkan rayap *C. curvignatus* mati yang lebih cepat terjadi karena banyaknya konidia yang menempel dan berkecambah pada kutikula. Sesuai dengan pendapat Boucias dan Pendland (1998) bahwa tingginya konsentrasi yang diberikan kepada serangga sasaran, maka kontak antara cendawan dengan serangga akan semakin banyak maka proses kematian serangga yang terinfeksi akan semakin cepat.

Perlakuan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* paling lama. Hal ini disebabkan pemberian konsentrasi yang rendah menyebabkan kerapatan konidia juga rendah. Kerapatan konidia yang rendah mengakibatkan toksin beauvericin yang dihasilkan juga rendah sehingga dibutuhkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* yang lebih lama. Pendapat ini diperkuat dengan pernyataan Neves dan Alves (2004) bahwa waktu kematian serangga dipengaruhi oleh virulensi konsentrasi cendawan entomopatogen yang berbeda pada saat aplikasi.

Perbedaan warna tubuh ulat api *S. asigna* sebelum dan sesudah aplikasi cendawan entomopatogen dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbedaan warna tubuh ulat api *S. asigna* sebelum dan sesudah aplikasi cendawan entomopatogen (a) Ulat api *S. asigna* yang hidup, (b) Ulat api *S. asigna* yang mati terinfeksi *B. bassiana* lokal 1 hsa, (c) Ulat api *S. asigna* yang mati terinfeksi *C. militaris* lokal 1 hsa.

Gejala awal kematian ulat api *S. asigna* ditandai dengan perubahan warna tubuh. Perubahan warna tubuh ulat api *S. asigna* dengan perlakuan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal ditandai dengan perubahan warna tubuh yang awalnya berwarna hijau kemudian berubah menjadi hijau pucat. Soetopo dan Indrayani (2007) menyatakan bahwa serangga yang terinfeksi gerakannya lamban, nafsu makannya berkurang bahkan berhenti, lama-kelamaan diam dan mati serta tubuh serangga yang terinfeksi berubah menjadi pucat. Sedangkan perubahan warna tubuh ulat api *S. asigna* dengan perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal yaitu tubuh ulat awalnya berwarna hijau dan berubah warna menjadi coklat

muda. Hasil penelitian sinaga (2010) bahwa ulat api *S. asigna* yang terinfeksi *C. militaris* menunjukkan adanya perubahan warna pada tubuh yaitu perubahan warna hijau menjadi coklat muda.

Lethal Time 50 (LT₅₀) Ulat Api *Setothosea asigna*

Hasil pengamatan *lethal time 50* (LT₅₀) setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal memberikan pengaruh nyata terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mematikan ulat api *S. asigna* sebanyak 50%. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata *lethal time 50* setelah pemberian beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal (jam)

Konsentrasi cendawan entomopatogen	Rata-rata <i>lethal time 50</i> (jam)
Tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air	144,00 a
<i>B. bassiana</i> 25 g/l air (56,5 x 10 ⁷ kon/ml)	115,75 b
<i>B. bassiana</i> 50 g/l air (113,0 x 10 ⁷ kon/ml)	109,75 c
<i>B. bassiana</i> 75 g/l air (169,5 x 10 ⁷ kon/ml)	91,25 e
<i>C. militaris</i> 25 g/l air (58,5 x 10 ⁷ kon/ml)	94,50 d
<i>C. militaris</i> 50 g/l air (117,0 x 10 ⁷ kon/ml)	82,75 f
<i>C. militaris</i> 75 g/l air (171,5 x 10 ⁷ kon/ml)	71,75 g

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%, setelah ditransformasi dengan formula \sqrt{y} .

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air terlihat tidak ada ulat api *S. asigna* yang mati sampai akhir pengamatan yaitu 144 jam. Hal ini

disebabkan karena pada konsentrasi tersebut tidak ada konidia cendawan entomopatogen.

Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan ulat api *S. asigna* sebanyak 50% tercepat pada cendawan entomopatogen *C.*

militaris lokal dengan konsentrasi 75 g/l air yaitu selama 71,75 jam setelah aplikasi. Konsentrasi *C. militaris* lokal 75 g/l air berbeda nyata dengan semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena pada cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air memiliki kerapatan konidia tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi dan kerapatan konidia yang tinggi maka toksin cordycepin yang dihasilkan juga tinggi sehingga lebih cepat terjadinya kematian pada ulat api *S. asigna* sebanyak 50%. Sudharto dkk, (1998) menyatakan bahwa kerapatan konidia yang tinggi akan berpengaruh terhadap proses terjadinya infeksi untuk menyebabkan kematian serangga. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka kerapatan konidia yang diberikan akan semakin tinggi dan toksin yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga mempercepat kematian ulat api *S. asigna* sebanyak 50%.

Perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal 25 g/l air dan *B. bassiana* lokal 75 g/l air pada *lethal time* 50 ulat api *S. asigna* menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata, namun pada pengamatan waktu awal kematian (Tabel 1) menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata. Hal ini menunjukkan kedua perlakuan tersebut sudah mengalami proses infeksi secara maksimal dan toksin yang dihasilkan sudah bekerja dengan maksimal sehingga menyebabkan *lethal time* 50 ulat api *S. asigna* yang berbeda nyata.

Konsentrasi *B. bassiana* lokal 75 g/l air berbeda nyata dengan konsentrasi *B. bassiana* lokal 50 g/l air dan *B. bassiana* lokal 25 g/l air. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka kerapatan konidia akan lebih tinggi dan toksin beuvericin yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga peluang cendawan entomopatogen dalam mematikan 50% ulat api *S. asigna* lebih cepat. Sesuai dengan

pendapat Salbiah dan Sutra (2013) bahwa dengan meningkatnya konsentrasi *B. bassiana* yang diberikan, menyebabkan waktu yang paling cepat dalam mematikan 50% hama kumbang janur kelapa *B. longissima*.

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air untuk mematikan ulat api *S. asigna* 50% membutuhkan waktu yang paling lama yaitu 115,75 jam. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi dan kerapatan konidia yang rendah. Kerapatan konidia yang rendah maka sedikit juga konidia yang berkecambah sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mematikan ulat api *S. asigna* juga lebih lama. Hal ini sesuai dengan pendapat Salim dkk, (2008) yang menyatakan bahwa cukup lamanya waktu bagi konidia cendawan untuk mematikan inangnya karena konidia yang menempel pada integument inang harus berkecambah terlebih dahulu.

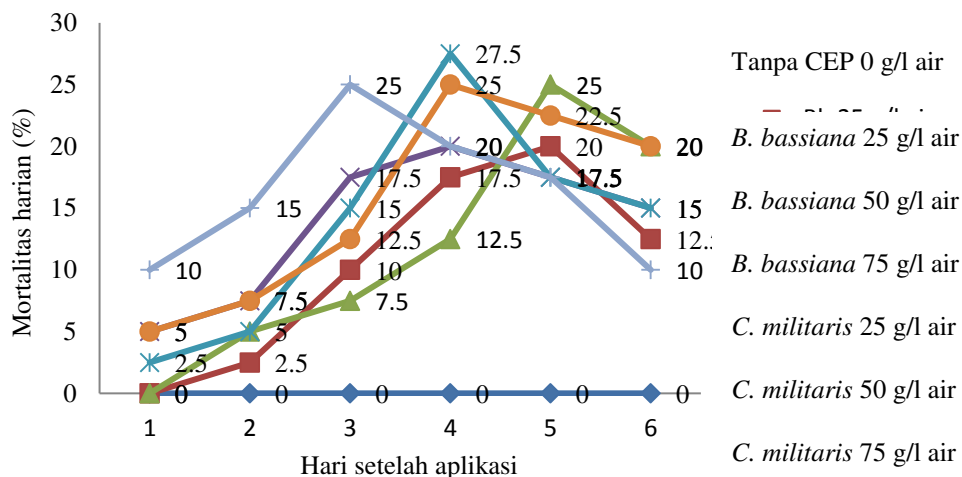
Cendawan *B. bassiana* masuk kedalam tubuh ulat api *S. asigna* melalui kutikula dan lubang-lubang alami. Salbiah dan Sutra (2013) menyatakan bahwa cendawan *B. bassiana* masuk kedalam tubuh serangga *B. longissima* melalui kutikula, saluran pencernaan, spirakel dan lubang alami lainnya. Propagul cendawan yang menempel pada tubuh *B. longissima* akan berkecambah dan masuk menembus kutikula. Propagul masuk secara mekanis dan kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Enzim berperan dalam melisis kutikula, lalu bagian infeksi dari cendawan entomopatogen *B. bassiana* berkecambah masuk ke kutikula, menembus integumen dan penetrasi kedalam *haemocoel*.

Mortalitas Harian Ulat Api *Setothosea asigna*

Hasil pengamatan persentase mortalitas harian ulat api *S. asigna* dengan perlakuan beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan

C. militaris lokal yang berbeda menunjukkan fluktuasi terhadap kematian ulat api *S. asigna*. Fluktuasi mortalitas harian ulat api *S. asigna* setelah aplikasi beberapa

konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Fluktuasi mortalitas harian ulat api *S. asigna* setelah aplikasi suspensi *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal

Gambar 10 menunjukkan fluktuasi mortalitas harian ulat api *S. asigna* pada setiap harinya. Mortalitas harian ulat api *S. asigna* pada perlakuan konsentrasi *C. militaris* lokal 75 g/l air, *C. militaris* lokal 50 g/l air, *C. militaris* lokal 25 g/l air dan *B. bassiana* lokal 75 g/l air terjadi pada hari pertama. Mortalitas harian pada hari pertama terlihat bahwa perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal 75 g/l air menunjukkan adanya persentase ulat api *S. asigna* sebesar 10%, *C. militaris* lokal 50 g/l air sebesar 5%, *C. militaris* lokal 25 g/l air sebesar 2,5% dan *B. bassiana* lokal 75 g/l air sebesar 2,5%.

Mortalitas harian ulat api *S. asigna* pada perlakuan konsentrasi *B. bassiana* lokal 50 g/l air dan *B. bassiana* lokal 25 g/l air terjadi pada hari kedua. Mortalitas harian pada hari kedua terlihat bahwa cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 50 g/l air menunjukkan persentase ulat api *S. asigna* sebesar 5% dan *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air sebesar 2,5%.

Perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal konsentrasi 75 g/l air telah terlebih dahulu mencapai puncak mortalitas harian pada hari ketiga sebesar 25%. Hal ini

disebabkan karena tingginya konsentrasi yang diberikan dan kerapatan konidia yang tinggi maka toksin cordycepin yang dihasilkan lebih tinggi, sehingga menyebabkan puncak mortalitas ulat api lebih cepat. Boucias dan Pendland (1998) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan, maka semakin tinggi kerapatan konidia sehingga semakin tinggi peluang kontak antara cendawan entomopatogen dengan serangga uji. Semakin tinggi tingkat infeksi terjadi, maka proses kematian serangga semakin cepat.

Puncak mortalitas harian ulat api *S. asigna* pada hari keempat terdapat pada konsentrasi *C. militaris* lokal 50 g/l air, *C. militaris* lokal 25 g/l air dan *B. bassiana* lokal 75 g/l air. Hal ini menunjukkan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi dan kerapatan konidia yang rendah sudah mampu menginfeksi dan berkembang dengan cepat pada ulat api *S. asigna*, sehingga menyebabkan puncak mortalitas yang sama dengan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 75 g/l air.

Puncak mortalitas harian ulat api *S. asigna* pada konsentrasi *B. bassiana*

lokal 50 g/l air dan *B. bassiana* lokal 25 g/l air terjadi pada hari kelima yaitu sebesar 25% dan 20%. Kedua perlakuan tersebut memiliki waktu yang paling lama untuk mencapai puncak mortalitas dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi yang rendah maka kerapatan konidia juga rendah. Kerapatan konidia yang rendah maka daya infeksi juga semakin rendah, sehingga toksin yang dihasilkan juga rendah yang menyebabkan terjadinya puncak mortalitas ulat api *S. asigna* semakin lama. Menurut Salbiah dkk, (2013) bahwa kerapatan konidia yang rendah maka konidia yang berkecambah sedikit sehingga peluang cendawan entomopatogen *B. bassiana* dalam mematikan serangga juga semakin rendah.

Perlakuan beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal menyebabkan penurunan persentase mortalitas harian ulat api *S. asigna*. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen telah melakukan infeksi dan berkembang di dalam tubuh ulat

Tabel 3. Rata-rata mortalitas total ulat api *S. asigna* dengan pemberian beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal (%)

Konsentrasi cendawan entomopatogen	Rata-rata mortalitas total (%)
Tanpa cendawan entomopatogen 0 g/l air	0,00 e
<i>B. bassiana</i> 25 g/l air (56,5 x 10 ⁷ kon/ml)	62,50 d
<i>B. bassiana</i> 50 g/l air (113,0 x 10 ⁷ kon/ml)	70,00 c
<i>B. bassiana</i> 75 g/l air (169,5 x 10 ⁷ kon/ml)	82,50 b
<i>C. militaris</i> 25 g/l air (58,5 x 10 ⁷ kon/ml)	82,50 b
<i>C. militaris</i> 50 g/l air (117,0 x 10 ⁷ kon/ml)	92,50 a
<i>C. militaris</i> 75 g/l air (171,5 x 10 ⁷ kon/ml)	97,50 a

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%, setelah ditransformasi dengan formula $\text{Arc sin } \sqrt{y}$.

Tabel 3 menunjukkan bahwa mortalitas total ulat api *S. asigna* tertinggi terdapat pada perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air yaitu sebesar 97,50%. Hal ini berkaitan dengan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* tercepat yaitu 22,25 jam dan *lethal time* 50 ulat api *S.*

S. asigna dengan mengeluarkan toksin dan menyerap cairan tubuh yang mengakibatkan banyak ulat api *S. asigna* yang mati, sehingga jumlah ulat api *S. asigna* yang mati semakin berkurang. Perbedaan mortalitas harian untuk setiap perlakuan disebabkan karena tingkat konsentrasi dan jenis cendawan entomopatogen yang diaplikasikan terhadap ulat api *S. asigna* berbeda sehingga virulensinya juga berbeda. Prayogo dkk, (2005) menyatakan bahwa tingkat konsentrasi akan menentukan keefektifan cendawan entomopatogen dalam mengendalikan serangga uji.

Mortalitas Total Ulat Api *Setothosea asigna*

Hasil pengamatan mortalitas total ulat api *S. asigna* setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas total ulat api *S. asigna*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Ulat api *S. asigna* dengan pemberian beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris*

asigna tercepat yaitu 71,75 jam dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air memiliki kerapatan konidia tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sudharto dkk, (1998) menyatakan bahwa kerapatan konidia yang

lebih tinggi akan mempengaruhi kemampuan cendawan dalam menginfeksi serangga uji.

Mekanisme infeksi cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dimulai dengan pecahnya konidia pada kutikula ulat dan berkecambah, kemudian apresorium melakukan penetrasi pada kutikula ulat. Hal ini sesuai dengan pendapat Kaszak (2014) bahwa mekanisme infeksi cendawan entomopatogen *C. militaris* dimulai dengan pecahnya konidia pada kutikula serangga. Konidia kemudian melekat pada eksoskeleton serangga dan berkecambah dalam beberapa jam. Selama perkecambahan, untuk melindungi dari radiasi ultraviolet cendawan entomopatogen *C. militaris* mengeluarkan enzim protektif aktif seperti superoksida dismutase (SOD) dan peroksida yang termasuk ke dalam enzim hidrolitik. Selanjutnya, konidia mulai mengeluarkan pembuluh kecambah dengan apresorium. Apresorium kemudian melakukan penetrasi pada eksoskeleton dengan kombinasi tekanan mekanik dan enzim kemudian masuk ke dalam haemocoel serangga. Cendawan entomopatogen *C. militaris* tumbuh dan berkembang di dalam tubuh serangga.

Cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal untuk dengan konsentrasi yang rendah yaitu 25 g/l air dan kerapatan konidia $58,5 \times 10^7$ kon/ml mampu menyebabkan mortalitas total ulat api *S. asigna* sebesar 82,50%, sedangkan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal untuk mencapai mortalitas total ulat api *S. asigna* sebesar 82,50% dibutuhkan konsentrasi yang tinggi yaitu 75 g/l air dengan kerapatan konidia $169,5 \times 10^7$ kon/ml. Hal ini disebabkan karena kemampuan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal untuk mengendalikan ulat api *S. asigna* dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Faktor yang mempengaruhi kemampuan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal untuk mengendalikan ulat api *S. asigna* yaitu

perbedaan kerapatan konidia, jenis hama yang dikendalikan dan faktor lingkungan. Prayogo (2006) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi keefektifan cendawan entomopatogen antara lain: asal isolat, kerapatan konidia, kualitas media tumbuh, jenis hama yang dikendalikan, waktu aplikasi, frekuensi aplikasi, dan faktor lingkungan.

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal untuk menyebabkan mortalitas total ulat api *S. asigna* sebesar 82,50% dibutuhkan konsentrasi yang tinggi yaitu 75 g/l air dan kerapatan konidia $169,5 \times 10^7$ kon/ml. Hal ini disebabkan karena cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal mampu menghasilkan toksin beauvericin yang menyebabkan terjadinya kenaikan Ph darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah serta menyebabkan kerusakan jaringan pada serangga. Trizelia (2005) menyatakan bahwa toksin beauvericin menyebabkan terjadinya kenaikan Ph darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada serangga. Toksin beauvericin juga menyebabkan kerusakan jaringan. Kerusakan jaringan menyebabkan terjadinya paralisis pada anggota tubuh serangga seperti kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan melemah, kemudian tidak bergerak sama sekali dan serangga mengalami kematian (Wahyudi, 2008).

Mortalitas total ulat api *S. asigna* pada perlakuan konsentrasi *B. bassiana* lokal 75 g/l air berbeda nyata dengan konsentrasi *B. bassiana* lokal 50 g/l air dan *B. bassiana* lokal 25 g/l air. Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka kerapatan konidia akan lebih tinggi dan toksin beauvericin yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga menyebabkan mortalitas total ulat api *S. asigna* yang lebih cepat. Trizelia dan Nurdin (2008) menyatakan bahwa sedikit atau banyaknya toksin beauvericin yang dihasilkan oleh cendawan tergantung dari

banyaknya konsentrasi yang aplikasikan terhadap serangga sasaran.

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air menyebabkan mortalitas total ulat api *S. asigna* terendah yaitu sebesar 62,50% dan memiliki waktu terlama dalam menyebabkan waktu awal kematian ulat api *S. asigna* (39,25 jam) dan *lethal time* 50 ulat api *S. asigna* (115,75 jam). Konsentrasi yang rendah akan menyebabkan semakin rendahnya kerapatan konidia sehingga sedikit pula konidia yang akan menempel dan berkecambah pada kutikula dan melakukan penetrasi dan toksin beauvericin yang dihasilkan juga rendah untuk bisa menyebabkan kematian. Pendapat ini diperkuat oleh Kershaw dkk, (1999) bahwa kerapatan konidia sangat penting dalam proses infeksi terhadap serangga untuk menyebabkan kematian.

Cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal masuk ke dalam tubuh ulat api secara kontak yaitu melalui kutikula dan lubang-lubang alami. Salbiah dan Rumi'an (2014) menyatakan bahwa mekanisme infeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* dimulai dari menempelnya propagul cendawan pada kutikula serangga. Konidia kemudian berkecambah dengan membentuk apresorium. Apresorium kemudian melakukan penetrasi pada tubuh serangga secara kimiawi dan mekanis. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal menghasilkan enzim kitinase yang mampu menghancurkan kutikula ulat api, kemudian apresorium masuk ke dalam haemocoel dengan cara menembus kutikula ulat api. Selanjutnya, cendawan berkembang di dalam haemocoel dan mengeluarkan toksin beauvericin yang akan merusak jaringan tubuh sehingga dapat menurunkan aktifitas ulat api. Wahyudi (2008) menyatakan bahwa secara kimiawi cendawan entomopatogen *B. bassiana* mengeluarkan enzim kitinase yang mampu menghancurkan kutikula serangga, sehingga secara mekanis hifa cendawan entomopatogen *B. bassiana*

mampu menembus kutikula, kemudian masuk ke dalam haemocoel dan berkembang di dalam tubuh serangga. Cendawan entomopatogen *B. bassiana* berkembang di dalam tubuh serangga mengeluarkan toksin beauvericin (Salbiah dkk, 2013). Selanjutnya, Trizelia (2005) menyatakan bahwa toksin beauvericin menyebabkan terjadinya kenaikan Ph darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada serangga. Toksin beauvericin juga menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem syaraf dan sistem pernafasan. Kerusakan jaringan menyebabkan terjadinya paralisis pada anggota tubuh serangga seperti kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan melemah, kemudian tidak bergerak sama sekali dan serangga mengalami kematian (Wahyudi, 2008).

Hifa cendawan *B. bassiana* lokal selain mengeluarkan toksin juga mengkonsumsi bagian internal dari tubuh ulat api, sehingga nutrisi di dalam haemolimp habis untuk pertumbuhan cendawan yang mengakibatkan menurunnya aktifitas ulat api dan mengalami kematian. Hal ini sesuai dengan pendapat Salbiah dan Rumi'an (2014) yang menyatakan bahwa selain mengeluarkan toksin beauvericin, cendawan entomopatogen *B. bassiana* juga mengkonsumsi bagian internal dari tubuh serangga, sehingga nutrisi di dalam haemolimp dimanfaatkan untuk pertumbuhan cendawan entomopatogen yang mengakibatkan menurunnya aktifitas serangga dan serangga akan mengalami kematian.

Pengamatan di lapangan menunjukkan setelah ulat api mati terinfeksi cendawan entomopatogen dan sebelum munculnya miselium pada permukaan tubuh ulat api, bentuk tubuh ulat api berkerut, kemudian ulat api mengalami perubahan warna yaitu dari hijau menjadi cokelat kehitaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Boucias dan Pendland (1989) bahwa

1. Mahasiswa FAPERTA UR, Universitas Riau

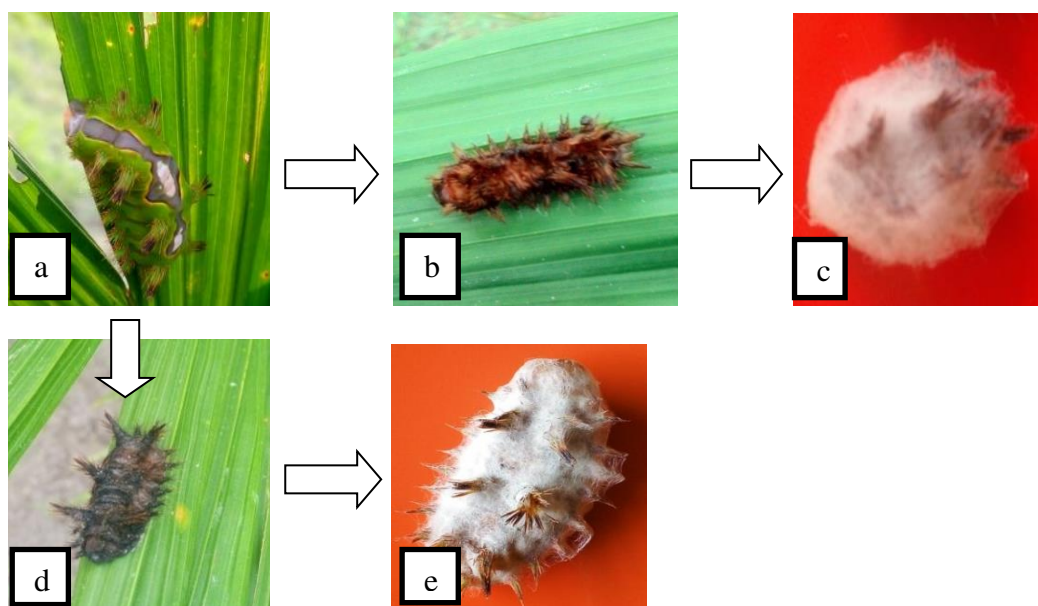
2. Dosen FAPERTA UR, Universitas Riau

perubahan warna menjadi hitam yang terjadi pada tubuh serangga disebabkan oleh proses melanisasi yang merupakan dampak dari pertahanan tubuh serangga melawan toksin dari cendawan entomopatogen.

Miselium awalnya muncul antara segmen kepala dengan toraks, selanjutnya pada bagian ekor dan tungkai, setelah itu permukaan tubuh ulat api yang terinfeksi ditutupi oleh miselium yang berwarna putih. Hal ini sesuai dengan pernyataan Clarkson dan Chamley (1996) bahwa hifa pertama sekali keluar dari tubuh serangga pada bagian antara segmen antena, antara

segmen kepala dengan toraks, antara segmen toraks dengan abdomen, bagian ekor dan seluruh permukaan tubuh serangga yang terinfeksi ditutupi oleh miselium cendawan entomopatogen. Serangga tersebut mengalami mumifikasi dengan ditutupi miselium cendawan entomopatogen *B. bassiana* yang berwarna putih (Trizelia, 2005).

Gejala infeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal pada ulat api *S. asigna* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Gejala infeksi *B. bassiana* lokal dan *C. militaris* lokal pada ulat api *S. asigna*. (a) Ulat api yang hidup, (b) Ulat api mati yang terinfeksi *B. bassiana* 4 hsa, (c) Miselium *B. bassiana* telah menutupi seluruh tubuh ulat api 8 hsa, (d) Ulat api mati yang terinfeksi *C. militaris* 4 hsa, (e) Miselium *C. militaris* menutupi seluruh tubuh ulat api 8 hsa.

Perubahan warna tubuh ulat api *S. asigna* dengan perlakuan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal ditandai dengan perubahan warna tubuh yang awalnya berwarna hijau kemudian berubah menjadi hijau pucat. Ulat api yang terinfeksi *B. bassiana* pada 4 hsa warna tubuh menjadi coklat kehitaman dan pada hari ke 8 hsa tubuh ulat api mengalami mumifikasi dengan ditutupi miselium yang berwarna putih. Hal ini juga ditemukan pada hasil penelitian

Salbiah dkk, (2013) ulat *Oryctes rhinoceros* yang terinfeksi cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal mengalami perubahan warna yaitu dimulai dari warna putih akan berubah menjadi kusam atau pucat, kemudian berubah lagi menjadi coklat kehitaman, tubuh kaku dan mengeras dengan ditutupi oleh miselium yang berwarna putih.

Perubahan warna tubuh ulat api *S. asigna* dengan perlakuan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal yaitu tubuh

ulat awalnya berwarna hijau dan berubah warna menjadi coklat muda. Ulat api yang terinfeksi *C. militaris* lokal pada 4 hsa warna tubuh menjadi hitam dan pada hari ke 8 hsa tubuh ulat api mengalami mumifikasi dengan ditutupi miselium yang berwarna putih. Hasil penelitian sinaga (2010) menyatakan bahwa ulat api *S. asigna* yang terinfeksi *C. militaris* menunjukkan adanya perubahan warna pada tubuh yaitu perubahan warna hijau menjadi coklat muda. Gejala infeksi semakin jelas terlihat, yaitu pada tubuh ulat ditemukan miselium berwarna keputih-putihan yang tumbuh secara kompak.

Pemberian perlakuan konsentrasi *C. militaris* lokal 25 g/l air dan konsentrasi *B. bassiana* lokal 75 g/l air adalah konsentrasi yang lebih baik dari seluruh perlakuan karena sudah menyebabkan mortalitas total ulat api *S. asigna* sebesar 82,50%. Hal ini sesuai dengan pendapat Steinhaus (1963) yang menyatakan bahwa cendawan entomopatogen yang dapat dikategorikan sebagai bioinsektisida adalah cendawan yang berhasil mengendalikan serangga antara 72%-95%. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air merupakan konsentrasi yang lebih baik dalam mengendalikan ulat api *S. asigna* yaitu dengan mortalitas total ulat api *S. asigna* 82,50%, sedangkan untuk mortalitas total yang sama dibutuhkan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi yang tinggi yaitu 75 g/l air.

KESIMPULAN

1. Cendawan *C. militaris* lokal merupakan cendawan entomopatogen yang lebih baik digunakan untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna* dibandingkan dengan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal.
2. Cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air dan kerapatan konidia $58,5 \times 10^7$ kon/ml

merupakan konsentrasi yang lebih baik untuk mengendalikan hama ulat api *S. asigna*, karena menyebabkan mortalitas total sebesar 82,50%, waktu awal kematian 24 jam setelah aplikasi, dan *lethal time* 50 sebesar 94,50 jam setelah aplikasi.

3. Cendawan *B. bassiana* lokal dengan konsentrasi 75 g/l air dan kerapatan konidia $169,5 \times 10^7$ kon/ml merupakan konsentrasi yang lebih baik dalam mengendalikan hama ulat api *S. asigna*, karena menyebabkan mortalitas total sebesar 82,50%, waktu awal kematian 24 jam setelah aplikasi, *lethal time* 50 sebesar 94,25 jam setelah aplikasi.

SARAN

Pengendalian hama ulat api *S. asigna* di lapangan sebaiknya menggunakan cendawan entomopatogen *C. militaris* lokal dengan konsentrasi 25 g/l air karena menyebabkan mortalitas total 82,50% dibandingkan dengan cendawan entomopatogen *B. bassiana* lokal untuk menyebabkan mortalitas total yang sama dibutuhkan konsentrasi yang tinggi yaitu 75 g/l air.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinana. 2002. **Keefektifan nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis indica* sebagai agens hayati pengendali rayap tanah *Coptotermes curvignatus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae)**. Tesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak Dipublikasikan).
- Boucias, D. G. and J. C. Pendland. 1998. **Principle of Insect Pathology**. Kluwer Academic Publisher. London.
- Buana, L. 2003. **Budidaya dan Kultur Teknis Kelapa Sawit**. Pusat Penelitian Perkebunan Sumatera Utara. Medan.

- Clarkson, J. M. and A. K. Chamley. 1996. **New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects.** Trends in Microbiology, volume 4 (5): 197-203.
- Ginting, C. U., D. J. Pardede dan A. Djamin. 1995. **Formulasi baru *Bacillus thuringiensis* dan pengaruhnya terhadap ulat *Setothosea asigna* van Eecke pada perkebunan kelapa sawit.** Jurnal Pusat Penelitian Kelapa Sawit, volume 3 (1) : 35-38.
- Hamzah. 2016. **Eksplorasi, identifikasi dan pengaruh media perbanyakan cendawan entomopatogen *Cordyceps* sp. lokal terhadap mortalitas larva *Oryctes rhinoceros* L. di laboratorium.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekanbaru. (Tidak Dipublikasikan).
- Kaszak, B. D. 2014. ***Cordyceps* fungi as natural killers, new hopes for Medicine and biological control factors.** Ann. Parasitol, volume 60 (3): 151-158.
- Kershaw, M. J., E. R. Moorhouse, R. Bateman, S. E. Rey-nolda and A. K. Charnley. 1999. **The role of destruxin in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insect.** Journal of Invertebrate Pathology, volume 74 (2): 213-223.
- Neves, P. M. O. J., dan S. B. Alves. 2004. **External events related to the infection process of *Comitermes cumulans* (kollar) (Isoptera: Termitidae) by the entomopathogenic fungi *B. bassiana* and *Metarhizium anisopliae*.** Journal of the Neotropical Entomology, volume 33 (1): 051-056
- Prayogo, Y. 2006. **Upaya mempertahankan keefektifan cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan.** Jurnal Litbang Pertanian, volume 25 (2): 47-56.
- Ramadani, F. 2016. **Uji Beberapa dosis cendawan entomopatogen *Cordyceps* sp. lokal pada media bekatul padi terhadap larva *Oryctes rhinoceros* L. di laboratorium.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Salbiah, D., A. Suhana dan C. Manulang. 2009. **Keefektifan *Beauveria bassiana* isolat lokal Riau untuk mengendalikan ulat api *Setora nitens* pada kelapa sawit.** Di dalam Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang.
- Salbiah, D., J. H. Laoh dan Nurmayani. 2013. **Uji beberapa dosis *Beauveria bassiana* Vuillemin terhadap larva hama kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera; Scarabaeidae) pada kelapa sawit.** Jurnal Teknobiologi, volume 4 (2): 137 –142.
- Salbiah, D. dan Rumi'an. 2014. **Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuillemin lokal sebagai agen pengendali hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius* Fabricius) pada tanaman padi sawah.** Di dalam Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian. Universitas Lampung, Lampung.
- Salbiah, D. dan Sutra. 2013. **Potensi *Beauveria bassiana* Vuillemin lokal dalam mengendalikan hama *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera; Chrysomelidae) pada tanaman kelapa.** Di dalam Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian. Pontianak.

- Salim, A., Septiadi, T. A. Effendy, S.Herlinda dan R. Thalib. 2008. **Penurunan kualitas jamur entomopatogen, *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, akibat subkultur terhadap nimfa walang sangit.** Di dalam Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia. Palembang, Sumatera Selatan.
- Sinaga, J. 2010. **Uji efektivitas beberapa jamur entomopatogen terhadap mortalitas larva *Setothosea asigna* Van Eecke (Lepidoptera: Limacodidae) di laboratorium.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Soetopo, D. dan I. Indrayani. 2007. **Status teknologi dan prospek *B. bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan.** Jurnal Perspektif, volume 6 (1): 29-46.
- Steinhaus, A. E. 1963. **Insect Pathology an Advanced Treatise.** Academic Press. New York.
- Sudharto, P.S., Z.A. Aini, C.U. Ginting dan B. Papierok. 1998. **Perkembangan jamur *Cordyceps aff. militaris* pada media dedak padi dan patogenisitasnya terhadap kepompong *Setothosea asigna* van Eecke.** Jurnal penelitian kelapa sawit, volume 6 (2): 141-151.
- Susiwiayati, R. 2011. **Uji beberapa konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* Vuillemin isolat lokal Riau untuk mengendalikan rayap *Coptotermes curvignatus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae).** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Trizelia. 2005. **Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycota;Hyphomycetes): keragaman genetik, karakterisasi fisiologi dan virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera; Pyralidae).** Tesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Trizelia dan Nurdin. 2008. **Peningkatan persistensi dan transmisi isolat unggul cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* untuk pengendalian hama *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae).** Penelitian Hibah Bersaing : Bidang Ilmu Pertanian. Universitas Andalas, Padang.
- Untung, K. 2000. **Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahyudi. 2008. **Enkapsulasi propagul jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* menggunakan alginat dan pati jagung sebagai produk mikoinsektisida.** Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia, volume 6 (2): 51 56.