

***Lecanicillium lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) SEBAGAI AGENS HAYATI PENGENDALI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN**

Lecanicillium lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) AS *BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF PESTS AND PLANT DISEASES

Khaerati dan Gusti Indriati

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
khaeratirahim@gmail.com

ABSTRAK

Cendawan *Lecanicillium lecanii* adalah salah satu agens hayati pada beberapa hama dan penyakit tanaman. Karakteristik cendawan *L. lecanii* yaitu memiliki kisaran inang yang luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan di daerah tropis maupun sub tropis. Cendawan ini dapat menjadi agens hayati pada beberapa hama tanaman. Umumnya *L. lecanii* menginfeksi inang dengan menggunakan konidia, penetrasi melalui kutikula, produksi blastospores dalam haemocoel, percabangan hifa dan invasi jaringan, yang akhirnya menyebabkan kematian inang. Selain itu, *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati terhadap penyakit tanaman seperti memarasit *H. vastatrix* (karat daun kopi). Cendawan hyperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi.

Kata kunci: agens hayati, entomopatogen, cendawan *L. lecanii*, hama, penyakit

ABSTRACT

Lecanicillium lecanii is one of the biological agents on some pests and diseases. Characteristics of *L. lecanii* is cosmopolitan and has a wide range of host, thus can be found easily in the tropic and sub-tropic regions. *L. lecanii* can be used as biological agents for some pests of plants. *L. lecanii* usually infecting the host by conidial, germination, penetration of the cuticle, production of blastospores within the haemocoel, ramification of the mycelia and invasion of tissues, which finally causes the death of the host. In addition, *L. lecanii* may act as biological agents against plant diseases such as *H. vastatrix* (coffee rust). The hyperparasite reduce the ability of uredospora life, and reduce the development of coffee rust disease.

Keywords : biocontrol agents, entomopathogenic, fungus *L. lecanii*, pests, disease

PENDAHULUAN

Cendawan *L. lecanii* adalah salah satu agens hayati yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam pengendalian beberapa hama dan penyakit tanaman. Hal ini penting dilakukan karena upaya pengendalian terutama hama di lapangan masih menggunakan insektisida kimia. Penggunaan insektisida kimia yang kurang bijaksana telah banyak menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu perlu dicari alternatif teknologi pengendalian untuk menekan penggunaan insektisida kimia, yaitu dengan pemanfaatan agens hayati seperti cendawan entomopatogen dalam program pengendalian hama terpadu (PHT).

Karakteristik cendawan *L. lecanii* yaitu memiliki kisaran inang yang luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan di daerah tropis maupun sub tropis. *L. lecanii* menghasilkan metabolit sekunder bersifat toksin yaitu *bassionolidae* dan asam *dipicolinic* yang bersifat insektisidal. Patogenitas *L. lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi Ordo Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera.

Cendawan *L. lecanii* ditemukan pertama kali menginfeksi serangga kutu sisik *scale insect* (Homoptera: Diaspididae) yang menyerang tanaman kopi di pulau Jawa (Zimmermann, 1898 dalam Fatiha et al., 2007). Sampai sekarang *L. lecanii* telah banyak digunakan sebagai agens pengendali penyakit.

Aplikasi cendawan *L. lecanii* telah diuji coba pada beberapa hama dan penyakit baik skala laboratorium maupun lapangan yang terbukti efektif. Keberhasilan pengendalian hama dengan cendawan entomopatogen ditentukan oleh konsentrasi cendawan yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air. Jumlah konidia berkaitan dengan banyaknya biakan cendawan yang dibutuhkan setiap hektar. Kerapatan konidia yang dibutuhkan untuk mengendalikan hama bergantung pada jenis dan populasi hama yang akan dikendalikan. Pada tanaman pangan, kerapatan konidia yang dibutuhkan lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanaman perkebunan.

TAKSONOMI DAN KARAKTER

L. lecanii

Lecanicillium lecanii pertama kali ditemukan pada tahun 1898 oleh Zimmermann dengan nama *Cephalosporium lecanii*. Berdasarkan studi kisaran inang tahun 1939, berubah nama menjadi *Verticillium lecanii*. Berdasarkan pengamatan morfologi dan analisis molekuler cendawan tersebut hingga saat ini diberi nama *Lecanicillium lecanii*. Berikut

klasifikasi menurut (Zare & Gams, 2001) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi,
Phylum : Ascomycota,
Subphylum : Pezizomycotina,
Class : Sordariomycetes,
Order : Hypocreales,
Family : Clavicipitaceae,
Genus : *Lecanicillium*
Spesies : *Lecanicillium lecanii*

Karakteristik *L. lecanii* adalah koloni cendawan berwarna putih pucat dengan diameter 4,0-7,3 cm setelah 20 hari inokulasi pada media PDA (*Potato dextrose agar*) (Prayogo, 2009). Menurut Shinde *et al.* (2010), koloni cendawan *L. lecanii* berwarna putih (Gambar 1a), berukuran 3,3 x 2,8 cm, tumbuh pada suhu 23 °C. Konidiofor berbentuk seperti fialid (*whorls*) seperti huruf V, setiap konidiofor memproduksi 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lendir (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 µm (Feng *et al.*, 2002). Hifa tidak berwarna (hialin) dengan diameter 2,8 µm (Gambar 1b).



Gambar 1. Koloni (a) dan mikroskopis (b,c) cendawan *L. lecanii* (40X) pada media PDA (Sumber: dokumentasi pribadi)

PEMANFAATAN *L. lecanii* SEBAGAI PENGENDALI HAMA

Keberhasilan pengendalian hama dengan memanfaatkan cendawan entomopatogen ditentukan oleh berbagai faktor seperti kerapatan konidia (viabilitas dan virulensi), lingkungan

(suhu dan kelembaban). Keuntungan pemanfaatan cendawan entomopatogen yaitu kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup pendek, dapat bertahan pada kondisi yang kurang menguntungkan.

Menurut Gindin *et al.*, (2000), aktivitas serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen mengalami penurunan bahkan nafsu makan

juga berhenti karena sistem syaraf serangga terganggu. Syaraf serangga memegang peranan sangat penting dalam mengatur semua proses aktivitas, serangga yang mengalami gangguan sistem syarafnya akan mengacaukan semua perilaku termasuk dalam memenuhi kebutuhan makan.

Gejala yang ditimbulkan akibat serangga yang terinfeksi *L. lecanii* yaitu setelah beberapa

hari mati, tubuh serangga mengeras karena semua jaringan dan cairan dalam tubuh serangga habis oleh cendawan tersebut, menjadi hitam dan kaku lalu secara perlahan diselimuti oleh miselium. Beberapa hasil penelitian *L. lecanii* yang digunakan untuk pengendalian hama (Tabel 1).

Tabel 1. Pemanfaatan *L. lecanii* dalam pengendalian hama tanaman

Kerapatan konidia(/ml)	Mortalitas (%)	Jenis Hama	Sumber
10 ⁸	70 ± 11,5	<i>Spodoptera exigua</i> (larva instar ke-3)	Wahyuni <i>et al.</i> , 2013
10 ⁶	96,2	<i>Helopeltis</i> spp. (nimfa instar ke-3)	Anggarawati., 2014
2 x 10 ⁹ cfu/g	67,11	<i>Phenacoccus solenopsis</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2 x 10 ⁹ cfu/g	51,88	<i>Dysdercus cingulatus</i> (betina dewasa)	Harder <i>et al.</i> , 2013
2 x 10 ⁹ cfu/g	72,15	<i>Aphis craccivora</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2 x 10 ⁹ cfu/g	64,15	<i>Lipaphis erysimi</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2 x 10 ⁹	97,8	<i>Aleurodicus dispersus</i> (nimfa)	Thangavel <i>et al.</i> , 2013
5 x 10 ⁷	61,33	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (nimfa instar ke-2)	Liu <i>et al.</i> , 2014
5 x 10 ⁷	100	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (dewasa betina)	Liu <i>et al.</i> , 2014
1,82 x 10 ⁹	78,88	<i>Thrips tabaci</i>	Annamalai <i>et al.</i> , 2015
2,8 x 10 ⁷	30	<i>Scirtothrips bisponosus</i> (dewasa)	Subramaniam <i>et al.</i> , 2010
2,8 x 10 ⁷	60	<i>Scirtothrips bisponosus</i> (nimfa)	Subramaniam <i>et al.</i> , 2010

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* mampu bersifat ovisidal terhadap telur kepik coklat (Prayogo, 2004). Telur yang terinfeksi *L. lecanii* akhirnya tidak menetas, meskipun telur mampu menetas tetapi nimfa yang terbentuk tidak mampu hidup berkembang lebih lanjut. Aplikasi cendawan *L. lecanii* mampu menggagalkan penetasan telur kepik coklat sebesar 50% (Prayogo, 2004). Telur serangga terdiri atas tiga lapisan, yaitu (1) eksokorion yang mengandung karbohidrat, (2) endokorion tersusun dari protein, dan (3) lapisan kristalin paling dalam mengandung protein. Beberapa senyawa yang terkandung pada lapisan korion tersebut merupakan senyawa yang dibutuhkan oleh konidia meskipun harus melalui perombakan terlebih dahulu (Prayogo, 2009).

Cendawan *L. lecanii* efektif mengendalikan *Bemisia tabaci* yang merupakan serangga vektor CMMV dengan rerata mortalitas 68,5% (Putra *et al.*, 2013). Cortez

dalam Madrigal *et al.*, (2003) melaporkan bahwa cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* (Zimm.) efektif dalam mengendalikan aphid hitam *Toxoptera aurantii* Boyer (Hemiptera: Aphididae) pada tanaman kakao di Tabasco, Meksiko. *L. lecanii* juga dilaporkan dapat menjadi musuh alami *Coccus viridis* (Hemiptera: Coccidae) hama pada kopi (Jackson *et al.*, 2012).

L. lecanii juga dapat digunakan untuk mengendalikan hama *Helopeltis antonii* (Hemiptera; Miridae) (Gambar 2). Hama ini merupakan salah satu hama utama pada budidaya kakao di Indonesia. Hama ini menimbulkan kerusakan dengan cara menusuk dan mengisap cairan buah maupun tunas-tunas muda. Serangan pada buah muda menyebabkan matinya buah tersebut, sedangkan serangan pada buah berumur sedang mengakibatkan terbentuknya buah abnormal (Gambar 3). Akibatnya, daya hasil dan mutu kakao menurun

(Atmadja, 2003). Selain menyerang tanaman kakao *H. antonii* juga menyerang tanaman teh. Berdasarkan hasil pengamatan di lapang, daun muda (pucuk) teh yang terserang *H. antonii* akan terlihat bekas tusukan (bercak-bercak) coklat, bekas tusukan kelihatan menyatu makin lebar agak kering lama-kelamaan kering dan mati. Serangga imago betina menusuk dan menghisap cairan daun teh, di samping itu serangga tersebut meletakkan teluranya di bawah pucuk daun teh. Telur *H. antonii* yang diletakkan di bawah pucuk daun teh setelah 6-7 hari akan menetas menjadi nimfa instar 1 dan



Gambar 2. *Helopeltis antonii* yang terinfeksi cendawa entomopatogen *L. lecanii*. (Sumber: dokumentasi pribadi)

MEKANISME INFEKSI *L. Lecanii*

L. lecanii menginfeksi inangnya dengan dua cara yaitu secara mekanik dan enzim hidrolitik untuk dapat menembus integumen serangga dan dinding sel cendawan patogen (Goettel *et al.*, 2008). Umumnya cendawan entomopatogen *L. lecanii* menginfeksi inang dengan konidia membentuk tabung kecambah untuk menembus kutikula, atau berkecambah di atas permukaan kutikula. Tabung kecambah yang terbentuk akan berkembang membentuk apesorium yang berfungsi untuk menempelkan organ infeksi pada permukaan inang. Tabung kecambah yang terbentuk dengan cepat dan memiliki ukuran yang besar diduga akan semakin besar pula peluang inang dapat dipenetrasi oleh cendawan karena permukaan

merusak (menusuk dan menghisap cairan) daun pucuk teh tersebut, sehingga pucuk daun teh tidak bisa dipanen (Atmadja, 2012).

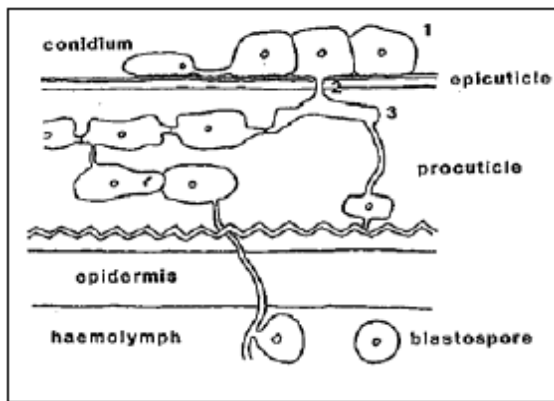
Serangga yang terinfeksi cendawan *L. lecanii* saat disentuh dengan kuas tidak bergerak lagi, ditumbuhi miselium berwarna putih pucat dengan tekstur halus yang menyelimuti permukaan tubuh serangga (Gambar 2). Hasil pengamatan serangga yang mati dalam beberapa hari tubuhnya mengeras dan kaku karena cairan tubuhnya telah habis digunakan untuk perkembangan cendawan di dalam tubuh serangga.



Gambar 3. Gejala serangan *Helopeltis* spp. pada buah kakao. (Sumber : dokumentasi pribadi)

inang lebih cepat dihidrolisis oleh enzim yang dihasilkan oleh cendawan (Prayoga, 2009).

Enzim ekstraselular yang dihasilkan Cendawan *L. lecanii* adalah protease, lipase, amilase, dan kitinase yang berfungsi sebagai perombak struktur dinding sel yang tersusun dari protein, lemak, karbohidrat, dan kitin (Wang *et al.*, 2005). *Esterase*, *N-asetilglukosamin*, *Endoprotease*, *kitinase*, *Amino peptidase*, *Carboxypeptidase A*, *Lipase* dan *Pr1-Chymoelastase serine protease*. Menurut Goettel *et al.* (1989) dalam Shinde *et al.*, (2010) melaporkan bahwa semua enzim ini berfungsi dalam mendegradasi kutikula, enzim Pr-1 merupakan enzim paling tinggi konsentrasinya di bagian kapak penetrasi dibandingkan dengan enzim lainnya.



Gambar 4. Infeksi cendawan entomopatogen.

(Sumber: Shinde *et al.*, 2010)

Setelah cendawan berhasil penetrasi pada bagian kutikula, selanjutnya akan mengkolonisasi inang. Sejumlah hifa dan konidia yang masuk ke dalam tubuh serangga beredar melalui aliran hemolimfa dan menyebar menuju organ dan jaringan-jaringan di dalam tubuh serangga. Hifa di dalam tubuh serangga akan berkembang dan memperbanyak diri dengan menyerap cairan tubuh serangga. Apabila hifa telah menemukan organ dan jaringan-jaringan sasarannya, selanjutnya sejumlah hifa akan berkembang membentuk blastospora yang akan menyebar secara cepat ke seluruh jaringan (Tanada & Kaya, 1993). Yeo (2000) menyatakan bahwa setelah nutrisi inang habis, blastosporas/hifa berdiferensiasi memanjang keluar dari tubuh serangga membentuk kumpulan miselium di atas permukaan integumen mengakibatkan kematian inang/mumifikasi. Pada kondisi lingkungan yang tepat, konidiofor membentuk konidia untuk siklus penyakit selanjutnya.

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* mematikan inang/serangga dengan cara mencerna jaringan sebagai sumber nutrisi dan menghasilkan zat beracun/toksin yang berperan dalam mematikan inang/serangga. Vey *et al.*, (2001) mengemukakan bahwa *L. lecanii* memproduksi beberapa jenis toksin yaitu *dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid*, dan *cyclosporin* dengan kadar yang berbeda. Toksin *cyclosporin* dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Cendawan entomopatogen

menghasilkan beberapa jenis toksin yang dalam mekanisme kerjanya menyebabkan terjadinya kenaikan pH hemolimfa, penggumpalan hemolimfa, dan berhentinya peredaran hemolimfa. (Tanada & Kaya, 1993).

Aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* pada serangga ada yang tidak dapat menunjukkan gejala mumifikasi, namun ada juga muncul miselia atau konidia berwarna putih pada permukaan tubuh serangga, miselia berwarna putih mulai menembus kutikula keluar tubuh serangga, kemudian berkembang dan akhirnya menutupi seluruh tubuh serangga (Gambar 4). Serangga yang mati tidak selalu disertai gejala pertumbuhan spora. Menurut Santoso (1993) dalam Ladja *et al.*, (2011) menyatakan bahwa apabila keadaan kurang mendukung, perkembangan cendawan hanya berlangsung dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen.

Virulensi *L. lecanii* berkaitan dengan karakter fisiologi cendawan yang meliputi ukuran dan daya kecambah konidia. Cendawan yang memiliki daya kecambah dalam waktu singkat maka isolat tersebut memiliki aktivitas enzim amilase, protease dan kitinase dalam jumlah lebih.

PEMANFAATAN *L. lecanii* SEBAGAI AGENS PENGENDALI PENYAKIT TANAMAN

L. lecanii sebagai agens hayati penyakit karat daun kopi

Hemileia vastatrix merupakan cendawan yang menyerang daun tanaman kopi sehingga menimbulkan penyakit karat daun. Serangan karat daun ditandai adanya massa uredospora di bawah permukaan daun kopi. Uredospora merupakan inokulum sekunder penyebab parahnya penyakit. Penyebaran uredospora terjadi karena adanya angin dan percikan air hujan yang menyebabkan uredospora sampai pada sisi bawah daun. Infeksi jamur terjadi melalui stomata yang terdapat pada sisi bawah daun. Dalam proses infeksi, uredospora mula-mula membentuk buluh kecambah, kemudian membentuk apresorium dan masuk melalui stomata, selanjutnya cendawan

melakukan penetrasi ke dalam dan menyerap nutrisi dengan bantuan miselium intercellular dalam jaringan daun kopi.

Salah satu agens pengendali yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit ini adalah *L. lecanii*. Beberapa laporan hasil penelitian menunjukkan bahwa *L. lecanii* dapat menjadi parasit bagi *H. vastatrix*. Cendawan hyperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi. Jika populasi antagonis *L. lecanii* tinggi pada daun dan memparasiti uredia dan uredospora, maka kepadatan uredospora akan menurun sehingga infeksi sekunder juga menurun secara drastis (Agrios, 2005; Ginting 2008).

Ginting (2008) menyatakan bahwa aplikasi agens hayati *L. lecanii* dapat menekan penyakit karat daun kopi (*H. vastatrix*). Dibandingkan pengendalian menggunakan fungisida kimia khususnya yang berspektrum luas, dapat mengurangi keefektifan cendawan antagonisme dan meningkatkan intensitas penyakit. Campbell (1989) dalam Ginting (2008) menunjukkan contoh kasus, yaitu antagonisme *L. lecanii* terhadap *H. vastatrix* yang didasarkan atas laporan Mulinge and Griffiths. Tanaman kopi yang disemprot tembaga, kaptafol, atau benomil pada tahun 1969 dapat menurunkan penyakit pada tahun itu. Akan tetapi, jika tidak disemprot pada tahun berikutnya, tanaman itu terserang lebih berat jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak disemprot pada 1969. Tanaman yang disemprot pada tahun 1969, harus disemprot lagi pada tahun 1970 agar penyakit karat daun kopi tetap terkendali. Hal ini menunjukkan dua hal, yaitu: (1) terjadi penekanan penyakit oleh antagonis secara alami di lapangan dan (2) penyemprotan tanaman dengan fungisida menekan mikroba antagonis, dan juga mengendalikan penyakit, tetapi pada tahun berikutnya, patogen penyakit dapat berkembang tanpa adanya hambatan oleh mikroba antagonis. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan agens hayati seperti cendawan *L. lecanii* yang telah berkembang alami perlu ditingkatkan dengan penerapan inokulum tambahan untuk meningkatkan

populasi terjadi secara alamiah dari agen biokontrol.

Aplikasi cendawan antagonis *L. lecanii* memiliki beberapa kendala. Dalam skala laboratorium, agen ini terbukti dapat bersifat hyperparasit *H. vastatrix*, namun pada skala lapangan keberhasilan memarasit uredospora *H. vastatrix* rendah. Hal ini terjadi karena memerlukan faktor lingkungan yang kondusif seperti kelembaban udara, atau adanya antagonis lain pada *phylloplane*.

***L. lecanii* sebagai agens hayati beberapa penyakit lainnya**

L. lecanii dapat digunakan sebagai agens hayati pada nematoda sista kuning (NSK) (*Globodera rostochiensis* W) tanaman kentang dengan cara memparasit pelindung sista NSK. Bahan pelindung sista tersusun dari lapisan kitin yang akan terdegradasi oleh kitinase yang disekresikan oleh *L. lecanii* (Rembulan *et al.*, 2013). Selain itu, *L. lecanii* juga dapat mengendalikan penyakit *powdery mildew* (*Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Frier) Cooke f. sp. *Fragariae*) pada tanaman strowbery di California (Miller *et al.*, 2010).

Produksi Massal *L. lecanii*

Produksi massal cendawan entomopatogen *L. lecanii* dapat menggunakan media padat atau media cair. Pada media padat dapat menggunakan beras atau sorgum. Isolat cendawan *L. lecanii* murni ditumbuhkan pada media PDA di dalam cawan petri berdiameter 9 cm, kemudian ditumbuhkan pada suhu ruang selama 21 hari.

Media perbanyakan dengan menggunakan beras yang dicuci hingga bersih, lalu dikukus selama ± 15 menit sampai agak lunak dan dikering anginkan. Sebanyak 50 gram beras dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas ukuran 250 g, dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah steril, *L. lecanii* berumur 21 hari diinokulasikan ke media beras tersebut dan kemudian diinkubasi selama 21 hari. Pada media cair digunakan molase, air kelapa.

Waktu aplikasi

Waktu aplikasi perlu diperhatikan karena cendawan entomopatogen sangat rentan terhadap sinar matahari khususnya sinar ultra violet. Bila terkena sinar matahari dalam waktu 4 jam, cendawan *L. lecanii* akan kehilangan viabilitas sebesar 16% (Suharsono & Prayogo 2005), dan bila terkena sinar matahari 8 jam, viabilitas berkurang hingga di atas 50%. Oleh karena itu, bila cendawan diaplikasikan pada musim kemarau perlu dihindarkan dari sinar matahari langsung dan sebaiknya aplikasi dilakukan pada saat kelembapan udara tinggi (sore hari).

KOMPATIBILITAS *L. lecanii*

Kombinasi beberapa agens pengendalian yang bertujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian sangat dianjurkan (Purwar & Sachan, 2006). Hasil penelitian Prayogo (2011) melaporkan bahwa penambahan insektisida nabati ke dalam media tumbuh cendawan mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan cendawan *L. lecanii*.

L. lecanii 2×10^9 cfu/g ditambah minyak mimba 5% (1:1) menyebabkan mortalitas *Phenacoccus solenopsis* 82,47%; betina *Dysdercus cingulatus* 73,63% pada enam hari setelah perlakuan; *Aphis craccivora* 86,23% dan *Lipaphis erysimi* 83,55% pada lima hari setelah perlakuan dengan LT (*lethal time*) masing-masing berturut-turut adalah 87,57 jam, 86,18 jam, 45,13 jam dan 45,37 jam (Halder *et al.*, 2013). Dari hasil penelitian Halder *et al.* (2013) dilaporkan bahwa aplikasi *L. lecanii* secara tunggal menyebabkan mortalitas lebih rendah dibandingkan setelah dikombinasikan dengan minyak mimba.

Menurut Prayogo (2011), kombinasi insektisida nabati serbuk daun pacar cina *Aglaia odorata*, serbuk biji srikaya *Annona squamosa*, dan serbuk biji jarak *Jatropha curcas* dengan cendawan entomopatogen *L. lecanii* mampu meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik coklat dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Aplikasi pestisida nabati yang dikombinasikan dengan cendawan *L. lecanii* kurang berdampak negatif terhadap

kelangsungan hidup serangga predator penghuni tajuk dibandingkan dengan aplikasi insektisida kimia.

PENUTUP

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati pada hama dan penyakit tanaman. *L. lecanii* dapat menginfeksi inang dengan konidia, berkecambah, penetrasi melalui kutikula, produksi blastospora dalam haemocoel, percabangan hifa dan invasi jaringan, yang akhirnya menyebabkan kematian inang. Selain itu cendawan *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati terhadap penyakit tanaman seperti memarasiti *H. vastatrix* (karat daun kopi). Cendawan hyperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed. Elsevier Academic Press, Burlington, MA. 922 pp
- Aiuchi, D., Baba Y., Inami K., Shinya R., Tani M., Kuramochi K., Horie S., & Koike M. 2007. Screening of *Verticillium lecanii* (= *Lecanicillium lecanii*) hibrid strains based on evaluation of pathogenicity against cotton aphid and greenhouse whitefly and viability on the leaf surface. *J Appl Entomol and Zool*, 51: 205-212.
- Annamalai, M., Kaushik H. D., & Selvaraj K. 2015. Bioefficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Lecanicillium lecanii* Zimmerman against *Thrips tabaci* Lindeman. *Proc. Natl. Acad. Sci.* DOI 10.1007/s40011-014-0475-8.
- Anggarawati, S. H. 2014. Upaya Pengendalian Hayati *Helopeltis* sp. Hama Penting Tanaman *Acacia crassicarpa* dengan Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium lecanii*. Tesis. IPB.
- Atmadja, W. R. 2003. Status *Helopeltis antonii* sebagai Hama pada Beberapa Tanaman Perkebunan dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22 (2) : 57-63.

- Atmadja, W. R. 2012. *Pedoman Teknis Teknologi Tanaman Rempah dan Obat : Pengendalian Terpadu Helopeltis Tanaman Perkebunan*. Unit Penerbitan dan Publikasi Balitro, Bogor. 25p.
- Fatiha, L., Ali S., Ren S., & Afzal M. 2007. Biological Characteristics And Pathogenicity Of *Verticillium Lecanii* Against *Bemisia Tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) On Eggplant. *Pak. Entomol*, 29(2): 63-71.
- Feng, K. C., Liu B. L., & Tzeng Y. M. 2002. Morphological characterization and germination of aerial and submerged spores of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. *World J Microbiol and Biotechnol*, 18(3):217-224.
- Gindin, G., Geschtovt N. U., Raccah B., & Barash I. 2000. Pathogenicity of *Verticillium lecanii* to different development stages of the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytopar*, 28 (3): 231-242.
- Ginting, C. 2008. Pengaruh Infestasi *Verticillium Lecanii* Terhadap Keparahan Penyakit Karat Daun Kopi Pada Tanaman Dan Keterjadian Koloninya Pada Daun. *J. HPT Tropika*, 8(2):132 – 137.
- Gottel, M. S., Koike M., Kim J. J., Aiuchi D., Shinya R., & Brodeur J. 2008. Potential of *Lecanicillium* spp. For management of insects, nematodes, and plant disease. *J Invertebr Pathol*, 98 (3): 256-261.
- Halder, J., Rai A. H., & Kadandaram M. H. 2013. Compatibility of neem oil and different entomopathogens for the management of major vegetable sucking pests. *Natl. Acad. Sci. Lett*, 36(1): 19-25.
- Jackson, D., Zemenick K., & Huerta G. 2012. Occurrence in The Soil and Dispersal Of *Lecanicillium Lecanii*, a Fungal Pathogen Of The Green Coffee Scale (*Coccus viridis*) and Coffee Rust (*Hemileia vastatrix*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15 : 389 - 401
- Liu, W., Xie, Y., Dong, J., Xue, J. L., Zang, Y., Lu, Y., & Wu, J. 2014. Pathogenicity of three entomopathogenic fungi to *Matsucoccus matsumurae*. *Plos One*, 9(7): 1-9.
- Ladja, F. T., Santoso T., & Nurhayati E. 2011. Potensi Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Beauveria bassiana* dalam Mengendalikan Wereng Hijau dan Menekan Intensitas Penyakit Tungro. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30 (2): 114-120.
- Madrigal, H. C., Rosas R. A., Agulera G. M., Mojica H. B., Garcia C. F. O., & Navaro L. A. 2003. Characterization of multispore and monospore of *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *Lecanii* for the management of *Toxoptera aurantii* in cocoa. *BioControl*, 48:321-334.
- Miller, T. C., Gubler W. D., Laemmlen F. F., Geng S., Rizzo D. M. 2004. Potential for Using *Lecanicillium lecanii* for Suppression of Strawberry Powdery Mildew. *Biocontrol Science and Technology*,. 14(2):215-220.
- Prayogo Y. 2004. Keefektifan lima jenis cendawan entomopatogen terhadap hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) dan dampaknya terhadap predator *Oxyopes javanus* Thorell (Araneida: Oxyopidae) [Tesis]. IPB: Bogor
- Prayogo, Y. 2009. Kajian cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare & Gams untuk menekan perkembangan telur hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae) [Disertasi]. IPB: Bogor.
- Prayogo, M. 2011. Kombinasi Pestisida Nabati dan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii* Untuk Meningkatkan Efikasi Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus Linearis* pada Kedelai. Semnas Pesnab IV, Jakarta 15 Oktober 2011
- Purwar J.P & Sachan G.C. 2006. Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against Bihar hairy caterpillar *Spilarctia obliqua* (Lepidoptera: Arctiidae). *Microbiol Res*, 161(1): 38-42.
- Putra, G. M., Hadiastono T., Afandhi A., Prayogo Y. 2013 Patogenesis Jamur Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) Terhadap *Bemisia Tabaci* (G.) Sebagai

- Vektor Virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (Cmmv) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT*, 1(1):27-39.
- Shinde, S. V., K. G. Patel, M. S. Purohit, J. R. Pandya, & A.N. Sabalpara. 2010. *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare and Games an important biocontrol agent for the management of insect pests- A review. *Agr. Review*, 31(4): 235-252.
- Subramaniam, M. S. R., Babu A., & Pradeepa N. 2010. A new report of the entomopathogen *Lecanicillium lecanii* infecting larvae of the thrips *Scirtothrips bispinosus* (Bagnall). *J. Biosci Res*, 1(3): 146-148.
- Suharsono, & Prayogo Y.. 2005. Pengaruh lama pemaparan pada sinar matahari terhadap viabilitas jamur entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal Habitat*, XVI(2): 122-131.
- Tanada, Y., & Kaya H. K. 1993. Insect pathology. San Diego : Academic Press. 666 p.
- Thangavel, B., Palaniappan K., Pillai K. M., Subbarayalu M., & Madhaiyan R. 2013. Pathogenicity, ovocidal action and median lethal concentration (LC₅₀) of entomopathogenic fungi against exotic spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. *Journal of Pathogens*, 1-7. doi.org/10.1155/2013/393787.
- Vey, A., Hoagland R. E., & Butt T. M. 2001. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. Butt T. M, Jackson C, & Magan N. (Ed.). *Fungi as biocontrol agents. progress, problems and potential*. CABI : Oxford UK. p 311-346.
- Wahyuni, D. T., Isnawati & Suparno, G. 2013. Patogenesis cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) Viegas terhadap larva instar III *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *LenteraBio*, 2(2): 173-178.
- Wang, L., Huang, J., You, M., Guan, X., & Liu, B. 2005. Effects of toxins from strains of *Verticillium lecanii* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on bioattributes of a predatory ladybeetle *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Appl. Entomol*, 129(1):32-38.
- Yeo, H. 2000. Bioerational selection of mycoinsecticides for aphid management [Tesis]. University of Nottingham.
- Zare, R., Gams W., Evans H. C. 2001. A revision of *Verticillium* section Prostrata. V. The genus *Pochonia*, with notes on *Rotiferophthora*. *Nova Hedwigia*, 73:51-86.

