

Aplikasi Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* pada Berbagai Kerapatan Konidia dan Frekuensi Aplikasi terhadap Hama Kutukebul (*Bemisia tabaci*) pada Tanaman Tomat

Sudarjat^{1*}, Hersanti¹, dan Rahmalia Nurazizah²

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21, Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: sudarjat@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 19-06-2023 Direvisi: 12-08-2023 Dipublikasi: 14-08-2023	Application of the entomopathogenic fungus <i>Lecanicillium lecanii</i> at various conidial densities and application frequencies against whitefly (<i>Bemisia tabaci</i>) on tomato plants
Keywords: Biological agent, Nymphs, Plant growth, Population, Tomato yield	Whitefly (<i>Bemisia tabaci</i>) is an important pest on tomato plants. Control of <i>B. tabaci</i> is generally done chemically using synthetic insecticides. Meanwhile, the use of biological agents such as entomopathogenic fungi is recommended as an alternative to pest control that is more environmentally friendly. The entomopathogenic fungus <i>Lecanicillium lecanii</i> can be used in controlling <i>B. tabaci</i> . This study aimed to obtain the conidial density and the application frequency of <i>L. lecanii</i> which is most appropriate in suppressing the population of <i>B. tabaci</i> in tomato plants. The experiment was carried out in the Ciparanje greenhouse Faculty of Agriculture Universitas Padjadjaran from August to October 2022. This study used a Randomized Block Design (RBD) consisted of ten treatments and each treatment was repeated three times. The treatments consisted of <i>L. lecanii</i> conidial density of 10^7 conidia/ml, 10^8 conidia/ml, and 10^9 conidia/ml with application frequencies of 1 week, 2 weeks, and 3 weeks, and a control treatment. The results showed that <i>L. lecanii</i> conidial density of 10^7 conidia/ml with a frequency of application time of 3 weeks was effective and considered efficient in controlling the population of <i>B. tabaci</i> nymphs and affecting the growth of tomato plants and tomato fruit yields.
Kata Kunci: Agensia hayati, Nimfa, Panen tomat, Pertumbuhan tanaman, Populasi	Kutukebul (<i>Bemisia tabaci</i>) merupakan hama penting pada tanaman tomat. Pengendalian <i>B. tabaci</i> umumnya dilakukan secara kimia menggunakan insektisida sintetik. Sementara itu, pemanfaatan agensia hayati seperti jamur entomopatogen direkomendasikan sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Jamur entomopatogen <i>Lecanicillium lecanii</i> dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan <i>B. tabaci</i> . Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi <i>L. lecanii</i> yang paling tepat dalam menekan populasi kutukebul pada tanaman tomat. Percobaan ini dilakukan di rumah kaca Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran pada bulan Agustus hingga Oktober 2022. Percobaan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas sepuluh perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan terdiri atas jamur entomopatogen <i>L. lecanii</i> dengan kerapatan 10^7 konida/ml, 10^8 konidia/ml, dan 10^9 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu sekali, serta perlakuan kontrol yang diaplikasikan pada stadia nimfa <i>B. tabaci</i> . Hasil penelitian didapatkan jamur entomopatogen <i>L. lecanii</i> dengan kerapatan

10⁷ konidia/ml dengan frekuensi waktu aplikasi 3 minggu sekali efektif dan dianggap efisien mengendalikan populasi nimfa *B. tabaci* serta memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat serta hasil panen buah tomat.

PENDAHULUAN

Kutukebul (*Bemisia tabaci*) termasuk salah satu hama penting yang menyerang pada bagian daun dengan cara menusuk dan menghisap cairan floem tanaman tomat sehingga tanaman menjadi layu, pertumbuhan yang tidak normal dan menurunnya produktivitas (Agastya dkk., 2020). Kutukebul *B. tabaci* tidak hanya menyerang tanaman secara langsung tetapi juga sebagai vektor virus yang menularkan penyakit pada tanaman seperti *Geminivirus* yang menyebabkan tanaman menjadi menguning (Soumia *et al.*, 2021). Demikian juga dengan *Begomovirus* yang ditularkan oleh *B. tabaci* (Olive & Castillo, 2023). *Begomovirus* merupakan kelompok virus penting yang dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang sangat tinggi pada tanaman sayuran, pangan dan serat di seluruh dunia. Peranannya sebagai hama dan sekaligus sebagai vektor penyakit mengakibatkan kerugian yang disebabkan oleh kutukebul menjadi lebih tinggi dengan kehilangan hasil dapat mencapai 90-100% (Hidayat dkk., 2020).

Pengendalian alternatif pada pertanian hortikultura yang aman dan direkomendasikan adalah memanfaatkan agensia hayati dengan menggunakan jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tumbuhan (Triasih dkk., 2019). Upaya pengendalian hayati merupakan pengendalian dan pengelolaan organisme pengganggu tanaman (OPT) secara alami dengan memanfaatkan musuh alami seperti patogen, parasitoid, dan predator (Nurmasari, 2020). Agensia hayati yang dapat digunakan, berpotensi, dan banyak dikembangkan untuk mengendalikan hama pada pertanian adalah jamur entomopatogen (Afifah dkk., 2022). Menurut Islam *et al.* (2021) banyak keuntungan yang didapat dalam penggunaan jamur entomopatogen antara lain: 1) ramah lingkungan, tanpa menimbulkan efek residu, 2) umumnya mempunyai inang yang spesifik, 3) pada beberapa kasus ada yang bersifat sinergistik dengan penggunaan pestisida sintetik, 4) berkembang dengan baik dalam kondisi lingkungan yang kondusif, dan 5) umumnya aman terhadap keanekaragaman hayati dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan kimia sintetik.

Jamur entomopatogen yang dapat digunakan untuk mengendalikan kutukebul pada tanaman tomat salah satunya adalah *Lecanicillium lecanii* yang dapat mengendalikan beberapa hama seperti ordo Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera, dan Coleoptera (Sulastridkk., 2017). Jamur *L. lecanii* sudah banyak diketahui keefektifannya dalam mengendalikan berbagai spesies serangga hama (Anggrawati dkk., 2017; Sulastridkk., 2017). Keberhasilan *L. lecanii* dalam mengendalikan populasi hama ditentukan dengan adanya jumlah konidia yang terkandung dalam suspensi (Prayogo, 2012). Menurut Gindin *et al.* (2000), aplikasi *L. lecanii* dengan kerapatan 10⁷ konidia/ml mampu mengendalikan imago *Bemisia argentifolii* hingga 98% dengan frekuensi aplikasi satu minggu sekali. Wang *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa aplikasi *L. lecanii* dengan kerapatan 10⁸ konidia/ml dapat mengendalikan populasi *B. tabaci* hingga mencapai 98% dengan frekuensi aplikasi satu minggu sekali.

Jamur *L. lecanii* ini perlu diperbanyak secara massal untuk kemudahan aplikasi di lapangan. Kerapatan konidia yang diaplikasikan dibutuhkan dan perlu diperhatikan untuk menyesuaikan jenis hama yang menyerang tanaman dan mengoptimalkan keefektifannya dalam mengendalikan populasi hama (Yunidawati, 2022). Kerapatan konidia yang semakin tinggi memberikan peluang yang lebih tinggi bagi konidia untuk menempel dan menembus tubuh hama sehingga menyebabkan kematian pada hama tersebut (Fadhilah & Asri, 2019). Sementara itu, Yunidawati (2022) menyatakan bahwa frekuensi aplikasi perlu diketahui ketepatannya agar dapat mengoptimalkan waktu aplikasi dan dapat mengendalikan populasi hingga mencapai di bawah nilai ambang kendali. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* yang paling efektif dan efisien dalam mengendalikan *B. tabaci* pada tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca

Ciparanje Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Ketinggian tempat penelitian adalah sekitar ± 752 m di atas permukaan laut (mdpl) dengan kisaran suhu sekitar 18°C - 28°C .

Rancangan Percobaan

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas sepuluh kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali ulangan. Susunan masing-masing perlakuan sebagai berikut:

- A. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^7 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali
- B. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^8 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali
- C. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^9 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali
- D. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^7 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 2 minggu sekali
- E. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^8 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 2 minggu sekali
- F. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^9 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 2 minggu sekali
- G. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^7 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 3 minggu sekali
- H. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^8 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 3 minggu sekali
- I. Aplikasi *L. lecanii* kerapatan 10^9 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 3 minggu sekali
- J. Kontrol

Persiapan Penelitian

Perbanyakan Serangga *B. tabaci*

Perbanyakan *B. tabaci* diawali dengan pengumpulan imago *B. tabaci* dari lapangan yang berasal dari tanaman inang yang tersedia di lahan pertanian di Jatinangor. Tanaman terung ungu yang berumur 3 minggu setelah tanam (MST) disiapkan sebelum pengujian sebagai media perbanyakan nimfa *B. tabaci*. Tanaman terung dimasukkan ke dalam kurungan berbentuk kubus dengan ukuran $2\text{ m} \times 0,5\text{ m}$ yang ditutup dengan kain kasa yang memiliki ukuran lubang sekitar $0,3\text{ mm}^2$. Kemudian imago *B. tabaci* dimasukkan ke dalam kurungan tersebut.

Persiapan Tanaman Tomat

Varietas tomat yang digunakan adalah Servo F1. Media tanam untuk persemaian benih tomat disiapkan dengan cara mencampurkan tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 yang

kemudian dimasukkan ke dalam *seed tray* dan dilakukan penyiraman. Setelah itu benih tomat ditanam pada kedalaman 2 cm dengan satu benih dalam satu lubang tanam.

Pindah tanam dilakukan setelah umur persemaian mencapai 4 minggu dengan cara memindahkan bibit tanaman ke *polybag* berukuran $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ yang sebelumnya sudah diisi dengan media tanam tanah, pupuk kompos, dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1. Media tanam yang diisikan ke dalam *polybag* dipadatkan dan sesuai dengan batas permukaan *polybag* yang digunakan. Bibit tanaman tomat ditanam pada kedalaman sekitar 7 cm dengan satu lubang tanam untuk satu bibit tanaman tomat. Setiap *polybag* tanaman tomat kemudian disusun sesuai dengan urutan perlakuan dan ditempatkan di rumah kaca.

Pemeliharaan tanaman tomat dilakukan dengan melakukan penyiraman, pemupukan dasar, dan penyiangan gulma. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan menggunakan embat hingga media tanam basah merata atau ditandai dengan keluarnya air dari lubang *polybag*. Pemberian pupuk dasar menggunakan pupuk NPK Mutiara dengan perbandingan 16:16:16 sebanyak 5 g/tanaman pada saat tanaman tomat sudah berumur 2 MST. Selanjutnya, pupuk susulan diberikan sebanyak 2 kali dengan menggunakan pupuk NPK yang sama selama pertumbuhan. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara mencabut dan membuangnya.

Perbanyakan Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii*

Populasi awal isolat *L. lecanii* berasal dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi Malang) yang kemudian diperbanyak pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang diinkubasikan selama 2 minggu hingga pertumbuhannya sempurna (meselium dan spora jamur sudah menutupi hampir seluruh permukaan media agar). Sementara itu, media beras disiapkan dengan cara mencuci beras hingga bersih dan mengukusnya hingga setengah matang selama ± 15 menit. Setelah itu, beras yang sudah dikukus didiamkan pada suhu ruang dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas sekitar 100 g/plastik dan disterilkan dalam *autoclave*. Biakan murni *L. lecanii* sebanyak 5 potong dimasukkan ke dalam media beras yang sudah steril, ditutup rapat serta diinkubasi selama ± 14 -21 hari hingga koloni *L. lecanii* tumbuh merata dan sempurna pada media beras tersebut.

Perhitungan Kerapatan Spora Jamur Entomopatogen *L. lecanii*

Jamur *L. lecanii* pada media beras diambil sebanyak 10 g dan dicampurkan dengan 90 ml aquades dan dikocok dengan *shaker* selama 80 detik hingga konidia terlepas. Selanjutnya dilakukan penyaringan dan air saringan diambil dengan pipet ukuran 1 ml. Jamur *L. lecanii* yang sudah dilarutkan dengan air ditambahkan dengan Tween 80 sebanyak 0,05% atau sebanyak 1 tetes/100 ml sebagai bahan perata. Larutan *L. lecanii* dikocok dengan menggunakan *shaker* selama 60 detik dan suspensi konidia *L. lecanii* yang diperoleh dihitung menggunakan hemositometer untuk mendapatkan konsentrasi dengan kerapatan konidia yang sesuai dengan perlakuan.

Perlaksanaan Penelitian

Infestasi *B. tabaci* pada Tanaman Tomat

B. tabaci diinfestasikan pada tanaman tomat berumur 2 MST yang sudah disiapkan untuk pengujian. Tanaman tomat diberi label yang menandakan tiap perlakuan dan ulangan, kemudian tiap tanaman ditutup dengan sungkupan berukuran $0,4\text{ m} \times 0,44\text{ m} \times 1\text{ m}$ yang terbuat dari kain kasa agar tidak terjadi migrasi *B. tabaci* dari tanaman pada perlakuan satu ke tanaman pada perlakuan lainnya. *B. tabaci* yang diinfestasikan pada tanaman tomat sebanyak 10 imago pada tiap tanaman dengan menggunakan aspirator serangga.

Aplikasi Jamur Entomopatogen *L. lecanii*

Aplikasi *L. lecanii* dilakukan setelah tanaman tomat berumur 4 MST dengan cara menyemprotkan suspensi jamur pada seluruh bagian daun tanaman menggunakan *hand sprayer* pada sore hari agar tidak terpapar oleh sinar matahari. Penyemprotan dilakukan sesuai dengan perlakuan kerapatan konidia (10^7 , 10^8 , dan 10^9) dan frekuensi aplikasi 1, 2, dan 3 kali dalam seminggu. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Pengamatan parameter penelitian dilakukan hingga tanaman berumur 10 MST.

$$\text{Persentase Mumifikasi} = \frac{\text{Jumlah } B. \text{tabaci termumifikasi}}{\text{Jumlah } B. \text{tabaci termikosis}} \times 100\%$$

Pengamatan Tinggi Tanaman Tomat

Pengukuran tinggi tanaman tomat dilakukan 2 minggu sekali, yaitu pada saat 2 MST hingga 10 MST. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran, dimulai dari pangkal batang hingga ke bagian pucuk tanaman.

Pengamatan Utama

Kepadatan Populasi Utama

Pengamatan kepadatan populasi *B. tabaci* dilakukan 2 minggu setelah infestasi *B. tabaci* dan sebelum diaplikasikan jamur *L. lecanii* pada tanaman tomat. Pengamatan dilakukan terhadap populasi *B. tabaci* pada fase nimfa yang diamati setiap minggu dengan interval satu minggu sekali. Perhitungan kepadatan populasi nimfa *B. tabaci* dilakukan secara cacah dengan mengambil sampel 10 daun per tanaman. Daun sampel masing-masing diambil dua lembar berdasarkan arah mata angin dan bagian tengah tanaman.

Pengamatan Kejadian Mikosis

Mikosis adalah proses mulai terinfeksi serangga oleh jamur. Mikosis yang terjadi pada *B. tabaci* ditandai dengan adanya miselia jamur yang muncul pada permukaan tubuh *B. tabaci* yang muncul setelah 3 hari sesudah aplikasi (HSA). Pengamatan mikosis pada *B. tabaci* dilakukan setiap hari dan dihitung persentasenya dengan menggunakan rumus Pramono & Purnomo (2019) sebagai berikut:

$$\text{Persentase Mikosis} = \frac{\text{Jumlah } B. \text{tabaci termikosis}}{\text{Jumlah } B. \text{tabaci mati}} \times 100\%$$

Pengamatan Kejadian Mumifikasi

Mumifikasi adalah peristiwa terbentuknya mumi dari tubuh serangga yang terbungkus oleh miselia dan spora jamur entomopatogen sehingga tubuh serangga umumnya akan berwarna putih seperti mumi. Pengamatan mumifikasi dilakukan 2 hari sekali setelah terjadi mikosis dengan mengamati morfologi *B. tabaci* yang ditandai dengan munculnya miselia *L. lecanii* berwarna putih yang menutupi seluruh permukaan luar tubuh *B. tabaci*. Persentase mumifikasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Pramono & Purnomo (2019) sebagai berikut:

Pengamatan Hasil Panen Buah Tomat

Pengamatan hasil panen buah tomat dilakukan pada saat tanaman tomat mencapai umur 3 bulan dan dilakukan sebanyak 5 kali pemanenan dengan interval waktu 5 hari. Pemanenan dilakukan pada buah tomat yang sudah matang secara fisiologis

kemudian menimbang buah tomat yang berhasil dipanen. Buah tomat yang dianggap sudah matang dan dapat dipanen berdasarkan kriteria masa petik optimal oleh Nofriati (2018) yaitu kulit buah berubah warna dari warna hijau menjadi kekuning-kuningan, bagian tepi daun tua telah mengering, dan batang tanaman menguning atau mengering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi *B. tabaci*

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa seluruh perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* mampu mengendalikan populasi *B. tabaci*. Hasil pengamatan menunjukkan pada minggu pertama hingga kelima setelah aplikasi, seluruh tanaman yang diaplikasikan jamur entomopatogen *L. lecanii* mengalami

penurunan populasi *B. tabaci*. Pada pengamatan minggu ke-0 (sebelum aplikasi jamur entomopatogen), populasi *B. tabaci* pada seluruh perlakuan tidak berbeda nyata, dengan demikian dapat dikatakan bahwa kepadatan populasi nimfa merata pada seluruh petak perlakuan. Pada minggu pertama dan kedua setelah aplikasi, populasi *B. tabaci* pada semua perlakuan kerapatan konidia 10^7 , 10^8 , 10^9 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi 1 minggu sekali telah mengakibatkan penekanan terhadap populasi *B. tabaci* dengan populasi yang lebih rendah dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Yunidawati (2022) menyatakan bahwa aplikasi jamur entomopatogen yang diaplikasikan secara berulang memungkinkan proses infeksi pada tubuh hama lebih cepat sejalan dengan pertumbuhan konidia menginfeksi hama.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* terhadap kepadatan populasi *B. tabaci*

Perlakuan	Populasi nimfa <i>B. tabaci</i> (ekor) pada minggu ke-... setelah aplikasi					
	0	1	2	3	4	5
A (10^7 konidia/ml, 1 minggu sekali)	101,67 a	87,00 b	49,67 c	33,33 b	9,67 b	0,00 b
B (10^8 konidia/ml, 1 minggu sekali)	100,00 a	84,67 b	48,33 c	21,67 b	4,67 b	0,00 b
C (10^9 konidia/ml, 1 minggu sekali)	101,67 a	78,00 c	33,00 d	22,67 b	4,33 b	0,00 b
D (10^7 konidia/ml, 2 minggu sekali)	103,33 a	76,33 c	72,67 b	23,00 b	20,00 b	0,00 b
E (10^8 konidia/ml, 2 minggu sekali)	103,33 a	74,67 c	67,00 b	23,33 b	17,33 b	0,00 b
F (10^9 konidia/ml, 2 minggu sekali)	100,00 a	68,33 c	65,33 b	25,33 b	17,67 b	0,00 b
G (10^7 konidia/ml, 3 minggu sekali)	103,00 a	69,33 c	65,00 b	32,33 b	13,00 b	0,00 b
H (10^8 konidia/ml, 3 minggu sekali)	104,00 a	74,67 c	68,67 b	33,00 b	12,00 b	0,00 b
I (10^9 konidia/ml, 3 minggu sekali)	100,00 a	66,67 c	60,67 b	30,00 b	9,33 b	0,00 b
J (kontrol)	104,00 a	221,67 a	314,00 a	401,67 a	490,00 a	573,33 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

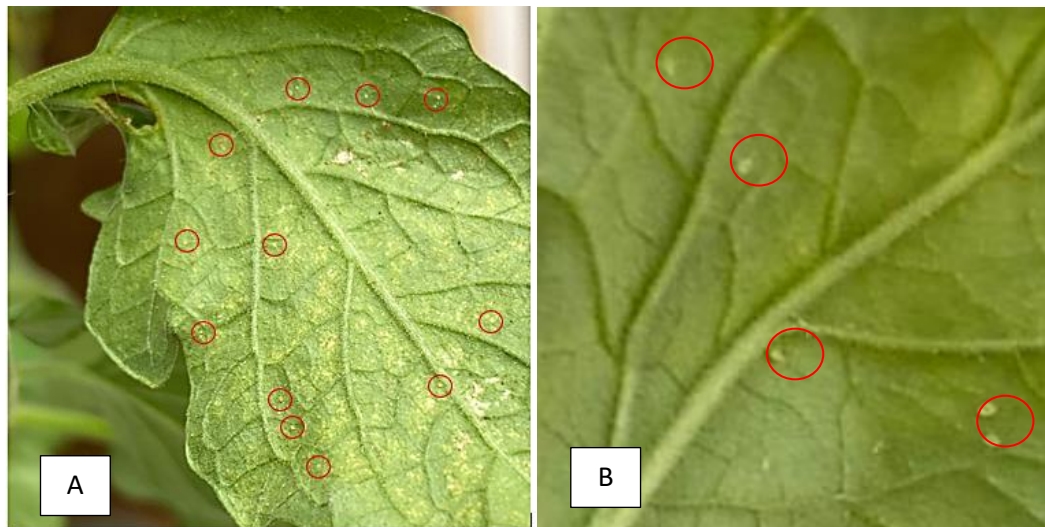
Perlakuan terbaik pengendalian *B. tabaci* ditemukan pada aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dengan kerapatan 10^9 konidia/ml pada minggu pertama hingga kedua. Sulastri dkk. (2013) menyatakan bahwa jamur entomopatogen *L. lecanii* pada kerapatan 10^9 konidia/ml merupakan kerapatan terbaik yang mampu menekan populasi hama kutuputih *Aphis glycines* sampai 100%. Kerapatan 10^9 konidia/ml diduga efektif menurunkan populasi *B. tabaci* karena memiliki jumlah konidia lebih banyak sehingga kemampuan reproduksi serangga hama menurun. Selain itu, toksin entomopatogen *L. lecanii* mengganggu sistem syaraf yang menyebabkan proses makan terganggu (Gindin *et al.*, 2000). Menurut Anshary (2021) bahwa kerapatan jamur entomopatogen yang semakin tinggi akan semakin banyak kandungan konidia di dalam suspensi larutan, sehingga penyebaran infeksi akan lebih merata.

Demikian juga jangkauan penyebaran infeksi akan semakin luas sehingga konidia berpotensi untuk terus tumbuh dan semakin besar ketersediaannya. Waktu yang dibutuhkan untuk menekan populasi *B. tabaci* juga akan semakin cepat.

Pada minggu ketiga hingga keenam, populasi kutukebul *B. tabaci* dengan aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* tidak berbeda nyata antar perlakuan namun berbeda nyata dengan kontrol dengan populasi mencapai 573,33 ekor/tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sulastri dkk (2017) bahwa aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* kerapatan 10^7 hingga 10^9 konidia/ml mampu menurunkan populasi kutudaun *Aphis glycines* secara berturut-turut dengan persentase sebesar 52% hingga 100%. Populasi hama yang semakin rendah diduga karena aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dengan kerapatan yang

semakin tinggi, maka semakin banyak konidia yang menempel pada tubuh hama dan semakin banyak juga kandungan racun yang dihasilkan oleh jamur entomopatogen, sehingga menyebabkan

terhambatnya siklus hidup hama dan populasi hama *B. tabaci* semakin menurun karena terjadi kematian (Suprayogi, 2015). Penurunan populasi *B. tabaci* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kepadatan populasi nimfa *B. tabaci*. (A) Kepadatan populasi sebelum aplikasi *L. lecanii*, (B) Kepadatan populasi pada minggu ke-4 setelah aplikasi *L. lecanii*.

Kejadian Mikosis

Berdasarkan Tabel 2 pada pengamatan minggu pertama, persentase mikosis pada perlakuan A (Kerapatan 10^7 konidia/ml), D (Kerapatan 10^7 konidia/ml), E (Kerapatan 10^8 konidia/ml), dan G (Kerapatan 10^7 konidia/ml) dengan frekuensi aplikasi 1, 2, dan 3 minggu sekali menunjukkan persentase yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan

perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* lainnya. Hal ini diduga karena pada aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* tidak selalu menunjukkan adanya gejala awal infeksi. Anshary (2021) menyatakan jamur entomopatogen bisa hanya meracuni hama dari dalam tubuhnya kemudian melepaskan toksin yang terkandung dan menyebabkan kematian secara langsung.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi jamur *L. lecanii* terhadap persentase mikosis nimfa *B. tabaci*

Perlakuan	Persentase mikosis (%) pada minggu ke-... setelah aplikasi					
	1	2	3	4	5	6
A (10^7 konidia/ml, 1 minggu sekali)	81,00 b	85,67 a	97,00 a	98,33 a	100,00 a	100,00 a
B (10^8 konidia/ml, 1 minggu sekali)	96,00 a	96,67 a	96,67 a	98,33 a	100,00 a	100,00 a
C (10^9 konidia/ml, 1 minggu sekali)	91,00 a	97,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
D (10^7 konidia/ml, 2 minggu sekali)	84,67 b	91,67 a	95,33 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
E (10^8 konidia/ml, 2 minggu sekali)	83,67 b	92,33 a	93,33 a	95,67 a	100,00 a	100,00 a
F (10^9 konidia/ml, 2 minggu sekali)	97,67 a	98,00 a	98,67 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
G (10^7 konidia/ml, 3 minggu sekali)	79,33 b	83,67 a	86,67 a	95,00 a	100,00 a	100,00 a
H (10^8 konidia/ml, 3 minggu sekali)	93,33 a	96,67 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
I (10^9 konidia/ml, 3 minggu sekali)	89,33 a	95,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
J (kontrol)	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Perlakuan terbaik yang menunjukkan persentase gejala mikosis di atas 90% hingga mencapai 100% adalah perlakuan dengan kerapatan 10^8 konidia/ml hingga 10^9 konidia/ml. Hal ini sesuai

dengan penelitian Anggrawati dkk. (2017) yang menyatakan kerapatan 10^8 konidia/ml hingga 10^9 konidia/ml merupakan kerapatan terbaik dalam menunjukkan adanya gejala awal infeksi (mikosis)

pada hama kutu dengan persentase sebesar 90%-100% dan gejala awal timbul dengan munculnya miselium yang keluar dari ruas tungkainya. Gejala mikosis pada bagian tubuh kutukebul *B. tabaci* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gejala mikosis pada nimfa *B. tabaci*

Pada pengamatan minggu kedua hingga keenam, seluruh perlakuan yang diaplikasikan menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap kontrol dan tidak didapatkan perlakuan yang lebih baik dalam menunjukkan persentase mikosis pada nimfa *B. tabaci*. Kerapatan konidia yang semakin tinggi berpeluang lebih tinggi untuk menginfeksi hama secara kontak, sehingga gejala mikosis akan muncul dan proses kematian kutukebul *B. tabaci* akan cepat terjadi (Pramono & Purnomo, 2019).

Gejala mikosis juga dapat terjadi karena faktor lingkungan di sekitar tempat penelitian. Keadaan

suhu dan kelembaban di lingkungan sekitar yang ditampilkan oleh termohigrometer berkisar pada suhu 21,9-24,4°C dengan kelembaban 92-83% pada bulan September dan 21,9-24,1°C dengan kelembaban 90-84% pada bulan Oktober. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayogo (2013) menyatakan bahwa jamur entomopatogen *L. lecanii* dapat tumbuh dan menginfeksi dengan optimal pada suhu 20-27°C dan pada suhu yang lebih tinggi maka akan terjadi penghambatan.

Kejadian Mumifikasi

Aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dengan kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi yang berbeda, pada minggu-minggu awal setelah aplikasi pertama menyebabkan terjadinya mumifikasi yang berbeda pada beberapa perlakuan (Tabel 3). Pada pengamatan minggu pertama, gejala mumifikasi pada perlakuan A, D, dan G (Kerapatan 10^7 konidia/ml) dengan frekuensi aplikasi 1, 2, 3 minggu sekali menunjukkan gejala mumifikasi yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, yaitu dengan kerapatan 10^8 konidia/ml dan 10^9 konidia/ml. Sementara itu, pada pengamatan minggu kedua, gejala mumifikasi perlakuan A (Kerapatan 10^7 konidia/ml), B (Kerapatan 10^8 konidia/ml), dan G (Kerapatan 10^7 konidia/ml) dengan frekuensi aplikasi 1 dan 3 minggu sekali juga menunjukkan persentase gejala mumifikasi yang lebih rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Mumifikasi pada nimfa *B. tabaci* ditandai dengan terlihatnya hifa berwarna putih menyerupai tepung yang menyelimuti seluruh tubuh hama.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi jamur *L. lecanii* terhadap persentase mumifikasi nimfa *B. tabaci*

Perlakuan	Persentase mumifikasi (%) pada minggu ke-... setelah aplikasi					
	1	2	3	4	5	6
A (10^7 konidia/ml, 1 minggu sekali)	81,67 b	89,00 b	92,33 a	98,00 a	100,00 a	100,00 a
B (10^8 konidia/ml, 1 minggu sekali)	92,67 a	93,00 b	97,00 a	98,33 a	100,00 a	100,00 a
C (10^9 konidia/ml, 1 minggu sekali)	91,00 a	96,67 a	97,33 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
D (10^7 konidia/ml, 2 minggu sekali)	83,33 b	100,00 a	90,00 a	97,33 a	100,00 a	100,00 a
E (10^8 konidia/ml, 2 minggu sekali)	93,33 a	100,00 a	94,67 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
F (10^9 konidia/ml, 2 minggu sekali)	94,67 a	100,00 a	96,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
G (10^7 konidia/ml, 3 minggu sekali)	84,33 b	94,33 b	95,67 a	94,33 a	100,00 a	100,00 a
H (10^8 konidia/ml, 3 minggu sekali)	92,00 a	96,67 a	90,67 a	94,67 a	100,00 a	100,00 a
I (10^9 konidia/ml, 3 minggu sekali)	93,67 a	98,67 a	97,67 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
J (kontrol)	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Perlakuan terbaik pada minggu pertama hingga kedua yang menunjukkan gejala mumifikasi sebesar 90%-100% adalah kerapatan 10^8 konidia/ml dan 10^9 konidia/ml. Hama yang terinfeksi oleh jamur entomopatogen dengan kerapatan yang semakin tinggi akan menunjukkan persentase mumifikasi lebih tinggi, karena jumlah konidia yang terkandung lebih banyak dan konidia yang menempel semakin banyak sehingga semakin cepat dalam menimbulkan gejala mumifikasi (Pramono & Purnomo, 2019). Perbedaan persentase mumifikasi diduga karena nimfa *B. tabaci* yang terserang jamur entomopatogen *L. lecanii* tidak selalu menunjukkan adanya gejala mumifikasi. Anshary (2021) menyatakan bahwa hama yang mati tidak selalu menunjukkan gejala mumifikasi, karena perkembangan jamur entomopatogen *L. lecanii* dalam menginfeksi hama mampu berlangsung di dalam tubuh hama tersebut tanpa menunjukkan miselia yang menembus integumentnya.

Aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dengan kerapatan konidia dan frekuensi aplikasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap gejala mumifikasi pada nimfa kutukebul *B. tabaci* hingga mencapai persentase mumifikasi sebesar 100,00%, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan hama kutukebul *B. tabaci* pada tanaman tomat. Semakin meningkat kerapatan konidia yang

digunakan maka semakin besar mumifikasi yang terjadi pada nimfa kutukebul *B. tabaci* pada tanaman tomat. Hal ini selaras dengan pernyataan Widariyanto dkk., (2017) bahwa aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* pada hama *Aphis glycines* dengan kerapatan konidia yang semakin meningkat mampu menghasilkan kematian dengan tanda mumifikasi hingga mencapai 100%.

Tinggi Tanaman Tomat

Hasil pengamatan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa tinggi tanaman tomat berpengaruh nyata dengan kontrol dan tidak terdapat perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* terbaik yang memengaruhi tinggi tanaman tomat. Hal tersebut diduga karena enzim yang terkandung dalam jamur entomopatogen *L. lecanii* tidak berpotensi untuk memengaruhi pertumbuhan tanaman tomat namun mampu mengendalikan serangan hama. Dengan demikian, tidak ada proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis yang terganggu dan tanaman dapat tetap tumbuh dengan optimal. Hal tersebut selaras dengan pernyataan Mulyani (2022) bahwa secara umum aplikasi jamur entomopatogen tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, karena kandungan jamur entomopatogen tidak sesuai dengan enzim yang berperan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman.

Tabel 4. Tinggi tanaman tomat

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman tomat (cm) pada ... MST				
	2	4	6	8	10
A (10^7 konidia/ml, 1 minggu sekali)	16,00 a	32,13 a	63,33 a	92,67 a	122,17 a
B (10^8 konidia/ml, 1 minggu sekali)	16,33 a	32,17 a	63,80 a	94,00 a	122,43 a
C (10^9 konidia/ml, 1 minggu sekali)	16,93 a	34,50 a	65,17 a	95,43 a	122,93 a
D (10^7 konidia/ml, 2 minggu sekali)	16,00 a	32,27 a	63,40 a	94,60 a	122,33 a
E (10^8 konidia/ml, 2 minggu sekali)	16,67 a	33,27 a	64,43 a	93,77 a	122,43 a
F (10^9 konidia/ml, 2 minggu sekali)	16,90 a	34,17 a	65,50 a	95,43 a	122,83 a
G (10^7 konidia/ml, 3 minggu sekali)	16,10 a	32,23 a	64,57 a	93,50 a	122,00 a
H (10^8 konidia/ml, 3 minggu sekali)	16,07 a	33,17 a	64,83 a	93,87 a	122,03 a
I (10^9 konidia/ml, 3 minggu sekali)	16,77 a	34,50 a	65,83 a	95,50 a	122,10 a
J (kontrol)	12,33 b	25,43 b	33,67 b	65,50 b	95,57 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan uji korelasi dengan nilai -0,872 pada 4 MST dan -0,967 pada 6 MST (Sig. 0,00 < 0,05) menyatakan bahwa terdapat korelasi negatif antara populasi *B. tabaci* (Tabel 1) dengan tinggi tanaman tomat (Tabel 4). Semakin tinggi populasi *B. tabaci* maka tinggi tanaman tomat akan terhambat, sebaliknya semakin rendah populasi *B. tabaci* maka

tinggi tanaman tomat akan semakin optimal. Agastya dkk. (2020) menyatakan bahwa serangan *B. tabaci* menyebabkan tanaman menjadi kerdil (*stunting*) karena daun yang keriting dan embun jelaga yang muncul pada daun tanaman. Embun jelaga berwarna hitam yang timbul pada bagian daun tanaman menyebabkan proses fotosintesis terganggu karena

klorofil yang terkandung pada daun akan tertutup oleh embun jelaga sehingga pertumbuhan tanaman tidak optimal. Oleh karena itu, aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* mampu mengendalikan serangan hama *B. tabaci* yang menyebabkan kerusakan pada tanaman dan pertumbuhan tinggi tanaman lebih optimal dibandingkan dengan kontrol.

Hasil Panen Buah Tomat

Pemanenan buah tomat dilakukan sebanyak lima kali dengan interval 5 hari sekali, pertama kali panen pada saat tanaman berumur 8 MST. Buah tomat dipanen apabila buah tomat sudah matang secara fisiologis yaitu dengan tanda buah tomat sudah berwarna kemerahan, kemudian dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat buah tomat. Berdasarkan Tabel 5, rata-rata hasil panen buah tomat antar perlakuan yang diaplikasikan jamur entomopatogen *L. lecanii* menunjukkan hasil panen yang tidak berbeda nyata antar perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* namun berbeda nyata dengan kontrol. Dari seluruh perlakuan jamur entomopatogen *L. lecanii* yang diuji, tidak terdapat perlakuan terbaik terhadap berat hasil panen buah tomat. Hal tersebut mengindikasikan aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* dengan kepadatan konidia dan frekuensi yang diuji seluruhnya sudah cukup ampuh untuk mempertahankan hasil buah tomat dari serangan *B. tabaci*, karena populasi *B. tabaci* dapat ditekan sampai ke tingkat yang tidak merugikan secara ekonomi.

Tabel 1. Hasil panen buah tomat

Perlakuan	Rata-rata berat buah (g)
A (10^7 konidia/ml, 1 minggu sekali)	1151,00 a
B (10^8 konidia/ml, 1 minggu sekali)	1152,33 a
C (10^9 konidia/ml, 1 minggu sekali)	1162,67 a
D (10^7 konidia/ml, 2 minggu sekali)	1151,00 a
E (10^8 konidia/ml, 2 minggu sekali)	1153,33 a
F (10^9 konidia/ml, 2 minggu sekali)	1154,67 a
G (10^7 konidia/ml, 3 minggu sekali)	1152,33 a
H (10^8 konidia/ml, 3 minggu sekali)	1152,67 a
I (10^9 konidia/ml, 3 minggu sekali)	1160,33 a
J (kontrol)	1056,67 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata menurut Uji Gugus Scott-Knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan uji korelasi dengan nilai -0,094 (Sig. 0.620 > 0,05) menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara populasi *B. tabaci* dengan hasil

panen buah tomat. Perbedaan hasil panen buah tomat tidak berkaitan erat dengan populasi *B. tabaci*. Hal ini disebabkan karena rata-rata pada populasi *B. tabaci* pada setiap tanaman tomat yang diberi perlakuan jumlahnya sudah rendah sehingga hal tersebut tidak memengaruhi hasil panen buah tomat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi jamur entomopatogen *L. lecanii* pada kepadatan konidia 10^7 konidia/ml dengan frekuensi aplikasi hingga 3 minggu sekali efektif dan efisien dalam mengendalikan populasi nimfa *B. tabaci* pada tanaman tomat dan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tomat serta hasil panen buah tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, L, NW Saputro, dan U Enri. 2022. Sosialisasi penggunaan *Beauveria bassiana* dan pestisida nabati untuk mengendalikan hama pada sayuran hidroponik. Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat. 8(1): 12–21.
- Agastya, IMI, RPD Julianto, dan Marwoto. 2020. Pengaruh pemanasan global terhadap intensitas serangan kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn) dan cara pengendaliannya pada tanaman kedelai. Buana Sains. 20(1): 99–110.
- Anggrawati, SH, T Santoso, dan R Anwar. 2017. Penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams untuk mengendalikan *Helopeltis antonii* Sign (Hemiptera: Miridae). Jurnal Silvikultur Tropika. 8(3): 197–202.
- Anshary, A. 2021. Aplikasi cendawan *Verticillium lecanii* (Hypocreales: Clavicipitaceae) untuk pengendalian kutu putih (*Pseudococcus* sp.) pada tanaman puring (*Codiaeum variegatum*). Agrotekbis: E-jurnal Ilmu Pertanian. 9(4): 1005–1012.
- Fadhilah, LN, dan MT Asri. 2019. Keefektifan tiga jenis cendawan entomopatogen terhadap serangga kutudaun *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) pada tanaman cabai. LenteraBio. 8(1): 56–60.
- Gindin, G, NU Geschtovt, B Raccach, and I Barasg. 2000. Pathogenicity of *Verticillium lecanii* to different developmental stages of the silverleaf

- whitefly (*Bemisia argentifolii*). *Phytoparasitica*. 28(3): 229–239.
- Hidayat, P, R Ludji, dan N Maryana. 2020. Kemampuan reproduksi dan riwayat hidup kutukebul *Bemisia tabaci* (Gennadius) dengan dan tanpa kopulasi pada tanaman cabai merah dan tomat. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 17(3): 156–162.
- Islam, W, M Adnan, A Shabbir, H Naveed, YS Abubakar, M Qasim, M Tayyab, A Noman, MS Nisar, KA Khan, and H Ali. 2021. Insect-fungal-interactions: A detailed review on entomopathogenic fungi pathogenicity to combat insect pests. *J. Microbial Pathogenesis*. 159: 105122. DOI: [10.1016/j.micpath.2021.105122](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105122).
- Mulyani, F, L Soesanto, MWR Sastyawan, dan Mujiono. 2022. Aplikasi metabolit sekunder jamur entomopatogen terhadap wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stall.) in planta. *Media Petanian*. 7(1): 13–22.
- Nofriati, D. 2018. Penanganan Pascapanen Tomat. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. Kotabaru.
- Nurmasari, F. 2020. Identifikasi keanekaragaman dan pola sebaran hama kutu putih dan musuh alamnya pada tanaman singkong (*Manihot esculenta*) di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Biologi Tropis*. 8(3): 171–177.
- Olive, EV, and JN Castillo. 2023. Begomoviruses: What is the secrete(s) of their success. *Trends in Plant Sciences*. 28(6): 715–727.
- Pramono, BS, dan H Purnomo. 2019. Patogenisitas jamur entomoptogen *Aschersonia* sp. sebagai pengendalian hama kutu sisik citricola *Coccus pseudomagnoliarium* (Kuw.) (Homoptera: Coccidae) pada tanaman jeruk. *Jurnal Pengendalian Hayati*. 2(1): 17–22.
- Prayogo, Y. 2013. Karakterisasi fisiologi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* sebagai calon bahan aktif bioinsektisida untuk pengendalian telur kepik coklat (*Riptorus linearis*) pada kedelai. *Buletin Plasma Nutfah*. 19(1): 33–44.
- Prayogo, Y. 2012. Keefektifan cendaan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zare dan Gams) terhadap *Bemisia tabaci* Gen sebagai vektor Soybean Mozaic Virus (SMV) pada tanaman kedelai. *Suara Perlindungan Tanaman*. 2(1): 11–21.
- Soumia, PS, GP Pandi, R Krishna, AW Ansari, DK Jaiswal, JP Verma, and M Singh. 2021. Whitefly-transmitted plant viruses and their management. Pp. 175–195 in *Emerging Trends in Plant Pathology* (KP Singh, S Jahadigar, and BK Sarma, Eds.). Springer. Singapore.
- Suprayogi, Marheni, dan S Oemry. 2015. Uji efektifitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopiliae* terhadap kepik hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera; Pentatomidae) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) di rumah kaca. *Jurnal Online Agroteknologi*. 3(1): 320–327.
- Sulastri, N, T Hafizarlutfia, dan L Afifah. 2017. Teknologi pengendalian hayati serangga menggunakan biopestisida potensial: cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung*. Hlm. 87–96.
- Triasih, U, D Agustina, dan S Wuryantini. 2019. Uji berbagai bahan pembawa terhadap viabilitas dan kepadatan konidia pada beberapa biopestisida cair jamur entomopatogen. *Jurnal Agronida*. 5(1): 12–20.
- Wang, L, JMY Huang, X Guan, and B Liu. 2007. Toxicity and feeding deterrence of crude toxin extracts of *Lecanicillium lecanii* (Hyphomycetes) against sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Pest Manag Science*. 63(4): 381–387.
- Widariyanto, R, MI Pinem, dan F Zahara. 2017. Patogenesitas beberapa cendawan entomopatogen (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopiliae*, dan *Beauveria bassiana*) terhadap *Aphis glycines* pada tanaman kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(1): 8–12.
- Yunidawati, W. 2022. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi cendawan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap perkembangan hama kedelai (*Glycine max*, (L) Merrill). *Juripol: Jurnal Insitusi Politeknik Ganesha Medan*. 5(2): 89–104.