

**Status Kerentanan Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stål.)  
terhadap Jamur *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. yang Diisolasi dari  
Berbagai Inang**

*(Susceptibility Status of the Brown Stem Leafhopper (*Nilaparvata lugens* Stål.)  
against the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. Isolated from Various Hosts)*

**Parluhutan Siahaan<sup>1)\*</sup>, Rowland Mangais<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNSRAT Manado, 95115

<sup>2)</sup>Program Studi Entomologi, Pascasarjana UNSRAT Manado, 95115

\*Email korespondensi: [luhut.siahaan68@unsrat.ac.id](mailto:luhut.siahaan68@unsrat.ac.id)

(Article History: Received July 20, 2022; Revised July 30, 2022; Accepted August 30, 2022)

**ABSTRAK**

Serangga wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stål.) merupakan hama pada tanaman, terutama pada tanaman padi di seluruh dunia dan telah menjadi masalah sejak lama. Ledakan *N. lugens* salah satunya karena telah mengalami resistensi sebagai akibat dari ketidakmampuan pestisida dalam menekan pertumbuhan dari serangga hama tersebut. Pemanfaatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* menjadi salah satu upaya mengurangi penggunaan pestisida sintetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur status kerentanan wereng batang coklat (*N. lugens*) terhadap jamur *B. bassiana* yang diisolasi dari beberapa serangga inang. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, dengan dua perlakuan yaitu jenis inang dan konsentrasi konidia. Hasil penelitian menunjukkan mortalitas *N. lugens* tertinggi yaitu pada perlakuan isolat *L. oratorius* konsentrasi  $10^9$  dan  $10^8$  yaitu 40% dan 39,3% dan terendah pada isolat Jati sari konsentrasi  $10^6$  yaitu 22,7%. Hama *N. lugens* lebih rentan terhadap jamur *B. bassiana* isolat *L. oratorius* dengan nilai RR 0,63 dibandingkan isolat *P. pallicornis* yang memiliki nilai RR 0,93.

Kata kunci: *Nilaparvata lugens*; *Beauveria bassiana*; Resistensi

**ABSTRACT**

The brown plant hopper (*Nilaparvata lugens* Stål.) is a pest of crops, especially rice crops worldwide and has been a problem for a long time. One of the reasons for the explosion of *N. lugens* was that it had developed resistance as a result of the inability of pesticides to suppress the growth of these insect pests. Utilization of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* is one of the efforts to reduce the use of synthetic pesticides. This study aimed to measure the susceptibility status of the brown planthopper (*N. lugens*) to the fungus *B. bassiana* isolated from several host insects. This study used a completely randomized design, with two treatments, namely the type of host and the concentration of conidia. The results showed that the highest mortality of *N. lugens* was in the treatment of *L. oratorius* isolates with concentrations of  $10^9$  and  $10^8$ , namely 40% and 39.3%, and the lowest was in the isolates of Jati sari with concentrations of  $10^6$ , which was 22.7%. *N. lugens* was more susceptible to the fungus *B. bassiana* *L. oratorius* isolate with an RR value of 0.63 compared to *P. pallicornis* isolates which had an RR value of 0.93.

Keywords: *Nilaparvata lugens*; *Beauveria bassiana*; Resistance

## PENDAHULUAN

Serangga wereng coklat (*Nilaparvata lugens*. Stål.) merupakan hama pada tanaman, terutama pada tanaman padi di seluruh dunia dan telah menjadi masalah sejak lama (Rizal *et al.* 2017). *N. lugens* dapat berkembang dengan baik dan mampu berkompetisi dengan baik untuk mempergunakan sumber makanan dengan serangga hama lain, mampu dengan cepat mencari dan menyebar pada habitat baru serasat mudah beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pada habitat baru (Baehaki 2012). Kemampuan inilah yang menyebabkan serangan hama *N. lugens* dapat terjadi secara simultan dan merusak jutaan hektar pertanian padi. Pada kondisi tertentu, kerusakan yang terjadi dapat menyebabkan kehilangan hasil yang mencapai 90% (Sasmito *et al.* 2017), akibat dari ledakan *N. lugens*.

Ledakan *N. lugens* salah satunya karena telah mengalami resistensi sebagai akibat dari ketidakmampuan pestisida dalam menekan pertumbuhan dari serangga hama tersebut. Resistensi sendiri merupakan penurunan kepekaan hama, penyakit, ataupun gulma terhadap pestisida sintetik. Resistensi serangga hama terjadi akibat perubahan individu penyusun populasi hama dari individu yang peka, menjadi individu yang tahan terhadap pestisida sintetik. Fenomena ini yang menjadikan pestisida sintetik yang semula efektif menjadi tidak efektif lagi (Direktorat Pupuk dan Pestisida 2011).

Khususnya resistensi *N. lugens* terhadap pestisida telah banyak dilaporkan, diantaranya oleh Matsumura *et al.* (2008) dimana *N. lugens* telah mengalami resistensi terhadap imidakloprid, BPMC, fipronil, dan tiametoksam. Laporan

lain oleh Basanth *et al.* (2013) menunjukkan bahwa *N. lugens* telah mengalami resistensi terhadap beberapa insektisida sintetik seperti tiametoksam, clothianidin, karbofuran dan klorpirifos dengan rasio resistensi terendah sebesar 0,41 kali dan tertinggi 16,82 kali.

Beberapa upaya dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik, salah satunya dengan pemanfaatan entomopatogen. Entomopatogen *Beaveria bassiana* merupakan salah satu jenis jamur yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan serangga hama termasuk *N. lugens*. *B. bassiana* sendiri merupakan jamur saprofit berbentuk benang-benang halus (hifa). *B. bassiana* memperoleh makanan dari inangnya, sehingga bersifat parasit terhadap serangga inang (Ikawati 2016). Efektifitas jamur *B. bassiana* dapat dilihat dari mortalitas *N. lugens*. Mortalitas *N. lugens* dapat berbeda untuk setiap isolat jamur *B. bassiana*, karena dipengaruhi oleh kerentanan *N. lugens* terhadap jamur *B. bassiana*. Oleh karena itu perlu dilihat status kerentanan dari *N. lugens* terhadap masing-masing isolat *B. bassiana*. Penentuan status kerentanan didasarkan pada nilai rasio resistensi *N. lugens* masing-masing isolat.

Atas dasar itulah, dan belum adanya data mengenai status kerentanan *N. lugens* terhadap jamur *B. bassiana* maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui status kerentanan *N. lugens* terhadap jamur *B. bassiana* yang diisolasi dari beberapa serangga inang.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai dengan Januari 2022. Penelitian ini

dilaksanakan di Laboratorium Agens Hayati dan rumah kaca Balai Perlindungan dan Pengujian Mutu Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPPMTPH) Distanak Provinsi Sulawesi Utara.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) secara faktorial, dengan perlakuan 3 x 4 dalam 5 ulangan. Variabel bebasnya ada dua, variabel bebas pertama adalah isolat jamur *B. bassiana* dari beberapa serangga inang (berdasarkan inangnya), sehingga perlakuannya adalah sebagai berikut:

- P1 = Pemberian jamur isolat walang sangit, *L. oratorius*
- P2 = Pemberian jamur isolat kepik hitam, *P. palicornis*
- P3 = Pemberian jamur isolat Jati Sari sebagai pembanding

Variabel bebas kedua adalah konsentrasi atau jumlah konidia jamur yang akan diberikan sehingga perlakuannya adalah sebagai berikut:

- S1 = konsentrasi suspensi  $10^6$  konidia/ml
- S2 = konsentrasi suspensi  $10^7$  konidia/ml
- S3 = konsentrasi suspensi  $10^8$  konidia/ml
- S4 = konsentrasi suspensi  $10^9$  konidia/ml

#### Asal dan Perbanyakan *N. lugens*

*N. lugens* yang digunakan sebagai serangga uji adalah serangga pada fase nimfa dan imago yang diambil pada pertanaman padi sawah di daerah Dumoga Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow dengan menggunakan aspirator. Kemudian serangga dipelihara di dalam kurungan kasa berukuran 60 cm x 60 cm x 80 cm. *N. lugens* yang digunakan sebagai

serangga uji dipilih yang sehat sebanyak 30 ekor. Media uji yang digunakan adalah tanaman padi yang ditumbuhkan pada wadah ember plastik.

#### Isolasi dan Perbanyakan *B. bassiana*

Jamur *B. bassiana* diisolasi dari dua inang berbeda, yaitu *Leptocorisa oratorius*, dan *Paraecosmetus palicornis* di pertanaman padi sawah di Daerah Dumoga Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow dan isolat Jati Sari sebagai kontrol. Jamur pada tubuh serangga diambil dengan jarum inokulasi dan dibiakkan pada media PDA dan pada suhu 23-26°C (Utami *et al.*, 2014; Fernandes *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2020). Perbanyakan jamur *B. bassiana* menggunakan metode yang dikerjakan oleh Pertiwi *et al.* (2016). Perbanyakan massal jamur *B. bassiana* dilakukan dengan menumbuhkan jamur pada media beras. Beras dicuci bersih, kemudian direndam selama 12 jam. Kemudian dikering anginkan kemudian diisi pada kantong plastik PP sebanyak 100 gram perkantong. Beras pada kantong plastic disterilkan dengan *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C. Penghitungan jumlah konidia dilakukan sama dengan proses pengerjaan pada tahap kerja kedua yaitu pada penghitungan kerapatan konidia. Jamur pada media PDA diambil kira-kira 1 cm<sup>2</sup> dan diinokulasi pada media beras, kemudian diinkubasikan pada suhu diantara 23-26°C, kelembaban antara 80-95% RH dan pencahayaan lampu laboratorium normal 24 jam. Inkubasi dilakukan sampai seluruh bagian permukaan media beras ditumbuhi miselia dan konidia jamur.

### Uji Hayati

Penghitungan kerapatan konidia dan pembuatan suspensi menggunakan metode yang dikerjakan oleh Pertiwi *et al.* (2016). Spora jamur yang telah tumbuh pada media beras dicampurkan dengan air sampai 1000 ml sehingga menghasilkan suspensi jamur *B. bassiana*. Selanjutnya sebanyak satu ml dihitung menggunakan haemocitometer sampai diperoleh konsentrasi  $10^9$  konidia/ml. setelah konsentrasi  $10^9$  didapatkan, kemudian sebanyak 10 ml diambil dan dicampurkan ke dalam air sebanyak 90 ml itulah konsentrasi  $10^8$ . Demikian selanjutnya suspensi diencerkan secara bertingkat sampai didapatkan konsentrasi suspensi uji  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  dan  $10^9$  konidia/ml.

Pengujian patogenisitas *B. bassiana* menggunakan metode yang dikerjakan oleh Pertiwi *et al.* (2016). Biakan jamur *B. bassiana* diambil sebanyak 100 gram, kemudian diencerkan dengan 1000 ml air steril dalam tabung reaksi lalu dikocok dengan menggunakan rotamixer hingga tercampur merata. Suspensi jamur disemprotkan pada tanaman padi yang sudah diinfestasikan 30 ekor serangga sebanyak  $\pm 10$  ml dengan menggunakan handsprayer (volume 20 ml). Pengamatan dilakukan setiap hari selama 13 hari setelah aplikasi di rumah kaca pada kondisi  $26\pm 40^\circ\text{C}$ ,  $70\pm 5\%$  RH).

### Analisis Data

Persentase serangga terinfeksi (mortalitas) dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Rachmawati *et al.* 2016):

$$PI = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100$$

Keterangan:

PI = Persentase infeksi (%)

n = Serangga yang mati (ekor)

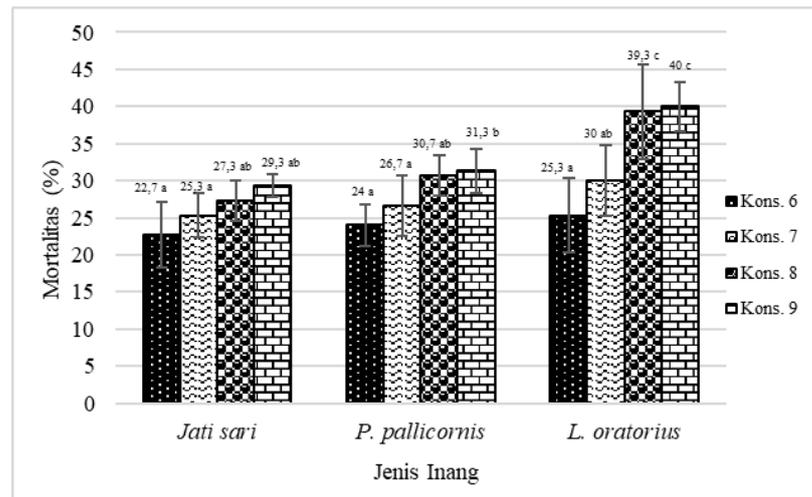
N = Jumlah serangga yang diuji (ekor)

Mortalitas larva dianalisis dengan menggunakan program Microsoft Excel untuk menentukan  $LC_{50}$  dari masing-masing isolata inang. Tingkat/rasio resistensi (RR) ditentukan dengan cara membandingkan nilai  $LC_{50}$  masing-masing isolat dengan nilai  $LC_{50}$  isolat pembanding. Status kerentanan *N. lugens* terhadap jamur entomopatogen *B. bassiana* dilihat dari nilai rasio resistensi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mortalita *N. lugens*

Aplikasi *B. bassiana* tiga isolat berbeda memberikan pengaruh terhadap mortalitas *N. lugens*. Rata-rata mortalitas *N. lugens* tertinggi yaitu pada aplikasi *B. bassiana* isolat *L. oratorius*, diikuti isolat *P. pallicornis* dan terendah adalah isolat Jati Sari untuk setiap konsentrasi pada pengamatan hari ke tujuh (Gambar 1). Mortalitas *N. lugens* tertinggi yaitu pada aplikasi *B. bassiana* isolat *L. oratorius* konsentrasi  $10^9$  dengan rata-rata 40% diikuti konsentrasi  $10^8$  dengan rata-rata 39,3%, dimana keduanya berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Mortalitas terendah yaitu konsentrasi  $10^6$  untuk isolat jati sari, *P. pallicorni* dan *L. oratorius* secara berurutan yaitu 22,7%, 24% dan 25,3%, dimana ketiga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.



Gambar 1. Mortalitas *N. lugens* pada hari ke 7 setelah aplikasi jamur *B. bassiana* dari inang yang berbeda.

Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan aplikasi ketiga isolat *B. bassiana* mampu membunuh serangga hama *N. lugens*, hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Hapson *et al.* (2021) menunjukkan aplikasi *B. bassiana* isolat lokal Riau dengan konsentrasi  $40 \text{ g.l}^{-1}$  selama enam hari mampu menyebabkan kematian tertinggi sebesar 92,5%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kumar dan Singh (2021) aplikasi *B. bassiana* konsentrasi  $2 \times 10^9$  mampu menurunkan tingkat kerusakan tanaman padi menjadi 7,30 pada hari ke tujuh dari 8,20 sebelum aplikasi. Setiap serangga memiliki respon mortalitas yang berbeda-beda terhadap patogenitas *B. bassiana*. Selain itu, Jamur *B. bassiana* memerlukan waktu dalam menginfeksi serangga hama secara maksimal, dimana menurut Nasution *et al.* (2018) bahwa jamur entomopatogen memiliki rentang waktu untuk masuk dan menginfeksi serangga target.

Perlakuan isolat *L. oratorius* dan *P. pallicornis* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan isolat Jati sari, terutama pada konsentrasi  $10^8$  dan  $10^9$ .

Kedua jenis isolat yang merupakan isolat lokal tersebut dapat dengan mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan, sehingga kemampuan adaptasi terhadap lingkungan lebih cepat sehingga mempengaruhi tingkat mortalitas *N. lugens*. Infeksi konidia *B. bassiana* sangat dipengaruhi faktor lingkungan dan nutrisi yang dibutuhkan, dimana kemampuan jamur entomopatogen untuk membunuh serangga hama sangat tergantung pada kondisi lingkungan, kesesuaian nutrisi, pH dimana jamur tumbuh dan berkembang. Pernyataan ini didukung dengan pendapat Svedese *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa infeksi dan sporulasi beberapa jamur entomopatogen dipengaruhi oleh suhu, kelembapan dan intensitas cahaya. Pernyataan ini diperkuat dengan penelitian Sumikarsih *et al.* (2019) yang menunjukkan kepadatan konidia *B. bassiana* yang diinkubasi pada suhu  $25^\circ\text{C}$  lebih tinggi (15,12) dibandingkan dengan suhu  $34^\circ\text{C}$  (1,69) dan viabilitas konidia *B. bassiana* yang diinkubasi pada suhu  $25^\circ\text{C}$  lebih tinggi (68,14%)

dibandingkan dengan suhu 34°C (17,65%).

Hasil penelitian menunjukkan tingkat mortalitas *N. lugens* pada kelima isolat *B. bassiana* dipengaruhi oleh konsentrasi konidia, dimana rata-rata persentase mortalitas pada konsentrasi  $1 \times 10^9$  lebih tinggi dan mengalami penurunan mortalitas pada konsentrasi konidia yang lebih rendah. Kemampuan *B. bassiana* dalam menginfeksi serangga hama sangat dipengaruhi oleh konsentrasi konidia. Besarnya konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh signifikan terhadap mortalitas serangga, dimana kematian serangga akan mengalami peningkatan dengan meningkatkan konsentrasi konidia *B. bassiana* (Trizelia dan Nurdin 2010). Hasil penelitian Abdel dan Gazzy (2019)

menunjukkan bahwa aplikasi *B. bassiana* terhadap larva *Sesamia cretica* instar tiga pada konsentrasi  $1 \times 10^8$  lebih baik (90%) dibandingkan konsentrasi  $1 \times 10^7$  (75%) pada 14 HSA.

#### Rasio Resistensi dan Status Kerentanan *N. lugens*

Analisis probit menunjukkan nilai  $LC_{50}$  terbaik adalah isolat *L. oratorius* yaitu 10,4, diikuti isolat *P. pallicornis* 15,3 dan isolat Jati sari yaitu 16,5. Isolat *L. oratorius* memiliki nilai RR paling rendah yaitu 0,63 dibandingkan isolat *P. pallicornis* dengan RR 0,93, dimana hal ini menunjukkan bahwa resistensi hama *N. lugens* terhadap isolat *P. pallicornis* 0,93 kali lebih resisten dibandingkan isolat *L. oratorius* (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai  $LC_{50}$  dan Rasio Resistensi *N. lugens* terhadap jamur *B. bassiana* tujuh hari setelah isolasi

Asal Isolat <i>B. bassiana</i>	$LC_{50}$	Rasio Resistensi <i>N. lugens</i>
<i>L. oratorius</i>	10,4	0,63
<i>P. Pallicornis</i>	15,3	0,93
Jati Sari	16,5	1

Status kerentanan *N. lugens* dilihat dari nilai RR, menunjukkan bahwa *N. lugens* lebih rentan untuk terinfeksi jamur *B. bassiana* isolat *L. oratorius*, karena nilai RR isolat *L. oratorius* lebih rendah dibandingkan nilai RR isolat *P. pallicornis* dan isolat Jati sari. Serangga dapat menciptakan berbagai bentuk resistensi antara lain resistensi metabolik dimana serangga mampu mendetoksifikasi racun lebih baik dibandingkan serangga rentan, selain itu terdapat resistensi penetrasi, dimana serangga dapat mengembangkan kutikula yang dapat menghambat penetrasi dari racun ataupun konidia jamur (Baehaki *et al.* 2016).

Resistensi serangga merupakan upaya serangga untuk dapat bertahan terhadap berbagai seleksi alam, termasuk dalam upaya serangga hama dalam melawan racun dari pestisida sintetik. Serangga menjadi resisten terhadap pestisida sintetik melalui evolusi secara genetik. Hal ini yang mengakibatkan banyak serangga telah mengalami multiresistensi, yaitu resistensi terhadap lebih dari satu jenis pestisida sintetik (Whalon *et al.* 2008).

Perkembangan genetik *N. lugens* memungkinkan untuk dapat mencegah infeksi konidia dan racun yang dihasilkan oleh jamur *B. bassiana*, sehingga *N. lugens* akan lebih tahan terhadap infeksi jamur *B. bassiana*. Menurut Cheng *et al.* (2012) *N. lugens*

memiliki gen yang dapat berperan untuk meningkatkan dan menurunkan ketahanan terhadap pestisida sintetik. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Bao *et al.* (2010) menunjukkan adanya respon imago *N. lugens* untuk mengembangkan gen yang dapat meningkatkan resistensi. Hal ini memungkinkan terjadi pada aplikasi jamur entomopatogen, dimana *N. lugens* secara genetik mampu mengembangkan penawar terhadap racun yang dihasilkan oleh *B. bassiana*.

### KESIMPULAN

Mortalitas *N. lugens* tertinggi yaitu pada perlakuan isolat *L. oratorius* konsentrasi  $10^9$  dan  $10^8$  yaitu 40% dan 39,3% dan terendah pada isolat Jati sari konsentras  $10^6$  yaitu 22,7%. Hama *N. lugens* lebih rentan terhadap jamur *B. bassiana* isolat *L. oratorius* dengan nilai RR 0,63 dibandingkan isolat *P. pallicornis* yang memiliki nilai RR 0,93.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel A, Gazzy, MA (2019) Susceptibilities of certain insect pests to *Beauveria bassiana* (Bals.) as Bio-control agenst. International Journal of Advanced Scientific Research and Management 4(5):331-339.
- Baehaki SE, Iswanto EH, Munawar D (2016) Resistensi Wereng Cokelat terhadap Insektisida yang Beredar di Sentra Produksi Padi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 35(2): 99-107.
- Baehaki SE (2012) Perkembangan biotipe hama wereng cokelat pada tanaman padi. IPTEK Tanaman Pangan 7(1):8-17.
- Bao YY, Li BL, Liu ZB, Xue J, Zhu ZR, Cheng JA, Zhang CX (2010) Triazophos upregulated gene expression in the female brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Journal of Insect Physiology 56:1087–1094.
- Cheng Y, Shi ZP, Jiang LB, Ge LQ, Wua JC, Jah GC (2012) Possible connection between imidacloprid-induced changes in rice gene transcription profiles and susceptibility to the brown plant hopper *Nilaparvata lugens* Stål (Hemiptera: Delphacidae). Pesticide Biochemistry and Physiology 102(3): 213-219.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida (2011) Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida. Kementrian Pertanian.
- Hapsoh DS, Dini IR, Sari S (202) Application of Riau local entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* toward brown planthopper pest and production of rice. International Journal of Science and Research Archive 03(01): 124–129
- Ikawati B, (2016) *Beauveria bassiana* sebagai Alternatif Hayati dalam Pengendalian Nyamuk. Jurnal Vektor Penyakit 10(1): 19–24
- Kumar S, Singh H (2021) Studies on the influence of insecticides and bio-pesticides for the management of Brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) in the condition of western U.P. (India). Int J Trop Insect Sci 41: 1441–1449.
- Matsumura M, Takeuchi H, Satoh M, Morimura SS, Otuka A, Watanabe

- T, Thanh DV (2008) Species-specific insecticide resistance to imidacloprid and fipronil in the rice planthoppers *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* in East and Southeast Asia. *Pest Manag. Sci.* 64:1115-1121
- Nasution L, Corah R, Nuraidah, Siregar AZ (2018) Effectiveness *Trichoderma* and *Beauveria bassiana* on Larvae of *Oryctes rhinoceros* On Palm Oil Plant (*Elaeis guineensis* Jacq.) In Vitro. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* 3(1): 158-169.
- Pertiwi SP, Hasibuan R, Wibowo L (2016) Pengaruh Jenis Formulasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap Pertumbuhan Spora dan Kematian Kutu daun Kedelai (*Aphis glycines* Matsumura). *Jurnal Agrotek Tropika* 4(1): 55 – 61.
- Rachmawati R, Mayang DM, Himawan T (2016) Virulensi Jamur *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) dengan Pemurnian Kembali Pada Serangga (Passage Insect) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). *Jurnal HPT* 4(1): 45-53
- Rizal M, Wahyono TE, Sukmana C (2017) Keefektifan *Beauveria bassiana* dan Pupuk Organik Cair terhadap *Nilaparvata lugens*. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 28(1): 97-104.
- Sasmito EE, Trisyono YA, Harjaka T (2017) Impact of Abamectin on *Anagrus nilaparvatae*, An Egg Parasitoid of *Nilaparvata lugens*. *Jurnal Perlindungan Tanam Indonesia* 21:80-86.
- Sumikarsih E, Herlinda S, Pujiastuti Y (2019) Conidial Density and Viability of *B. bassiana* Isolates from Java and Sumatra and Their Virulence Against *N. lugens* at Different Temperatures. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science* 41(2): 335–350.
- Svedese VM, Lima EALA, Porto ALF (2013) Horizontal Transmission and Effect of the Temperature in Pathogenicity of *Beauveria bassiana* Against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Brazilian Archives Of Biology And Technology* 56(3):413-419.
- Trizelia Nurdin F (2010) Virulence Of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Isolates To *Crocidolomia pavonana* F (Lepidoptera: Crambidae). *Agrivita* 32(3): 254-261
- Untung K (2008) Manajemen Resistensi Pestisida sebagai Penerapan Pengelolaan Hama Terpadu. <http://cdisindonesia.wordpress.com/2008/04/08/manajemen-resistensipestisida-sebagai-enerapan-pengelolaan-hama-terpadu/>. Diakses tanggal 13 Maret
- Utami RS, Isnawati, Ambarwati R (2014) Eksplorasi dan karakterisasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dari Kabupaten Malang dan Magetan. *Lentera Bio* 3(1):59–66.

- Wang Y, Tang DX, Duan DE, Wang YB, Yu H (2020) Morphology, molecular characterization, and virulence of *Beauveria pseudobassiana* isolated from different hosts. *Journal of Invertebrate Pathology* pp 1-30.
- Whalon ME, Davis MS, Hollingworth RM (2008) Analysis of Global Pesticide Resistance in Arthropods. In *Global Pesticide Resistance in Arthropods*, eds. Mark E. Whalon, David Mota Sanchez, & Robert M. Hollingworth. CABI.