

Aplikasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Bals.) pada Tanaman Padi dan Pengaruhnya Terhadap Preferensi Oviposisi Imago Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata Lugens Stal*)

Application of Entomopathogenic Fungus Beauveria Bassiana (Bals.) in Rice Plants and Its Influence on Oviposition Preference of Imago Brown Planthopper (Nilaparvata Lugens Stal)

Yolma Hendra¹, Trizelia², My Syahrawati³

^{1,2,3}Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v4i.539](https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.539)

Submitted:

August 20, 2022

Accepted:

Oct 28, 2022

Published:

Nov 28, 2022

Keywords:

Beauveria Bassiana,
Nilaparvata Lugens, Cendawan
 Entomopatogen, Imago, Endofit

ABSTRACT

Wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) merupakan hama utama yang menyebabkan rendahnya produksi tanaman padi. Pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan pemanfaatan agens hayati. Salah satunya cendawan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh cendawan *B. bassiana* yang diinokulasikan melalui benih padi selama 24 jam terhadap preferensi oviposisi imago Wereng Batang Coklat (WBC). Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari empat isolat *B. bassiana* yaitu: BbJg, BbWS, Pb211, Td312 dan kontrol. Konsentrasi *B. bassiana* yang digunakan adalah 10^8 konidia/ml. Data yang didapat diolah dengan menggunakan sidik ragam atau analisis of variance (ANOVA), dan dilanjutkan dengan uji LSD taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi semua bagian tanaman padi dan tingkat kolonisasi tertinggi terdapat pada daun. Kemampuan kolonisasi dipengaruhi oleh jenis isolat. Keberadaan cendawan *B. bassiana* di dalam jaringan tanaman padi memberikan pengaruh negatif terhadap preferensi oviposisi imago betina WBC. Jumlah telur yang diletakkan imago lebih sedikit pada tanaman padi yang diaplikasi *B. bassiana* dan persentase telur yang menetas juga lebih rendah dibandingkan dengan control. Cendawan *B. bassiana* dengan kode BbWS adalah yang terbaik dalam menghambat peletakan telur dan menekan persentase telur menetas WBC.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Trizelia

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

Email: trizelia@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Salah satu hama penting pada tanaman padi (*Oryza sativa* Linnaeus) adalah wereng batang coklat (WBC) atau *Nilaparvata lugens* Stal (Hemiptera: Delphacidae) (Syahrawati *et al.*, 2019). WBC menyerang padi pada semua fase pertumbuhan, merusak dengan cara mengisap cairan sel tanaman dan sebagai vektor virus. Serangan yang berat dapat menyebabkan puso (*hopperburn*) dan kegagalan panen (Harini *et al.*, 2013). Luas serangan WBC tiga tahun terakhir di Sumatra Barat mengalami peningkatan. Tercatat luas serangan WBC di Sumatra Barat pada tahun 2018 seluas 440,45 ha, di tahun 2019 meningkat menjadi 628,75 ha dan di tahun 2020 menjadi 1.103,56 ha (BPTPH, 2021).

Proceedings homepage: <https://conferenceproceedings.ump.ac.id/index.php/pspfs/issue/view/17>

Berbagai upaya telah dilakukan dalam mengendalikan WBC, salah satunya adalah menggunakan padi varietas unggul yang tahan terhadap WBC (VUTW). Penggunaan varietas tahan secara terus menerus hanya dapat bertahan selama 2-3 musim saja karena WBC merupakan hama dengan genetik plastisitas yang tinggi dan mampu dengan cepat beradaptasi terhadap varietas yang ada. Ketahanan tanaman padi dapat cepat dipatahkan dengan munculnya WBC biotipe baru (Ikeda dan Vanghan, 2004). Upaya pengendalian menggunakan insektisida juga dilakukan, namun bila dilakukan secara terus menerus dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan resistennya WBC terhadap insektisida tersebut (Chaiyawat *et al.*, 2011).

Salah satu pengendalian hama yang mempunyai prospek yang cukup baik adalah pemanfaatan cendawan entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* (Koswanudin, 2014). Cendawan ini digunakan sebagai agen pengendali hayati yang sangat efektif mengendalikan sejumlah spesies serangga. Trizelia *et al.* (2017) melaporkan bahwa *B. bassiana* mampu mematikan larva *Spodoptera litura* sampai 95%. Permadi *et al.* (2019) melaporkan bahwa aplikasi *B. Bassiana* dapat menyebabkan kematian *Nezara viridulad* dengan mortalitas sebesar 66,67 %. Hajek *et al.* (2020) melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* mengurangi nimfa *Lycorma delicatula* instar keempat sebesar 48% setelah 14 hari. Aplikasi *B. bassiana* pada imago *Lycorma delicatula* juga dapat menekan populasi dengan mortalitas sebesar 43% setelah 14 hari. Hasil penelitian Brotodjojo *et al.* (2020), aplikasi *B. bassiana* dengan konsentrasi 30 g/L terhadap *Hypothenemus hampei* menghasilkan mortalitas 50% pada 14 hari setelah perlakuan. Siahaan *et al.* (2021) cendawan *B. bassiana* isolat Jati Sari memiliki patogenesis tertinggi dengan mortalitas kepik hijau (*Nezara viridula*) sampai 100% pada hari ke-5 hari setelah perlakuan.

Selain berperan sebagai cendawan entomopatogen, cendawan *B. bassiana* dapat berkembang di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala sakit pada tanaman (Vega *et al.*, 2008). Jia *et al.* (2013) melaporkan bahwa *B. bassiana* (Bals) Vuill mampu tumbuh dan mengkolonisasi jaringan tanaman, dibuktikan dengan ditemukannya *B. bassiana* pada daun padi yang berumur 20 hari setelah inokulasi. Pengaruh cendawan endofit terhadap WBC dilaporkan oleh Mawan *et al.* (2013) bahwa cendawan endofit *Nigospora sp* dalam bentuk tepung yang diinokulasikan pada benih padi, dapat meningkatkan resistensi tanaman terhadap WBC, meningkatkan mortalitas telur, menurunkan persentase telur menetas, memperpanjang periode praoviposisi, periode oviposisi serta tertundanya waktu peletakan telur oleh imago betina. Trizelia *et al.* (2020) melaporkan, cendawan endofit *B. bassiana* yang diinokulasikan pada tanaman cabai mampu menekan perkembangan populasi *Myzus persica*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh cendawan *B. bassiana* yang diinokulasikan melalui benih padi selama 24 jam terhadap preferensi oviposisi imago Wereng Batang Coklat (WBC).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, laboratorium Bioekologi Serangga dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah

A = Kontrol (perendaman menggunakan aquades steril)

B = Isolat *B. bassiana* dari batang jagung (BbJg)

C = Isolat *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS)

D = Isolat *B. bassiana* dari batang cabai (Pb211)

E = Isolat *B. bassiana* dari batang gandum (Td312)

Penyediaan Tanaman Inang dan Perbanyakan WBC

Sebanyak 20 pasang imago WBC dikoleksi dari persawahan di kecamatan Kuranji kota Padang. Imago yang didapatkan dibawa ke laboratorium dan dipindahkan ke dalam stoples yang berisi bibit padi varietas IR42. Agar stadia WBC yang diperoleh seragam maka lebih kurang 3 hari setelah infestasi, semua imago dikeluarkan dari stoples plastik diameter 27,5 cm dan tinggi 27 cm, sedangkan bibit padi dipelihara sampai telur menetas menjadi nimfa dan selanjutnya menjadi imago. WBC yang digunakan adalah imago bunting generasi ketiga.

Penyediaan cendawan dan pembuatan suspensi *B. bassiana*

Isolat cendawan *B. bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penyediaan cendawan dilakukan dengan meremajakan cendawan menggunakan media *Sabouraud Dextrose Agar Yeast* (SDAY) dan diinkubasi selama 21 hari.

Cendawan *B. bassiana* yang sudah berumur 21 hari sudah dapat digunakan dengan cara menambahkan aquades steril sebanyak 10 ml dan 3 tetes larutan Tween 80 0.01% sebagai bahan perata ke dalam cawan petri yang berisi biakan cendawan, kemudian konidia dilepas dari biakan cendawan menggunakan kuas halus. Konsentrasi yang digunakan adalah 10⁸ konidia/ml. Penghitungan konsentrasi konidia dilakukan dibawah mikroskop binokular dengan bantuan *haemocytometer*.

Perlakuan Benih dengan Cendawan *B. bassiana*

Benih padi yang digunakan adalah benih bernas sebanyak 200 benih untuk masing-masing perlakuan. Benih di desinfeksi dengan merendam benih dalam alkohol 70% selama satu menit. Selanjutnya benih dicuci sebanyak tiga kali dengan aquades steril selama 1 menit. Benih padi dikering anginkan selama 60 menit dalam *laminar air flow*. Benih yang sudah kering angin kemudian direndam menggunakan suspensi *B. bassiana* volume 20 ml dengan kerapatan 10^8 konidia/ml selama 24 jam di dalam *erlenmeyer* 250 ml. Benih yang telah diberi perlakuan dikering anginkan didalam *laminar air flow* selama 60 menit sebelum semai.

Penyemaian benih dan penanaman bibit padi

Benih disemai di permukaan atas baki berukuran 30 cm x 21 cm x 5 cm yang sudah berisi campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 sebanyak 2 kg, kemudian dibasahi air sampai kondisi tanah macak-macak. Bibit padi yang telah berumur 15 hari setelah semai (HSS) dapat digunakan untuk percobaan

Lima batang bibit yang telah berumur 15 hari setelah semai dipindahkan ke dalam wadah ember plastik volume (diameter atas = 15 cm, alas = 10 cm, t = 12 cm) yang berisi campuran media tanah dan kompos 1:1 dengan ketinggian air \pm 3 cm. Jumlah air selalu dijaga selama fase vegetatif.

Kolonisasi Cendawan *B. Bassiana* pada Tanaman Padi

Kolonisasi cendawan *B. bassiana* yang hidup pada jaringan tanaman padi di amati pada tanaman padi berumur 45 hari setelah inokulasi (hsi). Bagian tanaman padi yang diamati yaitu daun, batang dan akar. Bagian tanaman yang diamati dipotong-potong kecil (\pm 1 cm), disterilkan dengan menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dengan NaOCl 3% selama 1 menit dan dicuci tiga kali dengan aquades steril, lalu dikering-anginkan dalam suhu ruangan. Setelah kering cendawan kemudian ditumbuhkan dalam media *Oat Meal Agar* (OMA). Masing-masing cawan petri berisi lima potongan daun, akar, batang dan diulang sebanyak tiga kali. Setelah 10 hari, keberadaan *B. bassiana* dibuktikan dengan adanya miselium atau konidia yang keluar dari ujung jaringan daun, akar dan batang. Persentase kolonisasi dihitung berdasarkan jumlah potongan bagian tanaman yang memperlihatkan adanya pertumbuhan cendawan dibandingkan dengan seluruh potongan bagian tanaman

Preferensi oviposisi imago WBC

Sebanyak 5 ekor imago betina bunting diinfestasikan ke dalam ember plastik yang sudah ditanam bibit padi varietas IR42 sebanyak 3 bibit padi yang berumur 15 hari setelah semai. Ember disungkup dengan kurungan mika berbentuk silinder (d = 24 cm dan t = 80 cm) pada bagian atas ditutup dengan kain kasa. Betina dikeluarkan dari kurungan setelah 24 jam dengan asumsi dalam jangka waktu tersebut imago betina telah meletakkan telur

Nguyen *et al.* (2011) melaporkan bahwa stadia telur dapat berlangsung selama 5-7 hari pada suhu 25-30°C dan 8-15 hari pada suhu <25°C atau >30°C. Berdasarkan hal tersebut pengamatan dilakukan selama 16 hari. Tanaman kemudian dibedah pada hari ke-17 untuk mengetahui jumlah telur yang belum menetas.

Jumlah telur diletakkan = jumlah Nimfa menetas + telur yang rusak

Persentase penetasan telur WBC dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Telur menetas} = \frac{\text{jumlah telur menetas}}{\text{jumlah nimfa} + \text{jumlah telur yang rusak}} \times 100\%$$

Analisa Data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dicari standar defisisasi (SD) kemudian data di analisis menggunakan analisis sidik ragam (STAT 8) dan apabila berbeda nyata diuji lanjut dengan taraf 5%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kolonisasi cendawan *B. Bassiana* pada tanaman Padi

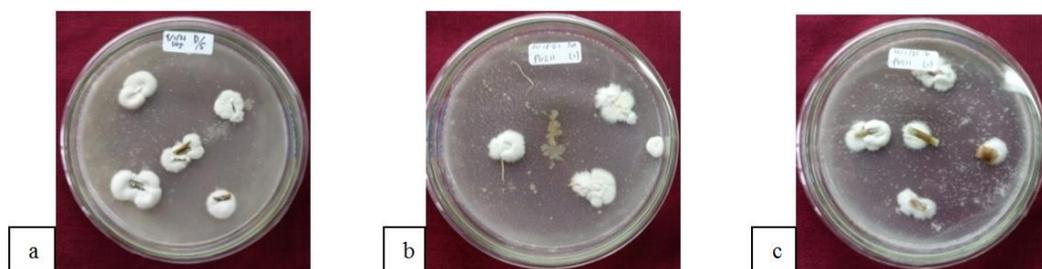
Empat isolat cendawan *B. bassiana* yang diuji mampu mengkolonisasi jaringan akar, batang, dan daun tanaman padi (Tabel 1, Gambar 1). Kolonisasi *B. bassiana* pada jaringan tanaman padi dibuktikan adanya miselium berwarna putih yang tumbuh pada bagian tanaman yang diisolasi menggunakan media spesifik OA (*Oat Mealt Agar*). Kolonisasi *B. bassiana* pada jaringan tanaman padi 45 hari setelah inokulasi tertinggi terdapat pada perlakuan isolat Pb211 dan BbWS. isolat *B. bassiana*Td312 dan BbJg memiliki persentase kolonisasi yang rendah.

Tabel 1. Persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman padi
Persentase Kolonisasi *B. bassiana* (%)

Perlakuan	Akar			Batang			Daun		
	Mean	SD	Signif.	Mean	SD	Signif.	Mean	SD	Signif.
Pb211	18,6	± 0,83	a	17,3	± 0,83	a	20,0	± 1,07	a
BbWS	10,6	± 0,64	a	20,0	± 0,93	a	22,6	± 0,80	a
Td312	2,6	± 0,35	b	6,6	± 0,49	b	20,0	± 1,07	b
BbJg	2,6	± 0,35	b	4,0	± 0,41	b	10,6	± 0,52	b
Kontrol	0,0	± 0,00	b	0,0	± 0,00	b	0,0	± 0,00	b

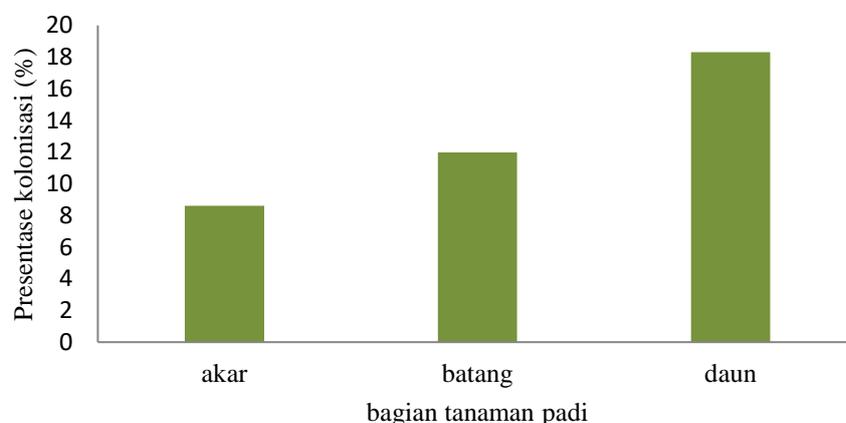
Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Cendawan *B. bassiana* dapat berkembang dan ditranslokasikan pada semua jaringan tanaman dan sifatnya sistemik. Hal ini sesuai dengan penelitian Baroro (2017) bahwa cendawan *B. bassiana* dapat mengkolonisasi semua bagian jaringan tanaman pada tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *Achepala*). Trizelia *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa cendawan *B. bassiana* isolat TD312 dan P114 dapat mengkolonisasi pada semua jaringan tanaman cabai pada umur 4, 6, dan 8 minggu setelah inokulasi (msi).



Gambar 1. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman padi (a) Daun (isolat BbWS), (b) akar (isolat Pb211), (c) batang (isolat Pb211)

Kemampuan kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada bagian jaringan tanaman padi paling tinggi terdapat pada bagian daun tanaman (Gambar 2). Kolonisasi paling tinggi pada daun tanaman juga dilaporkan oleh Zhang (2014) dengan persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* strain EABb04 tertinggi terdapat pada daun tanaman kubis (90%), kolonisasi lebih tinggi dari pada akar dan tunas pada tanaman kubis. Tingginya kolonisasi dibagian daun tanaman diduga karena pada bagian daun tanaman padi terdapat nutrisi yang mendukung untuk perkembangan cendawan *B. bassiana*, nutrisi yang optimal menentukan keberlangsungan hidup cendawan (Altomare *et al.*, 1999)



Gambar 2. Persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada jaringan tanaman padi

Cendawan *B. bassiana* membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan yang bagus seperti karbohidrat, protein dan vitamin B (Nuryanti *et al.*, 2012). Keberadaan nutrisi berkaitan dengan fisiologi

tanaman, seperti proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat (Sasmitamihardja dan siregar, 1996). Karbohidrat dibutuhkan oleh cendawan untuk kelaangsungan hidup.

Hasil eksplorasi cendawan endofit pada tanaman juga di laporkan banyak di temukan pada daun tanaman. Hal ini dikarenakan keberadaan jaringan parenkim. Jaringan parenkim banyak tersebar pada bagian daun tanaman dan jaringan parenkim memiliki banyak klorofil untuk melakukan proses metabolisme seperti fotosintesis. Vega *et al.* (2008) melaporkan bahwa cendawan endofit yang banyak ditemukan bersifat endemik di jaringan parenkim, serta di xilem dan floem. Menurut Safavi *et al.* (2007), cendawan endofit membutuhkan nutrisi untuk biosintesa dan pelepasan energi sebagai faktor utama untuk mendukung kemampuan hidup, dan perkembangan koloninya

2. Jumlah Telur yang Diletakkan dan Presentase Telur Menetas

Empat isolat cendawan *B. bassiana* yang diuji menurunkan jumlah telur WBC yang diletakkan dan jumlah telur yang menetas. Tanaman padi dengan perlakuan isolat BbWS menyebabkan jumlah telur yang diletakkan, jumlah telur yang menetas, dan persentase penetasan terendah dibandingkan dengan isolat lainnya (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah telur yang diletakkan dan persentase telur yang menetas pada tanaman padi yang diberi perlakuan *B. bassiana*

Perlakuan	Jumlah telur yang di letakkan \pm SD		Jumlah telur yang menetas \pm SD		Persentase telur yang menetas (%)	
Kontrol	634 \pm 7,22	A	340 \pm 9,27	a	53,62	a
Pb211	594 \pm 3,42	B	261 \pm 3,9	b	43,93	b
BbJg	572 \pm 3,91	bc	227 \pm 3,21	bc	39,68	b
Td312	553 \pm 5,07	c	222 \pm 5,94	c	40,14	b
BbWS	553 \pm 3,56	c	157 \pm 4,72	d	28,39	c

Keterangan: angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang berbeda, berbeda nyata berdasarkan hasil LSD taraf 5%

Empat isolat cendawan *B. bassiana* yang diuji menurunkan jumlah telur WBC yang diletakkan dan jumlah telur yang menetas. Tanaman padi dengan perlakuan isolat BbWS menyebabkan jumlah telur yang dihasilkan, jumlah telur yang menetas, dan persentase penetasan terendah dibandingkan dengan isolat lainnya (Tabel 3). Hal ini diduga karena cendawan yang berkembang di dalam jaringan tanaman menghasilkan senyawa yang bersifat repellent sehingga mempengaruhi ketertarikan WBC untuk hinggap dan mengambil nutrisi pada tanaman padi tersebut. Dalam mekanisme resistensi, tanaman dapat menghasilkan senyawa alleokimia yang bersifat repellent yang berperan dalam menolak kehadiran hama. Hal ini dibuktikan, pada saat imago WBC diinfestasikan pada tanaman yang sudah diinokulasikan cendawan *B. bassiana*, imago tidak langsung hinggap pada tanaman tetapi menjauh dan menempel pada kurungan mika. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Budiprakoso (2010) bahwa tanaman yang diinokulasikan cendawan endofit *Nigrospora sp* dapat mempengaruhi preferensi WBC, WBC yang hinggap lebih sedikit setelah 24 jam dan 48 jam. Mawan *et al.* (2013) menyatakan bahwa aplikasi cendawan *Nigrospora sp* pada benih padi, menurunkan jumlah telur yang diletakkan oleh WBC dan menurunkan pula persentase telur yang menetas

Perbedaan strain isolat menjadi faktor yang memberikan respon berbeda terhadap hama. Pengaruh cendawan yang bisa berkembang didalam jaringan tanaman memiliki respon yang berbeda-beda bergantung kepada isolat cendawan yang digunakan dan tanaman inangnya (Trizelia, 2005). Interaksi antara tanaman dengan cendawan endofit saling berhubungan dan dapat terjadi simbiosis mutualisme (saling menguntungkan). Tanaman membentuk alat pra- prenetasi sebagai akses masuk cendawan ke dalam jaringan tanaman, tanaman juga memenuhi kebutuhan nutrisi untuk cendawan sehingga cendawan dapat berkembang di dalam jaringan-jaringan tertentu pada tanaman inang, kemudian cendawan menghasilkan senyawa metabolit sekunder dari berbagai jalur biosintesis yang berbeda-beda (Schulz *et al.*, 2002). Sebagian besar senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh cendawan endofit bersifat toksik dan antibiosis dan dapat dijadikan sebagai sistem pertahanan tambahan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman benih selama 24 jam mampu mengkolonisasi jaringan tanaman padi 45 hari setelah inokulasi pada bagian akar, batang, dan daun. Isolat BbWS dan Pb211 merupakan isolat yang paling efektif dalam mengkolonisasi jaringan tanaman padi dan

tingkat kolonisasi cendawan tertinggi terdapat pada daun (18,3%). Keberadaan cendawan *B. bassiana* didalam jaringan tanaman padimemberikan pengaruh yang nyata terhadap preferensi oviposisi imago WBC. Jumlah telur yang diletakkan dan persentase penetasan telur lebih rendah pada tanaman padi yang di aplikasikan cendawan *B. bassiana*.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena kehendaknya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Dalam kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada ibu Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi dan ibu Dr. My Syahrawati sebagai pembimbing karya tulis ilmiah ini dan terimakasih telah banyak memberikan masukan dan saran selama jalannya penelitian.

Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tesis Magister No T/78/UN.16.17/PT.01.03/PPS-PTMPangan/2022 Tahun Anggaran 2022 yang telah membantu pendanaan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Altomare C., W.A. Norvell, T. Bjorkman, and G.E Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrient by the plant-growth- promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22.
- BPTPH Sumatera Barat. 2021. *Laporan Evaluasi Serangan OPT Utama Pada Tanaman Padi di Sumatera Barat Selama 3 Tahun (2016-2020)*. Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Sumatera Barat Padang
- Brotodjojo, R.R., Solichah, R., Widyaningtyas, A. & Wicaksono, D. 2020. Effects of Culture Media on Viability of *Beauveria bassiana* and Its Pathogenicity Against Coffee Bean Borer (*Hyphotenemus Hampei*). *Proceeding International Conference on Science and Engineering*. pp 3: 49-53
- Budiprakoso, B. 2010. *Pemanfaatan cendawan endofit sebagai penginduksi ketahanan tanaman padi terhadap wereng coklat Nilaparvata lugens (Stal)*. (Hemiptera: Delphacidae). [Skripsi]. Bogor (ID): IPB.
- Chaiyawat P, C. Chanel, W. Sriratanasak, 2011. BPH Continues to Threaten Thai Rice Farmers - *Heavy Losses Expected*. *Ricehoppers.net/2011*
- Hajek A.E., Jenkins, N.E., Roush, R.T., Rost, J.P. & Biddinger, D. J. 2020. Applications of *Beauveria bassiana* (Hymenozoa: Cordycipitaceae) to Control Populations of Spotted Lanternfly (Hemiptera: Fulgoridae), in Semi-Natural Landscapes and on Grapevines. *Environmental Entomology*, 49(4) : 854–864
- Harini SA, S Kumar S, P Balaravi. 2013. Evaluation of rice genotypes for brown planthopper (BPH) resistance usig molecular markers and phenotypic methods. *African J biotechnol* 12 (19): 2515-2525
- Ikeda R, DA Vaughen. 2004. *The distribution of resistance genes to the brown planthopper in the germplasm*. *Rice Gen New* 8: 125-127
- Koswanudin, D., Whyono, T. E. 2015. *Keefektifan bioinsektisida Beauveria bassiana terhadap hama wereng batang coklat (Nilaparvata lugens) walang sangit (Leptocorisa oratorius) pengisap polong (Nezara viridula), dan (Riptortus linearis)*. Balai penelitian rempah dan obat. Bogor
- Mawan, A., Damayanti, B., Hermanu, T. 2013. Pengaruh cendawan endofit terhadap biologi dan statistic demografi wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Hemiptera: Delphacidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. Vol 12 No. 1, 11-19
- Nuryanti, Wibowo, Azis. 2012. Penambahan Beberapa Jenis Bahan Nutrisi pada Media Perbanyakkan untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* terhadap Hama Walang Sangit. *Jurnal hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 12 (1): 64 –70.
- Permadi, M.A., Lubis, R.A., Mukhlis, Pahlawan, L.A. & Abdi, S. 2019. Effication of Some Entomopatogen Fungus on Green Ladybug Imago (*Nezara Viridula* Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae). *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, (1)2: 21-28
- Safavi, S, A., A.S. Farooq, K.P. Azis, R.G. Reza, R.B. Ali, and M.B. Tariq. 2007. *Effect of nutrition on growth and virulence of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana*. *FEMS Microbiol. Lett.* 270(1):116

-
- Schulz B. J. E and Boyle C. J. C. 2006. What are endophytes In Schulz BJE, Boyle CJC & Sieber TN, (eds). *Microbial Root Endophytes*, pp.1–13. Springer-Verlag, Berlin
- Siahaan, P., Jusak, W. Susan, W., Rowland, M., 2021. Patogenisitas *Beauveria bassiana* (Bals.) vuill yang di isolasi dari beberapa jenis inang terhadap kepik hijau *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Jurnal Ilmiah Sains*. 21(1):26-33
- Syahrawati, M., Putra O, A., Rusli, R. dan Eri, S. 2019. Population structure of brown planthopper (*Nilaparvata lugens*, Hemiptera: Delphacidae) and attack level in endemic area of Padang city, Indonesia. *Asian J. Agric. Biol. Special Issue*: 271-276
- Trizelia, Martinius, Reffinaldon, Yenny L. Fadly S, P. 2020. Colonization of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill on chili (*Capsicum annum*) and its effect on populations of *Myzus persicae*. *Journal of Biopesticides*, 13(1):40-46
- Trizelia, Novry, N., Meizon, H. 2017. Karakterisasi fisiologi beberapa isolat cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan virulensinya terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman*. (1)1 : 10-17
- Trizelia. 2005. *Cendawan Entomopatogen Beauveria Bassiana: Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologis dan Virulensinya Terhadap Crocidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Vega FE. 2008. *Insect Pathology and fungal endophytes*. J. Invert. Pathol. 98:277-279
- Yang, J. dan Zhang, J. 2010. Crop management techniques to enhance harvest index in rice. *Journal of Experimental Botani* 61 : 3177-3189