

sktp-27-03-2024 04_17_39-
20733

by 19 Perpustakaan UMSIDA

Submission date: 27-Mar-2024 12:23PM (UTC+0700)

Submission ID: 2332504003

File name: sktp-27-03-2024 04_17_39-207331.pdf (260.65K)

Word count: 4967

Character count: 29493

Uji Efikasi *Beauveria Bassiana* Untuk Pengendalian Hama Ulat *Plutella Xylostella* Pada Tanaman Kale (*Brassica Oleracea*) Var. *Sabellica*

Efficacy Test Of Beauveria Bassiana For Control Of Plutella Xylostella On Kale (Brassica Oleracea) Var. Sabellica

Sutarman^{1*}, Aisyah Dirra Assholikhah¹, dan Andriani Eko Prihatiningrum¹

¹Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

*E-mail : sutarman@umsida.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to determine the effectiveness of *Beauveria bassiana* in controlling *Plutella xylostella* pests. The first stage of the experiment was conducted in vitro at the Pest and Disease Laboratory of UMSIDA by testing the ability of *B. bassiana* at spore densities of 100, 103, 105, and 107 CFU.m² in inactivating *P. xylostella* caterpillars. The field application test was carried out on land endemic to caterpillar pests in Seloliman Village, Mojokerto, East Java Province, Indonesia. The experiment was arranged in a Randomized Block Design with four *B. bassiana* spore density treatments repeated four times. Observations were made on the intensity of attack as well as wet weight and dry weight of plants. Data analysis used ANOVA followed by Duncan's test at the 5% test level to determine differences between treatments. The results showed that *B. bassiana* effectively deactivated the activity up to 60.2% in the application with a spore density of 107. The application of *B. bassiana* reduced the intensity of *P. xylostella* pest attack to 63.41% and increased the wet weight and dry weight of kale leaves by 246.0% and 305.8% compared without *B. bassiana* application. The application of this entomopathogenic fungus can be a solution for controlling pests on land that is endemic to leaf caterpillar attacks

Keywords: *Beauveria bassiana*, kale, *Plutella xylostella*

Disubmit : 07 Juni 2023, **Diterima:** 08 Agustus 2023, **Disetujui :** 22 Oktober 2023;

PENDAHULUAN

Upaya mewujudkan ketahanan pangan tidak hanya melalui peningkatan produksi tanaman pangan, tetapi juga bagaimana memenuhi kecukupan produk tanaman yang bernilai gizi dan menekan semaksimal mungkin ketergantungan impor produk tanaman hortikultura termasuk sayuran. Salah satu jenis tanaman sayuran yang berpotensi mendukung upaya mewujudkan dan menjaga ketahanan pangan melalui peningkatan gizi masyarakat adalah kale. Kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) merupakan salah satu jenis sayuran Brassicaceae yang kaya akan senyawa polifenol, karotenoid, klorofil dan beberapa vitamin (Neugart *et al.*, 2018; Fiutak and Michalczyk, 2020). Daun tanaman ini tidak hanya menjadi bahan pangan yang dikonsumsi sebagai sayuran tetapi juga dikembangkan sebagai produk pangan fungsional (Polak-Berecka *et al.*, 2021) mengingat ekstrak daun mengandung bahan-bahan yang dibutuhkan dalam industri pangan kesehatan (Michalak *et al.*, 2020). Saat ini di Indonesia mulai banyak dibudidayakan.



Dalam kegiatan budidaya tanaman sawi-sawian selalu terdapat beberapa kendala antara lain gangguan serangga fase ulat dari ordo Lepidoptera yaitu *Plutella xylostella*. Hama ini sering ditemukan hidup berkelompok di permukaan daun dan merusak berbagai jenis sayuran di seluruh dunia (Liu *et al.*, 2019). Dalam pengendalian hama ulat daun yang merugikan ini selalu digunakan pestisida kimia. Aplikasi insektisida kimia sintesis toksik seringkali gagal mengendalikan serangan ulat ini. Beberapa penelitian telah dikembangkan di antaranya yang berfokus pada strategi integrasi pengendalian biologi dan kimia (Li *et al.*, 2016), termasuk penelitian untuk menemukan molekul potensial yang dapat digunakan untuk mengendalikan *P. xylostella* namun ramah lingkungan dan tanpa efek pada organisme non-target (Deng *et al.*, 2021). Namun, kini di⁹ tahu munculnya masalah resistensi *P. xylostella* terhadap senyawa insektisida kimia sintesis (Mallott *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2020; Zhou *et al.*, 2020). Fakta ini semakin memperkuat bukti bahwa bahan aktif pestisida kimia menyebabkan resistensi terhadap organisme pengganggu tumbuhan (Chechi *et al.*, 2019). Selain itu, bahan aktif kimiawi pestisida dapat menekan kehidupan organisme yang bermanfaat bagi tanaman (Gava and Pinto, 2016) dan berpotensi mengancam kesehatan manusia (Jallow *et al.*, 2017) serta mencemari lingkungan (You *et al.*, 2016). Di sisi lain, tindakan yang selalu mengandalkan bahan kimia berbahaya tidak sejalan dengan komitmen Indonesia kepada dunia Internasional untuk menerap²¹ teknologi budidaya pertanian berperspektif ekonomi hijau mengacu pada Perjanjian Paris 2015 (Zhou *et al.*, 2021). Untuk itu diperlukan alternatif penggunaan bahan kimia beracun untuk mengendalikan ulat bulu *P. xylostella* pada tanaman ini.

Penggunaan jamur entomopatogen potensial merupakan pilihan yang layak untuk digunakan sebagai agen biologis untuk mengendalikan hama ini mengingat kemampuannya untuk menginfeksi dan menyebabkan kematian serangga serta menghasilkan senyawa ekstraseluler yang berguna (Litwin, Nowak and Rózsalska, 2020). Jamur ento¹⁷patogen *B. bassiana* terbukti dapat menginfeksi berbagai jenis serangga dan arthropoda lainnya (Canassa *et al.*, 2019; Yasin *et al.*, 2019; Erawati *et al.*, 2021) bahkan dapat berperan sebagai endofit tanpa mengganggu tanaman inangnya (Rondot and Rein¹⁹, 2018). Jamur entomopatogen ini selain memiliki kemampuan yang baik dalam mengkolonisasi rizosfer juga mampu menghasilkan metabolit yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Quesada Moraga, 2020; Nishi *et al.*, 2021).

Saat ini, biopestisida komersial dengan bahan aktif *B. bassiana* telah mencapai ratusan produk (Amobonye *et al.*, 2021), namun penggunaannya di negara kepulauan tropis seperti Indonesia belum populer. Penggunaan pestisida secara masif, termasuk fungisida, pada tanaman sayuran merupakan tantangan yang tidak kalah pentingnya, mengingat petani membutuhkan kepastian investasi dalam budidaya. Sedangkan sebagai jamur tular tanah, *B. bassiana* sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah; kandungan bahan organik yang rendah, suhu yang tinggi, kelembaban tanah yang rendah dan sisa senyawa fungisida dalam tanah dapat menghambat pertumbuhannya (Kirkland, Westwood and Keyhani, 2004). Jamur agen hayati ini terbukti sensitif terhadap berbagai bahan aktif fungsional kimiawi (Wari *et al.*, 2020). Untuk itu perlu segera dibuktikan penerapan entomopatogen *B. bassiana* khususnya pada areal budidaya sayuran yang endemik ulat daun *Plutella*, termasuk penerapannya pada tanaman kale yang baru dikembangkan untuk dibudidayakan di beberapa sentra budidaya sayuran di Indonesia yang sebagian besar merupakan lahan yang sebelumnya terpapar bahan aktif fungisida kimia. Di sisi lain, saat ini telah banyak ditemukan isolat *B. bassiana* dari berbagai lokasi dan areal pertanian, namun efektivitasnya tidak sama, bahkan seringkali tidak efektif. Hasil penelitian Valero-Jiménez *et al.*, (2016) menunjukkan virulensi yang berbeda di antara lima isolat *B. bassiana* pada parasitisasi nyamuk.

Pada percobaan ini kelayakan isolat *B. bassiana* sebagai agens hayati akan diuji melalui serangkaian pengujian di laboratorium hingga di lapangan dengan melihat indikator keefektifannya berupa²² kepadatan populasi efektif dan bobot panen yang dapat dihemat oleh aplikasi jamur entomopatogen ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas agen hayati *B. bassiana* sebagai pengendalian hama ulat *P. xylostella* pada tanaman kale, baik secara in vitro maupun di lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dibagi menjadi dua metode yaitu uji *in vitro* dan uji *in vivo* yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, sedangkan uji efikasi di lapangan dilakukan di lahan endemik serangan ulat bulu *Plutella xylostella* di Desa Penggigit, Seloliman, Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto.

Untuk membuat formulasi isolat *B. bassiana* dengan kepadatan spora 10^3 , 10^5 , dan 10^7 CFU.ml⁻¹ ditentukan dengan metode dilusi pada hasil kultur jamur *B. bassiana* yang ditumbuhkan pada media PDA-Kloramfenikol dengan inkubasi jangka waktu 14 hari. Setelah melewati inkubasi, 1 isolat cawan petri dipanen dan dicampur dengan air suling dan pengenceran serial dilakukan dari 10^3 sampai 10^9 CFU.ml⁻¹ (Sutarman *et al.*, 2021). Setelah diketahui kerapatan rata-rata spora *B. bassiana* dari kultur tersebut, selanjutnya dilakukan pengenceran dengan air hingga diperoleh kerapatan spora 10^7 , 10^5 , dan 10^3 CFU.ml⁻¹. Kontrol tanpa spora *B. bassiana*. Pertimbangan penentuan kepadatan tertinggi 10^7 CFU ml⁻¹ didasarkan pada percobaan pendahuluan di laboratorium yang menunjukkan efektivitas penghambatan dan pembunuhan larva hingga 100% pada kepadatan populasi spora jamur ini, serta hasil penelitian oleh Bamisile *et al.* (2019) bahwa jamur ini mampu membunuh fase larva. pertumbuhan larva menjadi imago serangga Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) sempurna pada tingkat kepadatan spora 10^8 CFU.ml⁻¹. Selanjutnya setiap formulasi cair dengan densitas spora yang berbeda siap digunakan untuk uji *in vitro* dan uji efikasi di lapangan.

Uji In Vitro. Diambil ulat *P. xylostella* dengan ukuran yang sama pada tanaman kale kemudian memasukkannya ke dalam toples bening. Setiap toples diisi 4 ekor ulat yang diberi daun kale dan diaplikasikan dengan dosis 1 ml formulasi suspensi *B. bassiana* dengan kepadatan spora 10^0 (kontrol, tanpa spora), 10^3 , 10^5 dan 10^7 CFU.ml⁻¹ pada setiap toples yang kemudian beri label dan diamati jumlah ulat yang mati.

Uji lapangan. Formulasi *B. bassiana* dengan kepadatan spora yang bervariasi disiapkan dan diencerkan dengan akuades kemudian dimasukkan ke dalam botol semprot untuk disemprotkan pada tanaman kale yang ditumbuhkan pada lahan endemik *P. xylostella*. Penyemprotan diarahkan ke permukaan daun hingga basah dan merata. Interval penyemprotan adalah setiap minggu. Peubah yang diamati adalah: (i) intensitas serangan tiap petak tanaman selama pertumbuhan vegetatif dan (ii) bobot basah dan bobot kering per tanaman (g) yang ditentukan sebagai rata-rata 12 tanaman yang tumbuh pada tiap petak berukuran 1x1,5 meter pada akhir pengamatan atau menjelang panen. Intensitas serangan (IS) dihitung menggunakan rumus (1).

$$IS = \frac{\text{Jumlah tanaman rusak terserang per petak}}{\text{Jumlah tanaman per petak yang diamati}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji In vitro. Hasil analisis ragam aplikasi biopestisida dengan agen hayati *Beauveria bassiana* adalah sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap persentase ulat *P. xylostella* instar tiga yang tidak aktif. Rerata pengaruh perlakuan diperlihatkan pada Tabel 1. Aplikasi *Beauveria bassiana* dengan kepadatan spora 10^7 dapat menonaktifkan ulat hingga sebesar $60,2\% \pm 4,2\%$.

Tabel 1. Rerata pengaruh jamur *B. bassiana* terhadap keberhasilan menonaktifkan aktivitas ulat *P. Xylostella* yang ditempatkan pada daun kale secara in vitro

Perlakuan	Persentase ulat non aktif (%) [*]
Tanpa <i>B. bassiana</i> (Kontrol) (B0)	- a
<i>B. bassiana</i> 10^3 CFU.ml ⁻¹ (B1)	23,4% \pm 3,9% b
<i>B. bassiana</i> 10^5 CFU.ml ⁻¹ (B2)	43,2% \pm 4,2% c
<i>B. bassiana</i> 10^7 CFU.ml ⁻¹ (B3)	60,2% \pm 4,2% d

1

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh perlakuan pada uji Duncan 5%.

Sumber: Data primer yang diolah

Intensitas Serangan Hama. Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi biopestisida dengan agen hayati *B. bassiana* adalah sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap indeks serangan hama pada tanaman kale. Rerata pengaruh perlakuan diperlihatkan pada Tabel 2. Aplikasi *B. bassiana* dengan kepadatan spora 10^7 dapat menurunkan serangan hama sebesar 63,41 % dibandingkan dengan perlakuan tidak diaplikasikan (kontrol).

Tabel 2. Rerata pengaruh aplikasi biopestisida *B. bassiana* terhadap intensitas serangan hama pada lahan endemik serangan ulat *P. xylostella* dan persentase penurunan intensitas serangan *Plutella* dibandingkan kontrol

Perlakuan	Intensitas Serangan <i>Plutella</i> (%) [*]	Δ (%) ^{**}
Tanpa <i>B. bassiana</i> (Kontrol) (B0)	68,3% \pm 4,9% d	-
<i>B. bassiana</i> 10^3 CFU.mL ⁻¹ (B1)	50,0% \pm 4,6% c	-26,8
<i>B. bassiana</i> 10^5 CFU.mL ⁻¹ (B2)	38,3% \pm 4,3% b	-43,9
<i>B. bassiana</i> 10^7 CFU.mL ⁻¹ (B3)	25,0% \pm 4,0% a	-63,4

1

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh perlakuan pada uji Duncan 5%. ** Δ adalah peningkatan terhadap kontrol (tanpa jamur *B. bassiana*)

Sumber: Data primer yang diolah

Penampilan tanaman kale yang terserang hama ulat dan tanaman yang terlindungi dari serangan ulat oleh aplikasi *B. bassiana* ditunjukkan pada Gambar 1. Tampak ditunjukkan dengan jelas pada tanaman kale yang diaplikasikan oleh *B. bassiana* dan yang tidak diberi fungsi entomopatogenik ini. Permukaan daun tanaman yang diberi agen biokontrol ini lebih sehat tanpa ada yang dimakan oleh hama *Plutella xylostella*, sementara itu pada tanaman tanpa aplikasi *B. bassiana* tampak daun rusak, sebagian massa daun dimakan oleh hama *Plutella xylostella* dan meninggalkan tulang daunnya saja.



Gambar 1. Penampilan tanaman kale yang terserang (kiri) hama ulat *P. xylostella* dan yang terlindungi oleh aplikasi *B. bassiana*.

Bobot Basah. Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi biopestisida dengan agen hayati *B. bassiana* adalah sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot basah daun tanaman kale. Rerata pengaruh perlakuan diperlihatkan pada Tabel 3. Aplikasi *B. bassiana* dengan kepadatan spora 10^7 CFU.ml⁻¹ dapat meningkatkan bobot basah tanaman kale sebesar 246,38 % dibandingkan dengan dengan perlakuan tidak diaplikasikan (kontrol).

Tabel 3. Rerata pengaruh aplikasi biopestisida *B. bassiana* terhadap bobot basah daun kale per tanaman pada lahan endemik serangan ulat *P. xylostella* (g) dan persentase peningkatan bobot basah daun dibandingkan kontrol

Perlakuan	Bobot basah daun (g)*	Δ (%)**
Tanpa <i>B. bassiana</i> (Kontrol) (B0)	27,6 ± 2,6 a	-
<i>B. bassiana</i> 10 ³ CFU.ml ⁻¹ (B1)	44,4 ± 3,7 ab	60,9
<i>B. bassiana</i> 10 ⁵ CFU.ml ⁻¹ (B2)	64,0 ± 8,9 bc	131,9
¹ <i>B. bassiana</i> 10 ⁷ CFU.ml ⁻¹ (B3)	95,6 ± 18,1 c	246,4

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh perlakuan pada uji Duncan 5%. **Δ adalah peningkatan terhadap kontrol (tanpa jamur *B. bassiana*)

Sumber: Data primer yang diolah

Bobot Kering. Hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi biopestisida dengan agen hayati *Beauveria bassiana* adalah sangat nyata terhadap bobot kering daun tanaman kale. Rerata pengaruh perlakuan diperlihatkan pada Tabel 4. Aplikasi *Beauveria bassiana* dengan kepadatan spora 10^7 dapat meningkatkan berat kering tanaman kale sebesar 305,8% dibandingkan dengan dengan perlakuan tidak diaplikasikan (kontrol).

Tabel 4. Rerata pengaruh aplikasi biopestisida *B. bassiana* terhadap bobot kering daun kale per tanaman pada lahan endemik serangan ulat *P. xylostella* (g) dan persentase peningkatan bobot kering daun dibandingkan kontrol

Perlakuan	Bobot kering daun (g)*	Δ (%)**
Tanpa <i>B. bassiana</i> (Kontrol) (B0)	5,4 ± 1,0 a	-
<i>B. bassiana</i> 10 ³ CFU.ml ⁻¹ (B1)	8,1 ± 1,4 ab	50,2
<i>B. bassiana</i> 10 ⁵ CFU.ml ⁻¹ (B2)	13,0 ± 2,2 b	142,5
¹ <i>B. bassiana</i> 10 ⁷ CFU.ml ⁻¹ (B3)	21,8 ± 3,2 c	305,8

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan pengaruh perlakuan pada uji Duncan 5%. **Δ adalah peningkatan terhadap kontrol (tanpa jamur *B. bassiana*)

Sumber: Data primer yang diolah

Hasil uji in vitro (Tabel 1) menunjukkan kesesuaian dengan hasil percobaan aplikasi jamur entomopatogen ini terhadap intensitas serangan ulat *Plutella* di lapangan (Tabel 2). Pada uji in Vitro, aplikasi *B. bassiana* dengan kepadatan spora 10^7 dapat menginaktivasi ulat hingga persentase 60,2±4,2%. Aplikasi di lapangan menunjukkan penurunan intensitas serangan hama pada tanam¹⁵ kale hingga 63,41% dengan intensitas serangan ulat mencapai 25,0±4,0%. Pada percobaan ini terlihat bahwa semakin tinggi kerapatan spora yang diterapkan maka semakin tinggi pula intensitas serangan hama untuk menginaktivasi ulat *P. xylostella*. Pola yang sama juga ditunjukkan oleh Aynalem *et al.* (2021) bahwa LT50 larva instar ketiga pengorok daun tomat meningkat dengan semakin rendahnya populasi spora yang diinokulasi, sedangkan pada konsentrasi spora 10^7 ml⁻¹ dapat menyebabkan kematian hingga 90% larva instar 2. Menurut

Gebremariam *et al.* (2021) pada jamur entomopatogen kecepatan perkecambahan konidia, laju pertumbuhan koloni, dan laju sporulasi yang tinggi akan menentukan virulensi jamur terhadap Pada percobaan ini larva inaktif terjadi pada intensitas spora 10^3 CFU.mL⁻¹. Sementara itu, aplikasi lima isolat *B. bassiana* pada larva *Ephestia kuehniella* secara *in vivo* menunjukkan kematian pada populasi spora sebesar 10^4 CFU.mL⁻¹ 13,33-26,67% dan meningkat menjadi 31,03-100% pada 10^5 CFU.mL⁻¹ (Alali *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan virulensi antara isolat yang diuji dan tentunya berbeda dengan virulensi jamur entomopatogen pada percobaan aplikasi pada tanaman kale ini.

Mekanisme pembunuhan larva oleh *B. bassiana* dimulai dengan disposisi dan penempelan konidia pada kutikula inang melalui interaksi hidrofobik. Konidia yang melekat pada kutikula ulat membentuk tabung kecambah yang menekan dan melepaskan enzim pendegradasi kutikula untuk menembusnya hingga mencapai *hemocoel* dan memanfaatkan hemolimfa sebagai nutrisi dan mengeluarkan racun yang membunuh inang (Boomsma *et al.*, 2014). Dukungan enzim hidrolitik yang mampu mendegradasi kutikula bertanggung jawab atas keberhasilan *B. bassiana* dalam memparasitasi inang (Mondal *et al.*, 2016; Esparza Mora, Castilho and Fraga, 2018), di mana aktivitas kitinase, protease, dan lipase berkorelasi dengan tingkat virulensi jamur ini (Khosravi *et al.*, 2015; Dhawan and Joshi, 2017). Berbagai jenis *beauvericin* dan metabolit yang dihasilkan jamur ini dapat menurunkan kerentanan *Alphitobius diaperinus* terhadap jamur entomopatogen ini (Daniel *et al.*, 2019). *B. bassiana* mengekspresikan dua gen hidrofobinik yang bertanggung jawab untuk adhesi pada jaringan inang dan tingkat virulensi dalam menginfeksi inang (Zhang *et al.*, 2011). Di sisi lain, metabolit yang diekspresikan oleh gen PKS15 tidak hanya penting dalam virulensi tetapi juga untuk pembentukan dinding sel jamur *B. bassiana* ini (Udompaisarn *et al.* 2020). Kemampuan jamur entomopatogen ini untuk berperan sebagai endofit pada jaringan daun (Reddy *et al.*, 2014; Russo *et al.*, 2015; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2018) membuatnya efektif ketika kontak dengan larva setelah perlakuan semprot.

Hasil uji efikasi di lapangan menunjukkan bahwa aplikasi jamur entomopatogen ini meningkatkan biomassa tanaman (Tabel 3 dan 4); dengan kepadatan spora *B. bassiana* yang lebih tinggi, ternyata bobot rata-rata biomassa daun tanaman makin tinggi. Kemampuan jamur ini untuk menginaktivasi ulat *P. xylostella* pada (Tabel 2) menghasilkan peningkatan bobot basah panen hingga 246,4 % (Tabel 3) dan peningkatan bobot kering kale hingga 305,8 % (Tabel 4). Selama dua minggu aplikasi jamur biokontrol ini, tanaman menunjukkan respons yang baik terhadap pertumbuhan biomassa dibandingkan dengan kontrol. Sebagian propagul jamur *B. bassiana* akan diendapkan ke dalam tanah di sekitar rizosfer tanaman kale selama dan setelah penyemprotan permukaan daun yang berdampak pada larva yang akan turun ke dalam tanah. Hasil percobaan (Zhang *et al.*, 2020) menunjukkan kemampuan *B. bassiana* 08F04 di dalam tanah meningkatkan koloninya dalam satu minggu dari 105 menjadi 106 dan mampu menurunkan populasi larva nematoda hingga 64,4% di dalam tanah. Kejadian serupa dapat terjadi pada aplikasi eksperimental jamur ini pada tanaman kale ini. Kondisi ini tidak hanya akan menekan larva yang bersentuhan dengan spora di dalam tanah, tetapi juga berdampak positif bagi tanaman. Aplikasi *B. bassiana* ternyata berpengaruh terhadap peningkatan kandungan Ca dan Mg pada jaringan pucuk anggur dibandingkan tanpa *B. bassiana* dan menginduksi produksi senyawa anti serangga seperti geranylacetone, gamma-Terpinene (Moloinyane and Nchu, 2019).

KESIMPULAN

Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* efektif mengendalikan hama ulat *Plutella xylostella* dengan cara menonaktifkan aktivitas ulat instar III pada permukaan daun kale secara uji *in vitro* hingga 63,4% pada aplikasi dengan kepadatan spora 107. Aplikasi *B. bassiana* spora mengurangi intensitas serangan hama pada tanaman kale di daerah endemik serangan ulat *P. xylostella*. Aplikasi jamur entomopatogen ini pada kerapatan spora 107 yang diaplikasikan dengan cara penyemprotan setiap minggu sejak tanam hingga 21 hari

setelah tanam pada permukaan daun kale di lapangan menurunkan intensitas serangan hama tertinggi sebesar 63,41% dan meningkatkan bobot basah dan bobot kering daun kale masing-masing sebesar 246,38% dan 305,78% dibandingkan tanpa aplikasi *B. bassiana*.

Jamur entomoptogen ini dapat dijadikan solusi budidaya tanaman sawi-sawian pada lahan yang endemik serangan ulat daun dengan cara penyemprotan yang efisien mulai dari penanaman hingga panen

13

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang merupakan pelaksanaan Program Riset Pembelajaran Mandiri di Kampus Mandiri yang merupakan bagian dari pelaksanaan Kontrak Program Riset Ilmiah Tahun 2021 No 178/E4.1AK.04/RA/2021. Untuk itu diucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Ristek Dikti – Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui program hibah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alali, S. *et al.* (2019) 'Thermotolerant isolates of *Beauveria bassiana* as potential control agent of insect pest in subtropical climates', *PLOS ONE*, 14(2), p. e0211457. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211457>.
- Amobonye, A. *et al.* (2021) 'Enhanced xylanase and endoglucanase production from *Beauveria bassiana* SAN01, an entomopathogenic fungal endophyte', *Fungal Biology*, 125(1), pp. 39–48. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.10.003>.
- Aynalem, B. *et al.* (2021) 'Molecular phylogeny and pathogenicity of indigenous *Beauveria bassiana* against the tomato leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), in Ethiopia.', *Journal, genetic engineering & biotechnology*, 19(1), p. 127. Available at: <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00227-x>.
- Bamisile, B.S. *et al.* (2019) 'Endophytic *Beauveria bassiana* in Foliar-Treated Citrus limon Plants Acting as a Growth Suppressor to Three Successive Generations of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae).', *Insects*, 10(6). Available at: <https://doi.org/10.3390/insects10060176>.
- Boomsma, J.J. *et al.* (2014) 'Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi.', *Annual review of entomology*, 59, pp. 467–485. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-162054>.
- Canassa, F. *et al.* (2019) 'Effects of bean seed treatment by the entomopathogenic fungi *Metarhizium robertsii* and *Beauveria bassiana* on plant growth, spider mite populations and behavior of predatory mites', *Biological Control*, 132, pp. 199–208. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.003>.
- Chechi, A. *et al.* (2019) 'Diversity in species composition and fungicide resistance profiles in *Colletotrichum* isolates from apples', *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 158, pp. 18–24. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.04.002>.
- Daniel, J.F. de S. *et al.* (2019) 'Susceptibility of *Alphitobius diaperinus* to *Beauveria bassiana* extracts', *Natural Product Research*, 33(20), pp. 3033–3036. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1514396>.
- Deng, X. *et al.* (2021) 'Phenyl imidazolidin-2-ones antagonize a β -adrenergic-like octopamine receptor in diamondback moth (*Plutella xylostella*).', *Pest management science*, 77(7), pp. 3224–3232. Available at: <https://doi.org/10.1002/ps.6363>.
- Dhawan, M. and Joshi, N. (2017) 'Enzymatic comparison and mortality of *Beauveria bassiana* against cabbage caterpillar *Pieris brassicae* LINN.', *Brazilian journal of microbiology : [publication of the*

- Brazilian Society for Microbiology*], 48(3), pp. 522–529. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.08.004>.
- Erawati, D.N. *et al.* (2021) 'Infection Pathways *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* For Bio-Control of Coleoptera: *Oryctes rhinoceros* L.', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(3), pp. 220–226. Available at: <https://doi.org/10.25181/jppt.v21i3.2139>.
- Esparza Mora, M., Castilho, A. and Fraga, M. (2018) 'Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi', *Arquivos do Instituto Biológico*, 84. Available at: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000552015>.
- Fiutak, G. and Michalczyk, M. (2020) 'Effect of artificial light source on pigments, thiocyanates and ascorbic acid content in kale sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *Sabellica* L.)', *Food chemistry*, 330, p. 127189. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127189>.
- Gava, C.A.T. and Pinto, J.M. (2016) 'Biocontrol of melon wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlect f. sp. *melonis* using seed treatment with *Trichoderma* spp. and liquid compost', *Biological Control*, 97, pp. 13–20. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.02.010>.
- Gebremariam, A., Chekol, Y. and Assefa, F. (2021) 'Phenotypic, molecular, and virulence characterization of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Balsam) Vuillemin, and *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin from soil samples of Ethiopia for the development of mycoinsecticide', *Heliyon*, 7(5), p. e07091. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07091>.
- Jallow, M.F.A. *et al.* (2017) 'Pesticide Knowledge and Safety Practices among Farm Workers in Kuwait: Results of a Survey.', *International journal of environmental research and public health*, 14(4). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph14040340>.
- Khosravi, R. *et al.* (2015) 'Virulence of four *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Asc., Hypocreales) isolates on rose sawfly, *Arge rosae* under laboratory condition', *Journal of King Saud University - Science*, 27(1), pp. 49–53. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jksus.2014.04.003>.
- Kirkland, B.H., Westwood, G.S. and Keyhani, N.O. (2004) 'Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to Ixodidae Tick Species *Dermacentor variabilis*, *Rhipicephalus sanguineus*, and *Ixodes scapularis*', *Journal of Medical Entomology*, 41(4), pp. 705–711. Available at: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.4.705>.
- Li, Z. *et al.* (2016) 'Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth in China.', *Annual review of entomology*, 61, pp. 277–296. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023622>.
- Litwin, A., Nowak, M. and Różalska, S. (2020) 'Entomopathogenic fungi: unconventional applications', *Reviews in Environmental Science and BioTechnology*, 19(1), pp. 23–42. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09525-1>.
- Liu, F.-H. *et al.* (2019) 'Isolation and characterization of *Pseudomonas cedrina* infecting *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae).', *Archives of insect biochemistry and physiology*, 102(3), p. e21593. Available at: <https://doi.org/10.1002/arch.21593>.
- Mallott, M. *et al.* (2019) 'A flavin-dependent monooxygenase confers resistance to chlorantraniliprole in the diamondback moth, *Plutella xylostella*.', *Insect biochemistry and molecular biology*, 115, p. 103247. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103247>.
- Michalak, M. *et al.* (2020) 'Possibility of Using Fermented Curly Kale Juice to Manufacture Feta-Type Cheese', *Applied Sciences*. Available at: <https://doi.org/10.3390/app10114020>.

- Moloinyane, S. and Nchu, F. (2019) 'The Effects of Endophytic *Beauveria bassiana* Inoculation on Infestation Level of *Planococcus ficus*, Growth and Volatile Constituents of Potted Greenhouse Grapevine (*Vitis vinifera* L.)', *Toxins*, 11(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/toxins11020072>.
- Mondal, S. *et al.* (2016) 'Journey of enzymes in entomopathogenic fungi', *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering*, 18(2), pp. 85–99. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psra.2016.10.001>.
- Neugart, S. *et al.* (2018) 'The intrinsic quality of brassicaceous vegetables: How secondary plant metabolites are affected by genetic, environmental, and agronomic factors', *Scientia Horticulturae*, 233, pp. 460–478. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.038>.
- Nishi, O. *et al.* (2021) 'Epiphytic and endophytic colonisation of tomato plants by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* strain GHA', *Mycology*, 12(1), pp. 39–47. Available at: <https://doi.org/10.1080/21501203.2019.1707723>.
- Polak-Berecka, M. *et al.* (2021) 'Potential Biological Activities of Peptides Generated during Casein Proteolysis by Curly Kale (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica* L.) Leaf Extract: An In Silico Preliminary Study.', *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(11). Available at: <https://doi.org/10.3390/foods10112877>.
- Quesada Moraga, E. (2020) 'Entomopathogenic fungi as endophytes: their broader contribution to IPM and crop production', *Biocontrol Science and Technology*, 30(9), pp. 864–877. Available at: <https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1771279>.
- Reddy, G.V.P. *et al.* (2014) 'Evaluation of the effectiveness of entomopathogens for the management of wireworms (Coleoptera: Elateridae) on spring wheat', *Journal of Invertebrate Pathology*, 120, pp. 43–49. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.05.005>.
- Rondot, Y. and Reineke, A. (2018) 'Endophytic *Beauveria bassiana* in grapevine *Vitis vinifera* (L.) reduces infestation with piercing-sucking insects', *Biological Control*, 116, pp. 82–89. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.10.006>.
- Russo, M.L. *et al.* (2015) 'Endophytic colonisation of tobacco, corn, wheat and soybeans by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales)', *Biocontrol Science and Technology*, 25(4), pp. 475–480. Available at: <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.982511>.
- Sánchez-Rodríguez, A.R. *et al.* (2018) 'An endophytic *Beauveria bassiana* strain increases spike production in bread and durum wheat plants and effectively controls cotton leafworm (*Spodoptera littoralis*) larvae', *Biological Control*, 116, pp. 90–102. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.01.012>.
- Sutarman *et al.* (2021) 'In Vitro Evaluation of The Inhibitory Power of *Trichoderma harzianum* Against Pathogens that Cause Anthracnose in Chili', *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), p. 12026. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012026>.
- Udompaisam, S. *et al.* (2020) 'The polyketide synthase PKS15 has a crucial role in cell wall formation in *Beauveria bassiana*', *Scientific Reports*, 10(1), p. 12630. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69417-w>.
- Valero-Jiménez, C.A. *et al.* (2016) 'Comparative genomics of *Beauveria bassiana*: uncovering signatures of virulence against mosquitoes', *BMC Genomics*, 17(1), p. 986. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12864-016-3339-1>.
- Wari, D. *et al.* (2020) 'Augmentation and compatibility of *Beauveria bassiana* with pesticides against different growth stages of *Bemisia tabaci* (Gennadius); an in vitro and field approach', *Pest*

- Management Science*, 76(9), pp. 3236–3252. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.5881>.
- Xu, J. *et al.* (2020) ‘ABCC2 participates in the resistance of *Plutella xylostella* to chemical insecticides’, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 162, pp. 52–59. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.08.010>.
- Yasin, M. *et al.* (2019) ‘Virulence of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier)’, *Entomological Research*, 49(1), pp. 3–12. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1748-5967.12260>.
- You, J. *et al.* (2016) ‘Multiple criteria-based screening of *Trichoderma* isolates for biological control of *Botrytis cinerea* on tomato’, *Biological Control*, 101, pp. 31–38. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.06.006>.
- Zhang, J. *et al.* (2020) ‘Colonization of *Beauveria bassiana* 08F04 in root-zone soil and its biocontrol of cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*)’, *PLOS ONE*, 15(5), p. e0232770. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232770>.
- Zhang, S. *et al.* (2011) ‘Two hydrophobins are involved in fungal spore coat rodlet layer assembly and each play distinct roles in surface interactions, development and pathogenesis in the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*.’, *Molecular microbiology*, 80(3), pp. 811–826. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2011.07613.x>.
- Zhou, J. *et al.* (2020) ‘Reduced expression of the P-glycoprotein gene PxABCB1 is linked to resistance to *Bacillus thuringiensis* CryIAc toxin in *Plutella xylostella* (L.)’, *Pest management science*, 76(2), pp. 712–720. Available at: <https://doi.org/10.1002/ps.5569>.
- Zhou, S. *et al.* (2021) ‘Research on low-carbon energy transformation of China necessary to achieve the Paris agreement goals: A global perspective’, *Energy Economics*, 95, p. 105137. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105137>.

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1** Sutarman .. "PENGUJIAN TRICHODERMA SP. SEBAGAI PENGENDALI HAWAR DAUN BIBIT KAKAO YANG DISEBABKAN OLEH PHYTHOPHTHORA PALMIVORA", 'Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung', 2017
Internet Source **2%**
- 2** repository.pnp.ac.id
Internet Source **1%**
- 3** hortikultura.litbang.pertanian.go.id
Internet Source **1%**
- 4** Sri Nur W Lestariningsih, Edy Sofyadi, Toni Gunawan. "EFEKTIVITAS INSEKTISIDA EMAMEKTIN BENZOAT TERHADAP HAMA Plutella xylostella L. DAN HASIL TANAMAN SAWI PUTIH (Brassica pekinensis) DI LAPANGAN", AGROSCIENCE (AGSCI), 2020
Publication **1%**
- 5** lib.ui.ac.id
Internet Source **1%**

6	jurnal.yudharta.ac.id Internet Source	<1 %
7	E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman. "Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via Trichoderma asperellum and Liquid Tofu Waste Co-application", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023 Publication	<1 %
8	archive.aessweb.com Internet Source	<1 %
9	link.springer.com Internet Source	<1 %
10	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
11	tesis.ipn.mx Internet Source	<1 %
12	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
13	123dok.com Internet Source	<1 %
14	docplayer.com.br Internet Source	<1 %
15	ejurnal.ung.ac.id Internet Source	<1 %

16	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
17	www.alice.cnptia.embrapa.br Internet Source	<1 %
18	Afiva Arida Farihadina, Sutarman. "Application of Biological Agents of Trichoderma and Aspergillus on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with Fusarium Wilt", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022 Publication	<1 %
19	Ego Saputra, Setiono Setiono, Effi Yudiawati. "KARAKTERISTIK AGRONOMI KACANG TANAH (Arachis hypogaea L.) PADA PEMBERIAN MIKROORGANISME LOKAL (MOL) REBUNG DI LAHAN MASAM", Jurnal Sains Agro, 2019 Publication	<1 %
20	distan.riau.go.id Internet Source	<1 %
21	docplayer.info Internet Source	<1 %
22	repository.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
23	www.frontiersin.org Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On