# SKRIPSI

**EFIKASI EKSTRAK KASAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin PADA TIGA LEVEL KONSENTRASI TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**

***CRUDE EXTRACT OF Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin *AND ITS EFFICACY AT THREE CONCENTRATION LEVELS AGAINST Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) *LARVAE***

**Yuliana**

**05081282126034**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN**
**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**
**FAKULTAS PERTANIAN**
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**
**2024**

# SUMMARY

**YULIANA,** Crude Extract of *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin and Its Efficacy at Three Concentration Levels against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Larvae (Supervised by **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) attack is one of the main problems that disrupt maize crop productivity in Indonesia. The use of chemicals such as pesticides in control is starting to be abandoned because of its adverse impact on the environment. For this reason, various biological controls have begun to be applied, one of which is control by utilizing entomopathogenic fungi which are considered safe and able to control *S. frugiperda* in the field. The lack of information on the utilization of entomopathogenic fungi makes it difficult to implement. Therefore, this research was conducted to determine the utilization of entomopathogenic fungi in controlling *S. frugiperda* in the form of crude extracts. This research aims to test the crude extract of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin at three concentration levels.

This research used a completely randomized design (CRD) consisting of three treatments and one control that was repeated three times. Treatments include controls obtained from the addition of 1 mL of *ethyl acetate* with 10 mL of distilled water so that a concentration of 0 ppm (control) is obtained. Other treatments were obtained through the addition of 50 µL, 100 µL, and 150 µL of *B. bassiana* fungal crude extract with 10 mL of distilled water so that a concentration of 50 ppm, 100 ppm, and 150 ppm was obtained. The crude extract was then dripped as much as 1 mL on maize leaves and air-dried for 1 hour then fed to *S. frugiperda* instar 2 larvae for 1 x 24 hours. The fed larvae were transferred to cups and observed every day.

The results showed that of the three concentrations of crude extract applied namely concentrations of 50 ppm, 100 ppm, and 150 ppm, the concentration that caused the highest mortality of *S. frugiperda* was a concentration of 150 ppm which caused death by 62%. The results showed that the mortality rate was not significantly different from the 100 ppm treatment which caused 52% mortality to the larvae applied. Therefore, the most effective concentration of crude extract used is concentration of 100 ppm. The application of the crude extract also affected the development of *S. frugiperda* larvae as seen by the low formation of pupae and adult from larvae applied with the crude extract. The lowest pupae and adult formation was found at a concentration of 150 ppm, namely 19.33% and 9.33%. Further research is needed to determine the crude extract of *B. bassiana* as an organic insecticide ingredient in controlling *S. frugiperda* in South Sumatra.

Key words: entomopathogenic fungi; fall armyworm; $LC_{50}$; mortality; *Zea mays.*

# RINGKASAN

**YULIANA,** Efikasi Ekstrak Kasar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tiga Level Konsentrasi terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Serangan *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) menjadi salah satu permasalahan utama yang menganggu produktivitas tanaman jagung di Indonesia. Penggunaan bahan kimia seperti pestisida dalam pengendalian mulai ditinggalkan karena berdampak buruk terhadap lingkungan. Untuk itu berbagai pengendalian hayati mulai diterapkan, salah satunya pengendalian dengan memanfaatkan jamur entomopatogen yang dinilai aman serta mampu mengendalikan *S. frugiperda* di lapangan. Kurangnya informasi mengenai pemanfaatan jamur entomopatogen membuat hal tersebut sulit diterapkan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan jamur entomopatogen pada pengendalian *S. frugiperda* dalam bentuk ekstrak kasar. Penelitian ini bertujuan untuk menguji ekstrak kasar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada tiga level konsentrasi.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan dan satu kontrol yang diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan meliputi kontrol yang didapat dari penambahan 1 mL etil asetat dengan 10 mL aquadest sehingga di dapat konsentrasi 0 ppm (kontrol). Perlakuan lain didapat melalui penambahan ekstrak kasar jamur *B. bassiana* sebanyak 50 µL, 100 µL, dan 150 µL dengan 10 mL aquadest sehingga di dapat konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm. Ekstrak kasar kemudian diteteskan sebanyak 1 mL pada daun jagung, dan di kering anginkan selama 1 jam kemudian diberi makan pada serangga uji larva *S. frugiperda* instar 2 selama 1 x 24 jam.

Hasil penelitian menunjukan dari ketiga konsentrasi ekstrak kasar yang diaplikasikan yaitu konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm, konsentrasi yang paling menyebabkan kematian tertinggi terhadap *S. frugiperda* adalah konsentrasi 150 ppm yang menyebabkan kematian sebesar 62%. Hasil penelitian menunjukan tingkat kematian tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100 ppm yang menyebabkan kematian hingga 52% terhadap larva yang diaplikasikan. Oleh karena itu konsentrasi ekstrak kasar yang paling efektif digunakan ialah konsentrasi 100 ppm. Aplikasi ekstrak kasar juga mempengaruhi perkembangan larva *S. frugiperda* yang terlihat dengan rendahnya pembentukan pupa dan imago dari larva yang diaplikasikan ekstrak kasar. Pembentukan pupa dan imago terendah terdapat pada konsentrasi 150 ppm yaitu 19,33% dan 9,33%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji ekstrak kasar *B. bassiana* sebagai bahan insektisida organik dalam mengendalikan *S. frugiperda* di Sumatera Selatan.

Kata kunci: jamur entomopatogen; $LC_{50}$; mortalitas; ulat grayak; *Zea mays*.

# SKRIPSI

**EFIKASI EKSTRAK KASAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin PADA TIGA LEVEL KONSENTRASI TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**

**Yuliana**

**05081282126034**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN**
**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**
**FAKULTAS PERTANIAN**
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**
**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

**EFIKASI EKSTRAK KASAR *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin PADA TIGA LEVEL KONSENTRASI TERHADAP LARVA *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**

**SKRIPSI**

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**Yuliana**
**05081282126034**

**Indralaya, 03 Desember 2024**
**Pembimbing**

**Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.**
**NIP 196510201992032001**

**Mengetahui**
**Wakil Dekan Bidang Akademik**
**Universitas Sriwijaya**

**Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D**
**NIP 196606301992032002**

Skripsi dengan judul "Efikasi Ekstrak Kasar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill pada Tiga Level Konsentrasi terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith)" oleh Yuliana telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 3 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

| | | |
|---|---|---|
| 1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.<br>NIP 196510201992032001 | Ketua Panitia | (.....) |
| 2. Titi Tricahyati, S.P., M.Si.<br>NIP 199802072024062001 | Sekretaris Panitia | (.....) |
| 3. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.<br>NIP 19681111993021001 | Ketua Penguji | (.....) |
| 4. Erise Anggraini, S.P., M.Si.,Ph.D.<br>NIP 19890223012122001 | Anggota Penguji | (.....) |

Indralaya, 3 Desember 2024
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP 196510201992032001

# PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuliana
Nim : 05081282126034
Judul : Efikasi Ekstrak Kasar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tiga Level Konsentrasi terhadap *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan /plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 3 Desember 2024

Yuliana

# RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 4 Juli 2003 di Lubuk Linggau, Sumatera Selatan, merupakan anak Tunggal dalam keluarga dari pasangan bapak Tarmizi dan ibu Hermawati.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2015 di SDN 11 Indralaya, sekolah menengah pertama pada tahun 2018 di SMPN 1 Indralaya dan sekolah menengah atas tahun 2021 di SMAN 1 Indralaya. Sejak Agustus 2021 penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non-akademik. Tahun 2023 penulis dipercaya menjadi staf ahli Humas di Himpunan Mahasiswa Proteksi. Selain itu penulis juga aktif dibidang akademik dimana sejak tahun 2022 sampai 2023 penulis dipercaya menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah entomologi. Dan pada tahun 2023 sampai 2024 penulis dipercaya untuk menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman dan Hama Penyakit Penting Tanaman Tahunan.

# KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis Panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Efikasi Ekstrak Kasar *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Tiga Level Konsentrasi terhadap Larva *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)" tepat pada waktunya.

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, Tahun Anggaran 2024, sesuai dengan kontrak Penelitian Pasca Sarjana-Penelitian Disertasi Doktor no: 090/E5/PG.02.00.PL/2024, 11 Juni 2024 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan/atau mempublikasikan data yang ada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal perencanaan penelitian hingga kepenulisan tugas akhir.
2. Ibu Hermawati, Bapak Alm. Tarmizi, yuk Sari Agustini dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Tim Lab Entomologi (Zucey, Ikhfa, Nisa, Mona, Tiur, Meirin, Gita, Liza, Bayu, Barokah, Yaskur dan Tisna) yang telah membantu banyak hal selama penelitian.
4. Pebrio Eko Sumantri yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama penelitian dan kepenulisan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dalam rangka penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

# DAFTAR ISI

**Halaman**

**KATA PENGANTAR** ..... ix
**DAFTAR ISI** ..... x
**DAFTAR GAMBAR** ..... xii
**DAFTAR TABEL** ..... xii
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xiv
**BAB 1 PENDAHULUAN** ..... 15
1.1 Latar Belakang ..... 15
1.2 Rumusan Masalah ..... 17
1.3 Tujuan Penelitian ..... 17
1.4 Hipotesis ..... 17
1.5 Manfaat Penelitian ..... 17
**BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA** ..... 18
2.1 Taksonomi dan Morfologi *Spodoptera frugiperda* ..... 18
2.1.1 Telur ..... 18
2.1.2 Larva ..... 19
2.1.3 Pupa ..... 20
2.1.4 Imago ..... 21
2.2 Biologi *Spodoptera frugiperda* ..... 21
2.3 Perilaku *Spodoptera frugiperda* ..... 22
2.4 Tumbuhan Inang dan Gejala Serangan *Spodoptera frugiperda* ..... 22
2.5 Taksonomi dan Teknik Budidaya Jagung (*Zea mays* L.) ..... 24
2.6 Spesies Jamur Entomopatogen ..... 25
2.6.1 *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ..... 25
2.6.2 *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) ..... 26
2.6.3 *Penicillium citrinum* (Thom) ..... 27
2.7 Siklus Hidup Jamur Entomopatogen ..... 28
2.8 Mekanisme Jamur Entomopatogen Membunuh Serangga Inang ..... 29

2.9 Senyawa sekunder.....30
**BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN**.....31
3.1 Waktu dan Tempat.....31
3.2 Metode Penelitian.....31
3.3 Cara kerja.....31
3.3.1 Pembiakan Massal Populasi *Spodoptera frugiperda*.....31
3.3.2 Sterilisasi Alat dan Bahan.....32
3.3.3 Asal Isolat Jamur Entomopatogen.....33
3.3.4 Pembugaran Jamur Entomopatogen Pada Media GYA.....33
3.3.5 Pembugaran Jamur Entomopatogen Pada Media PDB.....34
3.3.6 Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder dari Media Kultur Isolat Jamur.....34
3.3.7 Pengukuran Berat Miselia Jamur dari Media Cair.....35
3.3.8 Evaporasi Ekstrak Kasar *Beauveria bassiana*.....35
3.3.9 Uji Hayati *Spodoptera frugiperda*.....36
3.4 Peubah yang Diamati.....38
3.5 Analisis Data.....40
**BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**.....41
4.1 Hasil .....41
4.1.1 Berat Larva *Spodoptera frugiperda*.....41
4.1.2 Berat Kotoran Larva *Spodoptera frugiperda*.....42
4.1.3 Mortalitas, $LT_{50}$, dan $LC_{50}$ Larva *Spodoptera frugiperda*.....44
4.1.4 Panjang Pupa *Spodoptera frugiperda*.....46
4.1.5 Presentase Kemunculan Pupa, Imago, Nisbah Kelamin, dan telur.....47
4.1.6 Waktu Perkembangan *Spodoptera frugiperda*.....48
4.2 Pembahasan.....49
**BAB 5 PENUTUP**.....52
5.1 Kesimpulan.....52
5. 2 Saran.....52
**DAFTAR PUSTAKA**.....53
**LAMPIRAN**.....60

# DAFTAR GAMBAR

**Halaman**


Gambar 2.1 Telur *Spodoptera frugiperda*..... 19

Gambar 2.2 Larva *Spodoptera frugiperda* ..... 19

Gambar 2.3 Pupa *Spodoptera frugiperda* ..... 20

Gambar 2.4 Pupa *Spodoptera frugiperda* betina (a), jantan (b)..... 20

Gambar 2.5 Imago *Spodoptera frugiperda* jantan (a), betina (b)..... 21

Gambar 2.6 Gejala serangan larva *Spodoptera frugiperda*..... 23

Gambar 2.7 Morfologi pertumbuhan *Beauveria bassiana* pada media (a), morfologi konidia dibawah mikroskop (b)..... 26

Gambar 2.8 Morfologi pertumbuhan *Metarhizium anisopliae* pada media (a), morfologi konidia dibawah mikroskop (b)..... 27

Gambar 2.9 Morfologi pertumbuhan *Penicilium citrinum* pada media (a), morfologi konidia dibawah mikroskop (b)..... 28

Gambar 3.1 Bagan cara kerja pembiakan massal *Spodoptera frugiperda* ..... 32

Gambar 3.2 Bagan pembuatan ekstrak kasar jamur *Beauveria bassiana* ..... 36

Gambar 3.3 Bagan cara kerja aplikasi ekstrak kasar..... 38

Gambar 3.4 Sungkup pemeliharaan imago *Spodoptera frugiperda*..... 40

Gambar 4.1 Presentase mortalitas larva *Spodoptera frugiperda* yang diberi makan daun jagung yang telah di tetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen ..... 45

Gambar 4.2 Larva *Spodoptera frugiperda*: kontrol (A), larva sakit perlakuan konsentrasi 50 ppm (B), larva sakit perlakuan konsentrasi 100 ppm (C), larva sakit perlakuan konsentrasi 150 ppm..... 46

Gambar 4.3 Pupa *Spodoptera frugiperda*: kontrol (A), pupa abnormal konsentrasi 50 ppm (B), pupa abnormal konsentrasi 100 ppm (C), pupa abnormal konsentrasi 150 ppm (D) ..... 47

Gambar 4.4 Imago *Spodoptera frugiperda*; kontrol (A), imago konsentrasi 50 ppm (B), imago abnormal konsentrasi 100 ppm (C), imago abnormal konsentrasi 150 ppm (D)..... 48

# DAFTAR TABEL

**Halaman**

Tabel 3.1 Isolat dan spesies EPF dari Sumatera Selatan, Indonesia yang digunakan pada penelitian ..... 33

Tabel 4.1 Berat larva *Spodoptera frugiperda* yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen ..... 41

Tabel 4.2 Berat kotoran larva *Spodoptera frugiperda* yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen ..... 43

Tabel 4.3 Mortalitas larva, $LT_{50}$ dan $LC_{50}$ larva *Spodoptera frugiperda*..... 44

Tabel 4.4 Panjang pupa *Spodoptera frugiperda* dari larva yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen ..... 46

Tabel 4.5 Presentase kemunculan pupa dan imago, nisbah kelamin, dan telur yang dikeluarkan betina *Spodoptera frugiperda* yang hidup dari larva yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen..... 47

Tabel 4.6 Waktu perkembangan larva *Spodoptera frugiperda* yang diberi makan daun jagung yang telah ditetesi ekstrak kasar jamur entomopatogen ..... 49

# DAFTAR LAMPIRAN

**Halaman**

Lampiran 1. Berat badan Larva *Spodoptera frugiperda* selama 21 hari pengamatan ..... 60

Lampiran 2. Berat kotoran *Spodoptera frugiperda* 21 hari pengamatan ..... 62

Lampiran 3. Mortalitas larva hari ke-21 setelah aplikasi..... 64

Lampiran 4. Panjang pupa *Spodoptera frugiperda* (mm) ..... 64

Lampiran 5. Kemunculan pupa, imago, rasio kelamin, dan telur *Spodoptera frugiperda* ..... 64

Lampiran 6. Waktu perkembangan Larva, prepupa, pupa, imago *Spodoptera frugiperda* ..... 65

Lampiran 7. Suhu dan kelembapan selama aplikasi di Laboratorium ..... 67

# BAB 1
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk ke dalam salah satu jenis tanaman pangan penting yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi setelah padi dan juga gandum (Supartha *et al*., 2021). Tanaman ini menjadi salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan di daerah tropis salah satunya banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia (Suriani *et al*., 2021). Berbagai nutrisi seperti protein, pati, lemak, vitamin, mineral, hingga serat terkandung dalam jagung (Singh *et al*., 2020) membuat tanaman ini menjadi salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan. Total produksi tanaman jagung terus meningkat setiap tahunnya hingga pada tahun 2019 produksi jagung mencapai angka 1.050 juta ton (Islam *et al*., 2020). Tingginya produksi tanaman ini dipengaruhi oleh banyaknya permintaan masyarakat sehingga peningkatan produktivitas tanaman perlu dilakukan. Namun dalam proses peningkatan produktivitas kerap kali menghadapi berbagai hambatan, salah satunya ialah adanya gangguan hama yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Salah satu hama yang umum menyerang pertanaman jagung ialah *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Hama ini merupakan jenis serangga yang berasal dari daerah tropis yang pertama kali dilaporkan keberadaannya pada tahun 2016 di Afrika dan masuk ke Indonesia pada tahun 2019 (Sartiami *et al*., 2020).

Keberadaan serangga ini menjadi permasalahan penting karena berpotensi menyebabkan kehilangan hasil pada tanaman jagung mencapai sebesar 20-25% (Badhai *et al*., 2020). Persentase serangan *S. frugiperda* dapat mencapai 100% dengan tingkat keparahan hingga 65% (Herlinda *et al*., 2022). Hama ini bersifat polifag, memiliki kemampuan bermigrasi yang baik, memiliki tingkat reproduksi yang tinggi serta mampu menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis tanaman (Wijerathna *et al*., 2021). Serangga ini mampu menyerang pada berbagai fase tumbuh pada pertanaman dan umum menyebabkan kerusakan yang serius pada fase larva akibat dari aktivitas makan serangga tersebut (Perera *et al*., 2019). Keberadaan *S. frugiperda* dilapangan dapat ditandai dengan adanya keberadaan

telur, larva, pupa, hingga imago dari serangga tersebut (Herlinda *et al*., 2021). Gejala serangan yang umum terlihat pada pertanaman berupa adanya bekas gigitan yang menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun maupun batang yang terserang (Lee *et al*., 2020). *S. frugiperda* juga menyerang pada bagian titik tumbuh, hal ini menyebabkan terganggunya proses pertumbuhan tanaman dan dapat menurunkan tingkat produktivitas tanaman (Arfan *et al*., 2020) serangga ini juga menyerang pada berbagai bagian tanaman (Herlinda *et al*., 2022). Beberapa pengendalian telah dilakukan untuk menurunkan tingkat serangannya, terutama penggunaan bahan kimia seperti pestisida dilakukan untuk menekan populasi *S. frugiperda* dilapangan (Mukkun *et al*., 2021). Namun pengendalian tersebut memiliki kekurangan karena sulit diaplikasikan secara langsung lantaran perilaku larva yang kerap bersembunyi di dalam tanaman (Paredes-Sánchez *et al*., 2021).

Oleh karena berbagai pengendalian lain seperti pengendalian secara terpadu dengan memanfaatkan musuh alami dapat dilakukan karena dinilai jauh lebih efektif dan aman terhadap lingkungan (Herlinda *et al*., 2021). Salah satu pengendalian yang gencar dilakukan saat ini dalam mengendalikan *S. frugiperda* ialah dengan pemanfaatan mikroorganisme entomopatogen, salah satunya ialah jamur entomopatogen. Berbagai spesies jamur yang dilaporkan mampu mengendalikan *S. frugiperda* salah satu diantaranya ialah spesies *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Gustianingtyas *et al*., 2020). Jenis jamur ini diketahui mampu membunuh hingga 73% larva *S. frugiperda* secara keseluruhan (Faddilah *et al*., 2022). Selain itu pengendalian dengan menggunakan jamur entomopatogen dinilai efektif lantaran mikroorganisme tersebut mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat target sehingga mampu mengendalikan dan aman terhadap orgenisme non-target (Mantzoukas dan Eliopoulos, 2020). Namun pengendalian dengan jamur entomopatogen khususnya di Sumatera Selatan sendiri masih minim dilakukan (Sari *et al*., 2023). Kurangnya informasi mengenai pengendalian *S. frugiperda* menggunakan agens hayati terutama jamur entomopatogen membuat hal tersebut sulit diterapkan. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui efektivitas jamur entomopatogen dalam mengendalikan *S. frugiperda* dalam bentuk ekstrak kasar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ketiga konsentrasi ekstrak kasar *B. bassiana* terhadap larva *S. frugiperda*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh dari tiga konsentrasi ekstrak kasar *B. bassiana* terhadap larva *S. frugiperda*.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah diduga konsentrasi tertinggi dari ekstrak kasar *B. bassiana* yang paling mematikan bagi larva *S. frugiperda*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi maupun ilmu pengetahuan bagi para pembaca mengenai efektivitas ekstrak kasar jamur entomopatogen *B. bassiana* yang diaplikasikan pada tiga level konsentrasi terhadap *S. frugiperda*.

# DAFTAR PUSTAKA


Abraham S, Basukriadi A, Pawiroharsono S, Sjamsuridzal W. 2015. Insecticidal activity of ethyl acetate extracts from culture filtrates of mangrove fungal endophytes. *Mycobiology* 43: 137–149.

Adeyemi O, Keshavarz-Afshar R, Jahanzad E, Battaglia ML, Luo Y, Sadeghpour A. 2020. Effect of wheat cover crop and split nitrogen application on corn yield and nitrogen use efficiency. *Agronomy* 10: 2–11. DOI:10.3390/agronomy10081081.

Ahsan SM, Das AK, Rahman M. 2024. Plant entomopathogenic fungi interaction : recent progress and future prospects on endophytism-mediated growth promotion and biocontrol. *Plants* 13: 1-29.

Aisah AR, Fitrahtunnisa, Hipi A. 2021. Morphological characteristics and resistance to the pest of local corn variety of "Jago Leke" genetic resources in West Nusa Tenggara. I*OP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911: 1-11. DOI: 10.1088/1755-1315/911/1/012008.

Altaf N, Idrees A, Ullah MI, Arshad M, Afzal A, Afzal M, Rizwan M, Li J. 2022. Biotic potential induced by different host plants in the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects* 13: 1–10. DOI: 10.3390/insects13100921.

Altimira F, Arias-Aravena M, Jian L, Real N, Correa P, González C, Godoy S, Castro JF, Zamora O, Vergara C, Vitta N, Tapia E. 2022. Genomic and experimental analysis of the insecticidal factors secreted by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* RGM 2184. *Journal of Fungi* 8: 1-20. DOI: 0.3390/jof8030253.

Arfan IF, Jumardin, Noer H, Sumarni. 2020. Population and attack rate *Spodoptera frugiperda* corn plants in Tulo Village, Sigi Regency. *Jurnal Agrotech* 10: 66–68.

Atun S. 2014. Metode isolasi dan identifikasi struktur senyawa metabolit. J*urnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur* 8: 53–61.

Ayele BA, Muleta D, Venegas J, Assefa F. 2020. Morphological, molecular, and pathogenicity characteristics of the native isolates of *Metarhizium anisopliae* against the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Ethiopia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 30: 30-59. DOI: 10.1186/s41938-020-00261-w.

Badhai S, Gupta AK, Koiri B. 2020. Integrated management of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize crop. *Reviews In Food And Agriculture* 1: 27–29. DOI: 10.26480/rfna.01.2020.27.29.

Baloch MN, Fan J, Haseeb M, Zhang R. 2020. Mapping potential distribution of Spodoptera. *Insects* 11: 1–10.

Bhavani B, Sekhar CV, Varma KP, Lakshmi BM. 2019. Morphological and

molecular identification of an invasive insect pest, Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* occurring on sugarcane in Andhra Pradesh, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7: 12–18.

Bich GA, Castrillo ML, Kramer FL, Villalba LL, Zapat PD. 2021. Morphological and molecular identification of entomopathogenic fungi from agricultural and forestry crops. *Floresta Ambiente* 28: 1–11. DOI: 10.1590/2179-8087-FLORAM-2018-0086.

Budiono, Elfita, Muharni, Yohandini H, Widjajanti H. 2019. Antioxidant activity of *Syzygium samarangense* L. and their endophytic fungi. *Molekul* 14: 48–55. DOI: 10.20884/1.jm.2019.14.1.503.

Dannon HF, Dannon AE, Douro-Kpindou OK, Zinsou AV, Houndete AT, Toffa-Mehinto J, Elegbede IATM, Olou BD, Tamò M. 2020. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*, 3: 1-21. DOI: 10.1186/s42397-020-00061-5.

De Andrade Porto JV, Cesar Rezende FP, Picoli Nucci HH, Roel AR, Astolfi G, Pistori H. 2023. Deep neural networks with attention mechanisms for *Spodoptera frugiperda* pupae sexing. *Smart Agricultural Technology* 4: 100-200. DOI: 10.1016/j.atech.2023.100200.

Ebani VV, Mancianti F. 2021. Entomopathogenic fungi and bacteria in a veerinary perspective. *Biology* 10: 1–31.

Elfita, Mardiyanto, Fitrya, Eka LJ, Julinar, Widjajanti H, Muharni. 2019. Antibacterial activity of *Cordyline fruticosa* leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas* 20: 3804–3812.

Elfita, Oktiansyah R, Mardiyanto, Widjajanti H, Setiawan A. 2022. Antibacterial and antioxidant activity of endophytic fungi isolated from *Peronema canescens* leaves. *Biodiversitas* 23: 4783–4792.

Faddilah DR, Verawaty M, Herlinda S. 2022. Growth of fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) fed on young maize colonized with endophytic fungus *Beauveria bassiana* from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 23: 6652–6660. DOI: 10.13057/biodiv/d231264.

Girsang SS, Nurzannah SE, Girsang MA, Effendi R. 2020. The distribution and impact of fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on maize production in North Sumatera. I*OP Conference Series: Earth and Environmental Science* 484: 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/484/1/012099.

González-Mas N, Gutiérrez-Sánchez F, Sánchez-Ortiz A, Grandi L, Turlings TCJ, Manuel Muñoz-Redondo J, Moreno-Rojas JM, Quesada-Moraga E. 2021. Endophytic colonization by the entomopathogenic fungus *Beauveria Bassiana* affects plant volatile emissions in the presence or absence of chewing and sap-sucking insects. *Frontiers in Plant Science* 12: 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2021.660460.

Gustianingtyas M, Herlinda S, Suwandi S. 2021. The endophytic fungi from

South Sumatra (Indonesia) and their pathogenecity against the new invasive Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas* 22: 1051–1062. DOI: 10.13057/BIODIV/D220262.

Gustianingtyas M, Herlinda S, Suwandi, Suparman, Hamidson H, Hasbi, Setiawan A, Verawaty M, Elfita, Arsi. 2020. Toxicity of entomopathogenic fungal culture filtrate of lowland and highland soil of South Sumatra (Indonesia) against *Spodoptera litura* larvae. *Biodiversitas* 21: 1839–1849. DOI: 10.13057/biodiv/d210510.

Herlinda S, Simbolon IMP, Hasbi, Suwandi S, Suparman. 2022. Host plant species of the new invasive pest, Fall Armyworm (*Spodoptera Frugiperda*) In South Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 995: 1-6.

Herlinda S, Sinaga ME, Ihsan F, Fawwazi F, Suwandi S, Hasbi, Irsan C, Suparman, Muslim A, Hamidson H, Arsi, Umayah A, Irmawati. 2021. Outbreaks of a new invasive pest, the Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in South Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 912: 412-419.

Herlinda S, Gustianingtyas M, Suwandi S, Suharjo R, Sari JMP, Lestari RP. 2021. Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31: 2-13. DOI: 10.1186/s41938-021-00470-x.

Herlind S, Gustianingtyas M, Suwandi S, Suharjo R, Sari JMP, Lestari RP. 2021. Endophytic fungi confirmed as entomopathogens of the new invasive pest, the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), infesting maize in South Sumatra, Indonesia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31. DOI: 10.1186/s41938-021-00470-x.

Herlinda S, Octariati N, Suwandi S, Hasbi. 2020. Exploring entomopathogenic fungi from south sumatra (Indonesia) soil and their pathogenicity against a new invasive maize pest, *Spodoptera frugiperda*. *Biodiversitas* 21: 2955–2965. DOI: 10.13057/biodiv/d210711.

Herlinda S, Oktareni SS, Suparman, Anggraini E, Elfita, Setiawan A, Verawaty M, Hasbi, Lakitan, B. 2020. Effect of application of uv irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larval weight and mortality of *Spodoptera litura*. *Advances in Biological Sciences Research* 8: 864–70. DOI: 10.2991/absr.k.200513.011.

Herlinda S, Suharjo R, Sinaga E, Fawwazi MF, Suwandi S. 2022. First report of occurrence of corn and rice strains of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* in South Sumatra, Indonesia and its damage in maize. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 21: 412–419. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.11.003.

Idrees A, Afzal A, Qadir ZA, Li J. 2023. Virulence of entomopathogenic fungi against Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

under laboratory conditions. *Frontiers in Physiology* 14: 1–11. DOI: 10.3389/fphys.2023.1107434.

Islam S, Ferdausi A, Sweety AY, Das A, Ferdoush A, Haque MA. 2020. Morphological characterization and genetic diversity analyses of plant traits contributed to grain yield in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Bioscience and Agriculture Research* 25: 2047–2059. DOI: 10.18801/jbar.250120.251.

Lee GS, Seo BY, Lee J, Kim H, Song JH, Lee W. 2020. First report of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), a new migratory pest in korea. *Korean Journal Of Applied Entomology J. Appl* 59: 2287–2545. DOI: 10.5656/KSAE.2020.02.0.006.

Lira AC. de Mascarin GM, Delalibera Júnior Í. 2020. Microsclerotia production of *Metarhizium* spp. for dual role as plant biostimulant and control of *Spodoptera frugiperda* through corn seed coating. *Fungal Biology* 124: 689–699. DOI: 10.1016/j.funbio.2020.03.011.

Liu D, Smagghe G, Liu TX. 2023. Interactions between entomopathogenic fungi and insects and prospects with glycans. *Journal of Fungi* 9: 1-15. DOI: 10.3390/jof9050575.

Mantzoukas S, Eliopoulos PA. 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences* 10, https://doi.org/10.3390/app10010360.

Mohammed MA, Aman-Zuki A, Yahaya WAW. 2021. Report on an invasive pest, the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize cultivation in Bintulu, Sarawak. *Serangga* 26: 97–106.

Montezano DG, Specht A, Sosa-gómez DR, Brasília UD. 2018. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* ( Lepidoptera : Noctuidae ) in the Americas. *African Entomology* 28: 218–299.

Moraes T, Ferreira Da Silva A, Leite NA, Karam D, Mendes SM. 2020. Survival and development of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in weeds during the off-season. *Florida Entomologist* 103: 288–292. DOI: 10.1653/024.103.0221.

Mukkun L, Kleden YL, Simamora AV. 2021. Detection of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize field in East Flores District, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. *International Journal of Tropical Drylands* 5: 20–26. DOI: 10.13057/tropdrylands/t050104.

Navasero MV, Navasero MM, Aries G, Burgonio S, Ardez KP, Ebuenga MD, Joy M, Beltran B, Bato MB, Gonzales PG, Magsino GL, Caoili BL, Lynn A, Barrion-Dupo A, Flor M, Aquino GM. 2019. Detection of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) using larval morphological characters, and observations on its current local distribution in the Philippines. *Philippine Entomologist* 33: 171–184.

Ndereyimana A, Nyalala S, Murerwa P, Gaidashova S. 2019. Pathogenicity of some commercial formulations of entomopathogenic fungi on the tomato leaf

miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 29: 1-11. DOI: 10.1186/s41938-019-0184-y.

Opisa S, du Plessis H, Akutse KS, Fiaboe KKM, Ekesi S. 2018. Effects of entomopathogenic fungi and *Bacillus thuringiensis* based biopesticides on *Spoladea recurvalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Applied Entomology* 142: 617–626. DOI: 10.1111/jen.12512.

Paredes-Sánchez FA, Rivera G, Bocanegra-García V, Martínez-Padrón HY, Berrones-Morales M, Niño-García N, Herrera-Mayorga V. 2021. Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. *Molecules* 26: 1-19. DOI: 10.3390/molecules26185587.

Pedrini N. 2022. The entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* shows its toxic side within insects: expression of genes encoding secondary metabolites during pathogenesis. *Journal of Fungi* 8: 1-9. DOI: 10.3390/jof8050488.

Perera N, Magamage M, Kumara A, Galahitigama H, Dissanayake K, Wekumbura C, Iddamalgoda P, Iddamalgoda P, Siriwardhana C, Yapa P. 2019. Fall Armyworm (FAW) epidemic in Sri Lanka: Ratnapura District Perspectives. *International Journal of Entomological Research* 7: 9–18. DOI: 10.33687/entomol.007.01.2887.

Perumal V, Kannan S, Alford L, Pittarate S, Geedi R, Elangovan D, Marimuthu R, Krutmuang P. 2023. First report on the enzymatic and immune response of *Metarhizium majus* bag formulated conidia against *Spodoptera frugipe rda*: an ecofriendly microbial insecticide. *Frontiers in Microbiology* 14: 1-11. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1104079.

Aguila RLC, Ashraf HJ, Sánchez Moreano JP, Akutse KS, Bamisile BS, Lu L, Li X, Lin J, Wu Q, Wang L. 2022. Genome-Wide identification and Characterization of Toll-like Receptors (TLRs) in *Diaphorina citri* and their expression patterns induced by the endophyte *Beauveria bassiana*. J*ournal of Fungi* 8: 1-16.

Rosa E, Ekowati CN, Handayani TT, Widiastuti EL. 2021. Isolation and identification entomopathogen fungi as candidate of bioinsecticide from flies and cockroaches (Insect vector's disease). *Journal of Physics: Conference Series*, 1751: 1-6.

Rosa E, Ekowati CN, Handayani TT, Ikhsanudin A, Apriliani F, Arifiyanto A. 2020. Characterization of entomopathogenic fungi as a natural biological control of american cockroaches (*Periplaneta americana*). *Biodiversitas* 21: 5276–5282. DOI: 10.13057/biodiv/d211131.

Sales RR, Nascimento MR, Barroso Chagas JT, De Almeida RN, Dos Santos P. R, Sanfim de Sant'Anna CQS, Da Cruz DP, Da Silva Costa KD, Amaral G, Figueiredo Daher R. 2019. Association among agro-morphological Traits by Correlations and Path in Selection of Maize Genotypes. *Journal of Experimental Agriculture International* 4: 1–12.

Sanjeet K, Jyotirmayee K, Monalisa S. 2013. Thin layer chromatography a tool of biot. *International Journal of Science Revision* 18: 126–132.

Sari JMP, Herlinda S, Suwandi S, Elfita. 2023. Effect of B*eauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on the growth of *Spodoptera frugiperda* by seed inoculation. *Biodiversitas* 24: 2350–2357.

Sari JMP, Herlinda S, Suwandi S, Elfita. 2023. Effect of endophytic entomopathogenic fungal conidia and blastospores induced in maize plants by seed inoculation on *Spodoptera frugiperda* immune response and mortality. *Biodiversitas* 24: 5709–5717.

Sari SP, Suliansyah I, Nelly N, Hamid H. 2021. The occurrence of *Spodoptera frugiperda* attack on maize in West Pasaman District, West Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 741: 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/741/1/012020.

Sartiami D, Dadang, Harahap IS, Kusumah YM, Anwar R. 2020. First record of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurence in three provinces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468: 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/468/1/012021.

Singh D , Kumar A, Kumar R, Kushwaha N, Mohanty TA, Kumari P. 2020. Genetic variability analysis of QPM (Zea mays L.) Inbreds using morphological characters. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 9: 328–338.

Arifin SHA, Tamrin A. 2023. Morphology and life cycle of S*podoptera frugiperda* ( J . E . Smith ) ( Lepidoptera : Noctuidae ) with soybean leaf ( *Glycine max* Merr ) in the laboratory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 12: 1–14. DOI: 10.1088/1755-1315/1230/1/012108.

Sukar NA, Abdullah RR, Abdullah RR. 2021. Enhancing the efficacy of the biopesticide *Beauveria bassiana* by adding chitosan to its secondary metabolites. *International Journal of Entomology Research* 6: 30–4350.

Supartha IW, Susila IW, Sunari AS, Mahaputra IGF, Yudha IKW, Wiradana PA. 2021. Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J.e smith) (lepidoptera: Noctuidae) on maize crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas* 22: 3378–3389.

Suriani, Patandjengi B, Junaid M, Muis A. 2021. The presence of bacterial stalk rot disease on corn in Indonesia: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 911: 1-12.

Ting Wu , Da-Hu Cao, Yu Liu , Hong Yu , Da-Ying Fu , Hui Ye, and J. X. (2023). Mating-induced common and sex-specific behavioral, transcriptional changes in the moth Fall Armyworm ( *Spodoptera frugiperda* , Noctuidae, Lepidoptera) in Laboratory. *Insects* 14: 2–19.

Trizelia, Rahma H, Syahrawati M. 2023. Diversity of endophytic fungi of rice plants in Padang City, Indonesia, entomopathogenic to brown planthopper (*Nilaparvata lugens*). *Biodiversitas* 24: 2384–2391.

Vivekanandhan P, Swathy K. Alahmadi TA, Ansari MJ. 2024. Biocontrol effects of chemical molecules derived from *Beauveria bassiana* against larvae of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Frontiers in Microbiology* 15: 1–10.

Wang R, Jiang C, Guo X, Chen D, You C, Zhang Y, Wang M, Li Q. 2020. Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in China and the major factors influencing distribution. *Global Ecology and Conservation 2*: 8-65. DOI: 10.1016/j.gecco.2019.e00865.

Wargane V, Parate S . 2019. Cultural and morphological characterizations of *Beauveria bassiana*. *Phytojournal* 8: 591–594.

Wijerathna DMIJ, Ranaweera PH, Perera RNN, Dissanayake MLMC, Kumara J. (2021). Biology and feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on maize and selected vegetable crops. J*ournal of Agricultural Sciences Sri Lanka* 16: 126–134. DOI: 10.4038/jas.v16i1.9190.

Yunisman, Trizelia, Rusli R, Marhamah S, Rahman E. 2023. *Beauveria bassiana* colonization on cabbage and its effect on seed germination and seedling growth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1160: 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/1160/1/012055.

Zhang L, Fasoyin OE, Molnár I, Xu Y. 2020. Secondary metabolites from hypocrealean entomopathogenic fungi: Novel bioactive compounds. *Natural Product Reports* 37: 1181–1206. DOI: 10.1039/c9np00065h.

Žigon P, Celar FA. 2021. Endophytic fungi as biological control agents and their indirect effects on plants. *Acta Agriculturae Slovenica* 117: 1–12. DOI: 10.14720/aas.2021.117.4.2241.