

**BIOASSAY PELET ALGINAT *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. DENGAN
PENAMBAHAN FORMULASI TERHADAP MORTALITAS
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH) DI LABORATORIUM**

OTNIEL BIN HASRI

G011 18 1393



**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**BIOASSAY PELET ALGINAT *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. DENGAN
PENAMBAHAN FORMULASI TERHADAP MORTALITAS
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH) DI LABORATORIUM**

OTNIEL BIN HASRI
G011 18 1393



Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian
pada
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Bioassay Pelet Alginat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dengan Penambahan Formulasi terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) di Laboratorium

Nama : Otniel Bin Hasri
NIM : G011181393

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Itij/Diana Daud, M.S.
NIP. 19600606 198601 2 001

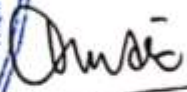
Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc.
NIP. 19601231 198601 1 011

Diketahui oleh:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP. 19650316 198903 2 002

Tanggal Lulus : 12 Oktober 2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Bioassay Pelet Alginat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dengan Penambahan Formulasi terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) di Laboratorium
Nama : Otniel Bin Hasri
NIM : G011181393

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S.
NIP. 19600606 198601 2 001

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc.
NIP. 19601231 198601 1 011

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si.
NIP. 19670811 199403 1 003

Tanggal Lulus : 12 Oktober 2022

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “**Bioassay Pelet Alginat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dengan Penambahan Formulasi terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) di Laboratorium**” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 7 November 2022

Yang Menyatakan



Otniel Bin Hasri

G011 18 1393

ABSTRAK

Otniel Bin Hasri (G011 18 1393). “Bioassay Pelet Alginat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dengan Penambahan Formulasi terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) di Laboratorium”. Dibimbing oleh **Itji Diana Daud** dan **Andi Nasruddin**.

Jagung (*Zea mays* L.) dalam produk dan produktivitasnya tentunya tidak terlepas dari permasalahan, yaitu serangan hama ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) yang merupakan hama penting pada tanaman jagung dan menyebar ke seluruh dunia sehingga memerlukan pengendalian. *Beauveria bassiana* merupakan cendawan entomopatogen menjadi agens pengendalian hayati yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan hama *S. frugiperda*. Agar cendawan *B. bassiana* tidak mudah terkontaminasi dan bertahan lama dalam penyimpanan, maka dibuat dalam bentuk pelet alginat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formulasi pelet alginat *B. bassiana* terhadap kerapatan spora dan efektivitas pelet alginat dalam mengendalikan larva *S. frugiperda*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Larva uji *S. frugiperda* yang digunakan yaitu larva instar 3, dimana perlakuannya menggunakan pelet alginat *B. bassiana* dengan formulasi yaitu kontrol, dedak, tepung terigu, tepung tapioka, dan tepung maizena. Parameter yang diamati yaitu kerapatan spora dari pelet alginat, mortalitas larva, serta larva yang masih hidup diamati sampai fase pupa dan imago. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pelet alginat *B. bassiana* dengan formulasi tepung terigu memiliki kerapatan spora yang tinggi sebesar $2,35 \times 10^8$ spora per ml. Sedangkan mortalitas larva *S. frugiperda* yang tinggi terdapat pada perlakuan pelet alginat *B. bassiana* (kontrol) pada hari ke 3-5 HSA dan perlakuan pelet alginat *B. bassiana* dengan formulasi tepung terigu pada hari ke 6-9 HSA.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, Formulasi, Mortalitas, Pelet Alginat, *Spodoptera frugiperda*

ABSTRACT

Otniel Bin Hasri (G011 18 1393). *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Alginate Pelet Bioassay with Formulation Addition on *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) Mortality in The Laboratory". Supervised by **Itji Diana Daud** and **Andi Nasruddin**.

Corn (*Zea mays* L.) in its product and productivity certainly cannot be separated from problems, for example, the attack of the corn armyworm (*Spodoptera frugiperda*), an important pest on corn plants and it has spread throughout the world so that it requires control. *Beauveria bassiana* is an entomopathogenic fungus as a biological control agent that can be used to control *S. frugiperda*. So that the fungus *B. bassiana* is not easily contaminated and lasts a long time in storage, it is made in the form of alginate pellet. This study aimed to determine the effect of *B. bassiana* alginate pellet formulation on spore density and the effectiveness of alginate pellets in controlling *S. frugiperda* larvae. This research was conducted at the Laboratory of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Hasanuddin. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments with 5 replications each. The *S. frugiperda* larvae test used were instar 3, where the treatment used *B. bassiana* alginate pellets with the formulations of control, bran, wheat flour, tapioca flour, and cornstarch. Parameters observed were spore density from alginate pellets, larvae mortality, and live larvae were observed until the pupa and imago stages. The results showed that the treatment of *B. bassiana* alginate pellets with wheat flour formulation had a high spore density of $2,35 \times 10^8$ spores per ml. While the high mortality of *S. frugiperda* larvae was found in the treatment of *B. bassiana* alginate pellets (control) on days 3-5 DAP and the treatment of *B. bassiana* alginate pellets with wheat flour formulation on days 6-9 DAP.

Keywords: Alginate Pellet, *Beauveria bassiana*, Formulation, Mortality, *Spodoptera frugiperda*

PERSANTUNAN

Salam sejahtera bagi kita semua,

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan salah satu persyaratan studi S1 di Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin dengan judul “Bioassay Pelet Alginat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. dengan Penambahan Formulasi terhadap Mortalitas *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) di Laboratorium”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas atas pertolongan dan curahan dari kasih Tuhan Yang Maha Kuasa serta bimbingan, dorongan dan bantuan baik materi maupun non materi dari berbagai pihak manapun. Izinkan dari penulis dengan hati yang tulus menyampaikan terima kasih banyak kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Daddy **Hasri (Alm.)** dan Mamy **Yustin Ande**, adik tercinta **Ahdlin Bin Hasri**, serta **keluarga besar di mana pun berada** yang telah memberi dukungan dalam doa dan kasih sayang yang besar kepada penulis.
2. Ibu **Prof. Dr. Itji Diana Daud, M.S.** selaku Pembimbing Satu dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc.** selaku Pembimbing Kedua, atas segala bimbingan, arahan, dukungan, motivasi, dan juga ilmu yang baru kepada penulis dengan penuh kesabaran, keikhlasan, ketulusan dan juga memberikan saran kepada penulis.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.**, Ibu **Dr. Ir. Melina, M.P.** dan Ibu **Dr. Ir. Sulaeha Thamrin, S.P., M.Si.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan nasihat, masukan, saran, dan ilmu yang baru untuk penelitian serta penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberi pengarahan, bimbingan dan motivasi kepada penulis selama berkuliah di Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D** yang telah membimbing, mengarahkan, dan mengawasi penulis dalam menjalankan proyek penelitian ini.
6. Pak **Kamaruddin**, Pak **Ardan** dan Pak **Ahmad Yani** selaku Laboran di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan atas bantuan, perhatian dan bimbingannya selama penulis menjalankan penelitian dengan pemakaian ruangan serta alat-alat dan bahan-bahan yang tersedia.
7. **Seluruh Dosen Program Studi Agroteknologi** serta departemen lain di lingkup Fakultas Pertanian, dan **Dosen MKU** Universitas Hasanuddin atas ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan.
8. **Segenap pegawai, staf, dan tata usaha** Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan atas bantuan yang diberikan selama proses penelitian serta proses pengurusan administrasi berkas.

9. **Bantuan Bidik Misi** yang telah membiayai penulis selama perkuliahan dan biaya hidup selama menjadi mahasiswa serta **Bantuan Dana Proyek** yang membantu untuk membiayai penelitian sampai selesai.
10. *Spodoptera frugiperda* **Squad (Ruangan E14)** yaitu **Andi Arizona Thalib, Sri Rahayu, Nurul Izzah Pratiwi,** dan **Fertis Hoby Wiani** menjadi teman seperjuangan dalam kerja sama, saling membantu dan saling mengingatkan dalam menjalankan proyek penelitian ini bersama.
11. Teman-teman seperjuangan **Agroteknologi 2018** dan **Diagnosis 2018** atas dukungan dan solidaritasnya.
12. Teman-teman **MOSAIK XVIII**, kakak-kakak dan adik-adik tercinta dalam organisasi tercinta **PMK Fapertahut Unhas** atas kebersamaan dalam persekutuan, pengalaman yang luar biasa baik suka maupun duka dalam menjalankan kepanitiaan dan kepengurusan, saling berbagi pengalaman dan saling membangun spiritualitas.
13. **PPGT Jemaat Tamalanrea**, terkhusus Kelompok Sion yang telah memberi ruang kepada penulis untuk melibatkan dalam pelayanan serta memberi dukungan dan doa dalam menjalankan studi hingga tahap penyelesaian studi.
14. Teman-teman **alumni SMPN 1 Awan Rante Karua** dan **SMAN 1 Tana Toraja** atas kebersamaan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
15. Teman-teman **KKN Temantik Gel. 106 Unhas - Kelompok Tamalanrea 17** atas kebersamaannya selama KKN, serta dukungan dan doa kepada penulis dalam penyelesaian studi.

Terima kasih juga kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah berjasa memberi segala bantuan, kerja sama dan dukungan selama penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa selalu memberkati kita semua.

Penulis,
Otniel Bin Hasri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
DEKLARASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERSANTUNAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	2
1.3 Hipotesis Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae).....	3
2.1.1 Penyebaran <i>Spodoptera frugiperda</i>	3
2.1.2 Klasifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.3 Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
2.1.4 Gejala Serangan dan Kerusakan <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.2 Cendawan Entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i>	7
2.2.1 Klasifikasi <i>Beauveria bassiana</i>	8
2.2.2 Morfologi <i>Beauveria bassiana</i>	8
2.2.3 Gejala dan Mekanisme Infeksi <i>Beauveria bassiana</i>	9
2.3 Pelet Alginat	10
2.3.1 Pelet	10
2.3.2 Struktur, Sifat dan Pemanfaatan Alginat	11
2.3.3 Penggunaan dan Produksi Pelet Alginat pada Bidang Pertanian.....	12
3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metode Pelaksanaan	14
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	14
3.3.2 Perbanyakkan Larva <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
3.3.3 Perbanyakkan Isolat <i>Beauveria bassiana</i> Pada Media PDA.....	15
3.3.4 Perbanyakkan <i>Beauveria bassiana</i> Pada Media Jagung.....	15
3.3.5 Pembuatan Pelet Alginat <i>Beauveria bassiana</i>	15
3.3.6 Pengaplikasian Pelet Alginat <i>Beauveria bassiana</i>	16
3.4 Parameter Pengamatan	16
3.5 Analisis Data	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil	18
4.1.1 Perhitungan Kerapatan Spora <i>B. bassiana</i>	18

4.1.2 Uji Mortalitas <i>S. frugiperda</i> setelah Pengaplikasian Pelet Alginat <i>B. Bassiana</i>	18
4.1.3 Respon Tahapan Perkembangan/Fase <i>S. frugiperda</i> Setelah Aplikasi Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Perlakuan yang Berbeda.....	19
4.1.3.1 Persentase Larva <i>S. frugiperda</i> Berkembang Menjadi Pupa.....	19
4.1.3.2 Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> Berkembang Menjadi Imago.....	20
4.2 Pembahasan.....	20
5. PENUTUP.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1.	Perhitungan Jumlah Spora yang Diamati dan Kerapatan Spora <i>B. bassiana</i> pada Setiap Perlakuan	18
Tabel 4-2.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> Instar III Setelah Aplikasi <i>B. bassiana</i> pada Berbagai Konsentrasi di Laboratorium	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1.	Peta Penyebaran Global <i>Spodoptera frugiperda</i>	3
Gambar 2-2.	Fase Telur	5
Gambar 2-3.	Stadia/Instar Pada Fase Larva. (a) Instar 1 (b) Instar 2 (c) Instar 3 (d) Instar 4 (e) Instar 5 (f) Instar	5
Gambar 2-4.	Fase Pupa	6
Gambar 2-5.	(a) Imago Jantan (b) Imago Betina	6
Gambar 2-6.	Gejala Serangan dan Kerusakan <i>S. frugiperda</i> terhadap Tanaman Jagung	7
Gambar 2-7.	Makroskopis <i>B. bassiana</i>	8
Gambar 2-8.	Mikroskopis <i>B. bassiana</i>	8
Gambar 2-9.	Pelet	11
Gambar 4-1.	Persentase Rataan Larva Berkembang Menjadi Pupa Setelah Terinfeksi <i>Beauveria bassiana</i> pada Larva Instar 3	19
Gambar 4-2.	Persentase Rataan Pupa Berkembang Menjadi Imago Setelah Terinfeksi <i>Beauveria bassiana</i> pada Larva Instar 3	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Tabel 1a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-2 HSA (Data Sebelum Ditransformasi)	31
Lampiran Tabel 1b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-2 HSA (Data Setelah Ditransformasi)	31
Lampiran Tabel 1c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-2 HSA	31
Lampiran Tabel 1d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke- 2 HSA	31
Lampiran Tabel 2a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-3 HSA (Data Sebelum Ditransformasi)	32
Lampiran Tabel 2b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-3 HSA (Data Setelah Ditransformasi)	32
Lampiran Tabel 2c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i>	

	setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-3 HSA	32
Lampiran Tabel 2d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-3 HSA.....	32
Lampiran Tabel 3a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-4 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	33
Lampiran Tabel 3b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-4 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	33
Lampiran Tabel 3c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-4 HSA	33
Lampiran Tabel 3d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-4 HSA.....	33
Lampiran Tabel 4a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-5 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	34
Lampiran Tabel 4b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-5 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	34
Lampiran Tabel 4c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-5 HSA	34
Lampiran Tabel 4d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-5 HSA.....	34
Lampiran Tabel 5a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-6 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	35
Lampiran Tabel 5b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-6 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	35
Lampiran Tabel 5c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-6 HSA	35
Lampiran Tabel 5d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-6 HSA.....	35
Lampiran Tabel 6a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-7 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	36
Lampiran Tabel 6b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-7	

	HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	36
Lampiran Tabel 6c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-7 HSA	36
Lampiran Tabel 6d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-7 HSA.....	36
Lampiran Tabel 7a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-8 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	37
Lampiran Tabel 7b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-8 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	37
Lampiran Tabel 7c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-8 HSA	37
Lampiran Tabel 7d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-8 HSA.....	37
Lampiran Tabel 8a.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-9 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	38
Lampiran Tabel 8b.	Rata-Rata Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> (%) setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-9 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	38
Lampiran Tabel 8c.	Uji Analisis Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-9 HSA	38
Lampiran Tabel 8d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> pada Pengamatan ke-9 HSA.....	38
Lampiran Tabel 9a.	Persentase Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> berkembang menjadi Pupa mulai Pengamatan ke-5 sampai Pengamatan ke-8 HSA (Data Sebelum Ditransformasi).....	39
Lampiran Tabel 9b.	Persentase Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> berkembang menjadi Pupa mulai Pengamatan ke-5 sampai Pengamatan ke-8 HSA (Data Setelah Ditransformasi).....	39
Lampiran Tabel 9c.	Uji Analisis Sidik Ragam Persentase Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> berkembang menjadi Pupa mulai Pengamatan ke-5 sampai Pengamatan ke-8 HSA	39
Lampiran Tabel 9d.	Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Persentase Larva <i>S. frugiperda</i> setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> berkembang menjadi Pupa mulai Pengamatan ke-5 sampai	

Pengamatan ke-8 HSA	39
Lampiran Tabel 10a. Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> berkembang menjadi Imago setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> mulai Pengamatan ke-13 HSA (Data Sebelum Ditransformasi)	40
Lampiran Tabel 10b. Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> berkembang menjadi Imago setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> mulai Pengamatan ke-13 HSA (Data Setelah Ditransformasi)	40
Lampiran Tabel 10c. Uji Analisis Sidik Ragam Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> berkembang menjadi Imago setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> mulai Pengamatan ke-13 HSA.....	40
Lampiran Tabel 10d. Hasil Uji Lanjut BNT Taraf 5% (0.05) Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> berkembang menjadi Imago setelah Diaplikasikan Pelet Alginat <i>B. bassiana</i> mulai Pengamatan ke-13 HSA.....	40
Lampiran Gambar 1. Rearing Serangga <i>Spodoptera frugiperda</i>	41
Lampiran Gambar 2. Perbanyakkan Isolat <i>Beauveria bassiana</i> pada Media PDA dan Media Jagung	41
Lampiran Gambar 3. Pembuatan Pelet Alginat <i>Beauveria bassiana</i>	41
Lampiran Gambar 4. Pengaplikasian Suspensi Pelet Alginat <i>Beauveria bassiana</i> pada Larva Uji <i>Spodoptera frugiperda</i> Instar 3.....	42
Lampiran Gambar 5. Pengamatan: Perhitungan Spora <i>Beauveria bassiana</i>	42
Lampiran Gambar 6. Pengamatan: Mortalitas <i>Beauveria bassiana</i>	42

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan tanaman sereal yang bisa tumbuh hampir di seluruh dunia dan termasuk bahan pangan terpenting karena merupakan sumber karbohidrat kedua setelah beras dan memiliki banyak kegunaan bagi manusia (Bhato, 2016). Produksi jagung di Indonesia sejak tahun 2010-2018 cenderung meningkat hingga puncak sebesar 30,25 juta ton (tahun 2018), tetapi pada tahun 2019 produksi jagung mulai menurun hingga data terakhir pada tahun 2020 mencatat bahwa produksi jagung turun menjadi 22,5 juta ton (FAO, 2021). Menurut data dari Pusdatin Kementerian Pertanian RI (2020), produksi jagung di Sulawesi Selatan pada tahun 2020 mencapai sebesar 1,82 juta ton dan mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya.

Produksi dan produktivitas jagung tentunya tidak terlepas dari kendala dan hambatan, sehingga penanganan dalam masalah tersebut perlu ditingkatkan. Rendahnya produksi hasil jagung di Indonesia disebabkan oleh faktor penggunaan varietas lokal, kurangnya kesuburan tanah dan kurang memadainya pemupukan serta serangan hama dan penyakit. Serangan hama dan penyakit menjadi faktor utama permasalahan dalam produksi dan produktivitas jagung, salah satunya yaitu ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) yang menjadi hama baru di Indonesia (Hirdapina *et al.*, 2020).

Ulat grayak jagung atau dengan nama ilmiahnya *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) merupakan serangga invasif yang telah menjadi hama pada tanaman jagung. Serangga ini berasal dari Amerika bagian daerah tropis dan subtropis dan telah menyebar di berbagai negara, termasuk di Indonesia yang masuk pada pertengahan tahun 2019, pertama kali di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat (Sartiami *et al.*, 2020). Menurut data dari BBPOPT (2019), pada bulan september 2019, serangga ini ditemukan pada tanaman jagung di Provinsi Sulawesi Selatan, tepatnya di Kabupaten Gowa (Bontonompo) dan Kabupaten Takalar (Sandrobone).

Usaha petani dilakukan untuk menanggulangi serangan OPT (hama) biasanya menggunakan insektisida kimia (pestisida sistemik) sampai saat ini, walaupun memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan fisik tanaman. Dampak negatif dalam pengaplikasian insektisida kimia dapat menimbulkan ketahanan dari hama itu sendiri, terjadinya salah sasaran terhadap organisme lain dan musuh-musuh alami sehingga secara langsung akan mati, serta dapat menimbulkan pencemaran lingkungan yang dapat membahayakan manusia dan makhluk lainnya. Sasaran dalam pengendalian yang telah dikembangkan adalah pengolahan hama terpadu (PHT), yaitu suatu program khusus dalam pengolahan yang sudah direncanakan untuk mempertahankan OPT dan menargetkan di bawah ambang ekonomi sesuai dengan kondisi lingkungan sehingga tidak akan menimbulkan kerugian yang besar (Ekowati, 2011).

Pengendalian hayati adalah suatu pengaplikasian alternatif untuk mengendalikan hama tanaman jagung sebagai pengganti pestisida sistemik. Saat ini sudah banyak diteliti keefektifan mikroorganisme musuh alami serangga seperti virus, cendawan, nematoda dan bakteri sebagai teknologi alternatif untuk mengendalikan serangan hama atau sebagai agens pengendalian hayati (Mas'ud, 2010). Pengendalian hayati dengan memanfaatkan cendawan entomopatogen yang memiliki kemampuan untuk

mengembangannya secara meluas, diantaranya adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Nomuraea rileyi*. Dalam pemanfaatan cendawan ini perlu adanya usaha untuk mempertahankan keefektifan dan kesinambungannya melalui pengembangan formulasinya, yang dapat dipengaruhi oleh media perbanyakan, *carrier* (bahan pembawa), dan konidia cendawannya (Herlinda *et al.*, 2012).

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. merupakan cendawan entomopatogen yang dapat dikembangkan sebagai mikoinsektisida dan dapat diproduksi secara massal baik dalam bentuk media padat maupun cair (Junianto, 2000). *Beauveria bassiana* menghasilkan racun (toksin) seperti *beauvericine*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat sehingga dapat mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga (Sianturi *et al.*, 2014). Formulasi *B. bassiana* berupa pelet hasil enkapsulasi miselium selain efektif untuk meningkatkan mortalitas hama juga untuk mengurangi kompetisi dengan mikroba lain (White, 1995).

Beberapa bahan pembawa (*carrier*) telah diteliti untuk kesesuaian formulasi *B. bassiana*, antara lain tepung tapioka, tepung beras, dan tepung maizena yang dikombinasikan dengan temperatur penyimpanan yang ideal. Tepung tapioka pada temperatur penyimpanan 5°C efektif mempertahankan viabilitas konidia *B. bassiana* hingga sekurang-kurangnya 2 bulan masa penyimpanan (Sri-Sukanto dan Yuliantoro, 2006). Tepung jagung mengandung karbohidrat (73,7 g) yang lebih rendah dibanding tepung terigu (77,3 g) dan mengandung lemak, fosfor, besi, vitamin B1, pigmen beta karoten yang berfungsi sebagai prekursor vitamin A dan antioksidan yang lebih tinggi (Hardiyanti *et al.*, 2016). Tepung terigu mempunyai kandungan air 14%, kadar protein 8-12%, kadar abu 0,25-1,60%, dan gluten basah 24-36% (Matz, 1972).

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai bioassay *Beauveria bassiana* dengan perlakuan bahan formulasi terhadap hama *Spodoptera frugiperda* di laboratorium.

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan perlakuan formulasi pelet alginat *Beauveria bassiana* terhadap kerapatan spora, serta untuk mengetahui keefektifan penggunaan perlakuan formulasi pelet alginat *Beauveria bassiana* untuk mengendalikan hama *Spodoptera frugiperda* di laboratorium.

Kegunaan dilakukan penelitian ini adalah sebagai bahan informasi dan pengetahuan baru mengenai pengaruh penggunaan perlakuan formulasi pelet alginat *Beauveria bassiana* terhadap kerapatan spora serta keefektifannya untuk mengendalikan hama *Spodoptera frugiperda*.

1.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat salah satu dari perlakuan formulasi pelet alginat *Beauveria bassiana* yang memiliki kerapatan spora terbanyak serta terdapat salah satu dari perlakuan formulasi pelet alginat yang paling efektif dalam pengendalian larva *Spodoptera frugiperda*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)

2.1.1 Penyebaran *Spodoptera frugiperda*

Ulat grayak atau *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith merupakan serangga invasif yang telah menjadi hama pada tanaman jagung (*Zea mays*) di Indonesia (Maharani *et al.*, 2019). *Spodoptera frugiperda* berasal dari daerah tropis dan subtropis di Amerika. Serangga ini hidup sepanjang tahun dari selatan sejauh Argentina hingga utara sejauh Florida Selatan dan Texas. Pada tahun 2016 dilaporkan bahwa untuk pertama kalinya dari benua Afrika, serangga ini masuk di Nigeria, Sao Tomé, Benin dan Togo, dan sampai sekarang telah dikonfirmasi di lebih dari 30 negara Afrika. Pada tahun 2018, *S. frugiperda* dilaporkan pertama kali masuk ke negara India, di Karnataka dan Andhra Pradesh, serta kota-kota lainnya (Rwomushana, 2019).

Distribusi geografis *S. frugiperda* saat ini meliputi Amerika, Afrika, Eropa dan Asia. Di Amerika, hama ini dilaporkan menyerang tanaman jagung di beberapa negara, seperti Bermuda, Kanada, Amerika Serikat, Meksiko, Brasil, Argentina, dan Chili. Pada tahun 2018, beberapa negara di Eropa, termasuk Jerman, mulai mencari cara untuk mengendalikan ulat grayak ini, sehingga beberapa negara, seperti Belanda dan Slovenia, belum menemukan atau belum memiliki hama ini. Ulat grayak ini memasuki benua Asia pada tahun 2018 dan telah dilaporkan menginfeksi tanaman jagung di India, Myanmar dan Thailand (Nonci *et. al.*, 2019).

Penyebaran serangga larva *Spodoptera frugiperda* di Indonesia pertama kali masuk sejak pertengahan tahun 2019 tanpa diikuti dengan musuh alaminya dan langsung menyerang tanaman jagung sehingga perkembangan populasinya sangat cepat dan sangat tinggi. Serangga ini tersebar luas di berbagai provinsi di Indonesia, seperti Provinsi Aceh, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Gorontalo dan lain-lain. Hingga saat ini, penyebaran serangga ini di Indonesia masih terus berlanjut ke beberapa daerah yang mungkin belum adanya serangga ini (BBPOPT, 2019).



Gambar 2-1. Peta Penyebaran Global *Spodoptera frugiperda* (IPPC, 2021)

Dari data yang diakses pada tahun 2020, Asia Tenggara memproduksi sekitar 52 juta ton jagung dan mengimpor 23 juta ton lagi. Kerugian panen yang diprediksi dari *Spodoptera frugiperda* tanpa tindakan pengendalian yang efektif (diperkirakan

kehilangan 10%), kemungkinan akan mengakibatkan peningkatan impor jagung secara terus menerus. Dengan asumsi tingkat ekspor yang rendah tetap konstan dan ASEAN kemudian mengimpor jagung untuk menutupi kekurangan tersebut, hal ini dapat menimbulkan biaya tambahan sekitar US\$884 juta per tahun dan berdampak pada valuta asing ASEAN. Biaya jagung impor yang lebih tinggi kemungkinan akan menghasilkan harga yang lebih tinggi dan gangguan pasokan makanan, pakan ternak (misalnya ayam, kambing, sapi, dll) dan serat (yaitu pati) dengan dampak berjenjang di sepanjang rantai nilai pangan (ASEAN, 2020).

S. frugiperda mudah menular pada berbagai tanaman inang, seperti tanaman jagung. Serangga ini memakan daun, batang dan bagian reproduksi lebih dari 350 spesies tanaman, sangat merusak budidaya tanaman pangan ekonomis penting seperti jagung, beras, sorgum, tebu, gandum, tanaman sayuran dan tanaman kapas. Tidak seperti kebanyakan hama dari spesies migrasi lainnya, *S. frugiperda* tidak dorman atau dorman dalam kondisi ekstrim, seperti pada musim dingin. Jadi, dengan datangnya musim semi, serangga tersebut dari daerah tropis ini akan bermigrasi ke utara. Pergerakan hingga jarak maksimum dari serangga ini tergantung pada sifat angin yang kencang (Nonci *et al.*, 2019).

2.1.2 Klasifikasi *Spodoptera frugiperda*

Menurut Rwomushana (2019), klasifikasi *Spodoptera frugiperda* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Lepidoptera
Famili : Noctuidae
Genus : Spodoptera
Spesies : *Spodoptera frugiperda*

2.1.3 Bioekologi *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda sangat polifag, dengan larvanya memakan lebih dari 350 tanaman dari lebih dari 75 famili. Serangga ini termasuk spesies tropis dan subtropis dengan suhu pertumbuhan optimum berkisar antara 23,9 hingga 32,2 °C (80 hingga 90 °F). Suhu minimum tahunan penting karena serangga ini tidak dapat tidur dan tidak bertahan hidup di bawah suhu tertentu. Serangga ini (betina) dapat bertelur hingga 8 massa telur per generasi, dengan setiap massa telur memiliki 10 hingga lebih dari 700 telur dan dapat bertelur lebih dari 1.500 telur dalam hidupnya. Pada suhu yang optimum, serangga ini dapat mencapai 6-8 generasi per tahun. Siklus hidupnya selesai dalam waktu sekitar 28 hari di bawah kondisi suhu pengembangan optimal dan diperpanjang hingga 90 hari pada suhu rendah (IPPC, 2021).

Ngengat *S. frugiperda* (pada fase imago) dapat terbang dengan kuat dengan bantuan angin, sehingga perjalanan setidaknya 100 km dalam semalam. Penyebaran angin adalah salah satu rute yang memungkinkan untuk penyebaran jarak jauh secara alami. Oleh karena itu, ngengat ini memiliki kemampuan yang luar biasa untuk

menyebarkan, dan karakteristiknya mungkin telah berkembang sebagai bagian dari strategi sejarah hidupnya (Johnson, 1987).

Menurut Navasero dan Navasero (2020) serta Nonci *et. al.* (2019), siklus hidup pada serangga *Spodoptera frugiperda* adalah sebagai berikut:

1. Telur

Telur berbentuk kubah dan dorso-ventral pipih, putih sampai kuning, dan diletakkan sendiri-sendiri tetapi dalam massa atau kelompok, dalam beberapa lapisan, satu di atas yang lain. Biasanya telur berukuran sekitar 0,3 sampai 0,4 mm dan menghasilkan telur dengan rata-rata 1.500 - 2.000 selama hidupnya. Pada jagung, betina menyimpan telur dalam kelompok dan menutupinya dengan sisik abu-abu kapas. Namun, dalam kurungan, telur betina juga disimpan dalam kelompok tetapi secara longgar ditutupi dengan sisik abu-abu kapas. Telur menjadi gelap atau hitam saat akan menetas dalam 2-3 hari.



Gambar 2-2. Fase Telur (BBPOPT, 2019)

2. Larva

S. frugiperda memiliki 6 instar. Instar pertama berwarna kekuning-kuningan tetapi tampak gelap dengan mata telanjang karena seta hitam kecoklatan dan kepala hitam. Terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedua dari segmen terakhir, setiap titik hitam memiliki rambut pendek. Pinacula yang mencolok sedini instar pertama bila dilihat di bawah mikroskop tetapi menjadi lebih menonjol dan lebih besar sebagai larva tumbuh hingga tahap larva instar ke-6. Wajah memiliki garis "Y" terbalik putih berwarna terang di bagian depan kepala. Larva meranggas lima kali ketika dibesarkan di jagung. Warna larva dewasa berkisar dari hijau tua sampai hijau keunguan, atau coklat. Warna yang paling umum adalah hijau keunguan, dengan garis tengah punggung yang lebih terang dan garis yang lebih gelap di setiap sisinya. Instar keenam berhenti makan selama satu atau dua hari (pra-pupa) sebelum berubah menjadi pupa. Larva biasanya bersembunyi pada siang hari dan muncul pada sore dan malam hari. Stadium larva berlangsung sekitar 14-20 hari saat suhu optimal (biasanya pada saat musim panas) dan kurang lebih 30 hari selama musim dingin.



Gambar 2-3. Stadia/Instar Pada Fase Larva. (a) Instar 1 (b) Instar 2 (c) Instar 3 (d) Instar 4 (e) Instar 5 (f) Instar 6 (Hutagalung *et al.*, 2021)

3. Pupa

Di laboratorium, pupa terjadi di antara stek daun jagung, di bawah lapisan kertas tisu/saring dan sisi pelat plastik. Di lapangan, tanah lempung berpasir adalah yang paling cocok untuk pupa dan kemunculan dewasa. Pupa terlihat awalnya berwarna keputihan - hijau berubah menjadi coklat dan menjadi gelap mendekati fase dewasa (imago). Pupa biasanya memiliki panjang sekitar 14-18 mm dan lebar sekitar 4,5 mm. Perkembangan pupa berlangsung antara 12 - 14 hari (musim panas) dan 20 – 30 hari (musim dingin) sebelum memasuki fase dewasa.



Gambar 2-4. Fase Pupa (BBPOPT, 2019)

4. Imago

Imago (ngengat) memiliki lebar bentangan sayap antara 3 – 4 cm. Sayap depan jantan berwarna cokelat keabu-abuan sampai cokelat karat dengan bercak putih segitiga yang mencolok di daerah apikal; bintik reniform redup, sebagian tetapi dilapisi hitam; bintik bulat berwarna cokelat muda, lonjong dan miring; dengan deretan tanda kecil di dekat tepi apikal. Sayap depan betina berwarna cokelat keabu-abuan sampai cokelat karat tetapi lebih gelap dari jantan. Pada kedua jenis kelamin, sayap belakang berwarna putih keperakan dengan batas apikal kecokelatan. Rata-rata imago hidup selama 2 – 3 minggu sebelum mati.



Gambar 2-5. (a) Imago Jantan (b) Imago Betina (L. J. Buss dalam Nonci *et al.*, 2019)

2.1.4 Gejala Serangan dan Kerusakan *Spodoptera frugiperda*

Pada umumnya, *Spodoptera frugiperda* menyerang tanaman jagung yang berlangsung dari fase muda (vegetatif) hingga berbunga (vegetatif), tetap lebih sering menyerang pada fase vegetatif. Larva *S. frugiperda* ditemukan pada pucuk tanaman jagung yang terinfeksi pada saat daun belum sepenuhnya terbuka (tunas) dengan banyak berlubang (bekas gigitan) dan kaya akan kotoran larva. Jika dibuka daunnya, maka akan terlihat banyak bagian daun yang rusak dengan banyak bekas gigitan oleh larva itu sendiri (Lubis *et al.*, 2020).

Larva *S. frugiperda* menyerang pada bagian-bagian daun jagung yang berbeda-beda tergantung pada tahap perkembangan hama tersebut. Pada tahap awal atau baru menetas, larva muda (instar 1 dan 2) menyerang permukaan bawah daun yang meninggalkan kutikula (epidermis) daun dengan ukuran yang agak kecil. Namun,

setelah larva berkembang ke tahap/fase lebih lanjut (masuk ke instar 3 sampai 6), kerusakan tanaman jagung dapat terjadi tidak hanya pada daun saja tetapi juga menyerang pada batang dan tongkol jagung (Firmansyah dan Ramadhan, 2021).

Gejala kerusakan dari *S. frugiperda* pada tanaman jagung umumnya ditandai dengan adanya bekas gerakan larva, memiliki serbuk kasar menyerupai bubuk gergaji di permukaan atas daun atau di sekitar pucuk tanaman jagung. Tanda-tanda awal dari serangan *S. frugiperda* hampir sama dengan gejala serangan hama-hama lainnya di tanaman jagung. Jika larva merusak pucuk daun muda atau titik tumbuh tanaman akan menyebabkan tanaman jagung mati. Daun yang dimakan oleh larva *S. frugiperda* akan terus tumbuh mengakibatkan munculnya lubang-lubang di daun tanaman yang merupakan karakteristik khas serangan larva *S. frugiperda* pada jagung. Larva dapat juga menyerang bagian tongkol jagung jika populasi hama *S. frugiperda* sangat tinggi dan masuk ke tahap instar dewasa, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan secara langsung dan berpengaruh pada hasil panen. Larva yang berumur 8 sampai 14 hari bisa menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung, terutama pada fase titik tumbuh tanaman jagung muda (fase vegetatif) (Azwana, 2021).



Gambar 2-6. Gejala Serangan dan Kerusakan *S. frugiperda* terhadap Tanaman Jagung (Firmansyah dan Ramadhan, 2021)

2.2 Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang berperan sebagai agen pengendali hayati yang sangat efektif untuk mengendalikan banyak spesies serangga, mulai dari Ordo Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera dan Diptera. *B. bassiana* merupakan cendawan penyebab penyakit sklerosis putih (*white muscardine*) pada hama (serangga) dan menghasilkan miselium dan konidia (spora) berwarna putih pada tubuh serangga hama (Rosmiati *et al.*, 2018). Cendawan *B. bassiana* penyebab penyakit pada serangga pertama kali ditemukan oleh Agostino Bassi di Bose, Perancis. Steinhaus yang kemudain mengujinya pada ulat sutera (*Bombyx mori*). Penelitian tersebut bukan hanya sebagai penemuan penyakit pertama pada serangga, tetapi juga yang pertama untuk binatang. Untuk menghormati Agostino Bassi, cendawan itu kemudian diberi nama *Beauveria bassiana* (Utami, 2019).

Sebagai patogen serangga, *B. bassiana* dapat diisolasi secara alami dari tanaman dan tanah. Sifatnya yang seperti wabah sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim yang membutuhkan lingkungan yang sangat lembab dan hangat. Di beberapa negara, cendawan ini telah digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan berbagai hama mulai dari tanaman pangan, tanaman hias, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan, tanaman gurun, dan sawah (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan *B. bassiana* adalah mudah menginfeksi serangga sasaran (hama), tidak mematikan serangga non-hama, memiliki banyak *strain*, dapat tumbuh secara *in vitro* dan aman bagi lingkungan. *B. bassiana* diisolasi dari tanah lapang atau serangga yang terinfeksi dan dapat bertahan hidup beberapa tahun di dalam tanah, terutama jika agen pemuliaan menginfeksi inang yang sensitif. Berbagai metode perbanyakan *B. bassiana* yang dilakukan oleh beberapa peneliti asing antara lain fermentasi cair, konidia dalam cairan, miselium kering, dan pertumbuhan konidia dalam media cair (Hasyim *et al.*, 2005).

2.2.1 Klasifikasi *Beauveria bassiana*

Menurut CABI (2019), klasifikasi *Beauveria bassiana* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Subfilum	: Pezizomycotina
Kelas	: Sordariomycetes
Subkelas	: Hypocreomycetidae
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Cordycipitaceae
Genus	: Beauveria
Spesies	: <i>Beauveria bassiana</i>

2.2.2 Morfologi *Beauveria bassiana*

Spora (konidia) *Beauveria bassiana* berbentuk bulat sampai lonjong, uniseluler, hialin, ukuran spora bervariasi antara 2-3 μ m, terbentuk pada setiap kotiledonnya. Ukuran panjang miselium (hifa) *B. bassiana* adalah 1,5-2,1 μ m, berhialin, bersekat dan bercabang. Miseliumnya berupa filament-filamen halus berwarna putih, namun seiring bertambahnya usia, warnanya berubah menjadi kuning pucat. Koloni cendawan *B. bassiana* berwarna putih dan biasanya ditanam pada media *potato dextrose agar* (PDA), kemudian koloni berubah warna menjadi kuning *opalescent* seiring bertambahnya usia cendawan tersebut. Diameter koloni *B. bassiana* pada media PDA berumur 21 hari setelah inokulasi mencapai antara 8-9 cm. Pada umur tersebut koloni cendawan tersebut telah tumbuh optimal pada media padat dan menghasilkan spora sebagai organ infeksi, dan membutuhkan waktu sampai 14 hari jika memproduksi spora secara optimal dalam media cair (Bayu *et al.*, 2021).



Gambar 2-7. Makroskopis *B. bassiana*
(Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 2-8. Mikroskopis *B. bassiana*
(Saldi, 2020)

Beauveria bassiana dapat tumbuh secara optimal pada kisaran suhu 15-30°C. *B. bassiana* dapat ditemukan di seluruh dunia dan merupakan cendawan endomopatogen

dengan varian inang terbanyak di antara cendawan endomopatogen lainnya. *B. bassiana* bersifat parasit sehingga dapat membunuh inangnya (terutama serangga), tetapi cendawan ini juga dapat berkembang menjadi saprofit di lingkungan alami atau alam liar jika inangnya tidak ditemukan (Bayu *et al.*, 2021).

Kelembaban dan suhu serta beberapa cahaya berperan yang sangat penting dalam infeksi dan pembentukan spora jamur serangga. Perkecambahan dan pembentukan spora pada permukaan tubuh serangga memerlukan kelembaban yang sangat tinggi (sekitar >90% RH), terutama kelembaban lingkungan mikro di sekitar spora yang berperan penting dalam proses pertumbuhan, perkecambahan dan produksi spora. Sedangkan untuk mengeluarkan spora *B. bassiana* dari spora, hanya membutuhkan kelembaban sekitar 50%. Intensitas cahaya matahari dengan rata-rata panjang gelombang antara 290-400 nm cukup efektif menurunkan persistensi deposit konidia pada pertanaman. Jika intensitas cahaya memasuki sinar ultraviolet tertentu, maka dapat merusak konidia cendawan (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Cendawan *B. bassiana* dapat bereproduksi secara aseksual dengan cara membentuk konidia (spora). Reproduksi seksual terjadi melalui pembentukan askokarp. Proses ini dimulai dengan plasmogami antara elemen jantan (*antheridium*) dan gametangium betina (*ascogonium*). Setelah pembuahan, sebuah askus yang mengandung inti diploid terbentuk. Inti diploid dari askus muda mengalami meiosis untuk membentuk empat inti haploid, yang kemudian dapat menjalani beberapa proses mitosis. Nukleus dikelilingi oleh dinding dan tumbuh menjadi askospora matang. Askospora yang matang muncul dan keluar dari askus dan askokarp (Gandjar, 2006).

2.2.3 Gejala dan Mekanisme Infeksi *Beauveria bassiana*

Gejala serangan pada serangga yang terserang atau terinfeksi oleh *Beauveria bassiana* yaitu gerakan larva mulai lamban, nafsu makan berkurang lemas yang terjadi pada hari pertama sampai hari kedua setelah pengaplikasian. Pada hari ke tiga sampai empat larva mulai kaku dan mengeras. Tidak lama kemudian tubuhnya mengalami perubahan warna dan ditutupi oleh hifa berwarna putih. Tetapi tubuh serangga yang mati tidak mengeluarkan bau busuk dikarenakan adanya pemberian *B. bassiana* yang memiliki toksin yaitu *beauverizin* (Sianturi *et al.*, 2014).

Kematian serangga biasanya karena kerusakan jaringan secara menyeluruh dan/atau toksin yang dihasilkan oleh cendawan *B. bassiana*. Penyakit jamur putih (*white muscardine*) menyerang saluran pencernaan serangga sehingga menyebabkan gangguan nutrisi hingga kematian. Tubuh serangga yang terbunuh berwarna putih karena penetrasi spora *B. bassiana*. Jumlah spora yang dapat dihasilkan oleh serangga ditentukan oleh ukuran serangga tersebut. Setiap serangga yang terinfeksi *B. bassiana* menjadi sumber infeksi bagi serangga sehat di sekitarnya. Keberadaannya di alam liar menyebabkan *B. bassiana* dengan cepat menginfeksi populasi serangga dan menyebabkan kematiannya (Soetopo & Indrayani, 2007).

Menurut Dannon *et al.* (2020), infeksi inang oleh cendawan *Beauveria bassiana* terjadi dalam 4 mekanisme, yaitu inokulasi, perkecambahan (germinasi) dan diferensiasi, penetrasi, dan penyebaran (diseminasi).

1. Pada tahap pertama yaitu inokulasi. Inokulasi ditandai dengan mekanisme pengenalan dan kompatibilitas konidia sel kutikula inang. Konidia (atau dalam beberapa kasus blastospora) melekat pada kutikula serangga dengan gaya elektrostatis dan kimia. Kemudian, melalui produksi lendir, mereka menginduksi modifikasi epikutikular yang mengarah ke perkecambahan konidia.
2. Pada tahap kedua yaitu perkecambahan (germinasi) dan diferensiasi. Perkecambahan adalah proses pertumbuhan spora tergantung pada kondisi lingkungan, dan juga pada fisiologi inang (komposisi biokimia kutikula inang). Kondisi seperti itu bisa merangsang atau menghambatnya. Ketika kondisi yang ideal, perkecambahan konidia atau blastospora mengarah pada sela-sela jaringan tubuh serangga. Faktanya, konidia berkecambah dan membentuk bak benih dengan rehidrasi dan rangsangan kimia. Diferensiasi dicirikan oleh appressoria atau pembentukan pasak penetrasi, yang berfungsi sebagai titik tinta, melunakkan kutikula dan mendorong penetrasi. Untuk tujuan ini, bak benih dapat membentuk struktur khusus, yaitu apresorium (yaitu ekspresi sel yang diperbesar yang mengandung enzim pendegradasi kutikula hidrolitik utama) atau pasak penetrasi yang memungkinkan pertumbuhan hifa menembus integumen inang.
3. Pada tahap ketiga yaitu penetrasi. Dari apresorium atau pasak penetrasi dan dengan aksi hidrolitik enzim (protease, kitinase, lipase, yang paling penting adalah protease), tekanan mekanis, dan faktor lain (seperti oksalat), hifa-hifanya mampu menembus semua lapisan kutikula hingga mencapai lingkungan yang kaya nutrisi, yaitu hemolimfa serangga.
4. Pada tahap keempat yaitu penyebaran (diseminasi). Dalam hemolimfa, cendawan *B. bassiana* mengalami diferensiasi morfogenetik dari pertumbuhan berfilamen menjadi sel tunggal, badan hifa seperti ragi atau blastospora yang secara strategis mengeksploitasi nutrisi, menguasai jaringan internal, dan mengganggu sistem kekebalan serangga inang. Selama tahap infeksi ini, cendawan ini juga dapat mengeluarkan metabolit toksik untuk membantu mengatasi mekanisme pertahanan kekebalan serangga agar kolonisasinya berhasil. Beberapa strain menghasilkan racun non-enzimatik seperti *beauvericin*, *beauverolides*, *bassianolides*, dan *isarolides* yang dapat meningkatkan kecepatan proses infeksi. Peristiwa tersebut akhirnya berujung pada kematian inang yang menjadi mumi. Kemudian, hifa *B. bassiana* melintasi integumen serangga secara istimewa pada tingkat antar segmen dan kemudian menjadi putih kapas. Akhirnya, konidiofor muncul pada mayat mumi setelah beberapa hari dan membawa konidia infeksi baru (sporulasi) untuk penyebaran (penyebaran pasif).

2.3 Pelet Alginat

2.3.1 Pelet

Pelet adalah bahan baku pangan yang telah dicampur, dipadatkan dan dicetak dengan cara dikeluarkan dari cetakan melalui proses konvensional ataupun mekanis. Pengolahan makanan berbentuk pelet dapat dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, yaitu meningkatkan kepadatan makanan untuk mengurangi nafsu makan, menghemat ruang penyimpanan, mengurangi biaya transportasi, mempermudah

penanganan dan penyajian makanan; kepadatan tinggi akan meningkatkan asupan pakan dan mengurangi dispersi pakan; mencegah terjadinya *demixing* atau penguraian konstituen pelet sehingga konsumsi pakan sesuai dengan persyaratan standar (Sutrisno *et al.*, 2005).

Upaya untuk mendapatkan pelet berkualitas baik dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu penggilingan (*crushing*), pencampuran (*mixing*), penguapan (*conditioning*), pencetakan (*pelleting*), pendinginan dan pengeringan. Pencampuran adalah proses menggabungkan bahan-bahan agar setiap bahan menjadi seragam, yang bertujuan untuk menciptakan produk dengan nilai gizi yang sesuai. Penguapan adalah proses pemanasan dengan uap pada bahan untuk membentuk proses gelatinisasi agar terjadi adhesi antar partikel penyusun sehingga bentuk pelet menjadi kompak, waktu konstan, tekstur baik dan kekakuan (Ilmiawan, 2015).

Pencetakan (*pelleting*) adalah proses pengubahan menjadi bentuk pekat melalui pengepresan dan penguapan dengan tujuan membentuk makanan yang seragam agar tidak mudah terdispersi. Pencetakan dingin dilakukan jika bahan baku yang digunakan mengandung pati yang jika kontak dengan air akan mengikat bahan menjadi satu. Proses pengeringan adalah untuk menghilangkan kadar air bahan pangan hingga kurang dari 14% sesuai dengan persyaratan mutu umum bahan pangan. Pengeringan dilakukan jika pencetakan dilakukan dengan mesin sederhana. Pengeringan dan pendinginan dilakukan untuk mencegah serangan jamur pelet (parasit) selama penyimpanan (Ilmiawan, 2015).



Gambar 2-9. Pelet (Japfa, 2018)

2.3.2 Struktur, Sifat dan Pemanfaatan Alginat

Alginat merupakan suatu polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut coklat seperti *Sargassum sp.* dan *Turbinaria sp.* Alginat tersusun atas residu asam β -D-manuronat dan α -L-guluronat yang dihubungkan melalui ikatan 1,4. dan banyak digunakan untuk industri makanan dan minuman, kosmetik dan industri farmasi. Dalam rantai alginat terdapat asam manuronat dan asam guluronat yang berselingan, tetapi struktur gugus kopolimer dengan satu gugus yang sering terbentuk hanya mengandung asam guluronat dan asam manuronat. Rantai akhir biasanya terdiri dari bidang mannuronik atau guluronik murni dengan beberapa kelompok campuran (Ramsden, 2004).

Berat molekul alginat adalah 32-200 kDa, yang berkaitan erat dengan derajat polimerisasi 180-930. Nilai pKa dari gugus karboksil adalah 3,4-4,4. Alginat larut dalam air sebagai garam alkali, magnesium, amonia atau amina (Belitz dan Grosch, 2004). Alginat ini tidak bersifat toksik, tidak memberikan reaksi alergi, bersifat biodegradable dan biokompatibel. Asam alginat sendiri tidak larut dalam air sehingga

yang biasa digunakan adalah sodium alginat. Sodium alginat termasuk salah satu jenis poliuronat, yakni polisakarida ionik alami, apabila direaksikan dengan divalen kation seperti ion kalsium (Ca^{2+}) segera terbentuk gel yang tidak larut dalam air, dalam hal ini kalsium alginate (Wathoniyyah, 2016).

Pemanfaatan alginat didasarkan pada tiga sifat utama, yaitu kemampuan untuk meningkatkan viskositas larutan ketika alginat dilarutkan ke dalam air, kemampuan untuk membentuk gel alginat ketika garam Ca ditambahkan ke dalam larutan natrium alginat, dan kemampuan untuk membentuk alginat, membran natrium atau kalsium alginat dan serat kalsium alginat. Dalam industri makanan, alginat digunakan sebagai pengental, pembentuk gel, penstabil, pengemulsi, pengemulsi dan agen suspensi. Selain itu, natrium alginat dapat menjaga produk dalam kondisi baik selama penyimpanan dan pemasaran (Subaryono, 2010).

2.3.3 Penggunaan dan Produksi Pelet Alginat pada Bidang Pertanian

Penggunaan natrium alginat yang dilaporkan pertama kali untuk mengenkapsulasi agen pengendalian hayati adalah untuk membuat mikroherbisida dengan mengenkapsulasi lima jamur yang berbeda. Semua jamur yang dienkapsulasi dalam penelitian ini bersporulasi di bawah kondisi lapangan saat direhidrasi. Sejak saat itu, peneliti lain telah berhasil menggunakan proses alginat untuk membuat pelet dan memberikan agen kontrol biologis hidup. Penelitian yang dilakukan Bashan (1986) menggunakan alginat untuk mengenkapsulasi bakteri *Azospirillum brasilense* yang membantu pertumbuhan tanaman, dan kemudian menggunakannya untuk menyuntik akar tanaman gandum biasa (*Triticum aestivum* cv. Deganit) dengan sukses di laboratorium (White, 1995).

Jamur entomopatogen juga bisa dienkapsulasi dan diterapkan pada populasi hama serangga sasaran. Sebagai contoh, sebuah isolat *B. bassiana* patogen untuk kutu daun sereal (*Scizaphis grawinum*) adalah alginat-enkapsulasi dan menyebabkan kematian kutu substansial pada percobaan di dalam laboratorium. Selain itu, pelet alginat juga telah berhasil digunakan untuk memerangi nematoda kayu pinus di Jepang. Pelet yang mengandung *B. bassiana* ditanamkan pada batang pohon yang terinfeksi pada nematoda *Monochamus alternatus* dan mortalitas rata-rata nematoda adalah 43-45% (White, 1995).

Penelitian tentang pembuatan pelet alginat *Beauveria bassiana* yang dilakukan oleh Bextine dan Thorvilson (2002) adalah sebagai berikut. Larutan natrium alginat 1% dibuat dengan melarutkan 2,5 g natrium alginat dalam 10 ml etanol 95%, kemudian dilarutkan dalam air osmosis balik. Miselium ditambahkan sebanyak 37 gram miselia basah per 100 ml larutan natrium alginat. Suspensi dicampur dalam blender dengan 2 g dedak gandum. Pewarna oranye, reflektif UV ditambahkan ke setiap *batch* pelet untuk memudahkan pengamatan pelet siang hari dan malam hari. Setelah dicampur, suspensi ditambahkan tetes demi tetes menggunakan pipet steril 10 ml ke dalam larutan kalsium glukonat berair 0,25 M. Pelet yang dihasilkan ditiriskan dengan saringan setelah 5 menit dan dikeringkan pada dua lembar kertas lilin di atas meja laboratorium. Setelah pengeringan selama 24 jam, pelet telah menyusut hingga 10% dari volume aslinya dan disimpan dalam botol plastik kedap udara. Untuk setiap *batch* pelet *B. bassiana* yang

dihasilkan, sampel ditempatkan dalam cawan petri di atas kertas saring yang disterilkan yang dibasahi dengan air osmosis balik yang disterilkan. Pelet diinkubasi pada 25°C selama 7 hari dan dipantau untuk produksi konidiofor dan konidia agar pelet tidak terkontaminasi. Setelah pelet terhidrasi dan menghasilkan konidia, batch yang sesuai digunakan dalam percobaan.

Penelitian ini memberikan bukti bahwa pelet alginat *B. bassiana* dapat menyebabkan penurunan populasi serangga hama, seperti *S. invicta* yang signifikan dan dapat digunakan sebagai agen kontrol yang efektif di lapangan. Sistem penghantaran yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat secara efektif mengintroduksi patogen ke koloni *S. invicta*. Pelet yang diberi umpan menargetkan populasi hama yang tinggal di tanah (*S. invicta*), sekaligus melindungi patogen jamur dari degradasi akibat paparan sinar UV atau faktor lingkungan lainnya. Enkapsulasi miselia dengan nutrisi, berlawanan dengan penerapan konidia, dapat meningkatkan peluang keberhasilan pengendalian biologis karena pertumbuhan vegetatif jamur dapat ditingkatkan, dan kontak langsung dengan semut tidak diperlukan (Bextine dan Thorvilson, 2002).