

SKRIPSI

**EFIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* Ernst
Berliner UNTUK MENGENDALIKAN HAMA *Spodoptera frugiperda* J.E Smith
(*Lepidoptera: Noctuidae*)**

Disusun dan diajukan oleh:

MUH. KAUSAR ERZULSYAH MAHMUD

G111 16 336



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

MAKASSAR

2021

**EFIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis* Ernst
Berliner UNTUK MENGENDALIKAN HAMA *Spodoptera frugiperda* J.E Smith
(*Lepidoptera: Noctuidae*)**

OLEH :

MUH. KAUSAR ERZULSYAH MAHMUD

G111 16 336

Laporan Praktik Lapang dalam Mata Ajaran Minat Utama

Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Pada

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

EFIKASI BIOINSEKTISIDA BERBAHAN AKTIF *Bacillus thuringiensis*
Ernst Berliner UNTUK MENGENDALIKAN HAMA *Spodoptera frugiperda*
J.E Smith (*Lepidoptera: Noctuidae*)

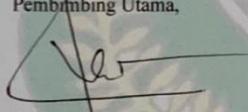
Disusun dan diajukan oleh

MUH. KAUSAR ERZULSYAH MAHMUD
G111 16 336

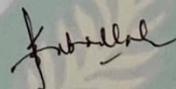
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas
Hasanuddin
pada tanggal 15 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Dr. Ir. Melina, MP
NIP.19610603 198702 2 001

Pendamping Pembimbing,


Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si
NIP. 19640807 199002 1 001

Ketua Departemen,

Prof. Dra. Hayik Kuswinanti, M.Sc.
NIP.19650316 198903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muh. Kausar Erzulsyah Mahmud
NIM : G111 16 336
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Efikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Ernst Berliner Untuk Mengendalikan Hama *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2021

Yang Menyatakan,



Muh. Kausar Erzulsyah Mahmud

Efikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Ernst Berliner Untuk Mengendalikan Hama *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Muh. Kausar Erzulsyah Mahmud, Melina, Tamrin Abdullah
(kausarmahmud@gmail.com)

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Hama yang menyerang dan sangat ditakuti petani pada pertanaman jagung di Indonesia adalah hama *S. frugiperda* karena dapat menurunkan produksi jagung dikarenakan dapat merusak seluruh bagian dari tanaman jagung. Salah satu alternatif pengendalian hama *S. frugiperda* dalam menyerang tanaman jagung yang cukup ramah lingkungan, yaitu penggunaan bioinsektisida berbahan aktif *B. thuringiensis*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efikasi beberapa merek bioinsektisida *B. thuringiensis* dalam mematikan hama *S. frugiperda* pada skala laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hubungan Serangga dan Penyakit Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar pada bulan Februari-Maret 2020. Rancangan yang digunakan adalah Faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap. Faktor yang digunakan yaitu jenis *B. thuringiensis* yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu perlakuan kontrol, perlakuan aplikasi Bt-A, perlakuan aplikasi Bt-B, dan perlakuan aplikasi Bt-C. Pengamatan dilakukan setiap hari, (1x24 jam) sebanyak 7 kali pengamatan pada jam 10 pagi. Parameter yang diamati adalah persentase mortalitas, gejala yang dialami hama *S. frugiperda*, dan waktu yang diperlukan oleh *B. thuringiensis* dalam mematikan hama *S. frugiperda*. Data dianalisis secara deskriptif (mengamati sifat-sifat gejala secara makroskopis) dan kuantitatif menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan bioinsektisida *B. thuringiensis* dengan berbagai merek efektif dalam mematikan hama *S. frugiperda* karena LC-50 dari ketiga merek bioinsektisida *B. thuringiensis* sudah dapat terlihat pada hari ke 4-5 setelah pengaplikasian dan persentase mortalitas dari ketiga merek yang telah dicobakan mampu mencapai tingkat persentase yang tinggi yaitu 76-80%.

Kata Kunci: *Bacillus thuringiensis*, *Spodoptera frugiperda*, jagung

**The Effectiveness of Bioinsecticide with Active Ingredients of *Bacillus thuringiensis* Ernst Berliner to Control Pest *Spodoptera frugiperda* J.E Smith
(*Lepidoptera: Noctuidae*)**

**Muh. Kausar Erzulsyah Mahmud, Melina, Tamrin Abdullah
(kausarmahmud@gmail.com)**

**Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas
Hasanuddin**

ABSTRACT

The pests that commonly attack and is feared by maize farmers in Indonesia are *S. frugiperda* because they can reduce the maize production by damaging all parts of the maize plant. One of the alternative environment-friendly pest controls of *S. frugiperda* is the use of bioinsecticide with active ingredients of *B. thuringiensis*. This research aimed to evaluate the effectiveness of several *B. thuringiensis* bioinsecticide brands in exterminating *S. Frugiperda* on laboratory scale. This research was conducted in the Relation of Insect and Plant Disease Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Hasanuddin, Makassar, in February – March 2020. The design used was the Completely Randomized Factorial Design. The factors used were *B. thuringiensis* that consisted of 4 treatments: control treatment, Bt-A treatment, Bt-B treatment, and Bt-C treatment. The observation was performed once a day at 10 in the morning for 7 days. The parameters being observed were the mortality percentage, the symptoms experienced by *S. frugiperda*, and the time needed by *B. thuringiensis* to exterminate *S. frugiperda*. The data were analyzed in descriptive (macroscopically observing the symptoms) and quantitative approach using ANOVA, and then continued by conducting Least Significant Difference (LSD) test. The result of the research showed that the use of *B. thuringiensis* bioinsecticide of various brands was effective in exterminating *S. frugiperda* because the LC-50 of the three *B. thuringiensis* bioinsecticide brands can be seen in the 4-5th day after the application and the mortality percentages of the three tested brands were able to reach the highest percentage at 76-80%.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Spodoptera frugiperda*, corn

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Efikasi Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Ernst Berliner Untuk Mengendalikan Hama *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (*Lepidoptera: Noctuidae*)** ini dengan baik. Tanpa pertolongan-Nya tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Skripsi ini disusun sebagai tugas akhir penulis dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis tentu menyadari bahwa penulisan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik moril maupun materi. terselesaikannya skripsi ini tak tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, dari lubuk hati yang paling dalam penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga tercinta selaku Ayah **Zulkifli Ayub**, Ibu **Ernida Mahmud** dan Adik **Muh. Thorieq Erzulsyah Mahmud** serta seluruh keluarga besar yang telah mencurahkan kasih sayangnya, memberikan motivasi, do'a dan nasehat selama penulis menempuh studi di Fakultas Pertanian Unhas.
2. Ibu **Dr. Ir. Melina, MP.** selaku pembimbing I dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Tamrin Abdullah, M.Si** selaku pembimbing II yang telah mengarahkan jalannya penelitian ini dengan penuh kesabaran, ketulusan dan keikhlasan. Penulis

ucapkan terimakasih atas bantuan ilmu dan segala motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini.

3. Bapak **Prof. Dr. Ir. A Nasruddin, M.Sc.**, Ibu **Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S.**, dan Ibu **Prof. Dr. Ir. Nurariaty Agus, M.S.**, selaku tim penguji, yang telah memberikan kritik, saran dan masukan yang membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
4. Ibu **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc** selaku ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin serta para Para Pegawai dan Staf Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Ibu **Rahmatia, SH.**, Pak **Kamaruddin**, Pak **Ardan**, Pak **Ahmad** dan Ibu **Hariani**, yang telah membantu di laboratorium dan mengurus segala administrasi penulis.
5. Bapak **Ir. Fatahuddin MP** dan bapak **Dr. Ir Junaedi M.Sc** selaku panitia seminar yang banyak mengajarkan penulis arti dari kesabaran dalam menanti jadwal seminar dan tanda tangannya
6. Ibunda **Dr. Marlia Rianti, S.Pt., MM, M.Si.**. Terima kasih banyak telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi terlebih pada saat pandemi Covid-19 dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan keikhlasan.
7. Sahabat Tcobeqs, **Nurul Amin, Kadar Wahid, Bobby Dirgantara, Andri Jasmitro, Ita Ayuni Suhartina, Rezky Surya, St. Fatimah, Nurul Anggiani Hadiani**, dan **Annisa Saskia Hadiwijaya**. Terimakasih banyak telah menjadi

teman yang selalu menghibur dan membuat banyak kenangan manis selama di kampus bersama penulis.

8. Tim Ngopi Kuy, Kapten **Muh. Yusuf Hasbianto**, Wakil Kapten **Rahmat Thabrani Ashari Amir**, Mantan Kapten **Reynaldi Pratama**, beserta anggota tim **Muhammad Fathir**, **Ahmad Makkasau Ruisah**, **Rachmat Hidayat**, dan **Muladi Jufri** yang telah menemani dan menyemengati penulis selama proses penelitian hingga akhir penulisan skripsi.
9. Sahabat **Squadron**, terima kasih untuk semua kebaikan, bantuan dan selalu memberikan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman Seperjuangan **Agroteknologi 2016** yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat.
11. Serta semua pihak yang namanya tidak mungkin disebutkan satu persatu atas segala bentuk bantuan dan perhatiannya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Akhir kata, Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi semua pihak yang membacanya.

Makassar, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	5
1.3 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith.....	6
2.1.1 Klasifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E Smith	7
2.1.2 Gejala Kerusakan dan Arti Ekonomi	7
2.1.3 Sebaran Hama <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
2.1.4 Bioekologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	11
2.2 Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> Ernst Berliner (Bt).....	12
2.2.1 Klasifikasi <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	14

2.2.2 Morfologi Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	14
2.2.3 Fisiologi Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Metode Pelaksanaan.....	17
3.4 Parameter pengamatan.....	18
3.5 Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil	20
4.2 Pembahasan	24
V. PENUTUP	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Tabel 1. Perbedaan Rerata Antar Kelompok.	22

Lampiran

1.	Tabel 2. Mortalitas Larva <i>S. frugiperda</i> Setelah Aplikasi Bt.....	31
2.	Tabel 3. Analisis Sidik Ragam.....	32
3.	Tabel 4. Hasil Pengolahan ANOVA dengan SPSS.....	33
4.	Tabel 5. Hasil Pengolahan Uji BNT dengan SPSS.....	34
5.	Tabel 6. Mortalitas <i>S. frugiperda</i> untuk Kelompok Kontrol.....	35
6.	Tabel 7. Mortalitas <i>S. frugiperda</i> untuk Kelompok Bt-A.....	36
7.	Tabel 8. Mortalitas <i>S. frugiperda</i> untuk Kelompok Bt-B	37
8.	Tabel 9. Mortalitas <i>S. frugiperda</i> untuk Kelompok Bt-C	38
9.	Tabel 10. Tabel F	39

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Gambar 1. Grafik Mortalitas <i>Spodoptera Frugiperda</i> ..	20
2.	Gambar 2. Larva <i>S. frugiperda</i> beberapa hari setelah pengaplikasian.....	23
3.	Gambar 3. Larva <i>S. frugiperda</i> yang telah terpapar <i>B. thuringiensis</i>	23

Lampiran

1.	Gambar 4. Produk <i>B. thuringiensis</i> yang digunakan	40
2.	Gambar 5. Media Penyimpanan Hama <i>S. frugiperda</i>	40
3.	Gambar 6. Proses menetasnya telur hingga menjadi larva	40
4.	Gambar 7. Proses perkembangan larva <i>S. frugiperda</i>	41
5.	Gambar 8. Bentuk pupa <i>S. frugiperda</i>	41
6.	Gambar 9. Proses pengaplikasian bioinsektisida <i>B. thuringiensis</i>	42
7.	Gambar 10. Proses pengamatan larva <i>S. frugiperda</i>	42
8.	Gambar 11. Bentuk larva <i>S. frugiperda</i> yang telah terpapar Bt.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting selain gandum dan padi. Jagung sebagai tanaman pangan di Indonesia menduduki urutan kedua setelah padi, namun jagung mempunyai peranan yang tidak kalah penting dibandingkan padi. Kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras menjadikan jagung memiliki nilai ekonomis dan mempunyai peluang yang cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai bahan baku untuk industri pengolahan pangan (Bustami, 2012).

Pada awal 2016, untuk pertama kalinya hama ini ditemukan di Afrika Tengah dan Barat (Benin, Nigeria, Sao Tome dan Principe, dan Togo). Kemudian ditemukan di seluruh daratan Afrika bagian Selatan (kecuali Lesotho), juga di Madagaskar dan Seychelles (Negara Kepulauan). Selanjutnya dilaporkan pada tahun 2018, *S. frugiperda* teridentifikasi dan dilaporkan menyerang di hampir seluruh negara Sub-Sahara Afrika, kecuali Djibouti, Eritrea, dan Lesotho. Hama tersebut juga telah teridentifikasi di Sudan, sehingga Mesir dan Libia khawatir akan serangan hama tersebut. *S. frugiperda* diprediksi akan menyebar lebih luas ke seluruh belahan dunia. Hama ini merupakan hama perusak lintas batas yang akan terus menyebar karena mempunyai karakteristik biologi yang khas. Selain itu juga di dukung oleh tingginya volume pertukaran barang dagang antar negara. Di Indonesia tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, *S. frugiperda* telah ditemukan merusak pada tanaman jagung dengan tingkat serangan yang berat,

populasi larva antara 2-10 ekor petanaman. Di Lampung, juga telah dilaporkan serangan hama ini pada tanaman jagung. Larva *S. frugiperda* dapat merusak hampir semua bagian tanaman jagung (akar, daun, bunga jantan, bunga betina serta tongkol). Di negara asalnya, siklus hidup hama ini selama musim panas adalah 30 hari, namun mencapai 60 hari pada musim semi dan 80-90 hari pada musim gugur. Berdasarkan hal tersebut diatas hama *S. frugiperda* ini perlu dikenal dan dipikirkan langkah-langkah pengendalian yang efektif, efisien, murah, dan mudah dilakukan serta aman terhadap lingkungan (Nurnina dkk., 2019).

S. frugiperda merusak tanaman jagung dengan cara larva mengerek daun. Larva instar 1 memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan yang transparan pada permukaan daun. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerekan pada batang dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva *S. frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung (Nurnina dkk., 2019).

Usaha pengendalian oleh petani selama ini ialah dengan menggunakan insektisida kimia. Pengendalian hama dengan insektisida kimia dapat menimbulkan banyak masalah lingkungan antara lain resistensi hama terhadap insektisida kimia meningkat, ledakan populasi serangga hama sekunder, resiko keracunan pada manusia dan hewan ternak, air tanah terkontaminasi, biodiversitas menurun dan bahaya lain yang berkaitan dengan lingkungan. Masalah-masalah tersebut memicu penemuan alternatif penanggulangan hama yang ramah lingkungan sehingga

kerusakan lingkungan secara umum dapat dihindari sehingga konsep pertanian ekologi atau pertanian berkelanjutan dapat diwujudkan (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Pengendalian hayati dapat digunakan dalam usaha mengurangi pemakaian insektisida sintesis. Pengendalian hayati dilakukan dengan memanfaatkan parasitoid, predator, dan patogen untuk menekan populasi hama. Cendawan entomopatogen merupakan salah satu agen pengendali hayati yang potensial untuk mengendalikan hama tanaman. Hal ini disebabkan keefektifan cendawan entomopatogen cukup tinggi terhadap hama target. Cendawan entomopatogen menginfeksi dengan menembus kutikula serangga inang, berbeda dengan bakteri dan virus yang harus termakan oleh serangga inang (Rai: Agung, 2016). Pengendalian dengan menggunakan cendawan entomopatogen tersebut mempunyai beberapa keuntungan antara lain: (1) relatif mudah diproduksi, (2) organisme yang digunakan sudah tersedia di alam, (3) mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, (4) siklus hidupnya pendek, (5) sangat kecil kemungkinan terjadi resistensi (Prayogo: Permadi, 2016).

Salah satu bioinsektisida dengan bahan aktif mikroorganisme yang telah digunakan di beberapa negara yaitu *B. thuringiensis*. *B. thuringiensis* (Bt) adalah bahan aktif dari insektisida biologi *thuricide*. Insektisida ini dapat digunakan sebagai salah satu komponen dalam pengendalian secara terpadu karena efektif terhadap hama sasaran dan relatif aman terhadap parasitoid dan predator (Nurdin et al.: Febrika, 2014). Bakteri ini termasuk bakteri Gram positif yang menghasilkan kristal inklusi pada saat bersporulasi yang terdiri atas satu atau lebih protein

insektisidal yang dikenal sebagai δ -toksin atau protein Cry (Boncheva *dkk.* 2006). Protein Cry mempunyai kisaran spektrum yang sempit dan spesifik pada serangga dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, dan Hymenoptera (Scheneopf: Sukmawati, 2014).

Selain hama *S. frugiperda* terdapat juga hama Spodoptera dengan spesies yang berbeda yaitu *S. litura Fabricius*. *S. litura* merupakan salah satu serangga hama yang potensial merusak tanaman pertanian. Larva *S. litura* atau ulat grayak ini bersifat polifag dan menyerang berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, dan buah-buahan. Ulat grayak menyerang tanaman pada semua stadia (Badan Pusat Statistik: Triani, 2014).

Pengendalian yang dilakukan untuk mengurangi populasi ulat grayak di lahan pertanian agar tidak mengganggu hasil produksinya sudah banyak dilakukan. Pengendalian yang masih umum dilakukan oleh petani adalah menggunakan insektisida. Insektisida yang digunakan oleh petani umumnya insektisida sintetik yang apabila tidak digunakan dengan tepat guna dapat menimbulkan dampak yang buruk untuk pengguna, lingkungan dan konsumen karena insektisida meninggalkan residu dalam produk pertanian yang akan dikonsumsi oleh konsumen. Pemanfaatan bakteri entomopatogen untuk mengendalikan ulat grayak cukup efektif dan tidak menimbulkan masalah resistensi pada hama sasaran. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* secara terus menerus belum pernah dilaporkan adanya resistensi. *B. thuringiensis* merupakan agens hayati berupa bakteri yang efektif mengendalikan ulat grayak karena bakteri ini menginfeksi melalui makanan yang dikonsumsi oleh serangga (Untung: Triani, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka penting dilakukan pengujian Efikasi bioinsektisida berbahan aktif *B. thuringiensis* dalam mengendalikan serangga *Spodoptera frugiperda*.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat mortalitas hama *Spodeptera frugiperda* setelah diaplikasikan bioinsektisida *B. thuringiensis* Bt-A, Bt-B, dan Bt-C.

Dengan diketahui efikasi dari *B. thuringiensis* Bt-A, Bt-B dan Bt-C dalam mengendalikan serangga *Spodoptera frugiperda*, maka diharapkan hal tersebut dapat memberikan gambaran untuk pemanfaatannya bagi masyarakat secara luas.

1.3 Hipotesis Penelitian

Tingkat mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* yang telah diaplikasikan bioinsektisida *B. thuringiensis* masing-masing memiliki tingkat mortalitas yang berbeda antar merek dagang Bt-A, Bt-B, dan Bt-C.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spodoptera frugiperda* J.E Smith

S. frugiperda merupakan serangga asli daerah tropis dari Amerika Serikat hingga Argentina. Larva *S. frugiperda* dapat menyerang lebih dari 80 spesies tanaman, termasuk jagung, padi, sorgum, jewawut, tebu, sayuran, dan kapas. *S. frugiperda* dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang signifikan apabila tidak ditangani dengan baik. Hama ini memiliki beberapa generasi per tahun, ngengatnya dapat terbang hingga 100 km dalam satu malam (Nurnina dkk., 2019).

Pada awal 2016, untuk pertama kalinya hama ini ditemukan di Afrika Tengah dan Barat (Benin, Nigeria, Sao Tome dan Principe, dan Togo). Kemudian ditemukan di seluruh daratan Afrika bagian Selatan (kecuali Lesotho), juga di Madagaskar dan Seychelles (Negara Kepulauan). Selanjutnya dilaporkan pada tahun 2018, *S. frugiperda* teridentifikasi dan dilaporkan menyerang di hampir seluruh negara Sub-Sahara Afrika, kecuali Djibouti, Eritrea, dan Lesotho. Hama tersebut juga telah teridentifikasi di Sudan, sehingga Mesir dan Libia khawatir akan serangan hama tersebut. *S. frugiperda* diprediksi akan menyebar lebih luas ke seluruh belahan dunia. Hama ini merupakan hama perusak lintas batas yang akan terus menyebar karena mempunyai karakteristik biologi yang khas. Selain itu juga didukung oleh tingginya volume pertukaran barang dagang antar negara. Nonci dan Hishar (Maret 2019) melaporkan bahwa di Indonesia tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, *S. frugiperda* telah ditemukan merusak pada tanaman jagung dengan tingkat serangan yang berat, populasi larva antara 2-10 ekor

petanaman. Di Lampung, juga telah dilaporkan serangan hama ini pada tanaman jagung. Larva *S. frugiperda* dapat merusak hampir semua bagian tanaman jagung (akar, daun, bunga jantan, bunga betina serta tongkol). Di negara asalnya, siklus hidup hama ini selama musim panas adalah 30 hari, namun mencapai 60 hari pada musim semi dan 80-90 hari pada musim gugur (Nurnina dkk., 2019).

2.1.1 Klasifikasi *Spodoptera frugiperda* J.E Smith

Menurut Maiga (2017) klasifikasi *Spodoptera frugiperda* J.E Smith adalah sebagai berikut Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insecta, Ordo: Lepidoptera, Family: Noctuidae, Genus: Spodoptera, Spesies: *Spodoptera frugiperda*.

2.1.2 Gejala Kerusakan dan Arti Ekonomi

S. frugiperda merusak tanaman jagung dengan cara larva mengerek daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerekkan pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva *S. frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan rata-rata populasi 0,2 - 0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil 5 - 20% (Nurnina dkk., 2019).

Kerusakan pada tanaman biasanya ditandai dengan bekas gerekkan larva, yaitu terdapat serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun, atau di sekitar pucuk tanaman jagung. Gejala awal dari serangan *S. frugiperda* mirip

dengan gejala serangan hama-hama lainnya pada tanaman jagung. Jika larva merusak pucuk, daun muda atau titik tumbuh tanaman, dapat mematikan tanaman. Di negara-negara Afrika, kehilangan hasil tanaman jagung akibat serangan *S. frugiperda* antara 4 sampai 8 juta ton per tahun dengan nominal kerugian antara US\$ 1 - 4,6 juta per tahun. Infestasi ulat grayak pada tanaman jagung saat daun muda yang masih menggulung menyebabkan kehilangan hasil 15-73% jika populasi tanaman terserang 55-100%. Di Nikaragua, aplikasi insektisida dapat menyelamatkan hasil sekitar 33%. Kerugian yang telah dilaporkan bervariasi tergantung dari umur tanaman jagung yang terserang. Selain itu kehilangan hasil juga tergantung dari varietas dan teknik budidaya tanaman yang digunakan (Nurnina dkk., 2019).

Di beberapa negara, serangan *S. frugiperda* terjadi dalam bentuk “wabah” di banyak daerah sentra produksi jagung. Sejumlah besar populasi hama ditemukan di lapangan dan menyebabkan kerusakan. Karena hama ini merupakan hama baru di beberapa negara, musuh alaminya masih jarang ditemukan, meskipun beberapa spesies lokal dapat memangsa *S. frugiperda* dan mengurangi populasinya. Ada kemungkinan bahwa *S. frugiperda* akan menyerang di beberapa negara dengan populasi yang tinggi. Dalam beberapa tahun, mungkin saja jumlah populasi musuh alami bertambah dan menyebar sehingga dapat menekan *S. frugiperda*. Karena itu penting untuk melestarikan dan meningkatkan populasi musuh alami. Meskipun larva *S. frugiperda* dapat memakan lebih dari 80 spesies tanaman, mereka lebih menyukai jagung, padi, kapas, kacang tanah, sorgum dan tanaman sayur. Tempat favorit dari larva *S. frugiperda* adalah di daun muda yang masih menggulung pada

tanaman jagung, di mana ia terlindungi dan berkembang pada makanan favoritnya yakni daun jagung muda yang empuk. Daun yang dimakan larva *S. frugiperda* akan terus tumbuh menyebabkan lubang-lubang di daun tanaman yang merupakan ciri khas serangan *S. frugiperda* pada jagung (Nurnina dkk., 2019).

Saat populasi *S. frugiperda* sangat tinggi, *S. frugiperda* dapat pula menyerang bagian tongkol jagung sehingga dapat menyebabkan kerusakan secara langsung pada hasil panen. Akan tetapi kebanyakan perilaku makan yang teramati ada di daun muda yang masih menggulung. Larva yang berumur 8 hingga 14 hari dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung, terutama ketika titik tumbuh tanaman muda dimakan. Serangan *S. frugiperda* pada tahap vegetatif awal dapat menyebabkan lebih banyak kerusakan daun dan kehilangan hasil dibandingkan infestasi pada tahap vegetatif akhir. Ketika populasi *S. frugiperda* tinggi pada tanaman, larva dewasa terkadang pindah ke tongkol mengurangi kualitas produk saat panen. Hujan lebat dapat menghanyutkan larva muda dari daun dan menenggelamkannya pada daun muda yang masih menggulung (Nurnina dkk., 2019).

2.1.3 Sebaran Hama *Spodoptera frugiperda*

S. frugiperda adalah hama yang berasal dari Amerika Serikat dan menyebar ke Argentina. Hama ini berasal dari daerah yang beriklim tropis dan sub-tropis Benua Amerika, yaitu Amerika Selatan dan Karibia, juga ditemukan di beberapa negara bagian Selatan Amerika Serikat. Pada musim dingin hama ini biasanya hanya di temukan di Florida Selatan dan Texas Selatan. *S. frugiperda* merupakan serangga hama yang kuat dan mampu terbang sejauh 100 km perhari dengan

bantuan angin. Hal ini telah di laporkan dari hampir semua negara bagian Timur Pegunungan Rocky. Jangkauan sebaran hama ini cenderung ke negara bagian Tenggara. Pada tahun 2016 dilaporkan untuk pertama kalinya masuk ke Afrika Barat dan Tengah sehingga pada saat itu mengancam negara-negara di Afrika dan Eropa (Nurnina dkk., 2019).

Saat ini, penyebaran geografis hama ini meliputi Benua Amerika, Afrika, Eropa, dan Asia. Di Benua Amerika, hama ini telah dilaporkan menginfestasi pertanaman jagung di beberapa negara, seperti Kawasan Bermuda, Canada, Amerika Serikat, Mexico, Brazil, Argentina, dan Chile. Pada tahun 2018 beberapa negara-negara di Eropa mulai menemukan teknik pengendalian *S. frugiperda* termasuk di Jerman sehingga di beberapa negara seperti Belanda dan Slovenia, hama ini tidak ditemukan atau sudah bebas dari hama ini. *S. frugiperda* mulai masuk ke Benua Asia pada tahun 2018 dan telah dilaporkan menginfestasi pertanaman jagung di India, Myanmar, dan Thailand (Nurnina dkk., 2019).

S. frugiperda adalah hama yang sangat mudah berpindah dari berbagai tanaman inang. Tidak seperti kebanyakan hama dari spesies migran lainnya, *S. frugiperda* tidak memiliki sifat diapause atau kemampuan untuk melakukan dormansi pada kondisi yang ekstrim. Olehnya itu bila musim semi tiba, *S. frugiperda* yang berasal dari daerah tropis ini, akan migrasi ke Utara. Migrasi dengan jarak terjauh tergantung dari pola angin yang kuat (Nurnina dkk., 2019).

2.1.4 Bioekologi *Spodoptera frugiperda*

Pada kondisi hangat, seekor ngengat betina dapat bertelur 6 hingga 10 kelompok telur yang terdiri dari 100 hingga 300 butir, menghasilkan 1.500 hingga 2.000 telur dalam semasa hidupnya (2-3 minggu). Seperti kebanyakan hama lain, sebagian besar telur tidak berkembang hingga dewasa karena terjadi kematian di berbagai siklus hidupnya. Di bagian tropis benua Amerika, *S. frugiperda* merupakan hama yang sudah lama ada, terjadinya wabah di mana populasi mencapai kepadatan tinggi dan menyebabkan kerusakan penting jarang terjadi. Musuh alami menjaga populasi *S. frugiperda* tetap pada tingkatan yang rendah pada kondisi normal. Para petani juga telah mengetahui cara untuk pengendalian hama tersebut. Namun, populasi *S. frugiperda* meningkat pesat ketika area penanaman jagung meluas (Nurnina dkk., 2019).

Telur diletakkan semalaman di daun tanaman inang, direkatkan ke bagian bawah daun, di kelompok ketat 100-300 dan kadang-kadang dalam dua lapisan, biasanya ditutupi dengan lapisan pelindung rambut perut. Penetasan membutuhkan 2 hingga 10 hari (biasanya 3 hingga 5). Larva muda memberi makan jauh ke dalam spiral (kornea). Dua instar larva pertama memberi makan secara berkelompok pada bagian bawah daun muda, menyebabkan efek kerangka atau fenestrasi yang khas, dan titik pertumbuhan tanaman dapat dihancurkan (Maiga, 2017).

Larva dengan ukuran lebih besar menjadi kanibalistik dan oleh karena itu satu atau dua larva per spiral (kornea) biasa. Laju perkembangan larva pada tahap keenam dikendalikan oleh kombinasi kondisi diet dan suhu, dan biasanya memakan waktu 14 hingga 21 hari. Larva yang lebih besar nokturnal, kecuali mereka

memasuki tahap ulat legiun ketika mereka mengerumuni dan menyebar, mencari sumber makanan lain (Maiga, 2017).

1. Telur

Telur berbentuk bulat. Telur berukuran sekitar 0,4 mm dan 0,3 mm. Jumlah telur per massa sangat bervariasi tetapi seringkali 100 hingga 200, dan total produksi telur per betina rata - rata sekitar 1500 dengan maksimum lebih dari 2000 telur kadang-kadang disimpan dalam lapisan, tetapi sebagian besar telur tersebar di satu lapisan yang menempel pada dedaunan. Pada awalnya berwarna putih bening atau hijau pucat saat baru diletakkan, pada hari berikutnya berubah warna menjadi hijau kecoklatan, dan pada saat akan menetas berubah menjadi coklat, terkadang ditutupi dengan bulu-bulu halus yang berwarna putih hingga kecoklatan. Telur akan menetas dalam 2-3 hari (Capinera, 2017).

2. Larva

Biasanya ada enam instar pada *S. frugiperda*. Kepala *S. frugiperda* berbentuk seperti kapsul dengan ukuran lebar sekitar 0,35, 0,45, 0,75, 1,3, 2,0, dan 2,6 mm, masing-masing, untuk instar 1–6. Larva mencapai panjang sekitar 1,7, 3,5, 6,4, 10,0, 17,2, dan 34,2 mm, masing-masing, selama instar ini. Larva muda berwarna kehijauan dengan warna hitam di bagian kepala larva. Pada instar kedua khususnya di instar ketiga permukaan punggung tubuh menjadi kecoklatan, dan garis-garis putih lateral mulai terbentuk. Dalam instar keempat ke enam, kepala berwarna coklat kemerahan, berbintik-bintik putih, dan kecoklatan tubuh beruang garis subdorsal dan lateral putih. Larva instar akhir (stadia 6) atau larva instar 3 yang paling mudah diidentifikasi. Umumnya dikarakterisasi oleh tiga garis kuning

di bagian belakang, diikuti garis hitam dan garis kuning di samping. Terlihat empat titik hitam yang membentuk persegi di segmen kedua dari segmen terakhir, setiap titik hitam memiliki rambut pendek. Kepala berwarna gelap; terdapat bentukan Y terbalik berwarna terang di bagian depan kepala. Larva cenderung menyembunyikan diri pada siang hari. Larva biasanya dapat bertahan sekitar 14 hari selama musim panas dan 30 hari selama cuaca dingin (Capinera, 2017).

3. Pupa dan Imago

Larva instar 6 yang berwarna coklat tua selanjutnya akan membentuk pupa di dalam tanah. Pupa berwarna coklat gelap, pupa sangat jarang ditemukan pada batang. Perkembangan pupa dapat berlangsung selama 12-14 hari, sebelum tahap dewasa muncul. Imago memiliki lebar bentangan sayap antar 3-4 cm. Sayap bagian depan berwarna coklat gelap sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan. Imago hidup selama 2-3 minggu sebelum mati (Nurnina dkk., 2019).

2.2 Bakteri *Bacillus thuringiensis* Ernst Berliner (Bt)

B. thuringiensis (Bt) ditemukan pertama kali di Jepang tahun 1901 pada ulat sutera yang terserang penyakit dan diisolasi oleh Ishiwata dari larva ulat sutera yang mati. Pada 1911 Berliner menemukan spesies bakteri pada kumbang tepung Mediteranian (*Anagasta kuehniella*) yang mati, bakteri tersebut memiliki karakteristik yang sama dengan yang ditemukan oleh Ishiwata. Bakteri ini kemudian diberi nama *B. thuringiensis* (Schaechter, 2009).

2.2.1 Klasifikasi *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Menurut Wick (2013) klasifikasi *B. thuringiensis* adalah sebagai berikut yaitu dengan Kingdom: Bacteria, Filum: Firmicutes, Kelas: Bacilli, Ordo: Bacillales, Famili: Bacillaceae, Genus: Bacillus, Species: *Bacillus thuringiensis*.

Sedikitnya terdapat 34 subspecies dari *B. thuringiensis* yang disebut serotype atau varietas dari *B. thuringiensis* dan lebih dari 800 keturunan atau benih *B. thuringiensis* telah diisolasi (Swadener: Prameswari, 2016). Pada beberapa subspecies dari bakteri *B. thuringiensis* yaitu kurstaki, aizawai, sotto entomocidus, berliner, san diego, tenebroid, morrisoni dan israelensis, dijumpai beberapa jenis strain, seperti HD-1, HD-5 dan sebagainya dalam satu subspecies (Bahagiawati: Prameswari, 2016).

2.2.2 Morfologi Bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt)

B. thuringiensis adalah bakteri Gram positif yang dapat membentuk spora dan menghasilkan kristal protein insektisida selama sporulasi (Rasko et al.: Prameswari, 2016). Spora *B. thuringiensis* memiliki panjang 3-5 µm dan lebar 1-1,2 µm, berbentuk oval dengan posisi terminal, sedangkan Kristal protein berukuran 0,6-2,0 µm bergantung dari tipenya masing-masing *B. thuringiensis* dapat bergerak aktif (motil) dengan *flagella peritrich* dan bersifat fakultatif aerob (Zeigler: Prameswari, 2016).

Bakteri ini memiliki habitat pada tanah, pepohonan, pakan ternak dan serangga yang sudah mati. Termasuk bakteri mesofil dengan kisaran suhu pertumbuhan 15-45°C dan kisaran pH pertumbuhan 5,5-8,5. Pada medium buatan koloni *B. thuringiensis* memiliki permukaan yang kasar, licin agak mengkilat,

warna koloni putih kekuningan. Bentuk sel vegetatifnya berbentuk batang dan memiliki spora dan kristal di dalamnya (Salaki et al., 2009).

2.2.3 Fisiologi Bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt)

B. thuringiensis mempunyai kemampuan untuk memproduksi kristal paraspora yang bersifat toksin terhadap invertebrata tertentu, khususnya larva serangga dari ordo Coleoptera, Diptera, dan Lepidoptera. Paraspora ini terbentuk oleh kristal protein yang berbeda-beda. Kristal tersebut mempunyai bentuk yang bervariasi seperti, bipiramid, kubus, pipih jajaran genjang, dan campuran dari dua tipe kristal. Hal tersebut tergantung dari komposisi masing-masing kristal protein. Penggolongan fenotip Bt ke dalam subspecies, diuraikan berdasarkan antigen *flagellar* atau serovar (H) (Lacey, 2007).

Kristal protein pada Bt dapat digolongkan juga ke dalam beberapa bentuk berdasarkan jumlah kristal protein pada setiap sel terhadap motilitas organisme target. Serovar yang memiliki daya bunuh terhadap serangga ordo Lepidoptera memiliki kristal protein yang berbentuk bipiramida dan jumlahnya hanya satu tiap sel, sedangkan yang berbentuk kubus, oval, dan amorf umumnya bersifat toksik terhadap serangga ordo Diptera dan jumlahnya dapat lebih dari satu tiap sel. Kristal yang memiliki daya bunuh terhadap serangga ordo Coleoptera berbentuk empat persegi panjang dan datar pipih (Glazer dan Nikaido, 2007).

B. thuringiensis termasuk bakteri yang dapat membentuk spora sekaligus kristal protein toksin cry (δ -endotoksin) yang bersifat racun. Kristal protein toksin cry tersebut merupakan glikoprotein yang larut dalam air dan tidak stabil dalam

media alkali. Bagi larva Lepidoptera yang memiliki pH usus alkali akan sangat rentan terhadap toksin tersebut (Jati dkk., 2013).

Kristal protein yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis* merupakan protoksin dan toksin yang sesungguhnya timbul setelah adanya proteolisis di dalam saluran pencernaan serangga. Kristal protein yang masuk dalam saluran pencernaan serangga yang rentan terhadap toxin, akan berubah menjadi aktif setelah melalui serangkaian proses, yaitu: (a) kristal masuk ke cairan usus tengah serangga yang bersifat basa akan larut, (b) dalam bentuk protoksin kristal terurai oleh enzimprotease dalam usus tengah serangga menjadi fragmen yang lebih beracun, (c) fragmen beracun tersebut terikat pada reseptor khusus yang terdapat pada membran sel ephitelium usus tengah, (d) ikatan reseptor fragmen beracun menyebabkan kebocoran pada epithelium usus tengah, sehingga permeabilitas sel berubah dan mengganggu transfer ion Na^+ dan K^+ ,dan (e) sel epithelium usus tengah yang mengalami kebocoran akan mempermudah masuknya spora *B. thuringiensis* dan bakteri lain yang ada di saluran pencernaan ke dalam rongga tubuh serangga. Gejala awal dari infeksi *B. thuringiensis* adalah berhubungan dengan perilaku makan dan metabolisme. Larva yang terinfeksi akan terlihat kehilangan nafsu makan, diare, paralisis saluran pencernaan dan regurgitasi. Selanjutnya menjadi lemah, tidak mengadakan respon terhadap iritasi, kejang-kejang dan gerakan menjadi tidak teratur (Jati dkk., 2013).