

**KERAGAMAN GENETIK *Spodoptera frugiperda*
PADA TANAMAN JAGUNG DI PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

ADRIYANA BUDIARTI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

KERAGAMAN GENETIK *Spodoptera frugiperda* PADA TANAMAN JAGUNG DI PROVINSI LAMPUNG

Oleh

ADRIYANA BUDIARTI

Jagung (*Zea mays*) adalah komoditas yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pakan, namun produksi jagung di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Hal ini salah satunya disebabkan oleh serangan hama. *Spodoptera frugiperda* merupakan hama yang menimbulkan kerusakan cukup besar pada pertanaman jagung. Hama ini dilaporkan mudah mengalami perubahan secara genetik. Aplikasi insektisida menjadi salah satu penyebab terjadinya mutasi gen pada beberapa serangga, termasuk *S. frugiperda*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik *S. frugiperda* pada tanaman jagung di Provinsi Lampung. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengekstraksi DNA sampel dengan metode buffer TNES. Amplifikasi PCR dengan menggunakan primer HCO 2198 dan LCO 1490. Hasil sekuensing kemudian dialignment menggunakan program Bioedit dan dibuat pohon filogenetiknya dengan program Mega 6 menggunakan metode *Unweighted-pair Group Method with Arithmetic means* (UPGMA). Variasi pada tingkat sekuen DNA diketahui dengan analisis menggunakan metode RFLP. Dari analisis kesamaan nukleotida hasil sekuensing diketahui bahwa susunan basa antar sampel dari beberapa daerah di Provinsi Lampung identik satu sama lain (*similarity* 100%). Hasil analisis sekuensing menggunakan pohon filogenetik terhadap sampel dari Kabupaten Pringsewu, Pesawaran, Lampung Selatan (Kotabaru) dan Lampung Timur (Metro Kibang) diketahui bahwa *bootstrap value* nya 99%. Pada saat analisis ini dilakukan, *S. frugiperda* baru masuk dan menyebar ke Provinsi Lampung, sehingga diduga dampak dari aplikasi insektisida yang beragam belum terlihat.

Kata kunci: Enzim restriksi; keragaman genetik; jagung (*Zea mays*); *Spodoptera frugiperda*

ABSTRACT

GENETIC DIVERSITY *Spodoptera frugiperda* IN CORN PLANT IN LAMPUNG PROVINCE

BY

ADRIYANA BUDIARTI

*Corn (*Zea mays*) is a commodity that is used to meet food and feed needs, but corn production in Indonesia has not been able to meet domestic needs. This is one of the causes of pest attacks. *Spodoptera frugiperda* is a pest that causes considerable damage to maize crops. This pest is reported to be susceptible to genetic changes. The application of insecticides is one of the causes of gene mutations in several insects, including *S. frugiperda*. This study aims to determine the genetic diversity of *S. frugiperda* on maize in Lampung Province. This research was conducted by extracting DNA samples with the TNES buffer method. PCR amplification using primers HCO 2198 and LCO 1490. The results of the sequencing were then aligned using the Bioedit program and a phylogenetic tree was created using the Mega 6 program using the Unweighted-pair Group Method with Arithmetic means (UPGMA). Variations at the DNA sequence level were identified by analysis using the RFLP method. From the analysis of the nucleotide similarity of the sequencing results, it is known that the base arrangement between samples from several regions in Lampung Province is identical to each other (100% similarity). The results of the sequencing analysis using phylogenetic trees on samples from Pringsewu, Pesawaran, South Lampung (Kotabaru) and East Lampung (Metro Kibang) districts showed that the bootstrap value was 99%. At the time this analysis was carried out, *S. frugiperda* had just entered and spread to Lampung Province, so the impact of various insecticide applications has not been seen.*

Keywords: *Restriction enzymes; Genetic diversity; corn (*Zea mays*); *Spodoptera frugiperda**

**KERAGAMAN GENETIK *Spodoptera frugiperda*
PADA TANAMAN JAGUNG DI PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

ADRIYANA BUDIARTI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **KERAGAMAN GENETIK *Spodoptera frugiperda* PADA TANAMAN JAGUNG DI PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Adriyana Budiarti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1514121134**

Jurusan/Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

Puji Lestari, S.P., M.Si.
NIDN 0004078704


2. Ketua Jurusan Agroteknologi

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.** 

Anggota Pembimbing : **Puji Lestari, S.P., M.Si.** 

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.** 

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **03 Februari 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **Keragaman Genetik *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung di Provinsi Lampung** merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Jika skripsi ini dimasa mendatang terbukti sebagai skripsi hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 03 Februari 2022



Adriyana Budiarti
1514121134

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sumberhadi pada 26 September 1997, sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Budi Suroto dan Ibu Dri Hartati. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TKIT Bustanul Ulum, Lampung Tengah pada tahun 2003. Pada tahun 2009 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDIT Bustanul Ulum, Lampung Tengah. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMPIT Bustanul Ulum, Lampung Tengah dan lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis melanjutkan sekolah menengah atas di MAN 1 Metro, dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswi penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung pada Januari-Maret 2018 di Pekon Campang Tiga, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Kemudian, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Great Giant Pineapple, Lampung Tengah pada Juli 2018. Selama perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar-dasar Perlindungan Tanaman, dan Bioteknologi Proteksi Tanaman.

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

Ku persembahkan karya kecil ini kepada:

*Bapak Budi Suroto dan Ibu Dri Hartati tercinta
yang selalu memperjuangkan dan mendoakanku selama ini*

*Adikku tercinta
yang selalu memberi semangat*

Seluruh keluarga besarku yang selalu memberi dukungan

*Serta
Almamater tercinta Universitas Lampung*

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”
(Q.S. Al-Baqarah: 216)

“Hidup itu memang terkadang rumit, namun serumit apa pun kehidupan ini tetap harus kita jalani, karena Tuhan punya rencana di balik semua ini.”
-Jefri Al Buchori-

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, dan saran kepada penulis selama penelitian dan proses penyelesaian skripsi.
4. Puji Lestari, S.P., M.Si. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dan saran selama penulis melaksanakan penelitian dan proses penyelesaian skripsi.
5. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S. selaku Penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Prof. Ir. F.X. Susilo, M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, nasehat, dan bimbingan selama penulis melaksanakan kegiatan perkuliahan.
7. Radix Suharjo, S.P., M.Agr., Ph.D. selaku dosen dan Kepala Lab Bioteknologi yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, dan saran kepada penulis selama penelitian.
8. Ayah, Ibu, dan keluarga di rumah yang selalu memberikan dukungan moril, materil, dan doa kepada penulis.
9. Teman-teman seperjuangan Ima Kurnia, Devi Rosmala, Riski Ika R., Siti Munawaroh, Mirta Okta Pratiwi, Cici Chintia Sari, yang telah memberi

bantuan dan semangat.

10. Teman-teman laboratorium Mba Lily Agustini Waruwu, Mba Ika Rachma, Mba Yeyen Ilmiyasari, Mba Ruly, Tari Yati, Mutiara Ulfa, yang telah memberi bantuan dan semangat.
11. Teman-teman Agroteknologi 2015 terkhusus Agroteknologi C terima kasih telah memberi banyak cerita dan bantuan selama kuliah di Jurusan Agroteknologi.
12. Semua pihak yang telah berjasa kepada penulis sehingga bisa sampai pada saat ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Februari 2022

Penulis,

Adriyana Budiarti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Jagung.....	4
2.2 <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2.2.1 Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2.2.2 Dampak kerusakan	7
2.3 Keragaman Genetik.....	7
2.4 Identifikasi Molekuler	8
2.5 PCR (<i>Polymerase Chain Reactor</i>)	9
2.6 Elektroforesis.....	10
III. BAHAN DAN METODE	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	11
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	11
3.3 Pelaksanaan Penelitian	12
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	12
3.3.2 Ekstraksi DNA	12

3.3.3 Amplifikasi DNA dengan PCR	12
3.3.4 Elektroforesis dan Visualisasi Hasil PCR	13
3.3.5 Sekuensing dan Analisis Hasilnya	13
3.3.6 Pembuatan pohon filogenetik	14
3.3.7 Analisis Keragaman Genetik.....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Ekstraksi DNA ulat <i>Spodoptera frugiperda</i>	15
4.2 <i>Polymerase Chain Reaction (PCR)</i>	16
4.3 Analisis Sekuensing	16
4.4 Analisis Keragaman Genetik	17
4.4.1 Analisis hasil kesamaan (<i>similarity</i>) nukleotida hasil Sekuensing	17
4.4.2 Hasil Analisis Menggunakan Enzim Restriksi.....	23
V. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Primer yang digunakan untuk PCR.....	13
2. <i>Similarity</i> susunan basa nukleotida <i>S. frugiperda</i> sampel dari Lampung Selatan, Pesawaran, Lampung Timur, Pringsewu, kerabat <i>S. frugiperda</i> dari China, <i>S. litura</i> dari Indonesia, <i>S. exigua</i> dari Canada, dan <i>S. mauritia</i> dari Canada.....	19
3. Perbedaan susunan basa nukleotida <i>S. frugiperda</i> sampel dari Lampung Selatan, Pesawaran, Lampung Timur dan Pringsewu dengan kerabat <i>S. frugiperda</i> dari China, <i>S. litura</i> dari Indonesia, <i>T. exigua</i> dari Canada, dan <i>S. mauritia</i> dari Canada	20
4. Kemampuan enzim restriksi memotong DNA SMK, SKB, SPS dan SAD.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pelet DNA yang terlihat pada dinding tube setelah penambahan isopropanol	15
2. Hasil PCR pada suhu <i>annealing</i> 54 °C; (a) sampel asal Kotabaru-SKB; (b) sampel asal Metro Kibang-SMK (kiri), sampel asal Pesawaran-SPS (kanan); dan (c) sampel asal Adiluwih Pringsewu-SAD.....	16
3. Pohon filogenetik hasil analisis sekuensing terhadap sampel <i>S. frugiperda</i>	22
4. Kenampakan pemotongan DNA oleh enzim restriksi (a) SMK (b) SKB (c) SPS (d) SAD	23

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Jagung (*Zea mays*) adalah komoditas yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan pangan dan pakan. Penggunaan jagung untuk pakan mencapai 57% dari total kebutuhan industri lainnya. Provinsi Lampung masuk dalam jajaran penghasil jagung terbesar setelah Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, dan Sumatera Utara. Produksi jagung nasional meningkat rata-rata 12,49% per tahun, dengan produktivitas naik 1,42% (BPS, 2015). Walaupun demikian, produksi jagung di Indonesia tidak mampu mengimbangi besarnya kebutuhan pangan dan pakan dalam negeri, sehingga impor jagung mengalami kecenderungan meningkat (Revania, 2014).

Rendahnya produktivitas tanaman jagung dipengaruhi oleh kualitas benih, varietas, kondisi tanah dan juga masalah hama dan penyakit tanaman. *Spodoptera frugiperda* merupakan hama yang menimbulkan kerusakan cukup besar pada pertanaman jagung. Serangan berat *S. frugiperda* dapat mengakibatkan daun robek, titik tumbuh patah bahkan kematian tanaman terutama apabila serangan terjadi pada umur tanaman kurang dari 14 hari (hasil observasi). Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini berpengaruh terhadap penurunan hasil.

S. frugiperda merupakan hama invasif yang pertama kali dilaporkan di Sumatera Barat pada awal tahun 2019. Kuat dugaan bahwa hama ini pertama kali ditemukan di Sumatera Barat, kemudian menyebar ke berbagai wilayah termasuk Aceh dan Lampung. Saat ini *S. frugiperda* telah menyebar di seluruh wilayah di Indonesia (Kementan, 2019).

Pengendalian *S. frugiperda* umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida. Saat ini terdapat beberapa bahan aktif insektisida yang sudah terdaftar untuk pengendalian *S. frugiperda*. Namun, masih ada petani yang menggunakan bahan aktif insektisida tidak sesuai dengan rekomendasi kementerian pertanian. Selain itu, petani juga melakukan pencampuran dua bahan aktif dalam aplikasi pengendalian secara kimiawi.

Dari hasil survey diketahui bahwa setiap daerah melakukan pengendalian hama ini secara kimiawi dengan dosis bahan aktif yang berbeda-beda. Hal ini karena minimnya informasi mengenai pengendalian hama invasif. Kondisi demikian dapat memicu respon yang berbeda hama itu sendiri. Mutasi merupakan salah satu bentuk respon yang akan menyebabkan terjadi variasi genetik dalam kelompok *S. frugiperda* (Nagoshi and Meager, 2004). Analisis keragaman genetik perlu dilakukan sebagai informasi kemungkinan terjadinya mutasi yang diakibatkan oleh penggunaan insektisida yang tidak terkontrol di tingkat petani.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik *S. frugiperda* pada tanaman jagung di Provinsi Lampung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Spodoptera frugiperda merupakan hama endemik di daerah tropis dan subtropis Amerika Utara dan Amerika Selatan. Imagonya merupakan penerbang yang kuat dan memiliki daya jelajah yang tinggi (CABI, 2019). Pada tahun 2019, hama *S. frugiperda* dilaporkan ditemukan di Provinsi Lampung. Saat ini, hama ini sudah menyebar ke seluruh wilayah produsen jagung di Indonesia.

Larva *S. frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama ini cukup besar, hal ini karena larva menyerang pada fase

awal tanam dapat mengakibatkan tanaman gagal tumbuh (Sudarsono *et al.*, 2019). Keberadaannya pada titik tumbuh mengakibatkan sulitnya pengendalian hama ini. Namun, hingga saat ini besarnya kehilangan hasil akibat serangan *S. frugiperda* di Indonesia belum pernah dilaporkan.

Pemerintah sudah menetapkan bahan aktif insektisida yang dapat digunakan dalam pengendalian *S. frugiperda*, namun karena minimnya informasi di kalangan petani sehingga masih ada petani yang menggunakan insektisida tidak sesuai anjuran. Bahkan tidak jarang ditemukan kasus petani mencampur dua bahan aktif insektisida. Hal ini terjadi karena besarnya kekhawatiran petani terhadap serangan hama *S. frugiperda* yang sangat sulit dikendalikan. Akibatnya, banyak petani yang menggunakan berbagai insektisida untuk mengendalikan *S. frugiperda*.

Strategi pengelolaan hama *S. frugiperda* masih tergolong cukup sulit karena variabilitas genetik yang cukup tinggi. Hama ini identik secara morfologi tetapi memiliki fisiologis yang berbeda (Nagoshi and Meager, 2004). *S. frugiperda* diketahui dapat mendetoksifikasi insektisida (Yu *et al.*, 2003) sebagai salah satu mekanisme pertahanan diri. Kondisi ini dapat memicu terjadinya perubahan susunan genetik pada *S. frugiperda*, sehingga memungkinkan munculnya biotipe baru. Perbedaan biotipe pada *S. frugiperda* juga diketahui karena adaptasi dengan tanaman inang dan faktor abiotik lainnya, sehingga sulit memprediksi respon enzimatik terhadap paparan insektisida (Yu and Ing, 1984; Adamczyk *et al.*, 1997; Silva-Brandao *et al.*, 2017). Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai keragaman genetik ulat *S. frugiperda* untuk mengetahui *S. frugiperda* yang ada di Provinsi Lampung memiliki perbedaan secara genetik atau tidak.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini terdapat keragaman genetik *S. frugiperda* yang berasal dari jagung di beberapa daerah di Provinsi Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung merupakan salah satu tanaman serealia yang strategis dan bernilai ekonomi. Tanaman ini mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras (Purwanto, 2008).

Klasifikasi tanaman jagung menurut USDA (2021) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Class	: Monocotyledonae
Ordo	: Cyperalis
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Species	: <i>Zea mays</i> L.

Jagung merupakan tanaman berakar serabut yang terdiri dari tiga tipe akar, yaitu akar seminal, akar udara dan akar adventif. Akar seminal tumbuh dari radikula dan embrio, akar udara adalah akar yang keluar dari dua atau lebih buku terbawah dekat dengan permukaan tanah sedangkan akar adventif disebut juga akar tunjang.

Perkembangan akar pada tanaman jagung bergantung pada varietas, kesuburan tanah, dan keadaan air tanah (Riwandi, 2014).

Tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang dan berbentuk silindris. Batang memiliki tiga komponen jaringan utama, yaitu kulit (*epidermis*), jaringan pembuluh (*bundles vaskuler*), dan pusat batang (*pith*). Batang tanaman jagung silindris dan tidak berlubang seperti halnya batang tanaman padi. Rata-rata panjang (tinggi) tanaman jagung antara 1-3 mdpl (Warisno, 1998).

Daun jagung terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang erat melekat

pada batang. Jumlah daun umumnya berkisar antara 10-18 helai, Tanaman jagung di daerah tropis mempunyai jumlah daun relatif lebih banyak dibanding di daerah beriklim sedang (*temperate*). Daun jagung muncul dari buku-buku batang, sedangkan pelepah daun menyelubungi ruas batang untuk memperkuat batang. Panjang daun bervariasi antara 30-150 cm dan lebar daun 4-15 cm dengan ibu tulang daun yang sangat keras. Tepi helaian daun halus dan kadang-kadang berombak (Wakman dan Burhanudin, 2007).

Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (*diklin*) dalam satu tanaman (*monoecious*). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku Poaceae, yang disebut floret. Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (*inflorescence*). Bunga betina tersusun dalam tongkol yang tumbuh diantara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga (Suprpto, 1999).

Buah jagung terdiri dari tongkol, biji dan daun pembungkus. Biji jagung mempunyai bentuk, warna, dan kandungan endosperm yang bervariasi, tergantung pada jenisnya. Umumnya buah jagung tersusun dalam barisan secara lurus atau berkelok-kelok dan berjumlah antara 8-20 baris biji (AAK, 2007).

2.2 *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda adalah hama Lepidoptera yang menyerang dan menyebabkan kerusakan besar pada tanaman penting yang dibudidayakan secara ekonomi seperti jagung, padi, sorghum, tebu, gandum dan juga tanaman sayuran. *S. frugiperda* berasal dari Amerika, dan pertama kali dilaporkan terdapat di Afrika pada tahun 2016 dan menyebabkan kerusakan signifikan pada tanaman jagung. Pada tahun 2018, *S. frugiperda* pertama kali dilaporkan masuk ke India (Ganiger *et al.*, 2018). Sejak itu, *S. frugiperda* mulai menyebar di Bangladesh, Thailand, Myanmar, Cina dan Sri Lanka. Banyaknya tanaman inang yang sesuai menunjukkan bahwa hama ini dapat

menghasilkan beberapa generasi dalam satu musim, dan cenderung menyebabkan hama menjadi endemik.

Menurut CABI (2019) *S. frugiperda* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Metazoa
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Noctuidae
Genus	: Spodoptera
Species	: <i>Spodoptera frugiperda</i>

2.2.1 Morfologi *Spodoptera frugiperda*

Telur berdiameter 0,4 mm dan panjang 0,3 mm, berwarna kuning pucat pada saat *oviposition* dan menjadi coklat muda sebelum *eclosion*. Kedewasaan telur membutuhkan 2-3 hari (20-30 °C). Telur dapat diletakkan di bagian bawah daun, atau di atas daun. Dalam beberapa kasus, terutama pada tanaman yang sangat muda, telur dapat diletakkan di batang.

Larva *S. frugiperda* memiliki 6 instar. Instar terakhir memiliki tanda dan bercak yang khas, kepala gelap, dengan tanda berbentuk Y pucat terbalik di bagian depan. Masing-masing segmen tubuh ulat memiliki pola empat titik jika dilihat dari atas. Tubuh ulat memiliki empat bintik hitam yang membentuk bujur sangkar pada segmen tubuh kedua hingga terakhir. Kulit larva tampak kasar tetapi halus saat disentuh. Larva *S. frugiperda* berukuran sedikit lebih pendek dari batang korek api (panjang 4-5 cm) (Nonci dkk., 2019).

Pupa lebih pendek dari larva dewasa dan berwarna coklat mengkilap. Pupa biasanya terjadi di tanah, tetapi bisa juga terjadi di bagian reproduksi seperti telinga jagung dewasa. Jika tanahnya terlalu keras, larva dapat menyatukan puing-puing daun dan bahan lainnya untuk membentuk kepompong di permukaan tanah. Durasi tahap kepompong adalah sekitar 8 hingga 9 hari selama musim panas, tetapi mencapai 20 hingga 30 hari selama cuaca dingin (CABI, 2019).

Imago memiliki lebar bentangan sayap antara 3-4 cm. Sayap bagian depan berwarna coklat gelap sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan. Sayap imago jantan berbintik-bintik (coklat muda, abu-abu dan berwarna jerami) sedangkan betina berwarna coklat tanpa memiliki pola warna sayap (Nonci dkk., 2019). Imago hidup selama 7-21 hari dengan rata-rata masa hidup 10 hari sebelum mati (Prasanna *et al.*, 2018).

2.2.2 Dampak Kerusakan

Spodoptera frugiperda dianggap sebagai hama jagung terpenting di Brazil, produsen jagung terbesar ketiga di dunia setelahnya Amerika Serikat dan Cina. Di negara tersebut, biaya untuk mengendalikan ulat ini pada jagung melebihi 600 juta dolar setiap tahun. Tercatat pada tahun 2008, *S. frugiperda* menyebabkan kerusakan serius pada tanaman jagung di Afrika (Goergen *et al.*, 2016).

2.3 Keragaman Genetik

Keragaman genetik (varietas/ras) merupakan sebuah konsep variabilitas di dalam suatu spesies yang diukur oleh variasi genetika (unit-unit kimia dari informasi keturunan yang dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi lainnya) di dalam spesies tertentu (Suripto, 1998). Menurut Crowder (1997), keragaman genetik terjadi karena pengaruh gen dan interaksi gen-gen yang berbeda-beda dalam suatu populasi. Keragaman tersebut disebabkan oleh dua faktor yaitu lingkungan dan genetik (sifat-sifat yang diwariskan) (Rachmadi, 2000).

Individu dalam satu populasi memiliki perbedaan genetik antara satu dengan lainnya. Hal ini disebabkan setiap individu memiliki bentuk-bentuk gen yang khas. Gen tersebut mempengaruhi tinggi rendahnya keragaman genetik yang timbul dari kombinasi yang berbeda-beda (Indrawan, 2007).

Keragaman genetik sangat penting untuk kelangsungan hidup individu. Rendahnya keragaman genetik pada suatu individu akan meningkatkan kemungkinan populasi musnah, mengurangi kemampuan populasi beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan dan menanggapi tekanan seleksi alam (Konservasi Biodiversitas Raja 4, 2015). Dalam suatu sistem biologis, keragaman (variabilitas) suatu penampilan tanaman dalam populasi dapat disebabkan oleh variabilitas genetik penyusun populasi, variabilitas lingkungan, dan variabilitas interaksi genotipe x lingkungan (Rachmadi, 2000).

Pada serangga, untuk mendapatkan informasi keragaman genetik dan aliran gen antar spesies serangga, mengidentifikasi haplotipe dan garis umur atau memprediksi migrasi dan sejarah koloni dapat menggunakan penanda DNA yang didapatkan pada bagian tubuh individu. DNA dapat diekstrak dari perut, darah, dan kepala (Muladno, 2010).

2.4 Identifikasi Molekuler

Identifikasi molekuler merupakan teknik identifikasi modern yang mengidentifikasi berdasarkan karakter genotip. Identifikasi ini dapat menentukan keragaman genetik pada suatu individu (spesies). Kemajuan teknologi saat ini, sangat memudahkan peneliti untuk mengetahui variabilitas genetik suatu individu pada tingkat protein dan DNA. Analisis protein digunakan untuk menentukan bentuk dan struktur sebuah sel serta bertindak sebagai alat utama pengenalan antar molekul dan proses katalis (Pratiwi, 2001). Analisis DNA memiliki efisiensi dan keakuratan yang tinggi dalam mencirikan suatu organisme, sehingga dapat membantu dalam identifikasi yang terdapat dari beberapa lokasi.

Identifikasi molekuler sangat berkembang dibanding identifikasi lainnya. Selain memiliki kelebihan dalam penggunaan waktu, identifikasi ini juga memiliki beberapa kelebihan karena menggunakan sekuen DNA antara lain; dapat memberikan data yang lebih akurat terhadap karakter-karakter yang ada, dapat menyediakan banyak *character state* karena perbedaan laju perubahan basa-basa

nukleotida di dalam lokus yang berbeda dan lebih akurat, serta telah terbukti menghasilkan sebuah hubungan kekerabatan yang lebih alami (Suparman, 2012).

2.5 PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

PCR (*Polymerase Chain Reaction*) adalah teknik ilmiah dalam biologi molekular untuk memperkuat satu atau beberapa salinan dari sepotong DNA. Reaksi rantai polimerase dikembangkan pada tahun 1984 oleh orang Amerika ahli biokimia, Kary Mullis (Joshi and Desphande, 2010).

Teknik PCR melibatkan beberapa tahap yang berulang (siklus) dan pada setiap siklus tersebut terjadi duplikasi jumlah target DNA untai ganda. Umumnya tahap ini dilakukan antara 20-40 siklus. Tahap dalam proses PCR terdiri dari (Hasibuan, 2015):

- a. Pra-denaturasi DNA templat (*initial denaturation*), merupakan tahap awal yang dilakukan dalam proses PCR yang berfungsi untuk mengaktifasi DNA Polymerase. Tahapan ini dilakukan selama 1-9 menit.
- b. Denaturasi DNA templat (*denaturation*), merupakan tahapan dimana DNA untai ganda akan membuka menjadi dua untai tunggal. Tahapan ini dilakukan antara suhu 90-95 °C dan diulang sebanyak 30 kali. Jika denaturasi tidak lengkap akan mengakibatkan DNA renaturasi (membentuk DNA untai ganda) secara cepat, sedangkan jika waktu denaturasi terlalu lama mungkin dapat mengurangi aktivitas enzim *Taq polimerase*.
- c. Penempelan primer pada DNA templat (*annealing*), merupakan tahapan dimana primer akan menuju daerah yang spesifik yang komplemen dengan urutan primer. Semakin panjang ukuran primer, maka semakin tinggi suhunya. Biasanya tahapan ini dilakukan pada suhu 50-60 °C tergantung jenis DNA template.
- d. Pemanjangan primer (*extension*), merupakan tahapan dimana primer yang sebelumnya telah menempel pada urutan primer akan mengalami perpanjangan pada sisi 3'nya dengan penambahan dNTP yang komplemen dengan templat oleh DNA polimerase. Pada tahap ini suhu yang digunakan biasanya 72 °C.
- e. Pemantapan (*post-extension/elongasi*), merupakan tahap akhir yang dilakukan dalam proses PCR yang berfungsi untuk memastikan bahwa setiap utas tunggal

yang tersisa sudah diperpanjang secara sempurna. Tahapan ini dilakukan selama 5-15 menit dengan suhu 70-72 °C.

2.6 Elektroforesis

Elektroforesis adalah suatu cara analisis kimiawi yang didasarkan pada pergerakan molekul-molekul protein bermuatan di dalam medan listrik. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan ukuran berat molekul dan muatan listrik yang dikandung oleh makro-molekul tersebut. Bila arus listrik dialirkan pada suatu medium penyangga yang telah berisi protein plasma maka komponen-komponen protein tersebut akan mulai bermigrasi (Ricardson *et al.*, 1986).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu pengambilan sampel larva yang dilakukan di Kabupaten Lampung Timur, Pringsewu, Lampung Selatan dan Pesawaran. Identifikasi morfologi dan molekuler dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *tube* 1,5 mL, tip 0 – 1000 μ L, mikropipet 0 – 1000 μ L, wadah *tube*, *waterbath*, sentrifuse, *freezer*, tisu, mikrosentrifuse, *tube* 0,2 mL, mesin *Thermal cycle Sensoquest*, gelas ukur, erlenmeyer 50 mL, *microwave*, sarung tangan tahan panas, sarung tangan karet, cetakan agar, sisir agar, aluminium foil, mesin elektroforesis, *Digi-Doc-Imaging System*, kardus, kertas, gunting, isolasi, dan plastik *bubble*.

Bahan yang digunakan antara lain sampel *S. frugiperda*, alkohol 70%, Proteinase-K, Buffer TNES, NaCl, isopropanol, Buffer TE, agarose 0,5%, TBE (*Tris – Borate*), ETBr (*ethidium bromide*), DNA Primer (LCO 1490 dan HCO 2198), Red Mix, aquades, DNA *leader*, dan *loading dye*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Spodoptera frugipeda diambil dari tanaman jagung yaitu di bagian pucuk tanaman. Sampel diambil dari Kecamatan Adiluwih Kabupaten Pringsewu, Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur, Kota Baru Kabupaten Lampung Selatan dan Kabupaten Pesawaran.

3.3.2 Ekstraksi DNA

Sebanyak 0,5 cm abdomen larva dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL, kemudian ditambah proteinase-K sebanyak 5 μ L. Larva digerus di dalam tube sampai benar-benar halus. Setelah itu ditambahkan 300 μ L buffer TNES dan diinkubasi pada suhu 60 °C selama \pm 3 jam. Langkah selanjutnya yaitu sebanyak 85 μ L 5 M NaCl ditambahkan ke dalam tube yang berisi sampel yang telah diinkubasi dan disentrifugasi pada kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit. Supernatan kemudian diambil dan dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL yang baru. Selanjutnya, ditambahkan isopropanol sebanyak 400 μ L untuk menghilangkan garam sisa. Kemudian sampel diinkubasi dalam *freezer* selama 20 menit. Selanjutnya sampel disentrifugasi kembali selama 5 menit. Setelah itu, supernatan dibuang dan ditambahkan 500 μ L alkohol 70% dan disentrifugasi selama 5 menit. Tahap terakhir, alkohol dibuang dan pelet dikeringkan pada suhu kamar semalaman.

3.3.3 Amplifikasi DNA dengan PCR

Pada tahap amplifikasi DNA, sebanyak 12,5 μ L *Master Mix* (2x MyTaq HS *Red Mix*) dimasukkan ke dalam *tube* kecil. Setelah itu ditambahkan satu pasang DNA primer masing-masing sebanyak 1 μ L. Selanjutnya ditambahkan 1 μ L larutan hasil ekstraksi DNA dan aquades steril sebanyak 9,5 μ L. Secara rinci, primer yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Primer yang digunakan untuk PCR

Nama Primer	Urutan Basa	Referensi
HCO 2198	^{5'} TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA ^{3'}	Folmer <i>et al.</i> (1994)
LCO 1490	^{5'} GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G ^{3'}	Folmer <i>et al.</i> (1994)

Amplifikasi DNA dilakukan dengan menggunakan mesin *Thermal cycle Sensoquest*. PCR terdiri dari 5 tahap, yaitu inisiasi, denaturasi, *annealing*, ekstensi, dan elongasi. Inisiasi dilakukan pada suhu 95 °C selama lima menit. Tahap denaturasi pada suhu 95 °C selama 1 menit dilanjutkan dengan tahap *annealing* (penempelan primer) pada suhu 50-55 °C (HCO 2198 dan LCO 1490) selama 1 menit. Tahap selanjutnya yakni ekstensi pada suhu 72 °C selama 1 menit. Tahapan-tahapan tersebut terjadi sebanyak 30 kali pengulangan. Elongasi pada suhu 72 °C selama 5 menit dan diakhiri dengan satu siklus (*holding*) pada suhu 4 °C selama 1 menit.

3.3.4 Elektroforesis dan Visualisasi Hasil PCR

Elektroforesis dilakukan dengan menggunakan gel agarose 0,5% yang sudah ditambah 1 µL ETBr dan dituangkan pada cetakan dengan sisir. Pada sumur pertama, dimasukkan 3 µL Marker DNA Leader. Selanjutnya, setiap sumur diberikan sebanyak 3 µL ekstraksi DNA dan 1 µL *loading dye* sebagai pemberat. Selanjutnya, elektroforesis dihidupkan pada tegangan 55 volt selama 60 menit. Ditunggu hingga DNA bergerak sampai ke baris 3 atau 4 dari ujung lawan. Hasil elektroforesis divisualisasi dengan *Digi-Doc-Imaging System*, yang hasilnya disimpan dalam komputer.

3.3.5 Sekuensing dan Analisis Hasilnya

Hasil PCR kemudian dikirim ke PT Genetika Science Jakarta untuk proses sekuensing.

3.3.6 Pembuatan Pohon Filogenetik

Hasil sekuensing kemudian dialignment menggunakan program Bioedit. Hasil sekuensing beberapa ulat *Spodoptera* yang diambil dari *GenBank* juga diikutkan dalam proses *alignment*. Hasil *alignment* kemudian dibuat pohon filogenetiknya dengan program Mega 6 for windows menggunakan metode *Unweighted-pair Group Method with Arithmetic means* (UPGMA).

3.3.7 Analisis Keragaman Genetik

Untuk mengetahui variasi pada tingkat sekuen DNA dilakukan analisis menggunakan metode RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) *in silico* menggunakan program pDRAW32 yang dikembangkan oleh AcaClone Software dan dapat diakses melalui www.acaclone.com. Metode RFLP merupakan salah satu metode penandaan DNA didasarkan pada perbedaan situs pemotongan. Pemotongan dilakukan menggunakan enzim restriksiendonuklease yang dapat mendigesti DNA dan memotong DNA pada situs restriksi tertentu menjadi fragmen-fragmen.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini adalah

1. Tidak ada keragaman genetik pada sampel *S. frugiperda* di beberapa daerah di Provinsi Lampung berdasarkan hasil *similarity* 100%.
2. Setiap susunan basa memiliki enzim restriksi yang berbeda.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut respon *S. frugiperda* akibat aplikasi insektisida.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 2007. *Teknik Bercocok Tanam Jagung Manis*. Kanisius. Yogyakarta.
- Adamczyk, J. J. J., Holloway, J. W., Leonard, B. R., and Graves, J. B. 1997. Susceptibility of *fall armyworm* collected from different plant hosts to selected insecticides and transgenic Bt cotton. *Journal of Cotton Science*. 1: 21-28.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Produksi dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi*. Diakses pukul 14.00 WIB 08 Mei 2019 <https://www.bps.go.id>.
- Baehaki, S. E. 2010. Perubahan biotipe wereng coklat pada beberapa sentra produksi padi di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional V, Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. Perhimpunan Entomologi Indonesia.
- CABI, 2019. *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm). <https://www.cabi.org/ISC/fallarmyworm>. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2019.
- Crowder, L. V. 1997. *Genetika Tumbuhan*. Diterjemahkan oleh L. Kusdiarti. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Despres, L., David, J.P., and Gallet, C. 2007. The evolutionary ecology of insect resistance to plant chemicals. *Trends in Ecology & Evolution*. 22: 298-307.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence Limits on Phylogenies an Approach Using The Bootstrap. *Evolution. Journal of Organic Evolution*. 39(4): 783-791.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., and Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 3: 294-299.
- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., and Chandrashekhara, K. 2018. First report on the occurrence of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Pest in Karnataka, India. UAS, GKVK, Bengaluru.

- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., and Togola, A. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*. 11(10). 1-9 e0165632.
- Hasibuan, E. 2015. *Peranan Teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) terhadap Perkembangan Ilmu Pengetahuan*. Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatra Utara.
- Indrawan, M. 2007. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Joshi, M. and Deshpande J. D., 2010. Polymerase Chain Reaction. Methods, Principles and Application. *International Journal of Biomedical Research*. 1(5): 81-97.
- Kementerian Pertanian. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Jakarta.
- Konservasi Biodiversitas Raja 4. 2015. Konservasi Keragaman Genetik. *Informasi Status, Kondisi dan Berita Biodiversitas Indonesia*. 4(2): 1-8.
- Moriarty, F. 2008. The Sublethal Effects of Synthetic Insecticides on Insects. *Biological Reviews* 44: 321-356.
- Muladno. 2010. *Teknologi Rekayasa Genetika*. IPB Press. Bogor.
- Nagoshi, R. N. and Meager, R. L., 2004. Seasonal distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in agricultural and turf grass habitats. *Environmental Entomology*. 33(4): 881-889.
- Nonci, N., Septian, H, K., Hishar, M., Amran, M., Nuhammad, A, Z., dan Muhammad A, Q. 2019. Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia. Jakarta.
- Pestana, E. A., Belak, S., Diallo, A., Crowther, J. R. and Viljoen, G. J. 2010. *Early Rapid and Sensitive Veterinary Molecular Diagnostics - Real Time PCR Applications*. Springer. Dordrecht Heidelberg. London New York.
- Prasanna, B. M., Joseph, E., Huesing, Regina, E. and Virginia, M. P. 2018. *Fall Armyworm in Africa: A Guide For Integrated Pest Management*. Feed the Future. United States.
- Pratiwi, R. 2001. Mengenal Metode Elektroforesis. *Oseana*. 26(1): 25-31.
- Purwanto, S. 2008. *Perkembangan Produksi dan Kebijakan dalam Peningkatan Produksi Jagung*. Direktorat Budidaya Serealia. Direktorat jenderal Tanaman Pangan. Bogor.

- Rachmadi, M. 2000. *Pengantar Pemuliaan Tanaman Membiak Vegetatif*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Revania, Lisa. 2014. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi impor jagung di Indonesia Tahun 1982-2012. *JEJAK Journal of Economics and Policy* 7(1): 102-112.
- Ricardson, B. J., Baverstock, P. R. and Adams, M. 1986. *Allozyme Electro-phoresis. A Handbook for Animal Systematics and Population Studies*. Academic Press. Inc. San Diego.
- Riwandi. 2014. *Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal*. UNIB Press. Bengkulu.
- Silva Brandao, K. L., Horikoshi, R. J., Bernardi, D., Omoto, C., Figueria, A., and Brandao, M. M. 2017. Transcript expression plasticity as a response to alternative larval host plants in the speciation process of corn and rice strains of *Spodoptera frugiperda*. *BMC Genomics* 18(1): 1-15.
- Sudarsono, H., Susilo, FX., Lestari, P., Suharjo, R., Swibawa, I. G., dan Hariri, A. M. 2019. Identification of Spodoptera specimens collected on corn field in Pringsewu District. Lampung Province. Prosiding (SEAPRO) Southeast Asia Plant Protection Conference.
- Suparman. 2012. Markah Molekuler dalam Identifikasi dan Analisis Kekerabatan Tumbuhan serta implikasinya Bagi Mata Kuliah Genetika. *Jurnal Bioedukasi*. 1(1): 59-68.
- Suprpto. 1999. *Bertanam Jagung*. Cetakan ke-8. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suripto, B.A. 1998. *Prinsip-prinsip dan Pengelolaan Sumberdaya Keanekaragaman Hayati di Indonesia*. Dirjen Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- United State Department of Agriculture (USDA). National Nutrient Databases for Standard References. 2021. *Zea mays*, classification. Available. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=ZEMA>. diakses tanggal 16 Desember 2021.
- Wakman dan Burhanudin. 2007. *Jagung, Teknik Produksi dan Pengembangan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Hlm. 305-335.
- Warisno. 1998. *Budidaya Jagung Hibrida*. Kanisius. Yogyakarta.
- Yu, S. J. and Ing, R. T. 1984. Microsomal biphenyl hydroxylase of fall armyworm larvae and its induction by allelochemicals and host plants. *Comparative*

Biochemistry and Physiology. Comparative Pharmacology and Toxicology. 78(1):145-152.

- Yu, S. J., Nguyen, S, N. and Abo Elghar, G. E. 2003. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Pesticide Biochemistry and Physiology.* 77: 1-11.
- Yu, Y.S., Xue, S., Wu, J.C., Wang, F., Liu, J.L. and Gu, H. 2007. Distribution of Imidacloprid residues in different parts of rice plants and its effect on larvae and adult females of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology.* 100: 375-380.
- Yuwono, T. 2005. *Biologi Molekuler.* Penerbit Erlangga. Jakarta.