

**SKRIPSI**

**TANGGAP FUNGSIONAL DAN KEMAMPUAN PREDASI TIGA  
SPESIES SERANGGA PREDATOR TERHADAP TELUR DAN  
LARVA *Spodoptera frugiperda***

***FUNCTIONAL RESPONSE AND PREDATION ABILITY OF  
THREE PREDATOR SPECIES AGAINST *Spodoptera frugiperda*  
EGGS AND LARVAE***



**Athifah Dwi Lianti  
05081381823044**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## SUMMARY

**ATHIFAH DWI LIANTI**, Functional Response and Predation Ability of Three Predator Species Against *Spodoptera frugiperda* Eggs and Larvae (Supervised by **ARSI** and **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm) is an important pest of maize (*Zea mays*) in Latin America. In 2019, FAW entered Indonesia into 3 provinces, West Java, Banten and West Sumatra. FAW is a migratory pest that attacks more than 100 countries. In Indonesia, FAW infects 100% of maize plants in the vegetative phase (2 weeks old) which causes economic losses. Most pest control is done by spraying synthetic insecticides, whereas when natural enemies are abundant, insecticides are not needed. Natural enemies such as predators and parasitoids play an important role in pest population dynamics. This study aimed to determine the functional response and predation ability of three predator species against *S. frugiperda* eggs and larvae.

This study was designed using a factorial randomized block design with 2 factors and 10 replications. The first factor is three species of predatory insects, namely *Doru lineare*, *Paederus fuscipes*, *Micraspis discolor*. The second factor is prey density. Predation test was carried out in a petri dish containing maize leaves. The predation ability test on eggs of prey density given 50, 100, 150, 200, and 250 eggs of *S. frugiperda*. The predation ability test on the 1st instar prey density was 10, 20, 40, 80 and 160 larvae. Prior to the experiment, each ekoral predator was fasted for 24 hours, after which the predator was transferred to each petri dish. The number of 1st instar larvae and eggs consumed by predators will be counted after 24 hours. Each treatment was repeated 10 times. The variables that being observed are calculating the number of prey that has been eaten, and the time that the predator takes to handle the prey.

The results of this study showed the functional response of *D. lineare* has a type III, *P. fuscipes* showed a type III, and *M. discolor* showed a type II to *S. frugiperda* eggs. While the functional response to the 1st instar larvae of *S. frugiperda*, *D. lineare* showed type III, *P. fuscipes* showed type III, and *M. discolor* showed type I. Functional response type III showed an increase in predation which was slow at first, followed by the faster increase and then constant. While type I shows that the number of prey, preyed increases linearly according to prey density and it constant. The interaction between three species of predatory insects with density of prey eggs and 1st instar of *S. frugiperda* shows that the higher the density of prey, the higher the predation by predators.

Conclusion of this study showed that *D. lineare* has the highest preying ability both on eggs and the 1st instar of *S. frugiperda*. Meanwhile, *M. discolor* has the lowest preying ability on eggs and the 1st instar of *S. frugiperda*. *D. lineare* is classified as an effective a biological control agent because the preying ability increases in line with prey density and has the highest preying ability compared to *M. discolor* and *P. fuscipes*.

**Keyword :** *Spodoptera frugiperda*, predator, functional response

## RINGKASAN

**ATHIFAH DWI LIANTI**, Tanggap Fungsional dan Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga Predator terhadap Telur dan Larva *Spodoptera frugiperda* (Dibimbing oleh **ARSI** dan **SITI HERLINDA**).

*Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm) merupakan hama penting pada tanaman jagung (*Zea mays*) di Amerika Latin. Di Indonesia FAW masuk pada tahun 2019 di 3 provinsi yaitu Jawa Barat, Banten dan Sumatera Barat. FAW merupakan hama yang bermigrasi dan menyerang lebih dari 100 negara. Di Indonesia FAW menginfeksi pada 100% tanaman jagung fase vegetatif (umur 2 minggu) yang menimbulkan kerugian secara ekonomi. Sebagian besar pengendalian hama dilakukan dengan penyemprotan insektisida sintetik, padahal ketika musuh alami berlimpah maka penggunaan insektisida tidak diperlukan. Musuh alami seperti predator dan parasitoid berperan penting dalam dinamika populasi hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur dan larva *S. frugiperda*.

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor dan 10 ulangan. Faktor pertama adalah tiga spesies serangga predator yaitu *Doru lineare*, *Paederus fuscipes*, *Micraspis discolor*. Faktor kedua adalah kepadatan mangsa. Uji pemangsa dilakukan di dalam cawan petri yang berisi daun jagung. Uji kemampuan predasi terhadap telur kepadatan mangsa yang diberi sebesar 50, 100, 150, 200, dan 250 butir telur *S. frugiperda*. Uji kemampuan predasi terhadap instar ke-1 kepadatan mangsa yang diberi sebesar 10, 20, 40, 80 dan 160 larva. Sebelum percobaan masing-masing predator dipuaskan terlebih dahulu selama 24 jam, setelah itu predator dipindahkan ke masing-masing cawan petri. Jumlah telur dan larva instar ke-1 yang dikonsumsi predator akan dihitung setelah 24 jam. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 10 kali. Peubah yang akan diamati adalah menghitung jumlah mangsa yang habis dimangsa, dan waktu yang dibutuhkan predator untuk menangani mangsa.

Hasil penelitian ini menunjukkan *D. lineare* menunjukkan tipe tanggap fungsional tipe III, *P. fuscipes* menunjukkan tipe tanggap fungsional tipe III, dan *M. discolor* menunjukkan tipe tanggap fungsional tipe II terhadap telur *S. frugiperda*. Sedangkan tipe tanggap fungsional terhadap larva instar ke-1 *S. frugiperda*, *D. lineare* menunjukkan tipe III, *P. fuscipes* menunjukkan tipe III, dan *M. discolor* menunjukkan tipe I. Tanggap fungsional tipe III menunjukkan peningkatan pemangsa pada awalnya berlangsung lambat, diikuti dengan peningkatan lebih cepat dan kemudian konstan. Sedangkan tipe I menunjukkan bahwasanya jumlah mangsa yang dimangsa meningkat secara linear sesuai dengan kepadatan mangsa dan bersifat konstan. Interaksi antara tiga spesies serangga predator dengan kepadatan mangsa telur dan instar ke-1 *S. frugiperda* menunjukkan bahwasanya semakin tinggi kepadatan mangsa maka semakin tinggi pemangsa oleh predator.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan *D. lineare* memiliki kemampuan memangsa tertinggi baik itu pada telur maupun larva instar ke-1 *S. frugiperda*. *M.*

*discolor* memiliki kemampuan memangsa terendah pada telur maupun larva instar ke-1 *S. frugiperda*. Sehingga *D. lineare* tergolong efektif sebagai agens pengendali hayati karena kemampuan memangsa meningkat seiring dengan kepadatan mangsa serta memiliki kemampuan memangsa tertinggi.

**Kata kunci :** *Spodoptera frugiperda*, predator, tanggap fungsional

**SKRIPSI**

**TANGGAP FUNGSIONAL DAN KEMAMPUAN PREDASI TIGA  
SPESIES SERANGGA PREDATOR TERHADAP TELUR DAN  
LARVA *Spodoptera frugiperda***

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



**Athifah Dwi Lianti**  
**05081381823044**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

TANGGAP FUNGSIONAL DAN KEMAMPUAN PREDASI TIGA  
SPESIES SERANGGA PREDATOR TERHADAP TELUR DAN  
LARVA *Spodoptera frugiperda*

SKRIPSI

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

Oleh:

Athifah Dwi Lianti  
05081381823044

Pembimbing I

Indralaya,  
Pembimbing II

Desember 2021




Arsi, S.P., M.Si  
NIPUS 198510172015105101



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



Mengetahui,  
Dekan Fakultas  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr  
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan Judul “Tanggap Fungsional Dan Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga Predator Terhadap Telur Dan Larva *Spodoptera frugiperda*” oleh Athifah Dwi Lianti telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Desember 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

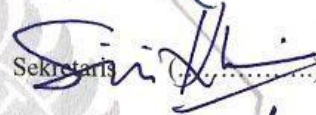
1. Arsi, S.P., M.Si  
NIPUS. 198510172015105101

Ketua



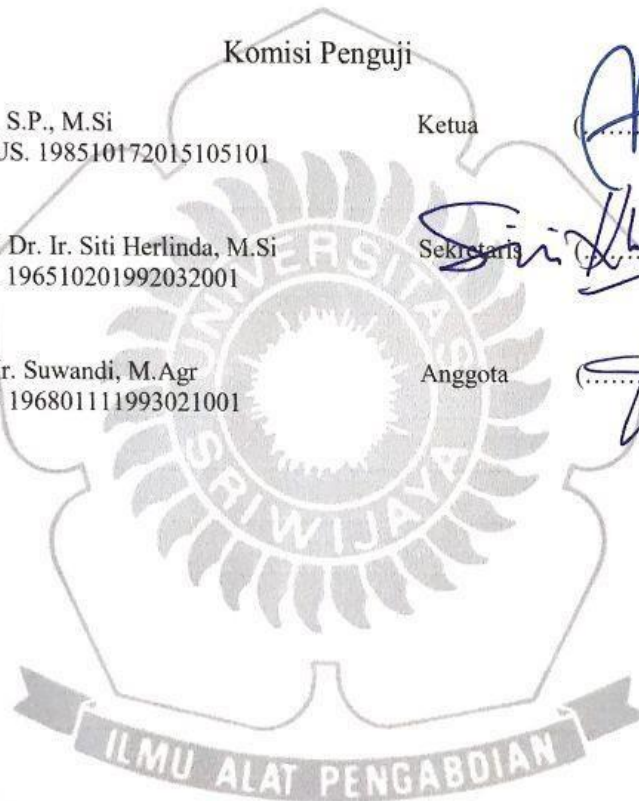
2. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si  
NIP. 196510201992032001

Sekretaris



3. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr  
NIP. 196801111993021001

Anggota

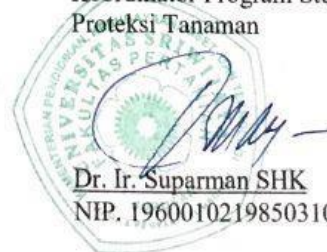


Ketua Jurusan,  
Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP. 196001021985031019

Indralaya, Desember 2021  
Koordinator Program Studi  
Proteksi Tanaman



Dr. Ir. Suparman SHK  
NIP. 196001021985031019



## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Athifah Dwi Lianti

NIM : 05081381823044

Judul : Tanggap Fungsional Dan Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga  
Predator Terhadap Telur Dan Larva *Spodoptera frugiperda*

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, Desember 2021



Athifah Dwi Lianti

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis memiliki nama lengkap Athifah Dwi Lianti, yang dilahirkan di Kota Jambi pada tanggal 03 Juli 2000. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Ibnu Hayat dan Ibu Sri Yuliati. Penulis memiliki satu kakak perempuan bernama Novia Hadrianti. Penulis memulai pendidikan di TK Pembina dan selesai pada tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SDN 52 Jambi dan selesai pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta Islam Al-Falah Kota Jambi dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 4 Kota Jambi.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman dengan melalui jalur seleksi mandiri. Selama masa perkuliahan penulis pernah menjadi Anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPRO) pada tahun 2018-2019. Penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum Ekologi Serangga pada tahun 2020/2021 dan juga Asisten Praktikum Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2020/2021 dan 2021/2022.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tanggap Fungsional Dan Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga Predator Terhadap Telur Dan Larva *Spodoptera frugiperda*”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Arsi, S.P., M.Si dan Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga penelitian hingga akhir penyusunan dan penulisan dalam skripsi ini. Penelitian ini di danai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset, dan Teknologi, Tahun Anggaran 2021 sesuai dengan kontrak skema Penelitian Dasar Nomor: 150/E4.1/AK.04.PT/2021 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan mempublikasikan data pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Pada kesempatan kali ini penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua Bapak Ibnu Hayat, Ibu Sri Yulianti dan kakak Novia Hadrianti yang telah memberikan do'a, dukungan dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dekan FP, Bapak Kepala Jurusan Dr. Ir. Suparman SHK, Mbak Dewi dan pengurus administrasi.
3. Teman-teman di Lab.Entomologi (Yosi, Fairuz, Ajum, Bella, Vivin, Dya, Ipa, Hopi, Caca, Fitra, Della, Hafiza, Acha, Ajeng, Lisa), Ghea, Dinda, Iken, Andika, Kevin, Defri, Prima, Tatak, Kak Riski, Kak Irul, Fathia, Besdck ent. dan teman-teman seangkatan yang telah membantu, memberikan dukungan dan semangat.

Saya berharap skripsi ini dapat sebagai sumber pengembangan ilmu dan pengetahuan untuk kita semua. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar kedepannya lebih baik. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Desember 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis .....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.2. Taksonomi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	4
2.3. Morfologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	5
2.4. Biologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	6
2.5. Perilaku <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	7
2.6. Spesies Tumbuhan Inang <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
2.7. Tanggap Fungsional .....	9
2.8.1. <i>Micraspis discolor</i> .....	10
2.8.2. <i>Doru lineare</i> .....	11
2.8.3. <i>Paederus fuscipes</i> .....	12
2.8.4. <i>Podisus maculiventris</i> .....	12
2.8.5. <i>Geocoris punctipes</i> .....	13

2.8.6.	<i>Orius</i> sp.....	13
BAB 3.	PELAKSANAAN PENELITIAN .....	15
3.1.	Tempat dan Waktu.....	15
3.2.	Alat dan Bahan .....	15
3.3.	Metode Penelitian .....	15
3.4.	Cara Kerja.....	15
3.4.1.	Pemeliharaan Serangga Predator .....	16
3.4.2.	Perbanyak Mangsa .....	16
3.5.	Peubah Pengamatan.....	16
3.6.	Analisis Data.....	17
3.6.1.	Kemampuan Memangsa .....	17
3.6.2.	<i>Attack rate</i> .....	17
3.6.3.	Tipe Tanggap Fungsional .....	18
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	20
4.1.	Hasil.....	20
<b>4.1.1.</b>	Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga Predator terhadap Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	20
4.1.2.	Kemampuan Memangsa Tiga Spesies Predator pada Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Spesies Berbeda.....	20
4.1.3.	Kemampuan Memangsa Tiga Spesies Predator pada Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Kepadatan Mangsa Berbeda .....	20
4.1.4.	<i>Attack rate</i> Tiga Spesies Predator pada Telur <i>Spodoptera</i>	

	<i>frugiperda</i> dengan Spesies Berbeda .....	20
4.1.5.	<i>Attack rate</i> Tiga Spesies Predator pada Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Kepadatan Mangsa Berbeda .....	20
4.1.6.	<i>Handling Time</i> (th total), Waktu Pencarian (Ts), Kecepatan Serangan (a), Efisiensi Pencarian (E) Tiga Spesies Predator terhadap Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	20
4.1.7.	Kepadatan Mangsa dalam <i>Handling Time</i> (Th total), Waktu Pencarian (Ts), Kecepatan Serangan (a), Efisiensi Pencarian (E) terhadap Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
4.1.8.	Interaksi Tiga Spesies Predator dan Kepadatan Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
4.1.9.	Regresi Tipe Tanggap Fungsional Tiga Spesies Predator terhadap Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
4.1.10.	Tipe Tanggap Fungsional Tiga Spesies Predator terhadap Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
4.1.11.	Kemampuan Predasi Tiga Spesies Serangga Predator terhadap Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
4.1.12.	Kemampuan Memangsa Tiga Spesies Predator pada Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Spesies Berbeda.....	32
4.1.13.	Kemampuan Memangsa Tiga Spesies Predator pada Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Kepadatan Mangsa Berbeda.....	32
4.1.14.	<i>Attack rate</i> Tiga Spesies Predator pada Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Spesies Berbeda.....	32
4.1.15.	<i>Attack rate</i> Tiga Spesies Predator pada Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> dengan Kepadatan Mangsa Berbeda .....	35
4.1.16.	<i>Handling Time</i> (Th total), Waktu Pencarian (Ts), Kecepatan Serangan (a), Efisiensi Pencarian (E) Tiga Spesies predator terhadap Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	35
4.1.17.	Kepadatan Mangsa dalam <i>Handling Time</i> (Th total), Waktu Pencarian (Ts), Kecepatan Serangan (a), Efisiensi Pencarian (E) terhadap Larva	

	Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	37
4.1.18.	Interaksi Tiga Spesies Predator dan Kepadatan Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	37
4.1.19.	Regresi Tipe Tanggap Fungsional Tiga Spesies Predator terhadap Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	37
4.1.20.	Tipe Tanggap Fungsional Tiga Spesies Predator terhadap Larva Instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	42
4.1.21.	Deskripsi Perilaku Predator .....	42
4.2.	Pembahasan .....	42
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	42
5.1.	Kesimpulan.....	42
5.2.	Saran .....	42
	DAFTAR PUSTAKA .....	42





## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. (A) Koloni telur, (B) larva instar 1 <i>Spodoptera frugiperda</i> (Prasanna <i>et al.</i> , 2018) .....	5
Gambar 2.2. (A) Larva instar 1, (B) tahap perkembangan larva, (C) tanda pembeda pada larva berukuran sedang hingga besar (Deshmukh <i>et al.</i> , 2021) .....	5
Gambar 2.3. (A) Pupa jantan, (B) pupa betina <i>Spodoptera frugiperda</i> (Kalyan <i>et al.</i> , 2020) .....	6
Gambar 2.4. Imago (A) jantan, (B) betina <i>Spodoptera frugiperda</i> (Deshmukh <i>et al.</i> , 2021) .....	6
Gambar 2.5. Kotoran dan kerusakan akibat serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> (Deole & Paul, 2018) .....	8
Gambar 2.6. <i>Micraspis discolor</i> .....	10
Gambar 2.7. <i>Doru lineara</i> (Nonci <i>et al.</i> , 2019) .....	11
Gambar 2.8. <i>Paederus fuscipes</i> .....	12
Gambar 2.9. <i>Podisus maculiventris</i> .....	12
Gambar 2.10. <i>Geocoris punctipes</i> .....	18
Gambar 2.11. <i>Orius</i> sp .....	18
Gambar 3.1. (A) <i>Doru lineare</i> ,(B) antena, (C) forcep, (D) tungkai, (E) sayap.....	18

Gambar 3.2. (A) <i>Paederus fuscipes</i> , (B) antena, (C) tungkai, (D) sayap, (E) elytra dan sayap.....	18
Gambar 3.3. (A) <i>Micraspis discolor</i> , (B) koksi direntangkan, (C) antena, (D) tungkai, (E) sayap .....	19
Gambar 3.4. <i>Artificial habitat</i> (Russianzi <i>et al.</i> , 2021).....	19
Gambar 3.5. <i>Artificial habitat</i> serangga predator .....	19
Gambar 3.6. Perbanyakkan mangsa <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	20
Gambar 3.7. Uji kemampuan predasi menggunakan cawan petri.....	21
Gambar 4.1. Interaksi tiga spesies serangga predator dan kepadatan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	30
Gambar 4.2. Tipe tanggap fungsional serangga predator (A) <i>Doru lineare</i> , (B) <i>Paederus fuscipes</i> , (C) <i>Micraspis discolor</i> terhadap telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	
Gambar 4.3. (A) <i>Doru lineare</i> , (B) <i>Micraspis discolor</i> , (C) <i>Paederus fuscipes</i> memangsa telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	32
Gambar 4.4. Interaksi tiga spesies predator dan kepadatan instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	37
Gambar 4.5. Tipe tanggap fungsional serangga predator (A) <i>Doru lineare</i> , (B) <i>Paederus fuscipes</i> , (C) <i>Micraspis discolor</i> terhadap instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	38
Gambar 4.6. (A) <i>Doru lineare</i> , (B) <i>Paederus fuscipes</i> , (C) <i>Micraspis discolor</i> memangsa instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	39
Gambar 4.7. (A) Sisa mangsa larva instar ke-1 yang dimangsa <i>Doru lineare</i> .....	39

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel.4.1. F-hitung pada kepadatan mangsa telur <i>Spodoptera frugiperda</i> terhadap tiga spesies serangga predator.....	24
Tabel 4.2. Faktor spesies serangga predator terhadap kemampuan memangsa pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	25
Tabel 4.3. Faktor kepadatan mangsa terhadap kemampuan memangsa pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
Tabel 4.4. Faktor spesies serangga predator terhadap <i>attack rate</i> pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
Tabel 4.5. Faktor kepadatan mangsa terhadap <i>attack rate</i> pada telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	27
Tabel 4.6. Faktor spesies predator dalam <i>handling time</i> ( $T_h$ total), waktu pencarian ( $T_s$ ), kecepatan serangan ( $a$ ), efisiensi pencarian ( $E$ ) serangga predator terhadap telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	28
Tabel 4.7. Faktor kepadatan mangsa dalam <i>handling time</i> ( $T_h$ total), waktu pencarian ( $T_s$ ), kecepatan serangan ( $a$ ), efisiensi pencarian ( $E$ ) terhadap telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	29
Tabel 4.8. Interaksi tiga spesies serangga predator dan kepadatan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	29
Tabel 4.9. Tipe tanggap fungsional <i>Doru lineare</i> , <i>Paederus fuscipes</i> , <i>Micraspis discolor</i> terhadap telur <i>Spodoptera frugiperda</i> berdasarkan analisis regresi dan nilai $r$ .....	30
Tabel 4.10. F-hitung pada kepadatan mangsa larva instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> terhadap tiga spesies serangga predator. ....	32
Tabel 4.11. Faktor spesies serangga predator terhadap kemampuan memangsa pada instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	33
Tabel 4.12. Faktor kepadatan mangsa terhadap kemampuan memangsa pada instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	34
Tabel 4.13. Faktor spesies serangga predator terhadap laju pemangsan	

pada instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	34
.....	
Tabel 4.14. Faktor kepadatan mangsa terhadap laju pemangsan pada instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	35
.....	
Tabel 4.15. Faktor spesies predator dalam <i>handling time</i> (Th total), waktu pencarian (Ts), kecepatan serangan (a), efisiensi pencarian (E) serangga predator terhadap instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	35
.....	
Tabel 4.16. Faktor kepadatan mangsa dalam <i>handling time</i> (Th total), waktu pencarian (Ts), kecepatan serangan (a), efisiensi pencarian (E) terhadap instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	36
.....	
Tabel 4.17. Interaksi tiga spesies serangga predator dan kepadatan instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	36
.....	
Tabel 4.18. Tipe tanggap fungsional <i>Doru lineare</i> , <i>Paederus fuscipes</i> , <i>Micraspis discolor</i> terhadap instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> berdasarkan analisis regresi dan nilai r .....	38
.....	
Tabel 4.19. Deskripsi perilaku predator.....	40
.....	

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Pengamatan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> yang habis dimangsa .....	57
.....	57
Lampiran 2. Rata-rata waktu pemangsaan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	57
.....	57
Lampiran 3. Pengamatan larva instar ke-1 <i>Spodoptera frugiperda</i> yang habis dimangsa.....	58
Lampiran 4. Rata-rata waktu pemangsaan larva instar ke-1 <i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i> .....	59
.....	59
Lampiran 5. Suhu pada pengamatan telur dan larva instar ke-1 <i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i> .....	60
.....	60
Lampiran 6. RH pada pengamatan telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	61

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm) merupakan hama penting pada tanaman jagung (*Zea mays*) di Amerika Latin (De Groote *et al.*, 2020). *S. frugiperda* merupakan hama yang bermigrasi dan menyerang lebih dari 100 negara (Huang *et al.*, 2020). Di Indonesia *S. frugiperda* masuk pada tahun 2019 di 3 provinsi yaitu Jawa Barat, Banten dan Sumatera Barat (Sartiami *et al.*, 2020). Penyebaran cepat membuat hama ini menyebar ke berbagai daerah (Feldmann *et al.*, 2019), hal tersebut meningkatkan resiko wabah di daerah baru (Fan *et al.*, 2020). Hama ini juga merupakan hama polifag (Ganiger *et al.*, 2018), *S. frugiperda* memiliki 353 tanaman inang yang berasal dari 76 famili tanaman. (Montezano *et al.*, 2018). Tanaman inang yang luas membuat hama ini berpotensi menyebar ke tanaman penting lainnya (Mallapur *et al.*, 2018). Fase hama paling menyebabkan kerusakan adalah larva instar ke-4, karena dapat memakan habis daun dan juga bakal buah jagung (Ayala *et al.*, 2013). Sebagian larva ditemui pada titik tumbuh jagung (Chimweta *et al.*, 2020). Diprediksikan kerugian panen jagung di Afrika sub-Sahara sebesar \$US13 Miliar per tahun (Harrison *et al.*, 2019). Di Indonesia FAW mampu menginfeksi pada 100% tanaman jagung (Herlinda *et al.*, 2021) pada fase vegetatif (umur 2 minggu) yang menimbulkan kerugian secara ekonomi (Trisyono *et al.*, 2019). Sebagian besar pengendalian hama dilakukan dengan penyemprotan insektisida sintetis, padahal ketika musuh alami berlimpah maka penggunaan insektisida tidak diperlukan (Ribeiro *et al.*, 2014).

Pengendalian hama menggunakan serangga yang bersifat sebagai musuh alami disebut pengendalian hayati (Bhusal & Chapagain, 2020). Pengendalian hayati menggunakan musuh alami jauh lebih murah jika dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintetis (Prasanna *et al.*, 2018). Musuh alami seperti predator dan parasitoid berperan penting dalam dinamika populasi hama (Wegensteiner *et al.*,

2015). Banyak penelitian menunjukkan bahwasanya musuh alami dapat meningkatkan kematian FAW (Hruska, 2019). Musuh alami mampu mengendalikan larva FAW sebesar 74,03% (Firake & Behere, 2020a). Serangga predator yang umum ditemukan adalah Earwigs, Coccinellidae, Hemiptera, dan Hymenoptera (Shylesha & Sravika, 2018). Di India predator yang sering ditemui adalah Earwigs, Coccinellidae (Sharanabasappa *et al.*, 2019), Kumbang kelana (*roove beetles*) juga ditemukan sebagai predator potensial (Abdul Rasheed *et al.*, 2020). Coccinellidae merupakan predator yang berpotensi untuk pengendalian biologis hama *S. frugiperda* (Suby *et al.*, 2020). Akan tetapi, predator dari genus *Doru* berpotensi tinggi memangsa telur dan larva instar awal *S. frugiperda* (Jaraleño-teniente *et al.*, 2020).

Efisiensi predator dapat diperkirakan melalui tanggap fungsional. Tanggap fungsional merupakan salah satu kriteria untuk menilai efisiensi predator yang diberi mangsa dalam strategi pengendalian hayati (Islam *et al.*, 2020). Tanggap fungsional juga bertujuan menggambarkan hubungan antara lingkungan (kepadatan mangsa dan kepadatan predator) dan tingkat predasi predator (Okuyama, 2013). Hubungan antara konsumsi predator dan kepadatan mangsanya disebut sebagai tanggap fungsional (Papanikolaou *et al.*, 2014). Ilmuwan menetapkan ada tiga jenis tipe tanggap fungsional, yaitu Tipe I (linear), Tipe II (asimtotik), dan Tipe III (logaritmik) (Butt & Xaaceph, 2015; Holling, 1961; Nelly *et al.*, 2012). Maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur dan larva *S. frugiperda*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur *S. frugiperda* ?
2. Bagaimana tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap larva *S. frugiperda* ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk menganalisis tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur *S. frugiperda*.
2. Untuk menganalisis tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap larva *S. frugiperda*.

## 1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Diduga tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur *S. frugiperda* merupakan tipe III
2. Diduga tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap larva *S. frugiperda* merupakan tipe III

## 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan wawasan peneliti serta pembaca dalam mengetahui tanggap fungsional dan kemampuan predasi tiga spesies serangga predator terhadap telur dan larva *S. frugiperda*.



## DAFTAR PUSTAKA

- A.N.Shylesha, S.K.Jalali, Gupta, A., Varshney, R., T.Venkatesan, Shetty, P., Ojha, R., C.Ganiger, P., Navik, O., K.Subaharan, N.Bakthavatsalam, & R.Ballal, C. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*, 32(3), 145–151.
- Abdul Rasheed, V., Koteswara Rao, S. R., Sreedevi, K., Bhaskar, B., Ashika, T. R., Venkatesan, T., & Jalali, S. K. 2020. Occurrence of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. e. smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in Chittoor District of Andhra Pradesh, India with a note on rove beetle as its potential natural enemy. *Journal of Biological Control*, 34(1), 86–89.
- Aqueel, M. A., & Leather, S. R. 2012. Nitrogen fertiliser affects the functional response and prey consumption of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on cereal aphids. *Annals of Applied Biology*, 160(1), 6–15.
- Aragón-Sánchez, M., Román-Fernández, L. R., Martínez-García, H., Aragón-García, A., Pérez-Moreno, I., & Marco-Mancebón, V. S. 2018. Rate of consumption, biological parameters, and population growth capacity of *Orius laevigatus* fed on *Spodoptera exigua*. *BioControl*, 63(6), 785–794.
- Assefa, F. 2018. Status of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), biology and control measures on maize crop in Ethiopia: a review. *International Journal of Entomological Research*, 6(2), 75–85.
- Ayala, O. R., Navarro, F., & Virla, E. G. 2013. Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 1–12.
- Badhai, S., Gupta, A. K., & Koiri, B. 2020. Integrated management of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize crop. *Reviews in Food and Agriculture*, 1(1), 27–29.
- Bajracharya, A. S. R., Bhat, B., Sharma, P., Shashank, P. R., Meshram, N. M., & Hashmi, T. R. 2019. First record of fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) from Nepal . *Indian Journal of Entomology*, 81(4), 635.
- Balog, A., Mehrparvar, M., & Weisser, W. W. 2013. Polyphagous predatory rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) induce winged: morphs in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). *European Journal of*

*Entomology*, 110(1), 153–157.

- Barros, E. M., Torres, J. B., Ruberson, J. R., & Oliveira, M. D. 2010. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 137(3), 237–245.
- Bhavani, B., Sekhar, C. V., Varma, K. P., Lakshmi, B. M., Jamuna, P., & Swapna, B. 2019. Morphological and molecular identification of an invasive insect pest, fall army worm, *Spodoptera frugiperda* occurring on sugarcane in Andhra Pradesh, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 12–18.
- Bhusal, S., & Chapagain, E. 2020. Threats of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Incidence in Nepal and it's integrated management-a review. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1), 345–359.
- Bourne, A., Fountain, M. T., Wijnen, H., & Shaw, B. 2019. Potential of the european earwig (*Forficula auricularia*) as a biocontrol agent of the soft and stone fruit pest *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, 75(12), 3340–3345.
- Butt, A., & Xaaceph, M. 2015. Functional response of *Oxyopes javanus* (Araneidae: Oxyopidae) to *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae) in laboratory and mesocosm. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(1), 89–95.
- Chhetri, L. A. L. B., & Acharya, B. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): a threat to food security for South Asian country: control and management options: a review. *Farming & Management*, 4(1), 38–44.
- Chimweta, M., Nyakudya, I. W., Jimu, L., & Bray Mashingaidze, A. 2020. Fall armyworm [*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)] damage in maize: management options for flood-recession cropping smallholder farmers. *International Journal of Pest Management*, 66(2), 142–154.
- Cock, M. J. W., Beseh, P. K., Buddie, A. G., Cafá, G., & Crozier, J. 2017. Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10.
- da Silva Nunes, G., Truzi, C. C., Cardoso, C. P., Vieira, N. F., Ramalho, D. G., de Souza, J. M., & De Bortoli, S. A. 2020. Temperature-dependent functional response of *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) preying on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae. *Journal of Thermal Biology*, 93(May).
- Dalazen, G., Bigolin, M., Valmorbidia, I., Stacke, R. F., & Cagliari, D. 2017. Faunistic analysis of pest insects and their natural enemies associated with hairy fleabane in soybean crop. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 47(3), 336–344.
- De Groote, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., & Bruce, A. 2020. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E.

- Smith) in maize production areas of Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 292.
- Dehkordi, D., & Sahragard. 2013. Functional response of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to different densities of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in an open patch design. *J.Agr.Sci.Tech*, 15(1), 1651–1659.
- Deole, S., & Paul, N. 2018. First report of fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), their nature of damage and biology on maize crop at Raipur, Chhattisgarh. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(6), 219–221.
- Deshmukh, S., Prasanna, Kalleshwaraswamy, Jaba, J., & Choudhary, B. 2021. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). *Polyphagous Pests of Crops, March*.
- Dias, A. S., Marucci, R. C., Mendes, S. M., Moreira, S. G., Araújo, O. G., Santos, C. A. dos, & Barbosa, T. A. 2016. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal*, 32(2), 337–345.
- Dumas, P., Legeai, F., Lemaitre, C., Scaon, E., Orsucci, M., Labadie, K., Gimenez, S., Clamens, A. L., Henri, H., Vavre, F., Aury, J. M., Fournier, P., Kergoat, G. J., & D'Alençon, E. 2015. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? *Genetica*, 143(3), 305–316.
- Effendy, E., Hety, U., Herlinda, S., Irsan, C., & Thalib, R. 2013. Analisis kemiripan komunitas artropoda predator hama padi penghuni permukaan tanah sawah rawa lebak dengan lahan pinggir di sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 10(2), 60–69.
- Fan, J., Wu, P., Tian, T., Ren, Q., Haseeb, M., & Zhang, R. 2020. Potential distribution and niche differentiation of *Spodoptera frugiperda* in Africa. *Insects*, 11(6), 1–10.
- Feldmann, F., Rieckmann, U., & Winter, S. 2019. The spread of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in Africa—What should be done next? *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(2), 97–101.
- Firake, D. M., & Behere, G. T. 2020a. Bioecological attributes and physiological indices of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) infesting ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) plants in India. *Crop Protection*, 137.
- Firake, D. M., & Behere, G. T. 2020b. Natural mortality of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize agroecosystems of Northeast India. *Biological Control*, 148(May), 104303.
- Gani, M. A., Rustam, R., & Herman, H. 2019. Uji kemampuan pemangsaan predator *Eocanthecona furcellata* asal Riau pada mangsa ulat api *Setora*

*nitens* di laboratorium. *Jurnal Agroteknologi*, 10(1), 1.

- Ganiger, P. C., Yeshwanth, H. M., Muralimohan, K., Vinay, N., Kumar, A. R. V., & Chandrashekara, K. 2018. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. *Current Science*, 115(4), 621–623.
- Ghamari, M., Hosseiniaveh, V., Darvishzadeh, A., & Chougule, N. P. 2014. Carbohydrases in the digestive system of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 85(4), 195–215.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamò, M. 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.
- Guseva, O. G., & Shpanev, A. M. 2019. Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) on agrolandscape herbaceous vegetation in the leningrad region. *Russian Entomological Journal*, 28(4), 373–376.
- Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U., & van den Berg, J. 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243(August 2018), 318–330.
- Herlinda, S., Suharjo, R., Elbi Sinaga, M., Fawwazi, F., & Suwandi, S. 2021. First report of occurrence of corn and rice strains of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in South Sumatra, Indonesia and its damage in maize. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, xxxx.
- Holling, C. S. 1961. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology*, 6(1), 163–182.
- Holling, C. S. 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 98(S48), 5–86.
- Hruska, A. J. 2019. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 14(043), 0–3.
- Huang, Y., Dong, Y., Huang, W., Ren, B., Deng, Q., Shi, Y., Bai, J., Ren, Y., Geng, Y., & Ma, H. 2020. Overwintering distribution of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Yunnan, China, and influencing environmental factors. *Insects*, 11(805).
- Islam, Labani, & Khan. 2016. Feeding propensity and cannibalism of *Micraspis discolor* (Fab.) to different prey species (*Aphis craccivora* and *Nilaparvata lugens*) under laboratory. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 9(1), 81–85.

- Islam, Y., Shah, F. M., Shah, M. A., Khan, M. M., Rasheed, M. A., Rehman, S. U., Ali, S., & Zhou, X. 2020. Temperature-dependent functional response of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on the eggs of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory. *Insects*, 11(9), 1–16.
- Jaraleño-teniente, J., Lomeli-flores, J. R., Rodriguez-Leyva, E., Bujanos-Muniz, R., & Rodriguez-Rodriguez, S. E. 2020. Egg parasitoids survey of *Spodoptera frugiperda*. *Insects*, 11(2016), 157.
- Jayanti, N., Yuliadhi, K. A., & Wijaya, I. N. 2018. Potensi predator *Coccinella transversalis* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) sebagai agen hayati pengendali hama *Thrips parvispinus* karny (Thysanoptera: Thripidae) pada tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(3), 335–342.
- Jiang, Z. R., & Kajimura, H. 2020. Earwig preying on ambrosia beetle: evaluating predatory process and prey preference. *Journal of Applied Entomology*, 144(8), 743–750.
- Kalyan, D., Mahla, M. K., Babu, S. R., Kalyan, R. K., & Swathi, P. 2020. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) under laboratory conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(5), 2972–2979.
- Khan, M. M., Hafeez, M., Elgizawy, K., Wang, H., Zhao, J., Cai, W., Ma, W., & Hua, H. 2021. Sublethal effects of chlorantraniliprole on *Paederus fuscipes* (Staphylinidae: Coleoptera), a general predator in paddle field. *Environmental Pollution*, 291(August), 118171.
- Kuate, A. F., Hanna, R., Doumtsop Fotio, A. R. P., Abang, A. F., Nanga, S. N., Ngatat, S., Tindo, M., Masso, C., Ndemah, R., Suh, C., & Fiaboe, K. K. M. 2019. *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: case study on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants. *PLoS ONE*, 14(6), 1–18.
- Kumar, M. V. S., Bandyopadhyay, U., Lalitha, N., & Saratchandra, B. 2018. Biology and feeding efficacy of *Micraspis discolor*, a potential biological control agent of whitefly, *Dialeuropora decempuncta*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1), 938–941.
- Kumela, T., Simiyu, J., Sisay, B., Likhayo, P., Mendesil, E., Gohole, L., & Tefera, T. 2019. Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. *International Journal of Pest Management*, 65(1), 1–9.
- Lacava, M., García, L. F., Viera, C., & Michalko, R. 2021. The pest-specific effects of glyphosate on functional response of a wolf spider. *Chemosphere*, 262.
- Laura Juárez, M., Gabriela Murúa, M., Gabriela García, M., Ontivero, M., Teresa Vera, M., Vilaridi, J. C., Groot, A. T., Castagnaro, A. P., Gastaminza, G., &

- Willink, E. 2012. Host association of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) corn and rice strains in Argentina, Brazil, and Paraguay. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 573–582.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, F., Swibawa, I. G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A. M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari, & Hartaman, M. 2020. Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4), 1670–1677.
- Maharani, Y., Dewi, V. K., Puspasari, L. T., Rizkie, L., Hidayat, Y., & Dono, D. 2019. Cases of fall army worm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) attack on maize in Bandung, Garut and Sumedang district, West Java. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 2(1), 38.
- Mallapur, C. P., Naik, A. K., Hagari, S., & Prabhu, S. T. 2018. Status of alien pest fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) on maize in Northern Karnataka. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(6), 432–436.
- Malo, M., & Hore, J. 2020. The emerging menace of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in maize: a call for attention and action. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 455–465.
- Manjula, K., Saheb, Y. P., Sudheer, M. J., & Rao, A. R. 2019. Studies on biology, feeding habits and natural enemies of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, a new invasive pest in India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(6), 1245–1250.
- Mello da Silva, D., De Freitas Bueno, A., Andrade, K., Dos, C., Stecca, S., Oliveira, P. M., Neves, J., & Neves De Oliveira, M. C. 2017. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*, 74(1), 18–31.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286–300.
- Mustikawati, D. R. 2018. Effect of liquid smoke applications on the predator populations *Menochilus sexmaculatus* and *Paederus fuscipes* in soybean plants. *International Journal Os Sciences : Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 4531(1), 221–228.
- Nasir, S., Akram, W., & Ahmed, F. 2012. The population dynamics, ecological and seasonal activity of *Paederus fuscipes* Curtis (Staphylinidae; Coleoptera) in the Punjab, Pakistan. *APCBEE Procedia*, 4, 36–41.
- Nasral, T. J., Syahrawati, M., & Liswarni, Y. 2020. Daya predasi dan tanggap fungsional kumbang unta (*Ophionea nigrofasciata*) pada beberapa kepadatan wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*). *Jpt : Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*, 4(1), 11.

- Navasero, M. V., Burgonio, G., Ebuenga, M., & Bato, M. 2019. Detection of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* ( J. E. Smith ) (Lepidoptera: Noctuidae) using larval morphological characters, and observations on its current local distribution in the Philippines. *The Philippine Entomologist*, 33(2), 171–184.
- Nelly, N., Trizelia, T., & Syuhadah, Q. 2012. Tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) pada umur tanaman cabai berbeda. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 9(1), 23–31.
- Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. 2019. Pengenalan fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia* (Vol. 73).
- Okuyama, T. 2013. On selection of functional response models: Holling's models and more. *BioControl*, 58(3), 293–298.
- Ordóñez-García, M., Rios-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D. I., Acosta-Muñiz, C. H., Salas-Marina, M. Á., & Cambero-Campos, O. J. 2015. Occurrence of natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Chihuahua, Mexico. *Florida Entomologist*, 98(3), 843–847.
- Orpet, R. J., Goldberger, J. R., Crowder, D. W., & Jones, V. P. 2019. Field evidence and grower perceptions on the roles of an omnivore, european earwig, in Apple Orchards. *Biological Control*, 132(December 2018), 189–198.
- Pacheco, R. C., Silva, D. D., Mendes, S. M., Lima, K. P., Figueiredo, J. E. F., & Marucci, R. C. 2021. How omnivory affects the survival and choices of earwig *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae)? *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, 83, e243890.
- Papanikolaou, N. E., Milonas, P. G., Demiris, N., Papachristos, D. P., & Matsinos, Y. G. 2014. Digestion limits the functional response of an *Aphidophagous coccinellid* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 107(2), 468–474.
- Prasanna, B., Huesing, J. E., Eddy, R., & Peschke, V. M. 2018. Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management. *Mexico, CDMX: CIMMYT., First Edit*, 45–62.
- Resende-Silva, G. A., Turchen, L. M., Guedes, R. N. C., & Cutler, G. C. 2019. Imidacloprid soil drenches affect weight and functional response of spined soldier bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 112(2), 558–564.
- Ribeiro, L. P., Dequech, S. T. B., Camera, C., Sturza, V. S., Poncio, S., & Vendramim, J. D. 2014. Vertical and temporal distribution of *Spodoptera frugiperda* (JE smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses, parasitized and non-parasitized, on maize plants. *Maydica*, 59(3–4), 316–320.



- Russianzi, W., Anwar, R., & Triwidodo, H. 2021. Biostatistics of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize plants in Bogor, West Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(6), 3463–3469.
- Sanda Issa, U., Frimpong-A, K., Adama, I., Brandford, M., Braimah, H., & Obeng, P. 2020. Indigenous natural enemies attacking fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Ghana. *Journal of Entomology*, 18(1), 1–7.
- Santoso, S., Ramlan Anjas, N. S., & Nurmansyah, A. 2021. Statistik demografi kumbang predator *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) pada *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 18(1), 33.
- Sarmiento, R. A., Pallini, A., Venzon, M., De Souza, O. F. F., Molina-Rugama, A. J., & De Oliveira, C. L. 2007. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(1), 121–126.
- Sartiami, D., Dadang, Harahap, I. S., Kusumah, Y. M., & Anwar, R. 2020. First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1).
- Sharanabasappa, C.N.Kalleshwaraswamy, J.Poorani, Maruthi, M. S., H.B.Pavithra, & J.Diraviam. 2019. Natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a recent invasive pest on maize in South India. *Florida Entomologist*, 102(2).
- Sharanabasappa., Kalleshwaraswamy, C. M., Pravithra, H. B., Asokan, R., Magadeva Swamy, H. M., Maruthi, M. S., Hegde, K., Navi, S., Prabhu, S. T., & Goergen, G. 2019. Report of an exotic invasive pest the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) on maize in Southern Rajasthan. *Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1296–1300.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, Poorani, M.S.Maruthi, Pavithra, & J.Diraviam. 2019. Natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a recent invasive pest on maize in South India. *Florida Entomologist*, 102(2).
- Shylesha, & Sravika, A. 2018. Natural occurrence of predatory bugs, *Eocanthecona furcellata* (Wolff) and *Andrallus spinidens* (Fabr.) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Hemiptera: Pentatomidae) in maize and their potential in management of fall army worm. *Journal of Biological Control*, 32(3), 209–211.
- Silva, R. B., Cruz, I., Zanuncio, J. C., Figueiredo, M. de L. C., Zanuncio, T. V., & Serrão, J. E. 2013. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs as alternative food for rearing of lady beetles *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 64(2), 101–105.

- Sisodiya, B. L., R. N. A., B. H. S., V. C. P., S. B. G., T., & B. P. K. 2018. The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae); first report of new invasive pest in maize fields of Gujarat, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 2089–2091.
- Stecca, C. S., Pasini, A., Bueno, A. F., Denez, M. D., Silva, D. M., & Mantovani, M. A. M. 2014. Insecticide selectivity for *Doru lineare* (Dermaptera: Forficulidae). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(1), 107–115.
- Suby, S. B., Soujanya, P. L., Yadava, P., Patil, J., Subaharan, K., Prasad, G. S., Babu, K. S., Jat, S. L., Yathish, K. R., Vadassery, J., Kalia, V. K., Bakthavatsalam, N., Shekhar, J. C., & Rakshit, S. 2020. Invasion of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in India: nature, distribution, management and potential impact. *Current Science*, 119(1), 44–51.
- Sufian, B. M. 2018. *Ecology, distribution and behaviour of rove beetle, Paederus fuscipes CURTIS (Coleoptera : Staphylinidae) in relation to human settings*. Universiti Sains Malaysia.
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari, J. 2019. Occurrence of heavy infestation by the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in corn Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 156.
- Udayakumar, A., Shivalingaswamy, T. M., & Bakthavatsalam, N. 2021. Legume-based intercropping for the management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* L. in maize. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(3), 775–779.
- Varella, A. C., Menezes-Netto, A. C., De Souza Alonso, J. D., Caixeta, D. F., Peterson, R. K. D., & Fernandes, O. A. 2015. Mortality dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immatures in maize. *PLoS ONE*, 10(6), 1–12.
- Zuharah, W. F., & Maryam, S. 2020. Multifarious roles of feeding behaviours in rove beetle, *Paederus fuscipes*. *Sains Malaysiana*, 49(1), 1–10.