

Siklus Hidup *Spodoptera frugiperda* Dengan Pemberian Pakan Kangkung dan Daun Bawang di Laboratorium

(Life Cycle of *Spodoptera frugiperda* with Feeding Kale and Leeks in Laboratory)

Ichsan Luqmana Indra Putra*, Nanda Dwi Martina

(Diterima September 2020/Disetujui April 2021)

ABSTRAK

Spodoptera frugiperda ditemukan sudah masuk di Indonesia dan merusak tanaman jagung. Adanya perubahan iklim di Indonesia dikhawatirkan membuat hama tersebut dapat bermigrasi ke tanaman lain selain jagung, seperti kangkung dan bawang daun. Penelitian ini dilakukan untuk mengamati siklus hidup *S. frugiperda* dengan perlakuan pakan daun kangkung, daun bawang, dan daun jagung sebagai kontrol. Larva berasal dari ladang jagung yang diserang hama oleh *S. frugiperda* dan dibiakkan di laboratorium. Peubah yang diamati ialah panjang larva, diameter kepala, panjang pupa, jumlah telur, nisbah seks, dan waktu untuk menyelesaikan satu siklusnya. Siklus hidup *S. frugiperda* bervariasi antara 37 dan 47 hari. Pakan daun kangkung merupakan pakan yang baik untuk pertumbuhan *S. frugiperda* dibandingkan dua pakan lainnya, sedangkan daun jagung baik dalam fekunditas.

Kata kunci: fekunditas, jagung, nisbah kelamin, pertumbuhan, siklus hidup

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda was found to have entered Indonesia and damaged maize crops. There is a concern that climate change in Indonesia will cause these pests to migrate to other crops besides corn, such as kale and leeks. This research was conducted to observe the life cycle of *S. frugiperda* with feed treatment of kale leaves, leeks and corn leaves as a control. The larvae came from corn fields that were infested by *S. frugiperda* and were cultured in the laboratory. The variables observed were larva length, head diameter, pupa length, number of eggs, sex ratio, and time to complete one cycle. The life cycle of *S. frugiperda* varies between 37 and 47 days. Kale leaf feed is a good feed for the growth of *S. frugiperda* compared to the other two feeds, while corn leaf is good in fecundity.

Keywords: corn, fecundity, growth, life cycle, sex ratio

PENDAHULUAN

Spodoptera frugiperda merupakan ngengat asli daerah tropis dari Amerika Serikat hingga Argentina. Awal 2016 hama ini ditemukan untuk pertama kali di Afrika Tengah dan Barat dan pada tahun 2018 dilaporkan sudah menyerang di hampir seluruh negara Sub-Sahara Afrika, kecuali Djibouti, Eritrea, dan Lesotho. Di Indonesia, *S. frugiperda* telah ditemukan merusak tanaman jagung di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat (Nonci *et al.* 2019) dan di Bandung, Sumedang, dan Garut, Jawa Barat (Maharani *et al.* 2019).

Hama *S. frugiperda* dikhawatirkan dapat menyerang tanaman budi daya lain di Indonesia, salah satunya ialah tanaman sayur seperti kangkung dan bawang daun. Kedua tanaman sayur ini digemari oleh masyarakat di Indonesia. *S. litura* merupakan hama yang menyerang pada tanaman kangkung (Kianmatee

dan Ranamukhhaarachchi 2007; Razak *et al.* 2014). Demikian juga *S. exigua* merupakan hama tanaman bawang (Moekasan *et al.* 2013; Kementan 2017; Marsadi *et al.* 2017). Hama *S. exigua* dikhawatirkan dapat menyerang tanaman kangkung dan bawang daun

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengamati siklus hidup *S. frugiperda* dengan pakan daun kangkung dan daun bawang. Hasil penelitian dapat digunakan untuk peramalan serangan *S. frugiperda* pada pertanaman kangkung dan bawang daun.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan *S. frugiperda* di lapang adalah akuarium plastik ukuran 21x12x14 cm, gelas plastik ukuran 400 mL, toples berukuran 5 L. Setelah diambil dari lapang, *S. frugiperda* kemudian dipelihara di laboratorium. Alat yang digunakan dalam pemeliharaan adalah benang jahit, kapas, kain organdi, dan karet gelang. Alat yang digunakan dalam pengambilan data *S. frugiperda*

Program Studi Biologi, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ahmad Yani (Ringroad Selatan) Taman Banguntapan Bantul Yogyakarta 55166

* Penulis Korespondensi:

Email: ichsan.luqmana@bio.uad.ac.id

adalah timbangan analitik, kuas kecil, nampan, gunting, pisau, kertas label, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam pemeliharaan *S. frugiperda* di laboratorium adalah larva *S. frugiperda*, daun jagung sebagai pakan *S. frugiperda*, kangkung, bawang daun, larutan madu, kertas minyak, oli bekas, air keran, dan tisu.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian diawali dengan mencari ulat *S. frugiperda* di ladang jagung daerah Bantul tepatnya di daerah Bangunharjo Kecamatan Sewon dengan titik koordinat 7°50'07.93" S 110°21'56.33" E dan Sumber Agung Kecamatan Jetis dengan titik koordinat 7°54'06.23" S 110°21'49.14" E pada bulan Oktober–November 2019. Pemeliharaan *S. frugiperda* yang didapatkan dari lapang dilakukan pada bulan November–Desember 2019. Perlakuan pemberian pakan dan pengamatan siklus hidup *S. frugiperda* dilakukan di Laboratorium Botani, Program Studi Biologi, Universitas Ahmad Dahlan pada bulan Desember 2019–Januari 2020.

Sumber *Spodoptera frugiperda*

Larva *Spodoptera frugiperda* dikoleksi di ladang jagung daerah Bantul, Kecamatan Sewon, Desa Bangunharjo dan Kecamatan Jetis, Desa Sumber Agung. Adanya hama ini dicirikan dari lubang gerakan pada daun jagung dan bekas gerakan larva ditandai serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun dan sekitar pucuk tanaman. Larva diambil dan disimpan di dalam akuarium plastik dengan pakan daun jagung. Larva tersebut dipelihara pada suhu 25–29°C di laboratorium yang dijaga kelembapannya >40%. Gelas plastik ditutup menggunakan kain. Larva diberi pakan daun jagung yang sudah dicuci dan pergantian pemberian pakan dilakukan setiap tiga hari. Ketika mencapai instar ke-3 pakan diberikan setiap hari. Larva yang sudah menjadi pupa dipindahkan ke stoples 5 L dengan diameter 5 cm dan tinggi 15 cm yang dijaga kelembapannya. Setelah imago keluar dari pupa, pakan diberikan dalam bentuk larutan madu (air:madu), yakni 2:1. Kapas yang ditetesi larutan madu digantung di dalam stoples. Di bagian sisi bawah stoples diberi kertas minyak sebagai tempat imago meletakkan telurnya. Pakan madu harus tersedia setiap hari. Pengamatan ada tidaknya telur dilakukan setiap hari pada permukaan kertas minyak. Kertas minyak yang ada telurnya diambil dan disimpan dalam wadah plastik untuk pengamatan lanjut pemberian perlakuan pakan bagi larva yang baru menetas.

Pengaruh Pakan dalam Kelangsungan Hidup *Spodoptera frugiperda*

Larva *S. frugiperda* digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini. Tiga macam pakan diberikan kepada larva sebagai perlakuan dan diulang tiga kali. Pakan yang diuji ialah daun kangkung, daun bawang, dan daun jagung sebagai kontrol. Untuk mengamati pertumbuhan dan perkembangan telur-larva (instar 1–

6)–pupa–imago–telur *S. frugiperda* dalam menyelesaikan siklus hidup digunakan pertumbuhan dalam wadah yang berbeda seperti akan dijelaskan berikut ini.

Pertumbuhan dan Perkembangan *S. frugiperda*

Larva instar 1 diukur panjang dan diameter kepalanya sebelum mendapat perlakuan. Sebanyak 10 larva instar 1 dimasukkan ke dalam gelas plastik berukuran 400 ml. Pakan daun yang diberikan kepada larva diberikan secara utuh, tidak dipotong-potong terlebih dahulu dan dilakukan dua hari sekali. Pengamatan lama stadium larva, panjang dan diameter kepala dilakukan pada perubahan larva menjadi instar 2 dan instar 3. Larva instar 3 dipisahkan ke gelas plastik 400 mL karena larva ini kanibal. Jadi 10 larva perlakuan dipisahkan menjadi 10 gelas plastik setiap perlakuannya. Larva instar 3 sampai dengan instar 6 diberi 1 g pakan setiap hari. Larva instar 3 sampai dengan instar 6 juga diukur lama stadium, panjang tubuh, serta diameter kepalanya. Panjang tubuh diukur dengan kertas blok millimeter dan diameter kepala jangka sorong digital.

Larva yang sudah memasuki instar 6 dipelihara sampai menjadi pupa, kurang lebih selama 4–7 hari. Selanjutnya pupa dipindahkan ke dalam toples 5 L, pupa yang berumur tiga hari diukur panjangnya. Pupa akan berubah menjadi imago. Pengamatan dilakukan pada corak sayap untuk menentukan jenis kelamin. Imago jantan sayapnya memiliki corak cokelat hampir pada seluruh sayapnya daripada imago betina. Perbandingan jenis kelamin ini menentukan nisbah seks.

Imago dipelihara untuk menghasilkan telur dengan memberi pakan berupa larutan madu 2:1 yang diteteskan pada kapas dan digantungkan di dalam stoples. Di bagian bawahnya dilengkapi dengan kertas minyak sebagai tempat meletakkan telur. Setiap hari pakan diganti dan dilakukan pengamatan terbentuknya telur di atas kertas minyak. Telur disimpan dalam ruang beku suhu 5°C supaya tidak cepat menetas. Setelah imago tidak bertelur lagi, jumlah telur dihitung.

Semua data dianalisis dengan uji normalitas Shapiro-Wilk dan data yang tidak normal dilanjutkan dengan uji nonparametrik Kruskal-Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Larva dan Diameter Kepala *S. frugiperda*

Nilai rata-rata panjang larva *S. frugiperda* instar 1 dan 2 tertinggi yaitu pada pakan daun kangkung, kemudian bawang daun dan terendah yaitu daun jagung (Tabel 1). Rendahnya rerata panjang instar 1 dan 2 pada pakan jagung disebabkan oleh cepat keringnya daun jagung yang sudah dipetik dari tanamannya. Dikarenakan mudah mengering, sehingga kandungannya nutrisi yang ada pada pakan tersebut menjadi kurang. Kurangnya kandungan nutrisi pada pakan tersebut menyebabkan rendahnya rerata

panjang larva instar 1 dan 2 pada pakan daun jagung. Daun jagung yang dipetik adalah daun jagung muda. Hal ini dikarenakan larva instar awal dari *S. frugiperda* biasanya hidup di daun jagung yang masih muda (Mello da Silva *et al.* 2016; Sharanabasappa *et al.* 2018). Menurut Nonci *et al.* (2019), tempat favorit bagi larva *S. frugiperda* untuk tinggal dan tumbuh adalah pada daun muda tanaman jagung.

Menurut Kalyan *et al.* (2020), panjang larva instar 2 *S. frugiperda* yaitu sebesar 0,30–0,40 cm, instar 3 0,55–0,65 cm, instar 4 0,90–1,05 cm, instar 5 1,50–1,80 cm, dan instar 6 3,20–3,60 cm. Hasil yang didapatkan mendapatkan hasil yang lebih tinggi dari penelitian yang sudah dilakukan, hal ini dapat dikarenakan selalu tersedianya pakan yang diberikan sehingga larva tidak mengalami defisit makanan. Semakin banyak pakan yang tersedia, maka semakin bertambah juga pertumbuhan dari serangga yang dipelihara tersebut (Cadinu *et al.* 2020).

Daun kangkung memiliki nilai rata-rata diameter kepala *S. frugiperda* instar 1 tertinggi diibandingkan dua perlakuan lainnya (Tabel 2). Hal ini dikarenakan pada daun kangkung memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan kedua pakan lainnya. Pakan alami serangga ini di alam berupa daun jagung, akan tetapi ketika diberikan pakan daun jagung di laboratorium hasil yang didapatkan tidak setinggi pada pakan daun kangkung. Hal ini disebabkan karena ketika daun jagung diambil dari tanamannya, daun yang diambil tersebut cepat mengalami kekeringan, sehingga tidak disukai oleh *S. frugiperda*. Walaupun hasil pada pakan daun kangkung yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan penelitian Nonci *et al.* (2019), akan tetapi pada pakan bawang daun, hasil yang didapatkan lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya. Rendahnya nilai diameter kepala pada larva yang diberi pakan bawang daun disebabkan karena pada saat memasuki instar 3–6 terdapat larva yang tidak

mampu untuk bertahan hidup. Hal ini dikarenakan pada bawang daun memiliki suatu senyawa flavonoid (Utami *et al.* 2015). Apabila senyawa flavonoid masuk kedalam tubuh larva melalui makanan yang dimakan oleh serangga maka alat pencernaannya terganggu (Mierziak *et al.* 2014), sehingga dari hal tersebut dapat mengurangi nafsu makan larva (Hikal *et al.* 2017). Hal ini juga didukung oleh pendapat Silva *et al.* (2016) yang menyebutkan bahwa *Spodoptera frugiperda* yang diberi pakan dengan kandungan flavonoid di dalamnya dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhannya. Walaupun terdapat larva yang mati pada pakan bawang daun, akan tetapi terdapat larva yang mampu menyelesaikan siklus hidupnya dan bahkan sampai menghasilkan telur. Rasio *S. frugiperda* yang mati pada pakan bawang daun memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan jumlah *S. frugiperda* yang dapat bertahan hidup. Jumlah *S. frugiperda* yang mati sebanyak 5 ekor larva dari total 30 larva yang diberi pakan bawang daun. Apabila diteruskan sampai dengan beberapa generasi mendatang dengan telur yang dapat bertahan pada pakan bawang daun, maka dapat dimungkinkan larva yang menetas dari telur tersebut dapat bertahan dan makan pada pakan bawang daun. Hal ini dikarenakan serangga memiliki tingkat adaptasi yang tinggi (Sheikh *et al.* 2017). Seperti adaptasi *Spodoptera exigua* yang sekarang menjadi hama utama pada tanaman bawang (Ueno 2015).

Berdasarkan hasil pengukuran panjang larva dan diameter kepala, dapat dilihat bahwa pemberian pakan yang bervariasi memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan *S. frugiperda*. Pemberian pakan yang terbaik berdasarkan hasil penelitian terdapat pada pakan daun kangkung, padahal *S. frugiperda* yang digunakan memiliki inang di alam berupa tanaman jagung. Menurut Nonci *et al.* (2019), kebanyakan perilaku *S. frugiperda* ketika makan teramati terdapat

Tabel 1 Rata-rata panjang tubuh larva *Spodoptera frugiperda* instar 1–6 yang diberi tiga jenis pakan daun

Stadium larva instar	Panjang tubuh (cm)		
	Daun jagung	Daun kangkung	Daun bawang
1	0,31 ± 0,03 ^a	0,43 ± 0,07 ^b	0,32 ± 0,05 ^c
2	0,66 ± 0,11 ^a	1,01 ± 0,10 ^b	0,70 ± 0,20 ^c
3	1,19 ± 0,31 ^a	1,87 ± 0,24 ^b	0,85 ± 0,84 ^c
4	1,97 ± 0,33 ^a	2,07 ± 0,24 ^b	1,11 ± 1,14 ^c
5	2,31 ± 0,30 ^a	2,39 ± 0,16 ^b	1,09 ± 1,28 ^c
6	2,65 ± 0,31 ^a	2,87 ± 0,21 ^b	1,19 ± 1,39 ^c

Keterangan: a,b, dan c = notasi huruf berbeda tiap baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Tabel 2 Nilai rata-rata diameter kepala larva *S. frugiperda* instar 1–6

Stadia	Diameter kepala <i>S. frugiperda</i> (cm)		
	Pakan daun jagung (Rata-rata ± SD)	Pakan daun kangkung (Rata-rata ± SD)	Pakan bawang daun (Rata-rata ± sd)
Instar 1	0,05 ± 0,00 ^a	0,09 ± 0,01 ^b	0,06 ± 0,02 ^c
Instar 2	0,10 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,00 ^a
Instar 3	0,15 ± 0,05 ^a	0,19 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,10 ^c
Instar 4	0,19 ± 0,02 ^a	0,20 ± 0,00 ^b	0,10 ± 0,10 ^c
Instar 5	0,20 ± 0,00 ^a	0,20 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,10 ^b
Instar 6	0,20 ± 0,00 ^a	0,20 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,12 ^b

Keterangan: a,b, dan c = notasi huruf berbeda tiap baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

di daun muda yang masih menggulung. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Sharanabasappa *et al.* (2018) dan CABI (2019), yang menyatakan bahwa larva *S. frugiperda* menyerang titik tumbuh tanaman dan dapat mengakibatkan kegagalan pembentukan pucuk atau daun muda tanaman.

Panjang Pupa *Spodoptera frugiperda*

Pengukuran panjang pupa dan berat pupa dilakukan setelah 3 hari mengalami perubahan dari larva ke pupa. Menurut Mardiana *et al.* (2001), pada awal fase pupa, kulit pupa lunak dan berwarna hijau kekuningan, kemudian akan menjadi keras. Pengukuran panjang dan berat pupa dilakukan setelah 3 hari memasuki fase pupa karena kulit pupa sudah mengeras. Pengukuran panjang pupa dari tiga perlakuan diperoleh nilai rata-rata perlakuan pakan daun jagung sebesar 1,35 cm, daun kangkung 1,40 cm dan bawang daun 0,58 cm (Tabel 3).

Menurut penelitian dari Kalyan *et al.* (2020), panjang pupa *S. frugiperda* yaitu sebesar 1,40–1,90 cm. Hasil yang didapatkan sesuai dengan penelitian dari Kalyan *et al.* (2020). Semakin panjang larva yang didapatkan, maka panjang pupa yang dihasilkan juga akan semakin panjang. Hal ini terkait dengan nutrisi yang tercukupi pada saat larva. Semakin bagus dan cukup nutrisi yang didapatkan pada saat larva, maka tentunya akan menghasilkan pupa yang semakin panjang juga.

Sex Ratio dan Jumlah Telur *Spodoptera frugiperda*

Hasil penelitian mengenai perbandingan jumlah sex ratio, perlakuan pemberian pakan daun jagung imago jantan berjumlah 13 dan betina 16, daun kangkung imago jantan berjumlah 11 dan imago betina 14, bawang daun imago jantan berjumlah 7 dan imago

betina 5 (Tabel 4). Dari hasil yang didapatkan, perlakuan yang menghasilkan imago betina paling banyak yaitu pada perlakuan daun jagung, sehingga apabila betina lebih banyak dimungkinkan menghasilkan telur lebih banyak.

Menurut Murua & Virla (2004), rasio jenis kelamin dari *S. frugiperda* yang diberi pakan jagung menghasilkan rasio jenis kelamin betina lebih banyak, karena *S. frugiperda* sudah memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan pakan daun jagung. Berdasarkan hasil dari penelitian hasilnya sama dengan penelitian Nonci *et al.* (2019), yaitu rasio jenis kelamin betina dengan pakan daun jagung lebih banyak, sehingga dapat menghasilkan telur lebih banyak. Perhitungan jumlah telur dari tiga perlakuan diperoleh hasil nilai rata-rata jumlah telur pada perlakuan daun jagung yaitu sebesar 2195,33, daun kangkung 883,67, dan bawang daun 257 (Tabel 5).

Menurut Nonci *et al.* (2019) Pada kondisi hangat, seekor betina *S. frugiperda* dapat bertelur 6–10 kelompok telur yang terdiri dari 100–300 butir, menghasilkan 1.500–2.000 telur dalam semasa hidupnya (2–3 minggu). Penelitian ini dilakukan pada rentang suhu 25–29°C. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah telur pada pakan daun jagung hasilnya lebih banyak apabila dibandingkan dengan penelitian Nonci *et al.* (2019), sedangkan perlakuan pakan daun kangkung dan bawang daun hasilnya lebih rendah apabila dibandingkan dengan penelitian dari Nonci *et al.* (2019). Semakin banyak betina dihasilkan dari pupa, maka dapat dimungkinkan semakin banyak juga jumlah telur yang akan dihasilkan pada generasi selanjutnya. Tingginya telur pada daun jagung dikarenakan banyaknya kelamin betina yang dihasilkan dari pakan daun jagung. Selain itu, *S. frugiperda* yang ditemukan di Indonesia memiliki inang tanaman jagung, sehingga dapat dimungkinkan larva yang dipelihara sudah teradaptasi dengan baik dengan pemberian pakan daun jagung. Dalam penelitian ini, diketahui bahwa pemberian pakan yang paling bagus dalam proses pertumbuhan *S. frugiperda* yaitu perlakuan pemberian pakan daun kangkung, sedangkan perlakuan yang paling bagus dalam banyaknya betina *S. frugiperda* menghasilkan banyak

Tabel 3 Nilai rata-rata panjang pupa *S. frugiperda*

Jenis pakan	Rata-rata panjang pupa ± SD
Daun jagung	1,35 ± 0,07 ^a
Daun kangkung	1,40 ± 0,09 ^b
Bawang daun	0,58 ± 0,68 ^c

Keterangan: a,b,c: notasi huruf berbeda tiap baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Ulangan	Jumlah sex ratio <i>S. frugiperda</i> (ekor)					
	Daun jagung		Daun kangkung		Bawang daun	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina
P1	4	6	4	4	3	2
P2	5	5	3	5	3	1
P3	4	5	4	5	1	2
Total	13	16	11	14	7	5

Tabel 5 Nilai rata-rata jumlah telur *S. frugiperda*

Jumlah telur betina <i>S. Frugiperda</i>		
Pakan daun jagung (Rata-rata ± SD)	Pakan daun kangkung (Rata-rata ± SD)	Pakan bawang daun (Rata-rata ± SD)
2195,33 ± 946,857 ^a	883,67 ± 632,155 ^b	257,00 ± 445,137 ^c

Keterangan: a,b, dan c = notasi huruf berbeda tiap kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

telur yaitu pada perlakuan pemberian pakan daun jagung.

KESIMPULAN

Rata-rata panjang tubuh *S. frugiperda* tertinggi didapatkan pada pakan daun kangkung dan terendah daun jagung. Nilai rata-rata diameter kepala tertinggi didapatkan pada perlakuan pakan daun kangkung, sedangkan terkecil pada pakan bawang daun. Rata-rata panjang pupa *S. frugiperda* yang paling panjang yaitu daun kangkung dan yang paling pendek bawang daun. Rata-rata jumlah telur yang dihasilkan pada daun jagung sebanyak 2195 butir, daun kangkung 883 butir dan bawang daun 257 butir. Perbandingan *sex ratio* (jantan : betina) pakan daun jagung 13 : 16, daun kangkung 11 : 14, dan bawang daun 7 : 5.

DAFTAR PUSTAKA

- Barros E, Torres JB, Ruberson JR, Oliveira MD. 2010. Development of *Spodoptera frugiperda* on different host and damage to reproductive structures in Cotton. *Entomologia Experimentalist et Applicata*. 137: 237–245. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01058.x>
- Cadinu LA, Barra P, Torre F, Delogu F, Madau FA. 2020. Insect rearing: Potential, challenges, and circularity. *Sustainability*. 12(4567): 1–23. <https://doi.org/10.3390/su12114567>
- CABI (Centro International de Agriculturs Tropical). 2019. *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm). [internet]. [Diakses pada tanggal: 17 September 2019]. Tersedia pada: <https://www.cabi.org/ISC/fallarmyworm>.
- Hikal WM, Baeshen RS, Said Al-Ahl HAH. 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*. 3: 1–16. <https://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>
- Kalyan D, Mahlan MK, Babu SR, Kalyan RK, 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. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.340>
- Kementan. 2017. *Pengendalian Hama Ulat Bawang (Spodoptera exigua) pada Bawang Merah*. Lembang (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kianmatee S, Ranamukhaarachchi SL. 2007. Pest repellent plants for management of insect pests of chinese kale, *Brassica oleracea* L. *International Journal of Agriculture & Biology*. 9(1): 64–67.
- Maharani Y, Dewi VK, Puspasari LT, 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. *Jurnal Cropsaver*. 2(1): 38–46. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v2i1.23013>
- Mardiana A, Atmowidi T, Amir M. 2001. Morfologi siklus hidup kupu raja *Troides helena* Linnaeus (Lepidoptera: Papilionidae) yang dipelihara dalam penangkaran. *Prosiding Seminar Nasional entomologi dalam Perubahan Lingkungan dan Sosial*. Perhimpunan Entomologi Indonesia.
- Marsadi D, Supartha IW, Sunari AAAAS. 2017. Invasi dan tingkat serangan ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hubner) pada dua kultivar tanaman bawang merah di Desa Songan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*. 6(4): 360–369.
- Mello da Silva D, Bueno AF, Andrade K, Stecca CS, Neves PMOJ, Neves de Oliveira MC. 2016. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*. 74(1): 18–31. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2015-0160>
- Mierziak J, Kostyn K, Kulma A. 2014. Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment. *Molecules*. 19: 16240–16265. <https://doi.org/10.3390/molecules191016240>
- Moekasan TK, Setiawati W, Hasan F, Runa R, Somantri A. 2013. Penetapan ambang pengendalian *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah menggunakan feromonoid seks. *Jurnal Hortikultura*. 23(1): 80–90. <https://doi.org/10.21082/jhort.v23n1.2013.p80-90>
- Murua G, Virla E. 2004. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). *Acta Zoologica Mexicana*. 20(1): 199–210.
- Nonci N, Kalqutny H, Mirsam S, Muis H, Azrai A, Aqil M. 2019. *Pengenalan Fall Armyworm (Spodoptera Frugiperda J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Indonesia*. Maros (ID): Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Razak TA, Santhakumar T, Mageswari K, Santhi S. 2014. Studies on efficacy of certain neem products against *Spodoptera litura* (Fab.). *Journal of Biopesticides*. 7: 160–163.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy CM, Maruthi MS, Pavithra HB. 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*. 80(3): 540–543. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2018.00238.9>
- Sheikh AA, Rehman NZ, Kumar R. 2017. Diverse

- adaptation in insects: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(2): 343–350.
- Silva TRFB, de Sousa Almeida AC, de Lima Moura T, da Silva AR, de Sousa Freitas S, Jesus FG. 2016. Effect of the flavonoid rutin on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Scientiarum*. 38(2): 165–170. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27956>
- Ueno T. 2015. Beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae): A major pest of welsh onion in Vietnam. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 4(2): 181–185. <https://doi.org/10.15640/jaes.v4n2a21>
- Utami S, Mulqie L, Fitrianiingsih PS. 2015. Uji aktivitas ekstrak etanol bawang daun (*Allium fistulosum* L.) sebagai antihiperkolesterolemia terhadap mencit Swiss Webster jantan. *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. 2460–6472: 568–73.