



Biologi dan neraca kehidupan ulat grayak jagung, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada tongkol jagung muda (*Zea mays* Linn.) sebagai pakan alternatif

Biology and life table of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* Smith
(Lepidoptera: Noctuidae) on baby corn (*Zea mays* Linn.)
as alternative feed

Bety Sumaryati, Dewi Sartiami, Sugeng Santoso*

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

(diterima Mei 2022, disetujui Juli 2023)

ABSTRAK

Penyediaan ulat *Spodoptera frugiperda* dalam jumlah banyak sebagai bahan penelitian memerlukan teknologi perbanyakan menggunakan pakan alternatif. Tongkol jagung muda memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pakan alternatif. Penelitian biologi dan neraca kehidupan *S. frugiperda* dengan pakan tongkol jagung muda sejauh ini belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi biologi, morfologi, dan neraca kehidupan *S. frugiperda* dengan pakan tongkol jagung muda. Larva diperoleh dari pertanaman jagung di Bantarkambang, Bogor. Sebanyak 110 larva hasil F1 dipelihara secara individu dalam wadah berisi tongkol jagung muda sampai menjadi pupa, kemudian pupa dipindahkan ke wadah berisi tanah. Sebanyak 30 pasang imago dipelihara dalam kurungan berisi tanaman jagung. Pengamatan morfologi, biologi, dan neraca kehidupan dilakukan setiap hari, dimulai dari telur sampai imago mati. Hasil menunjukkan adanya variasi warna dan ukuran telur, larva, pupa, dan imago. Rata-rata lama stadia telur, larva, dan pra-pupa berturut-turut 2,47, 14,96, dan 1,83 hari. Lama stadium pupa 9,75 hari (jantan), dan 8,81 hari (betina). Siklus hidup berlangsung selama 37,69 (jantan), dan 37,7 (betina). Masa pra-oviposisi, oviposisi, dan pasca-oviposisi berlangsung selama 1,60, 7,90, dan 2,26 hari. Lama hidup imago adalah 11,34 hari (jantan) dan 11,76 hari (betina). Jumlah telur yang diletakkan rata-rata adalah 1.365,86/betina butir dengan tingkat penetasan 94,68%. Kurva kesintasan *S. frugiperda* termasuk tipe I, dengan laju reproduksi kotor (GRR) 1.442,49 individu/generasi dan laju reproduksi bersih (R_0) 1.342,77 individu/induk/generasi. Laju pertumbuhan intrinsik (r) 0,23 individu/induk/hari, rataan lama generasi (T) 31,23 hari, dan waktu yang dibutuhkan populasi untuk berlipat ganda (DT) 3,01 hari. Tongkol jagung muda dapat dijadikan pakan alternatif dalam perbanyakan *S. frugiperda*.

Kata kunci: siklus hidup, spesies invasif, ulat grayak jagung

ABSTRACT

Mass rearing techniques for the production of *Spodoptera frugiperda* larvae in large quantities as research materials is important to be developed. Baby corn has the potential to be observed as alternative feed for mass rearing of fall armyworms. However, the biology and life table of *S. frugiperda* feeding on baby corn has not been studied. This research aims to study the morphology, biology, and life table of *S. frugiperda* fed on baby corn. Larvae of F1 fall armyworm were reared singly and fed with baby corn, after pupation it was moved to containers. Thirty pairs of adults

*Penulis korespondensi: Sugeng Santoso. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia, Tel: 0251-862934, Faks: 0251-8629362, Email: ssantoso@apps.ipb.ac.id

were reared in a cage filled maize plant. Observations conducted daily from the eggs until the adult died. Results showed variations in the color and size of the eggs, larvae, pupae, and adults. Developmental periods of eggs, larvae, and pre-pupae were 2.47, 14.96, and 1.831 days. Pupal period was 9.75 days (male) and 8.81 days (female). The life cycle were 37.69 days (male), and 37.7 days (female). Duration of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition were 1.60, 7.90, and 2.26 days. Adult longevity was 11.34 days (male) and 11.76 days (female). The average number of eggs laid was 1.365,86/female with a hatch rate of 94,68%. Survival curve of *S. frugiperda* was type I, with GRR of 1.442,49 individuals/generations, and the R_0 was 1.342,77 individuals/females/generation. Ther was 0.23 individual/female/day, the T was 31.23 days, and the DT was 3.01 days. This result showed that baby corn can be an alternative feed for mass rearing of *S. frugiperda*.

Key words: fall armyworm, invasive species, life cycle

PENDAHULUAN

Serangga *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) dikenal dengan nama ulat grayak jagung, merupakan hama utama jagung di benua Amerika dan telah menjadi spesies invasif baru di Afrika Barat dan Tengah pada awal 2016 (Goergen et al. 2016). Hingga saat ini, hama tersebut telah menginvasi berbagai negara di benua Eropa, Asia, dan Australia (CABI 2023). Hama ini juga tercatat telah masuk ke Indonesia dan diketahui pertama kali tahun 2019 pada pertanaman jagung di Pasaman Barat, Sumatera Barat (Sartiami et al. 2020) dan tingkat kerusakan diawal periode invasinya mencapai 100% pada tanaman jagung berumur 2 minggu di Provinsi Lampung (Trisyono et al. 2019).

Hama ini bersifat polifag dan dapat menyebabkan kerugian yang besar pada berbagai tanaman budi daya. *Spodoptera frugiperda* dilaporkan memiliki 353 jenis tanaman inang yang berasal dari 76 famili, terutama Poaceae, Asteraceae, dan Fabaceae (Montezano et al. 2018). Hama ini juga dilaporkan memiliki potensi reproduksi yang tinggi karena setiap imago betina mampu menghasilkan hingga 1.500 butir telur (Capinera 2001). Menurut Lestari et al. (2013), fekunditas imago betina *S. litura* yang diberi pakan buatan resep Waldbauer et al. (1984) sebanyak 2.133,2 telur. Bahkan sampai 5.293,8 telur ketika diberi pakan dengan resep Singh & Moore (1985). Siklus hidup *S. frugiperda* berkisar 32 hingga 43 hari, lama hidup imago jantan lebih pendek dari imago betina berturut-turut 8,20 dan 10,80 hari, serta stadia larva 15,9 hari (14–19 hari) (Sharanabasappa et al. 2018).

Neraca kehidupan menggambarkan kelangsungan hidup, perkembangan, dan harapan hidup

(Ali & Rivzi 2010) sehingga dapat dijadikan sebagai parameter perilaku perkembangan suatu populasi. Hutasoit et al. (2020) telah melakukan penelitian terhadap *S. frugiperda* pada pakan daun jagung yang menunjukkan bahwa fekunditasnya 1.165,83 telur, laju reproduksi kotor (GRR) 1.233,94 individu/generasi, laju reproduksi bersih (R_0) 422,46 individu/induk/generasi, laju pertumbuhan intrinsic (r) 0,22 individu/induk/generasi, rata-rata masa generasi (T) 26,59 hari, dan *doubling time* DT 3,04 hari pada suhu $29 \pm 2,1$ °C dan kelembaban $74 \pm 10,1$ %.

Larva *S. frugiperda* menginfestasi tanaman jagung pada fase pertumbuhan vegetatif sampai fase generatif dan larva instar akhir dapat menginvestasi semua bagian tanaman (Maharani et al. 2019). Studi biologi dan neraca kehidupan *S. frugiperda* pada pakan daun jagung (Hutasiot et al. 2020; Priyanka et al. 2021) dan batang jagung telah dilakukan (Gilal et al. 2022). Selain itu, tongkol jagung muda telah digunakan sebagai pakan saat perbanyakan pada penelitian Maharani et al. (2021) dan Octaviani et al. (2021). Namun, informasi mengenai biologi dan neraca kehidupan *S. frugiperda* diberi pakan tongkol jagung muda belum diteliti. Tongkol jangung muda sebagai pakan alternatif ulat *S. frugiperda* yang mempunyai keuntungan, yakni tidak mudah kering dibandingkan dengan daun jagung dan mudah diperoleh.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian biologi dan neraca kehidupan *S. frugiperda* pada pakan tongkol jagung muda untuk mengkaji pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya, serta potensinya sebagai pakan alternatif. Informasi dari hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam memilih pakan yang akan digunakan untuk perbanyakan dan penelitian *S. frugiperda*. Tujuan

penelitian ini adalah mendapatkan informasi morfologi dan biologi serta neraca kehidupan *S. frugiperda* menggunakan tongkol jagung muda sebagai pakan alternatif.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biosistemika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor di Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Suhu dan kelembaban rata-rata di laboratorium 27,12 °C dan 42,83%. Penelitian dimulai dari bulan Juli 2019 sampai Januari 2020.

Pembiakan *S. frugiperda*

Larva *S. frugiperda* dikoleksi dari lahan pertanaman jagung Desa Bojongkaum, Kecamatan Bantarkambang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Larva dipelihara secara individual, diberi pakan tongkol jagung muda di dalam wadah plastik (diameter 5 cm dan tinggi 6 cm), pada bagian atasnya diberi lubang yang ditutup dengan kain kasa. Pakan disediakan secara berlebih (*ad libitum*), dan dengan demikian serangga yang diuji akan makan sesuai kebutuhannya. Tongkol jagung muda atau dikenal sebagai jagung semi, dan sering diberi sebutan sebagai *baby corn* merupakan tongkol jagung yang dipanen saat tanaman jagung masih muda pada kisaran 45–55 hari setelah tanam (HST) (Purwono & Hartono 2005), sebelum terjadi pembuahan sehingga biji pada tongkol belum terisi (Syarifah et al. 2022). Tongkol jagung muda dipanen pada saat rambut warna kuning muda muncul dengan susunan baris teratur, panjang 10 sampai 12 cm dan diameter 1,0 sampai 1,5 cm (Golada et al. 2013).

Larva yang memasuki fase pupa dipindahkan ke wadah baru berisi tanah yang sedikit lembab. Imago jantan dan betina yang telah keluar dari kokon dimasukkan ke dalam kurungan plastik berukuran 14,5 cm x 9 cm x 10 cm yang bagian sampingnya diberi lubang dan ditutup kain kasa. Imago diberi pakan berupa larutan madu 10% yang dioleskan pada kapas. Tanaman jagung setinggi 30 cm diletakkan dalam kurungan untuk

tempat peletakan telur. Telur yang diletakkan dikumpulkan untuk diamati dan dijadikan bahan penelitian sebagai F1.

Morfologi, biologi, dan neraca kehidupan *S. frugiperda*

Larva sejumlah 110 yang baru menetas dari 1 kelompok telur F1, dipelihara secara individual di dalam wadah yang diberi pakan tongkol jagung muda. Pakan yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan larva setiap instar untuk 1 hari. Penggantian pakan dilakukan setiap hari untuk menjaga kesegaran pakan sampai larva memasuki fase pupa. Pupa yang telah terbentuk kemudian masing-masing dipindahkan ke wadah baru berisi tanah. Imago jantan dan betina yang telah keluar dari kokon sebanyak 30 pasang dipelihara dalam kurungan plastik yang berisi satu tanaman jagung dengan tinggi ± 30 cm dan larutan madu 10% pada kapas sebagai pakan. Pengamatan terhadap imago dilakukan setiap hari hingga imago mati, untuk mengetahui masa pra-oviposisi, oviposisi, pasca-oviposisi, keperidian, dan lama hidup imago, serta waktu penetasan telur. Pengamatan masa pra-oviposisi dilakukan dengan menghitung saat imago betina muncul hingga peletakan telur pertama kali, pengamatan masa oviposisi dilakukan dengan cara menghitung waktu ketika telur pertama kali diletakkan hingga telur terakhir diletakkan, sedangkan pengamatan pasca-oviposisi dilakukan dengan menghitung waktu terakhir kali telur diletakkan hingga imago mati. Pengamatan keperidian dilakukan dengan menghitung jumlah telur yang dihasilkan oleh setiap individu imago betina. Lama hidup imago dihitung dari imago muncul hingga imago mati.

Data morfologi didapatkan bersamaan dengan pengamatan biologi di atas. Pengamatan telur meliputi warna dan diameter telur, variasi warna dan ketebalan sisik kelompok telur, dan posisi peletakan telur. Pengamatan larva meliputi ukuran kapsul kepala larva, deskripsi tubuh bagian dorsal dan lateral tiap-tiap instar larva, serta perubahan bentuk pada saat akan ganti kulit. Pengamatan pupa meliputi perbedaan bentuk dan ukuran pupa pada jantan dan betina serta diamati pula saat larva memasuki masa pra-pupa. Pengamatan imago meliputi warna dan ukuran rentang sayap.

Analisis data

Data masa perkembangan *S. frugiperda* disajikan dalam bentuk rata-rata. Ukuran tubuh pupa dan imago masing-masing dibandingkan antara jantan dan betina dengan uji T taraf 5% menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel neraca kehidupan yang selanjutnya digunakan untuk menentukan parameter neraca kehidupan, meliputi kelas umur kohort atau hari (x) dan peluang hidup setiap individu pada umur x (l_x) dari 110 larva, serta telur yang telah diletakkan pada kelas umur x (m_x) dari 30 pasang imago, dan jumlah telur yang menetas pada kelas umur x ($l_x m_x$).

Birch (1948) menyatakan bahwa parameter neraca kehidupan yang dihitung meliputi:

Laju reproduksi bersih, $R_0 = \sum l_x m_x$

Laju reproduksi kotor, $GRR = \sum m_x$

Laju pertambahan intrinsik, $r = \sum \ln R_0 / T$

Rataan masa generasi, $T = \sum x l_x m_x / \sum l_x m_x$

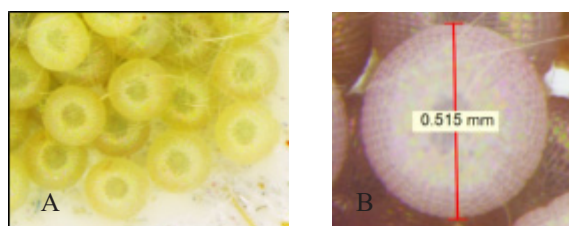
Populasi berlipat ganda, $DT = \ln(2) / r$

HASIL

Deksripsi morfologi *S. frugiperda*

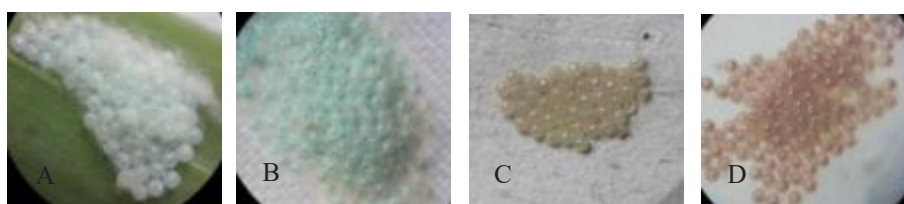
Telur *S. frugiperda* berbentuk kubah dan memiliki diameter rata-rata 0,51 mm (Gambar 1). Warna telur bervariasi saat awal diletakkan, di antaranya putih kehijauan, hijau, krem, dan merah muda (Gambar 2). Kemudian warna telur berubah menjadi kecokelatan (Gambar 3B) dan menjadi hitam ketika mendekati waktu menetas (Gambar 3C). Warna hitam tersebut adalah bayangan kapsul kepala larva instar 1. Pada kondisi lingkungan laboratorium, telur diletakkan secara berkelompok dan ditemukan pada permukaan bawah dan atas daun serta pada kertas alas dinding kurungan (Gambar 4). Telur tersusun rapi dalam satu atau dua lapis susunan telur. Kelompok telur ditutupi oleh sisik imago betina. Ketebalan sisik yang menutupi telur bervariasi, mulai dari tipis, sedang, tebal (Gambar 5).

Larva *S. frugiperda* terdiri atas enam instar. Rata-rata diameter kapsul kepala *S. frugiperda* pada



Gambar 1. Telur *Spodoptera frugiperda*. A: berbentuk kubah; B: diameter telur.

Figure 1. *Spodoptera frugiperda* eggs. A: dome-shaped; B: egg diameter.



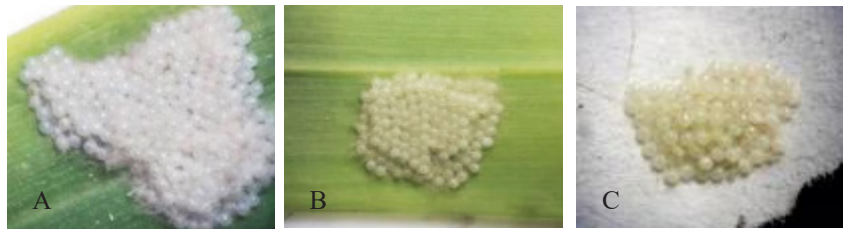
Gambar 2. Variasi warna telur *Spodoptera frugiperda*. A: putih kehijauan; B: hijau; C: krem; D: merah muda.

Figure 2. Variations in color of *Spodoptera frugiperda* eggs. A: greenish white; B: green; C: cream; D: pink.



Gambar 3. Perubahan warna telur *Spodoptera frugiperda*. A: krem; B: kecokelatan; C: hitam.

Figure 3. Changes in color of *Spodoptera frugiperda* eggs. A: cream; B: brown; C: black.



Gambar 4. Peletakan telur *Spodoptera frugiperda*. A: permukaan atas daun jagung; B: permukaan bawah daun jagung; C: dinding kurungan.

Figure 4. *Spodoptera frugiperda* eggs laying. A: upper surface of corn leaves; B: lower surface of corn leaves; C: cage wall.



Gambar 5. Variasi ketebalan sisik pada telur *Spodoptera frugiperda*. A: tebal; B: sedang; C: tipis.

Figure 5. Variation in scale thickness on *Spodoptera frugiperda* eggs. A: thick; B: medium; C: thin.

larva instar I–IV secara berturut adalah 0,33, 0,52, 0,85, 1,29, 1,96, 2,72 mm (Tabel 1). Larva instar I yang baru keluar dari telur berwarna abu-abu transparan dan berubah menjadi putih kekuningan setelah memakan pakan (jagung muda). Kepala dan protoraks larva instar I memiliki ciri berwarna hitam (Gambar 6A). Pada instar II, kepala larva berwarna cokelat sampai hitam, dan mulai terlihat huruf Y pada bagian kepala serta terdapat bercak-bercak merah pada bagian lateral abdomen akhir dan garis dorsal dan pita lateral yang berwarna putih transparan pada bagian abdomen dan protoraks (Gambar 6B). Bentuk huruf Y pada bagian kepala larva sudah terlihat jelas saat larva instar III. Larva instar III memiliki tubuh berwarna kuning kecokelatan, terdapat motif pada bagian samping kepala dan bercak-bercak warna merah pada bagian lateral abdomen, serta garis dorsal dan pita lateral yang berwarna putih kekuningan (Gambar 6C). Larva instar IV–VI memiliki kepala berwarna cokelat sampai hitam, bermotif dengan warna terang, dan huruf Y terlihat jelas, garis dorsal dan pita lateral yang berwarna kekuningan, dan tubuh berwarna cokelat muda, serta pada bagian atas pita lateral berwarna cokelat gelap (Gambar 6D–F). Bagian dorsal larva instar V dan VI berwarna cokelat keabu-abuan dan kehijauan pada bagian venter dan subventer.

Setiap pergantian instar mengalami proses ganti kulit. Pada proses ganti kulit tersebut terjadi penambahan jarak antara kepala dan lapisan berwarna gelap pada bagian protoraks (Gambar 7A). Sebelum terjadinya proses ganti kulit,

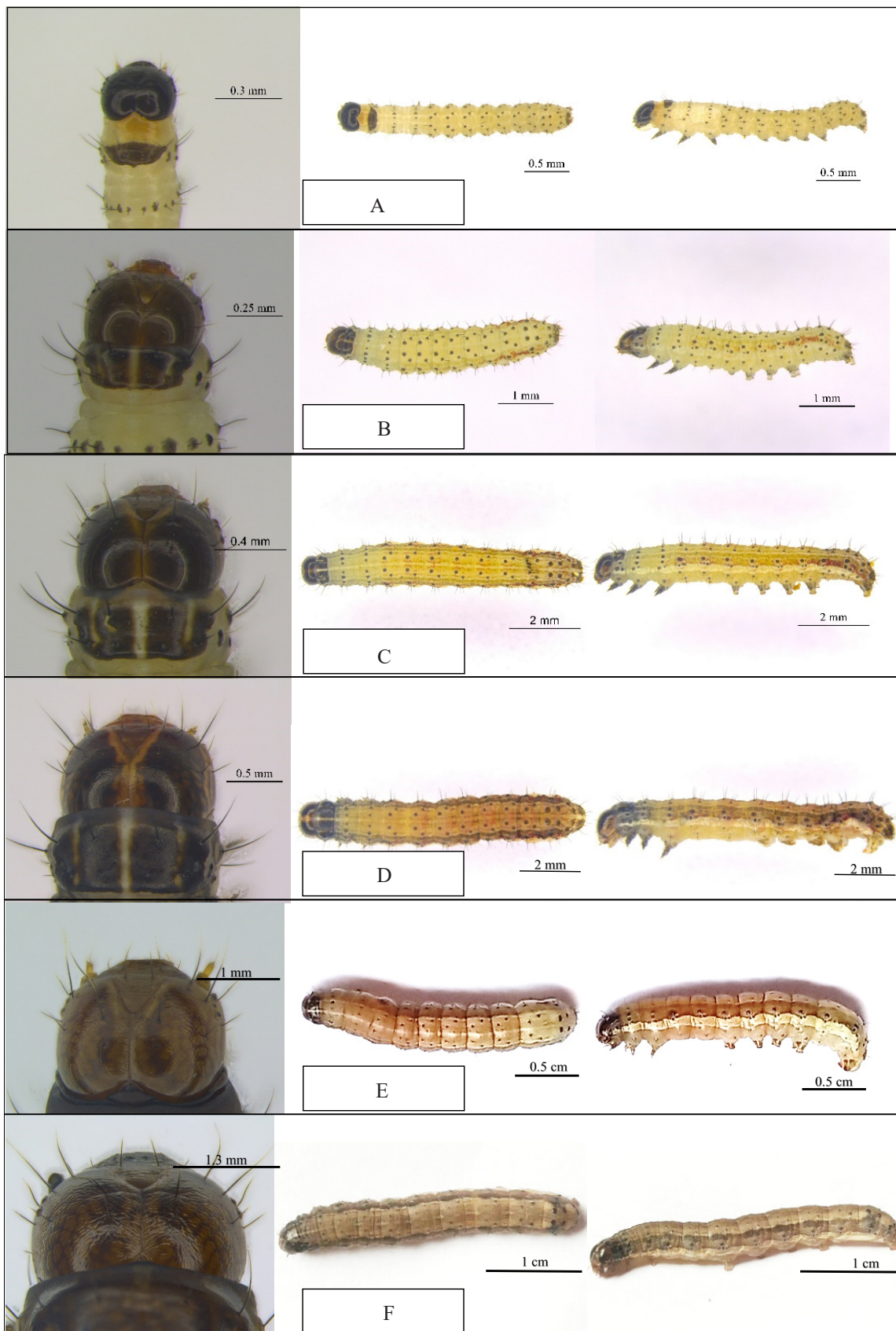
Tabel 1. Ukuran lebar kapsul kepala larva *Spodoptera frugiperda*

Table 1. Width of the head capsule of *Spodoptera frugiperda* larvae

Tahap perkembangan (Larval stages)	n	$\bar{x} \pm SD$ (mm)	Kisaran (Range) (mm)
Instar 1 (1st instar)	20	0,33 ± 0,004	0,32–0,34
Instar 2 (2nd instar)	20	0,52 ± 0,01	0,50–0,54
Instar 3 (3rd instar)	20	0,85 ± 0,04	0,74–0,91
Instar 4 (4th instar)	20	1,29 ± 0,03	1,24–1,37
Instar 5 (5th instar)	20	1,96 ± 0,03	1,90–2,02
Instar 6 (6th instar)	20	2,72 ± 0,06	2,54–2,87

area yang tidak berwarna tersebut tersembunyi karena lapisan gelap pada bagian protoraks selalu bersentuhan dengan kepala. Larva akan cenderung diam dan tidak makan ketika proses ganti kulit berlangsung. Larva dengan perlahan-lahan menggerakkan tubuhnya seperti gelombang. Saat proses ganti kulit berakhir, larva diam sejenak, kemudian beberapa larva menunjukkan aktivitas memakan eksuvium dari larva tersebut. Larva yang baru saja ganti kulit, kepala dan tubuhnya terlihat transparan pada instar awal (Gambar 7B), sedangkan pada instar 4, 5, dan 6 terlihat warna yang tipis (Gambar 7C). Setelah beberapa waktu, warnanya menjadi lebih gelap dan ketika larva akan mengalami proses ganti kulit selanjutnya warnanya menjadi lebih terang.

Saat larva instar akhir menjelang fase pra-pupa, tubuh larva terlihat padat dan mengkilat.



Gambar 6. Kapsul kepala, tubuh bagian dorsal dan lateral larva *Spodoptera frugiperda*. A: instar 1; B: instar 2; C: instar 3; D: instar 4; E: instar 5; F: instar 6.

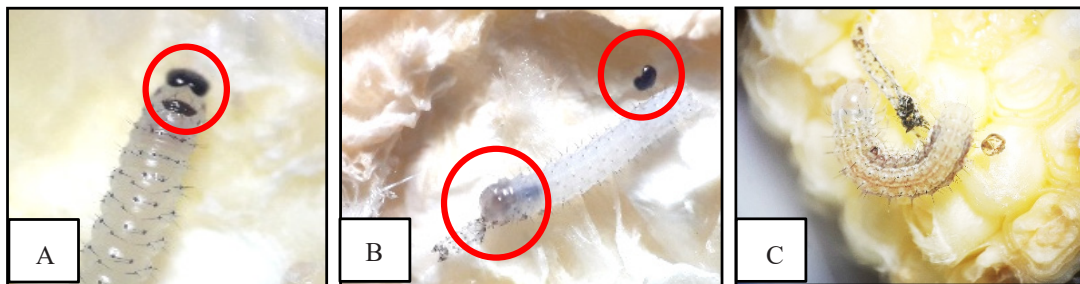
Figure 6. Head capsule, dorsal and lateral body of *Spodoptera frugiperda* larvae. A: 1st instar; B: 2nd instar; C: 3rd instar; D: 4th instar; E: 5th instar; F: 6th instar.

Saat menjelang pra-pupa, larva akan melindungi tubuhnya dengan cara membuat lubang menuju bagian tengah tongkol jagung muda, kemudian larva masuk ke dalam lubang tersebut dan menutupnya dengan cara menyatukan serpihan-serpihan dari penggalan lubang dengan benang sutera (Gambar 8A). Selain itu, apabila di sekitar larva tidak ada partikel apapun untuk melindungi tubuhnya, larva akan melindungi tubuhnya dengan benang sutera (Gambar 8B). Larva akan berhenti makan dan diam ketika masa pra-pupa. Tubuh larva berwarna lebih gelap, mengkerut dan ukurannya menjadi lebih kecil dibandingkan dengan larva instar terakhir (Gambar 9A dan 9B).

Pupa berwarna putih dan hijau muda tidak beraturan, kemudian berubah menjadi oranye muda, cokelat kemerahan mengkilat, dan kehitaman saat sudah mendekati menjadi imago.

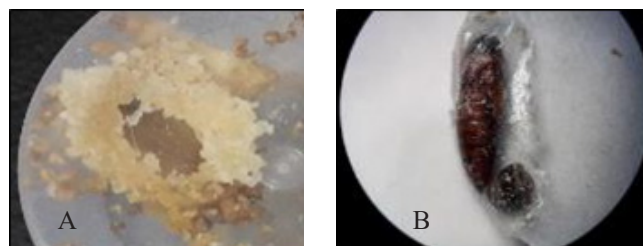
Pupa terlihat transparan ketika mendekati waktu menjadi imago. Jenis kelamin jantan dan betina sudah dapat diketahui sejak stadium pupa. Perbedaan jenis kelamin pada pupa dibedakan dari jarak lubang anal ke genitalia (Gambar 10). Rata-rata jarak lubang anal ke genitalia pada pupa jantan dan betina berbeda nyata, yaitu 0,50 dan 1,17 mm. Rata-rata panjang pupa 17,32 mm (Tabel 2).

Imago jantan dan betina dapat dibedakan melalui penampakan fisiknya, yaitu ukuran tubuh dan corak warna sayap. Ukuran tubuh imago jantan (16,35 mm) lebih panjang dibandingkan betina (15,52 mm). Namun, rentang sayap imago jantan (32,6 mm) lebih pendek dibandingkan dengan betina (33,77 mm) (Tabel 2). Sayap depan imago jantan dan betina berwarna cokelat keabu-abuan. Sayap imago jantan memiliki bulatan bentuk reniform berwarna gelap dengan bercak putih dan



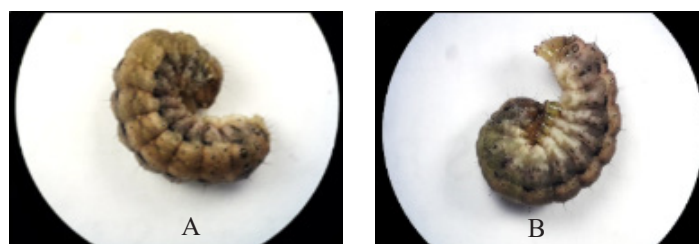
Gambar 7. Larva *Spodoptera frugiperda*. A: terdapat jarak antara kepala dan protoraks; B: larva makan eksuvia dan tubuh transparan; C: warna tubuh masih tipis.

Figure 7. *Spodoptera frugiperda* larvae. A: there is a distance between the head and prothorax; B: the larvae eat exuvia and the body is transparent; C: the body color is still light.



Gambar 8. Kokon *Spodoptera frugiperda*. A: kokon dari jagung muda; b: kokon dari benang sutera.

Figure 8. *Spodoptera frugiperda* cocoon. A: cocoons from young corn; B: cocoons from silk thread.



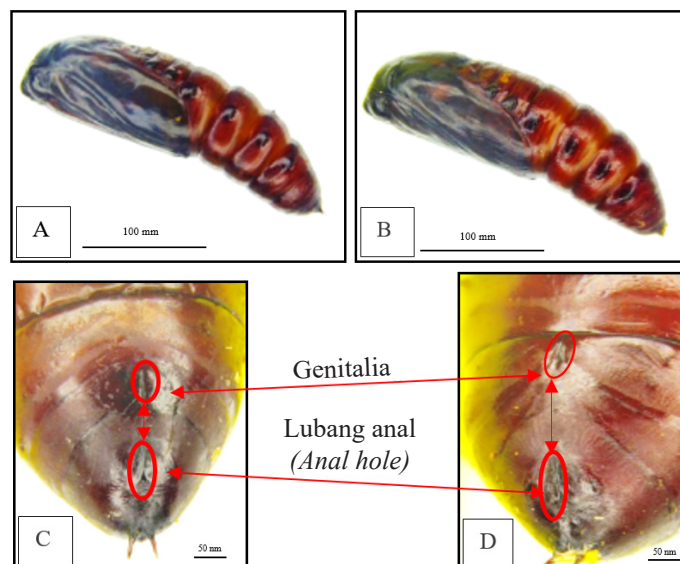
Gambar 9. Larva *Spodoptera frugiperda* fase pra-pupa. A: dorsal; B: lateral.

Figure 9. *Spodoptera frugiperda* larvae pre-pupal stage. A: dorsal; B: laterals.

bulatan bentuk lonjong berwarna cokelat, serta bercak putih pada tepi atas sayap. Sayap depan imago betina memiliki corak yang tidak berwarna sehingga warna sayap depan terlihat kusam. Sayap belakang imago jantan dan betina berwarna putih keperakan dengan tepi berwarna gelap (Gambar 11).

Masa perkembangan pradewasa, imago, dan keperidian *S. frugiperda*

Telur *S. frugiperda* memiliki rata-rata masa inkubasi selama 2,47 hari dari 40.976 telur yang berasal dari 685 kelompok telur. Lama perkembangan larva *S. frugiperda* yang dipelihara



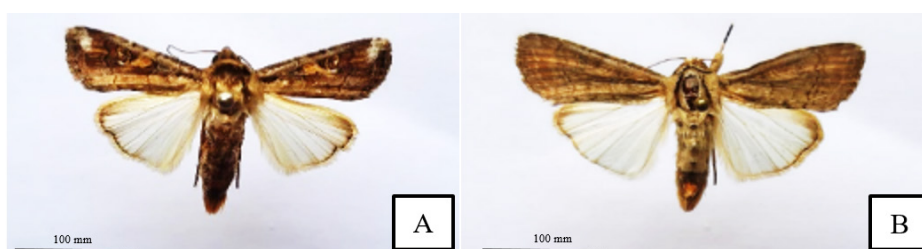
Gambar 10. Pupa *Spodoptera frugiperda*. A dan C: jantan; B dan D: betina.

Figure 10. *Spodoptera frugiperda* pupae. A and C: male; B and D: female.

Tabel 2. Ukuran pupa dan imago *Spodoptera frugiperda*

Table 2. Size of the pupae and adults of *Spodoptera frugiperda*

Ukuran (Size)	n	$\bar{x} \pm SD$ (mm)	Kisaran (Range) (mm)
Panjang pupa jantan (<i>Pupae length</i>)	40	17,32 ± 0,49 a	16,58–18,52
Jarak anal ke genitalia pupa jantan (<i>Distance from the anal to the genitalia of the male pupae</i>)	20	0,50 ± 0,05 a	0,42–0,60
Jarak anal ke genitalia pupa betina (<i>Distance from the anal to the genitalia of the female pupae</i>)	20	1,17 ± 0,07 b	1,008–1,30
Panjang tubuh imago (<i>Adult bodies lenght</i>)			
Panjang tubuh imago jantan (<i>Male adult bodies lenght</i>)	20	16,35 ± 0,79 a	15–18
Panjang tubuh imago betina (<i>Female adult bodies lenght</i>)	20	15,52 ± 0,52 b	14,5–16
Rentang sayap imago (<i>Adult wingspans</i>)			
Rentang sayap imago jantan (<i>Male adult wingspans</i>)	20	32,60 ± 1,03 a	31–34
Rentang sayap imago betina (<i>Female adult wingspans</i>)	20	33,77 ± 0,97 b	32–35,5



Gambar 11. Imago *Spodoptera frugiperda*. A: jantan; B: betina.

Figure 11. Adult of *Spodoptera frugiperda*. A: male; B: female.

pada pakan tongkol jagung muda sejak menetas sampai mencapai instar VI adalah 14,96 hari. Rata-rata masa pra-pupa berlangsung selama 1,83 hari (Tabel 3). Tabel 4 menunjukkan durasi stadia pupa jantan dan betina berlangsung sekitar 9,75 dan 8,81 hari. Rata-rata lama hidup imago jantan dan betina, yaitu 11,34 dan 11,76 hari. Imago betina mengalami masa pra-oviposisi, oviposisi, dan pasca-oviposisi secara berturut-turut selama 1,60, 7,90, dan 2,26 hari. Imago betina dapat meletakkan telur sebanyak 1.365,86 butir dengan tingkat penetasan telur 94,68%. Imago *S.*

frugiperda jantan dan betina memiliki siklus hidup berturut-turut selama 37,69 dan 37,70 hari.

Neraca kehidupan *S. frugiperda*

Tipe kurva kesintasan harian (lx) *S. frugiperda* adalah tipe I (Gambar 12). *S. frugiperda* memiliki peluang hidup yang tinggi pada umur muda yang kemudian mulai menurun pada umur 13,5 hari dan mortalitas mencapai 100% saat berumur 49,5 hari. Kurva keperidian harian (mx) menunjukkan bahwa peletakan telur pertama terjadi saat betina berumur 28,5 hari, yaitu sebanyak 268,06 butir.

Tabel 3. Durasi stadia telur dan larva *Spodoptera frugiperda*

Table 3. Duration of egg and larval stages of *Spodoptera frugiperda*

Tahap perkembangan (Developmental stages)	n	$\bar{x} \pm SD$ (hari) (day)	Kisaran (hari) (Range (days))
Telur (Eggs)		2,47 ± 0,49	2–3
Larva (Larvae)		14,96 ± 0,88	13–17
Instar 1 (1th instar)	110	2,04 ± 0,20	2–3
Instar 2 (2nd instar)	110	1,98 ± 0,27	1–3
Instar 3 (3rd instar)	110	1,90 ± 0,46	1–3
Instar 4 (4th instar)	110	2,04 ± 0,45	1–3
Instar 5 (5th instar)	110	2,59 ± 0,54	1–4
Instar 6 (6th instar)	108	4,39 ± 0,65*	3–7
Pra-pupa (Pre-pupae)	108	1,83 ± 0,37	1–2

*Instar VI termasuk pra-pupa (*6th instar includes pre-pupae).

Tabel 4. Durasi stadia pupa dan imago *Spodoptera frugiperda*

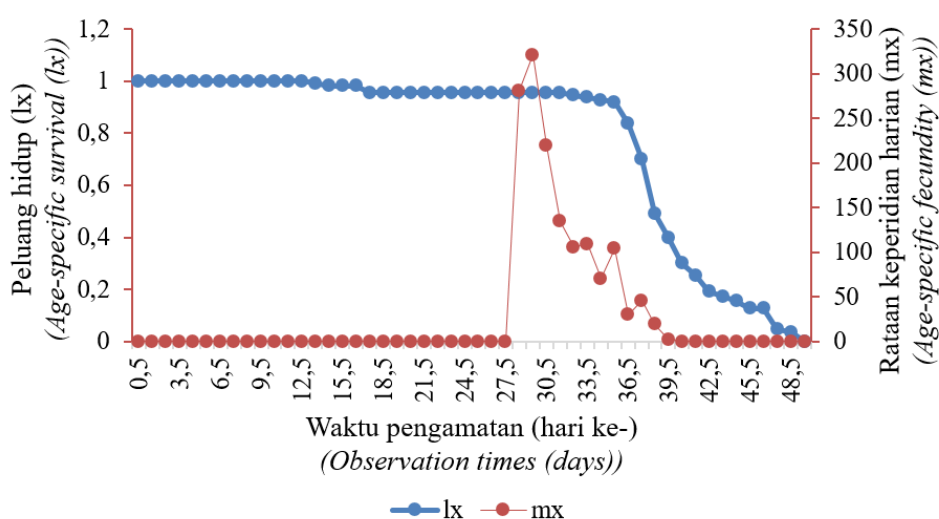
Table 4. Duration of pupae and adult stages of *Spodoptera frugiperda*

Tahap perkembangan (Developmental stages)	n	$\bar{x} \pm SD$ (hari) (day)	Kisaran (hari) (Range (day))
Lama stadia pupa (long pupal stages)			
Jantan (Male)	56	9,75 ± 0,83 a	6–11
Betina (Female)	49	8,81 ± 1,14 b	7–13
Masa pra-oviposisi (Pre-oviposition period)	30	1,60 ± 0,81	1–4
Masa oviposisi (Oviposition period)	30	7,90 ± 1,97	4–11
Masa pasca-oviposisi (Pasca-oviposition period)	30	2,26 ± 1,08	1–4
Lama hidup imago (Long live of adults)			
Jantan (Male)	30	11,34 ± 1,51 a	8–14
Betina (Female)	30	11,76 ± 1,92 a	7–16
Siklus hidup imago (Life cycle of adult)			
Jantan (Male)	30	37,69 ± 1,44 a	34–40
Betina (Female)	30	37,70 ± 2,02 a	33–42

Puncak peletakan telur terjadi saat betina berumur 29,5 hari dengan rata-rata 320,83 butir. Betina berhenti meletakkan telur saat berumur 39,5 hari.

Berbagai parameter neraca kehidupan dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai GRR menunjukkan laju reproduksi kotor atau rata-rata jumlah individu betina yang dihasilkan oleh induk dalam satu generasi. Hasil penelitian ini, nilai GRR *S. frugiperda* yang diperoleh adalah 1.442,49 individu per generasi. Nilai Ro atau laju reproduksi bersih menunjukkan jumlah keturunan betina yang dihasilkan oleh rata-rata individu induk

setiap generasi. Nilai Ro *S. frugiperda* adalah 1.342,77 individu per induk per generasi. Nilai r menggambarkan laju pertumbuhan intrinsik pada kondisi lingkungan yang konstan dan sumber daya yang tidak terbatas. Nilai r *S. frugiperda* dari hasil penelitian 0,23 individu per induk per hari. Nilai T (31,23 hari) merupakan nilai lama generasi atau waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan sampai imago betina menghasilkan separuh keturunannya. Doubling time (DT) = 3,006 hari merupakan waktu yang dibutuhkan populasi untuk berlipat ganda.



Gambar 12. Kurva sintasan harian (lx) dan kurva keperidian harian (mx) *Spodoptera frugiperda*.
Gambar 12. Daily survival curve (lx) and daily occurrence curve (mx) of *Spodoptera frugiperda*.

Tabel 5. Parameter neraca kehidupan *Spodoptera frugiperda*
Table 5. Life table parameters of *Sopodoptera frugiperda*

Parameter (Parameters)	Hasil penelitian (Results of research)	Hutasoit et al. 2020*	Satuan (Units)
GRR	1.442,49	1.233,94	individu/generasi (individual/generation)
Ro	1.342,77	422,46	individu/induk/generasi (individual/female/generation)
T	31,23	26,59	hari (day)
r	0,23	0,22	individu/induk/hari (ndividual/female/day)
DT	3,006	3,04	hari (day)

GGR: laju reproduksi kotor atau rata-rata jumlah individu betina yang dihasilkan oleh induk dalam satu generasi; Ro: laju reproduksi bersih menunjukkan jumlah keturunan betina yang dihasilkan oleh rata-rata individu induk setiap generasi; r: laju pertumbuhan intrinsik pada kondisi lingkungan yang konstan dan sumber daya yang tidak terbatas; T: nilai lama generasi atau waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan sampai imago betina menghasilkan separuh keturunannya; DT: nilai lama generasi atau waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan sampai imago betina menghasilkan separuh keturunannya.
 *Hasil penelitian Hutasoit et al. 2020 dengan pakan daun jagung, suhu $29 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$, dan kelembaban $74 \pm 10,1\%$.
 (GGR: gross reproductive rate or average number of female individuals produced by parents in one generation; Ro: net reproduction rate shows the number of female offspring produced by the average parent individual each generation; r: intrinsic rate of increase under constant environmental conditions and unlimited resources; T: the value of the generation length or the time required from the time the egg is laid until the adult female produces half of her offspring; DT: the value of the generation length or the time it takes from the egg being laid until the female matures to produce half of her offspring.
 *The research results of Hutasoit et al. 2020 with corn leaf feed, temperature $29 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$, and humidity $74 \pm 10.1\%$).

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, pakan yang diberikan dalam pemeliharaan memengaruhi morfologi dan biologi *S. frugiperda*. Telur *S. frugiperda* memiliki diameter yang serupa dengan hasil penelitian Shylesha et al. (2018), yaitu 0,51 mm. Diameter kapsul kepala larva instar I–VI (0,33, 0,52, 0,85, 1,29, 1,96, 2,72 mm) memiliki sedikit perbedaan dengan penelitian serupa. Montezano et al. (2019) melaporkan *S. frugiperda* yang diberi pakan buatan memiliki diameter kapsul kepala larva instar I–VI secara berturut-turut 0,35, 0,56, 0,87, 1,27, 1,85, 2,72 mm. Larva instar awal yang diberi pakan tongkol jagung muda berwarna kuning, menyerupai warna pakan. Pengaruh warna pakan terhadap warna larva juga dilaporkan pada penelitian lain. Sharanabasappa et al. (2018) menambahkan larva instar I berwarna kehijauan dengan kepala warna hitam setelah diberi pakan daun jagung. Jarak lubang anal ke genitalia pupa betina lebih panjang dibandingkan dengan jantan, yang sesuai dengan penelitian Sharanabasappa et al. (2018). Perbedaan ukuran jantan dan betina sesuai dengan pernyataan Maharani et al. (2019), bahwa imago jantan ukurannya sedikit lebih kecil dibandingkan dengan imago betina. Sayap imago jantan dan betina *S. frugiperda* diketahui sama dengan laporan Sharanabasappa (2018), berwarna putih keperakan dengan tepi berwarna gelap. Sayap imago jantan memiliki ciri yang sama dengan penelitian Shylesha et al. (2018). Pada sayap jantan terdapat bentuk reniform dengan tepi berwarna hitam, bulatan cokelat muda berbentuk lonjong dan miring, bercak putih di tepi apikal sayap imago.

Masa perkembangan *S. frugiperda* berlangsung selama 37,69 hari (jantan); 37,70 hari (betina). Masa inkubasi telur yang diperoleh dari penelitian, kisaran 2–3 hari, menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian Hutasoit et al. (2020), Ashok et al. (2020), Sharanabasappa et al. (2018), dan Capinera (2001) pada pakan daun jagung, serta Montezano et al. (2019) pada pakan buatan.

Stadia larva pada penelitian terdiri atas 6 instar dan berlangsung selama 13 hingga 17 hari, rata-rata 14,96 hari ($T = 27,12\text{ }^{\circ}\text{C}$). Menurut Montezano et al. (2019), perkembangan *S. frugiperda* memiliki

variasi tingkatan instar mulai dari 5 sampai 10 instar. Pada suhu yang lebih rendah, rata-rata stadia larva berlangsung lebih lama. Hal tersebut dilaporkan oleh Sharanabasappa et al. (2018) 15,19 hari ($T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan Maharani et al. (2021) 16,65 hari ($25,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) dengan pakan daun jagung. Hutasoit et al. (2020), pemeliharaan larva pada suhu yang lebih tinggi, yaitu $29 \pm 2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, dapat mempersingkat waktu perkembangan larva dengan kisaran 11–15 hari. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi waktu perkembangan setiap instar dan tingkatan instar (Jaworski et al. 2013). Rata-rata masa prapupa *S. frugiperda* 1,83 hari dan Montezano et al. (2019) 1,43 hari.

Hasil penelitian menunjukkan lama stadia pupa betina 8,81 hari lebih singkat dibandingkan pupa jantan 9,75 hari. Durasi pupa betina dan jantan ini masih dalam kisaran hasil penelitian lainnya, yaitu menurut Ashok et al. (2020) dan Sharanabasappa et al. (2018). Kedua penelitian tersebut memaparkan rata-rata lama stadia pupa betina dan jantan *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung pada suhu $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ berlangsung berturut-turut selama 8,24 dan 10,50 hari. Sementara itu, hal yang sama juga terjadi pada penelitian Hutasoit et al. (2020) yang diberi pakan daun jagung pada kondisi suhu $29\text{ }^{\circ}\text{C}$, yaitu lama pupa betina 6,31 hari dan lama pupa jantan, yaitu 6,76 hari.

Imago betina hidup selama 11,76 hari sementara imago jantan 11,34 hari, yang hampir serupa dengan hasil penelitian Ashok et al. (2020) yang menyatakan lama hidup betina sedikit lebih lama dibandingkan dengan jantan *S. frugiperda* pada penelitiannya, masing-masing 12,60 dan 11,10 hari. Hasil penelitian Sharanabasappa et al. (2018) dan Hutasoit et al. (2020) juga menunjukkan hal yang sama, bahwa lama hidup imago jantan lebih singkat dibandingkan dengan imago betina.

Imago betina *S. frugiperda* mengalami masa pra-oviposisi, oviposisi, dan pasca-oviposisi secara berturut-turut 1,6, 7,9, dan 2,26 hari. Dibandingkan dengan penelitian Ashok et al. (2020) masa pra-oviposisi dan pasca-oviposisi lebih singkat, serta masa oviposisi yang lebih lama. Data penelitian Ashok et al. (2020) menunjukkan *S. frugiperda* mengalami masa pra-oviposisi 3,9 hari, oviposisi 6,1 hari, dan pasca-oviposisi 2,6 hari. Masa pra-oviposisi *S. frugiperda* yang

diberi pakan tongkol jagung muda juga lebih singkat dari hasil penelitian Hutasoit et al. (2020), yaitu selama 3,33 hari.

Rata-rata jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *S. frugiperda* selama hidupnya cukup tinggi, yaitu 1.365,86. Sementara, penelitian lain melaporkan bahwa *S. frugiperda* meletakkan telur sebanyak 1.064,80 (Sharanabasappa et al. 2018) dan 1.165,83 (Hutasoit et al. 2020). Rata-rata tingkat penetasan telur adalah 94,68%, lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Sharanabasappa et al. (2018), yaitu 96,60%. *Spodoptera frugiperda* yang dipelihara di laboratorium dengan pakan tongkol jagung muda memiliki siklus hidup selama 33 hingga 42 hari. *S. frugiperda* betina memiliki rata-rata siklus hidup selama 37,70 hari dan jantan selama 37,69 hari. Penelitian Sharanabasappa et al. (2018) menunjukkan siklus hidup betina yang lebih lama (40,50) dan siklus hidup jantan yang lebih singkat (37,50) dibandingkan hasil penelitian yang diperoleh. Nampaknya, pakan tongkol jagung muda mengandung nutrisi lebih baik bagi serangga betina apabila dibandingkan dengan penelitian Sharanabasappa et al. (2018) dengan pakan daun jagung. Namun, lama siklus serangga jantan tidak berbeda.

Nutrisi pada inang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga (Barros et al. 2010). Subiono (2019) menyatakan lama perkembangan larva sampai imago yang lebih panjang menggambarkan bahwa pakan atau inang tersebut tidak disukai atau kandungan nutrisi pada pakan tersebut tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*. Kualitas nutrisi tanaman berpengaruh terhadap reproduksi serangga (Awmack & Leather 2002). Potensi reproduksi secara signifikan dipengaruhi oleh usia imago betina pada saat kopulasi pertama dan banyaknya kopulasi, sedangkan usia imago jantan pada kopulasi pertama pengaruhnya terhadap potensi reproduksi relatif sedikit (Rogers & Marti 1994).

Suhu ruangan untuk pemeliharaan pada penelitian ($T = 27,12$ °C) masih berada dalam kisaran suhu optimal perkembangan *S. frugiperda*. Plessis et al. (2020) melaporkan kisaran suhu optimal untuk perkembangan *S. frugiperda* mulai dari telur hingga imago, yaitu 26–30 °C dengan

batas suhu minimum perkembangan telur, larva, dan pupa masing-masing adalah 13,01; 12,12; dan 13,06 °C. Dengan demikian, suhu selama penelitian masih dalam kisaran suhu yang sesuai untuk kehidupan *S. frugiperda*.

Berdasarkan data masa perkembangan kehidupan *S. frugiperda*, yaitu masa inkubasi telur, lama stadia larva, stadia pupa, dan lama hidup imago, serta keperidian menunjukkan hasil yang mendekati atau berada pada kisaran hasil penelitian-penelitian yang sudah ada. Hal tersebut berarti bahwa pakan tongkol jagung muda tidak memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*.

Tipe kurva kesintasan *S. frugiperda* adalah tipe I. Peneliti Hutasoit et al. (2020) dan Maharani et al. (2021) juga mendapatkan hasil kurva kesintasan yang sama. Price (1984) menerangkan kurva kesintasan tipe I menggambarkan peluang hidup yang tinggi pada populasi umur muda yang ditunjukkan oleh kematian yang rendah saat populasi berumur muda dan tinggi saat populasi berumur tua.

Laju reproduksi bersih (Ro) *S. frugiperda* pada pakan tongkol jagung muda 1.342,77 individu/induk/generasi sangat tinggi dibandingkan pada pakan daun jagung 422,46 individu/induk/generasi (Hutasoit et al. 2020) pada suhu $29 \pm 2,1$ °C dan kelembapan 74 ± 10 1%; dan batang jagung 143,29 individu/induk/generasi (Gilal et al. 2022) pada suhu 30 ± 2 °C dan kelembapan 65 ± 5 %. Nilai GRR dengan pakan tongkol jagung muda 1.442,49 individu/generasi lebih tinggi dibandingkan dengan GRR dengan pakan daun jagung 1.233,94 individu/generasi (Hutasoit et al. 2020). Nilai Ro dan GRR yang tinggi menunjukkan kesesuaian terhadap inang. Hal tersebut berarti bahwa pakan tongkol jagung muda disukai atau sesuai untuk *S. frugiperda* dibandingkan dengan pakan daun jagung dan batang jagung.

Laju pertambahan intrinsik pada kondisi lingkungan yang konstan dan sumber daya yang tidak terbatas (r) *S. frugiperda* pada pakan tongkol jagung muda 0,23 individu/induk/hari dan angka ini hampir sama bila diberi pakan daun jagung, yakni 0,22 individu/induk/hari (Hutasoit et al. 2020) dan 0,20 individu/induk/hari (Ashok et al. 2020). Kedua data itu bila dibandingkan dengan pakan batang jagung menunjukkan nilai sebesar

hampir dua kali lipat, yakni 0,12 individu/induk/hari (Gilal et al. 2022). Nilai r 0,23 hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pakan tongkol jagung muda, individu dalam populasi dapat bertambah sebanyak 0,23 kali atau percepatan pertambahannya sebesar 23% individu/induk/hari. Semakin tinggi nilai r menunjukkan bahwa secara alami populasi serangga akan tumbuh semakin cepat dan keperidian yang tinggi (Poole 1974). Hal ini juga disampaikan Hutasoit & Sitanggang (2018) bahwa populasi organisme kemungkinan untuk terus tumbuhnya sedikit ketika laju pertumbuhan intrinsik rendah. Jadi, pertumbuhan *S. frugiperda* sedikit lebih cepat dan keperidiannya lebih tinggi pada pakan tongkol jagung muda.

Nilai lama generasi atau waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan sampai imago betina menghasilkan separuh keturunannya (T) pada pakan tongkol jagung muda 31,23 hari. Hasil tersebut hampir sama dengan hasil Ashok et al. (2020) pada pakan daun jagung, yaitu 31,24 hari dan berada di antara nilai T oleh Hutasoit et al. (2020) pakan daun jagung, yaitu 26,59 hari dan Gilal et al. (2022) pakan batang jagung, yaitu 40,74 hari. Menurut Fitriyana (2015) semakin kecil nilai T maka semakin cepat individu tersebut untuk berkembangbiak. Di antara ketiga pakan tersebut nilai T pakan tongkol jagung muda lebih kecil dari pakan batang jagung maka *S. frugiperda* yang diberi pakan tongkol jagung muda berkembangbiak lebih cepat daripada pakan batang jagung dan hampir sama dengan pakan daun jagung. Waktu yang dibutuhkan populasi untuk berlipat ganda (DT) pada pakan tongkol jagung muda 3,006 hari paling rendah dari pakan daun jagung 3,04 hari (Hutasoit et al. 2020), 3,35 hari (Ashok et al. 2020), dan pakan batang jagung 5,61 hari (Gilal et al. 2022). Kadar nutrisi yang terdapat dalam 100 g jagung muda di antaranya protein (15–18%), fosfor (0,6–0,9%), kalium (2–3%), serat (3–5%), kalsium (0,3–0,5%), karbohidrat (0,016–0,020%), dan asam askorbat (75–80 mg) (Rani et al. 2017). Selain itu, dalam tongkol jagung muda juga terdapat asam amino, beta-karoten, dan vitamin (Promyou et al. 2020). Tongkol jagung muda dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan karena memiliki tekstur yang lebih lembut, memiliki kadar protein yang lebih tinggi, dan kadar serat yang lebih rendah

dibandingkan dengan tongkol jagung berumur 100 hari (Umiyasih & Wina 2008).

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan tongkol jagung muda pada larva *S. frugiperda* memberikan data morfologi, siklus hidup, dan neraca hayati yang tidak jauh berbeda dengan *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung. Masa pra-oviposisi yang lebih singkat dari penelitian pada daun jagung oleh Ashok et al. (2020) dan Hutasoit et al. (2020) menunjukkan *S. frugiperda* yang diberi pakan tongkol jagung muda memiliki kemampuan berlipat ganda yang lebih cepat (DT), tingkat keperidian lebih tinggi (r), dan menghasilkan keturunan betina yang lebih banyak (R_o) dibandingkan yang diberi pakan daun jagung. Perbedaan kondisi suhu pada penelitian dengan Hutasoit et al. (2020) mempengaruhi beberapa karakter biologi, seperti durasi stadia larva, stadia pupa, dan lama hidup imago. Suhu penelitian yang lebih rendah dari Hutasoit et al. (2020) mempengaruhi kecepatan masa pergenerasi (T) yang lebih lambat. Selanjutnya, tubuh larva instar awal yang diberi pakan tongkol jagung muda berwarna kekuningan. Dengan demikian, perbanyakkan larva *S. frugiperda* di laboratorium untuk keperluan penelitian dapat dipelihara dengan memberikan pakan tongkol jagung muda sebagai pakan alternatif.

KESIMPULAN

Warna dan ukuran telur, larva, pupa, dan imago memiliki kisaran variasi. Telur berbentuk kubah dan memiliki variasi warna putih kehijauan, hijau, krem, merah muda, kecoklatan, dan hitam sesuai umur telur dengan diameter rata-rata 0,51 mm. Larva terdiri atas 6 instar dengan variasi warna dan ukuran yang berbeda tiap instarnya. Ukuran panjang pupa betina sedikit lebih panjang dari jantan, dan jarak anal ke genetalia yang dapat dibedakan. Warna pupa berwarna kecoklatan dan akan menjadi kehitaman saat mendekati kemunculan imago. Warna sayap imago jantan lebih berpola dan cerah dibandingkan dengan sayap imago betina. Panjang rentan sayap jantan lebih pendek dari betina. Namun, panjang tubuh imago jantan sedikit lebih panjang dari imago betina. Siklus hidup individu betina pada pakan

tongkol jagung muda adalah 37,7 hari dengan keperidian 1.365,86 butir dan tingkat penetasan 94,68%. Parameter neraca kehidupan nilai GRR, Ro, dan r pada pakan tongkol jagung muda dengan kisaran suhu optimum bagi perkembangan *S. frugiperda*, menunjukkan bahwa pakan tersebut dapat dijadikan pakan alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali A, Rizvi PQ. 2010. Age and stage specific life table of *Coccinella septemmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae) at varying temperature. *World Journal of Agricultural Sciences*. 6:268–273.
- Ashok K, Kennedy JS, Geethalakshmi V, Jeyakumar P, Sathiah N, Balasubramani V. 2020. Life table study of fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize. *Indian Journal of Entomology*. 82:1–7. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2020.00143.1>.
- Awmack CS, Leather SR. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insect. *Annual Review of Entomology*. 47:817–844. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300>.
- Barros E, Torres JB, Ruberson JR, Oliveira MD. 2010. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 137:237–245. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01058.x>.
- Birch LC. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*. 17:15–28. DOI: <https://doi.org/10.2307/1605>.
- CABI. 2022. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). DOI: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.29810>.
- Capinera JL. 2001. *Handbook of Vegetable Pests*. USA: Academic Press.
- Fitriyana I, Buchori D, Nurmansyah A, Ubaidillah R, Rizali A. 2015. Statistik demografi *Diaphania indica* (Saunders) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman*. 15:105–113. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.215105-113>.
- Gilal AA, Raajput LB, Kubar MI, Kaleri GM, Zahra TU, Mastoi MI, Rasheed Z. 2022. Life table studies of invasive *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on maize under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 5:259–265. DOI: <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2022/35.2.259.265>.
- Gilal AA, Bashir L, Faheem M, Rajput A, Soomro JA, Kunbhar S, Mirwan AS, Tanzeela-ul-Zahra, Mastoi GS, Sahito JGM. 2020. First record of invasive fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)) in corn fields of Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 33:247–252. DOI: <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2020/33.2.247.252>.
- Goergen G, Kumar PL, Sankung SB, Togola A, Tamo 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*. 11:1–9. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>.
- Golada S, Sharma G, Jain H. 2013. Performance of baby corn (*Zea mays* L.) as influenced by spacing, nitrogen fertilization and plant growth regulators under sub humid condition in Rajasthan, India. *African Journal of Agricultural Research*. 8:1100–1107. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1920>.
- Hutasoit RT, Kalqutny SH, Widiarta IN. 2020. Spatial distribution pattern, bionomic, and demographic parameters of a new invasive species of armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize of South Sumatera, Indonesia. *Biodiversitas*. 21:3576–3582. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210821>.
- Hutasoit RT, Sitanggang KD. 2018. Pengaruh plant growth promoting rhizobacteria terhadap biologi dan statistik demografi *Thrips parvispinus* (Thysanoptera: Thripidae) pada Cabai. *Jurnal Agroplasma*. 5:26–34. DOI: <https://doi.org/10.36987/agr.v5i2.167>.
- Jaworski T, Hilszczanski J. 2013. The effect of temperature and humidity changes on insect development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Forest Research Papers*. 74:345–355. DOI: <https://doi.org/10.2478/frp-2013-0033>.
- Lestari S, Ambarningrum TB, Pratiknyo H. 2013. Tabel hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan pemberian pakan buatan yang berbeda. *Jurnal Sain Veteriner*. 31:166–179. DOI: <https://doi.org/10.22146/jsv.3801>.
- Maharani Y, Puspitaningrum D, Istifadah N, Hidayat S, Ismail A. 2021. Biology and life table of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize and rice. *Serangga*. 26:161–174.
- Maharani Y, Dewi VK, Puspasari LT, Riskie L. 2019. Kasus serangan ulat grayak jagung *Spodoptera*

- frugiperda* pada tanaman jagung di Kabupaten Bandung, Garut, Sumedang, Jawa Barat. *Journal of Plant Protection*. 2:38–46.
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gomez DR, Roque-Specht VF, Sousa-Silva JC, Paula-Moraes SV, Peterson JA, Hunt TE. 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*. 26:286–300. DOI: <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>.
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gomez DR, Roque-Specht VF, Paula-Moraes SV, Peterson JA, Hunt TE. 2019. Developmental parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages under controlled and standardized conditions. *Journal of Agricultural Science*. 11:76–89. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p76>.
- Octaviani, Maryana N, Pudjianto. 2021. *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) biology and life table in *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 950:012024. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012041>.
- Poole RW. 1974. *An Introduction to Qualitative Ecology*. New York: McGraw-Hill Kogasusha.
- Purwono, Hartono R. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Plessis HD, Schlemmer ML, Van den Berg J. 2020. The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect*. 11:1–11. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11040228>.
- Promyou S, Chimsonthorn V, Kijka C, Supapvanich S. 2020. Physiochemical quality improvement of ready cook baby corns using calcium propionate immersion. *International Journal of Agricultural Technology*. 16:949–958.
- Price PW. 1984. *Insect Ecology*. New York: Wiley
- Priyanka M, Yasodha P, Justin CGL. 2021. Life table evaluation of *Spodoptera frugiperda* on maize at room temperature. *The Pharma Innovation Journal*. 10:1318–1323.
- Rani R, Sheoran RK, Soni PG, Kaith S. 2017. Baby corn: A wonderful vegetable. *Environmental Science and Technology*. 6:1407–1412.
- Rogers CE, Marti OG. 1994. Effect of age at first mating on the reproductive potential of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*. 23:322–325. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/23.2.322>.
- Singh P, Moore RF. 1985. *Hand Book of Insect Rearing Vol. II*. New York: Elviesier Science Publishing Company Inc.
- Sartiami D, Dadang, Harahap IS, Kusumah YM, Anwar R. 2020. First record fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Indonesia and its occurrence in three provinces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 468:012021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012021>.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy CM, Asokan R, Swamy MH, Maruthi MS, Pavithra HB, Hedge K, Navi S, Prabhu ST, Goergen G. 2018. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), an alien invasive pest on maize in India. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 24:23–29. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2018.00238.9>.
- Shylesha AN, Jalali SK, Gupta A, Varshney R, Venkatesan T, Shetty P, Ojha R, Ganiger PC, Navik O, Subaharan K, Bakthavatsalam N, Ballal CR, Raghavendra A. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and Its natural enemies. *Journal of Biological Control*. 32:145–151.
- Subiono T. 2019. Preferensi *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa sumber pakan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 2:130–134. DOI: <https://doi.org/10.35941/jatl.2.2.2020.2813.130-134>.
- Syarifah DF, Kusumo YWE, Rini EP. 2022. Keragaan genotipe jagung semi asal *selfing* dan *sibbing* untuk perakitan varietas jagung semi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 13:120–127.
- Trisyono YA, Suputa S, Aryuwandari VE, Hartaman M, Jumari J. 2019. Occurrence of heavy infestation by the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, a new alien invasive pest, in corn in Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23:156–160. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.46455>.
- Waldbauer GP, Cohen RW, Friedman S. 1984. Self-selection of and optimal nutrient mix from defined diets by larvae of the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie). *Physiological Zoology*. 57:590–597. DOI: <https://doi.org/10.1086/physzool.57.6.30155985>.
- Umiasih U, Wina E. 2008. Pengolahan dan nilai limbah tanaman jagung sebagai pakan ternak ruminansia. *Wartazoa*. 18:127–136.