



Original Article

Pertumbuhan dan perkembangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda* Smith) dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai (*Glycine max* L.)

Growth and development of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* Smith) with soybean-based artificial diet (*Glycine max* L.)

Istiqomah Desi¹, Kustiati Kustiati¹, Kukuh Hernowo^{2*}

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia, ²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Indonesia

Penulis korespondensi:

Kukuh Hernowo
(kukuh.hernowo@faperta.untan.ac.id)

Diterima: Desember 2024

Disetujui: Juni 2025

Sitasi:

Desi I, Kustiati K, Hernowo K. 2025. Pertumbuhan dan perkembangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda* Smith) dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 22(2):69–80

ABSTRAK

Ulat grayak grayak jagung (*Spodoptera frugiperda* Smith) merupakan hama invasif tanaman jagung di Indonesia. Pengembangan teknik pemeliharaan *S. frugiperda* berbasis pakan buatan penting dilakukan untuk mendukung berbagai penelitian tentang spesies ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai (*Glycine max* L.). Penelitian ini menggunakan larva instar 1 dari imago *S. frugiperda* yang diperoleh dari perkebunan jagung Desa Rasau Jaya. Larva yang digunakan sebanyak 800 individu untuk memperoleh data yang akurat dan representatif tentang perkembangan serangga tersebut. Variabel yang diamati meliputi beberapa aspek penting, yaitu tingkat keberhasilan hidup setiap stadium (dari larva hingga imago), morfometri pertumbuhan pada stadium larva instar 6 dan pupa untuk memahami perubahan ukuran dan bentuk tubuh, lama hidup setiap stadium untuk mengetahui durasi setiap fase perkembangan, serta nisbah kelamin untuk menentukan proporsi jantan dan betina dalam populasi. Data keberhasilan hidup imago *S. frugiperda* yang diperoleh dianalisis dan disajikan secara deskriptif untuk memberikan gambaran yang jelas dan terperinci tentang hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan hidup *S. frugiperda* pada setiap stadium pertumbuhan mencapai rata-rata di atas 75%. Lama hidup stadium larva $12,80 \pm 1,00$ hari, stadium pupa $7,80 \pm 0,77$ hari, dan imago betina $9,55 \pm 2,42$ hari, sedangkan jantan $7,39 \pm 1,77$ hari. Nisbah kelamin jantan dan betina adalah 1:1,02. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* pada pakan jagung, dan sekaligus menunjukkan potensi pakan buatan berbahan dasar kedelai sebagai media pakan alternatif untuk pemeliharaan *S. frugiperda* di laboratorium.

Kata kunci: *Glycine max*, keberhasilan hidup, pakan buatan, *Spodoptera frugiperda*

ABSTRACT

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* Smith) is an invasive pest of corn crops in Indonesia. The development of *S. frugiperda* rearing techniques based on artificial feed is important to support various research projects on this species. This study aims to study the growth and development of *S. frugiperda* using soybean-based artificial feed (*Glycine max* L.). The study utilized first-instar larvae of *S. frugiperda* adults obtained from the Rasau Jaya Village Corn Farm. A total of 800 larvae were used to obtain accurate and representative data on the insect's development. The variables observed included several important aspects, such as the survival rate at each stage (from larva to adult), growth morphometry at the sixth instar larva and pupa stages to understand changes in body size and shape, the duration of each stage to determine the length of each developmental phase, and the sex ratio to determine the proportion of males and females in the population. The survival rate data of *S. frugiperda* imagoes obtained were then analyzed using Microsoft Excel 2013 and presented descriptively to provide a clear and detailed overview of the research results. The research results showed that the survival rate of *S. frugiperda* at each growth stage averaged above 75%. The lifespan of the larval stage was 12.80 ± 1.00 days, the pupal stage was 7.80 ± 0.77

days, and the female imago (9.55 ± 2.42 days), while the male (7.39 ± 1.77 days). The sex ratio of males to females is 1:1.02. These results indicate the excellent potential of soybean-based artificial feed as the primary diet for maintaining *S. frugiperda* in the laboratory.

Key words: artificial diet, *Glycine max*, survival rate, *Spodoptera frugiperda*

PENDAHULUAN

Ulat grayak jagung, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) dari Ordo Lepidoptera, Famili Noctuidae. Spesies invasif ini berasal dari negara Amerika, pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 2019 dan dilaporkan menginfestasi pertanaman jagung di wilayah Sumatera (Kementan 2019). Hama ini berpotensi besar terhadap penurunan kualitas dan kehilangan produksi pada lebih dari 80 spesies tanaman, termasuk jagung, padi, sorgum, tebu, sayuran, dan kapas (Ariani et al. 2021).

Serangga *S. frugiperda* saat ini merupakan salah satu hama penting di Indonesia. Selain menyerang pertanaman jagung, hama ini juga banyak menimbulkan kerusakan pada komoditas pertanian yang lain, salah satunya kedelai (*Glycine max* L.) (Uleng 2021). Penelitian mengenai spesies ini sebagai hama penting pertanian masih relatif terbatas karena merupakan hama *invasif* yang relatif baru keberadaannya. Hal ini menjadi alasan diperlukan lebih banyak penelitian dan akan terus dilakukan untuk memahami perilaku hama maupun cara pengendaliannya.

Penelitian dalam skala laboratorium biasanya terkait dengan kajian biologi, seperti informasi tentang kecepatan pertumbuhan populasi, potensi reproduksi, dan keberhasilan hidup (Lestari et al. 2013). Selain itu, banyak kajian-kajian pengujian efikasi insektisida maupun yang terkait dengan pengendalian hayati yang memerlukan banyak serangga uji terutama serangga pengganggu tanaman (*agricultural pests*) (Taufika et al. 2022a). Permasalahan yang sering dihadapi peneliti dalam kajian hama *S. frugiperda* khususnya pada penelitian skala laboratorium berkaitan dengan sulitnya memperoleh serangga uji seragam dalam jumlah yang cukup (Ambarningrum 2001).

Metode pemeliharaan *S. frugiperda* di laboratorium sangat diperlukan untuk mendukung kegiatan penelitian hama ini, baik pada skala laboratorium maupun di lapangan. Pemeliharaan *S. frugiperda* dengan pakan alami memerlukan bahan pakan segar dalam jumlah yang cukup dan mudah diperoleh kapan saja. Berdasarkan batasan yang telah ditetapkan, prasyarat ini seringkali menjadi kendala, terutama ketika pakan alami tidak tersedia. Implementasi metode

pemeliharaan Susmara (2018) dengan menggunakan jagung muda (*baby corn*) sebagai pakan alami memerlukan kontrol kualitas yang ketat terhadap bahan pakan untuk memastikan konsistensi dan keberhasilan proses pemeliharaan. Ketidakkonsistenan kualitas pakan dapat berdampak negatif pada kebugaran serangga uji dan hasil percobaan secara keseluruhan.

Serangga yang dipelihara di laboratorium idealnya diberi pakan yang sesuai dengan jenis makanannya di alam untuk menjaga pertumbuhan, perkembangan, dan keperidian yang optimal. Namun demikian, dalam banyak kasus pemberian pakan alami selain tidak mungkin secara teknis juga tidak efisien. Langkah terobosan yang dilakukan oleh para peneliti entomologi untuk mengatasi kesulitan tersebut adalah dengan melakukan pengembangan melalui pakan buatan (*artificial diet*). Pakan buatan yang baik, selain dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan serangga uji yang optimal, juga akan sangat memudahkan bagi peneliti untuk menyiapkannya dalam jumlah yang dibutuhkan setiap saat tanpa tergantung musim dan waktu (Nurhajjah et al. 2023).

Pengembangan pakan buatan biasanya berbahan utama produk tanaman yang menjadi inang utama di alam dengan beberapa bahan penunjang yang dapat membuat pakan tersebut bertahan lebih lama dan optimal untuk keberhasilan hidup serangga (Mayasanti 2012). Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman inang *Spodoptera* yang menjanjikan sebagai bahan utama formula pakan buatan karena beberapa alasan penting. Pertama, ketersediaan kedelai yang melimpah secara lokal dan harga yang relatif murah dapat menekan biaya produksi pakan buatan sehingga meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi. Selain itu, kedelai merupakan sumber protein tercerna yang sangat baik, dengan kadar protein tinggi sekitar 40% dan kadar minyak sekitar 20%, menjadikan tanaman ini salah satu yang paling produktif dalam menghasilkan protein dan lemak di antara tanaman pangan (Elshehmy 2011). Protein kedelai juga memiliki kualitas tinggi karena mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan oleh organisme, dengan dua protein utama, yaitu glycinin dan β -conglycinin yang berkontribusi pada kualitas dan fungsi pakan (Cole 1993). Penggunaan pakan buatan berbasis kedelai juga

menawarkan beberapa kelebihan, seperti kemudahan pembuatan, ketahanan yang lama, fleksibilitas penggunaan, serta biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan pakan alami (Ngomane et al. 2022). Penelitian ini dilakukan sebagai upaya pengembangan teknik pemeliharaan *S. frugiperda* berbasis pakan buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan dari bulan Februari hingga April 2024 di Laboratorium Pestisida, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Pengambilan sampel serangga uji (*S. frugiperda*) dilakukan di lokasi perkebunan jagung, di Rasau Jaya Umum, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat.

Persiapan serangga uji

Persiapan serangga uji dimulai dengan tahapan pengambilan sampel larva *S. frugiperda* di lapangan, yaitu di perkebunan jagung Desa Rasau Jaya Umum, Kabupaten Kubu Raya, Pontianak. Proses sampling larva *S. frugiperda* dilakukan dengan mengamati satu per satu tanaman jagung yang menunjukkan adanya kerusakan pada bagian pucuk daun. Larva *S. frugiperda* yang ditemukan ditempatkan dalam wadah plastik berukuran 8,5 cm × 8,5 cm × 6,5 cm.

Pemeliharaan larva *S. frugiperda* dari hasil sampling di lapangan dipelihara secara terpisah per individu dalam wadah plastik ukuran 2,5 cm × 2,5 cm × 3,5 cm. Larva serangga uji *S. frugiperda* diberi pakan alami berupa jagung muda atau *baby corn*. Pemberian pakan pada larva diberikan saat awal pemeliharaan hingga larva berganti ke fase pupa.

Tahapan selanjutnya, imago dipindahkan ke kurungan pemeliharaan yang berukuran 43 cm × 40 cm × 42 cm dan diberi makan larutan madu yang sudah diresapkan pada kapas. Kapas diganti setiap 2 hari atau saat kapas sudah kering. Kurungan serangga dilengkapi tanaman jali yang dimasukkan ke dalam botol vial ukuran 100 ml yang diisi air setengah volume botol agar tanaman tetap segar. Fungsi dari tanaman jali sebagai media imago meletakkan telurnya pada permukaan daun tanaman jali. Kelompok telur yang terdapat di permukaan daun tanaman jali di ambil dan diletakkan ke dalam wadah plastik ukuran 8,5 cm × 8,5 cm × 6,5 cm. Penetasan telur *S. frugiperda* membutuhkan waktu 2 hingga 3 hari.

Pembuatan pakan buatan berbahan dasar tepung kedelai

Pembuatan pakan buatan dalam penelitian ini diadopsi dari penelitian Taufika et al. (2022a). Pakan buatan menggunakan formulasi Poitout untuk membiakkan *Spodoptera litura* (Fabricius) dengan modifikasi. Bahan pakan buatan formulasi Poitout yang digunakan terdiri atas 7 bahan, yaitu 340 ml akuades, 10 g tepung agar, 15 g fermipan, 0,6 g asam benzoat, 2 g asam askorbat, 46 g tepung jagung, dan 14 g tepung gandum. Pembuatan pakan buatan dalam penelitian ini memodifikasi formulasi Poitout dengan menambahkan dan mengganti beberapa bahan lainnya. Bahan tambahannya adalah potassium sorbat (0,3 g), tepung jagung diganti dengan biji kedelai (46 g). Bahan pelengkap lainnya tetap menyesuaikan formula Poitout, seperti akuades (340 ml), tepung agar (10 g), fermipan (15 g), asam benzoat (0,6 g), asam askorbat (2 g), dan tepung gandum (14 g). Akuades digunakan sebagai zat pelarut untuk memudahkan dalam mencampurkan semua bahan. Asam benzoat dan potassium sorbat digunakan sebagai zat pengawet dan anti jamur dalam pembuatan pakan buatan agar kualitas dan ketahanan pangan tetap terjaga. Tepung agar digunakan sebagai agen pengental untuk menciptakan tekstur padat yang memudahkan konsumsi serangga. Kedelai dan fermipan digunakan sebagai sumber protein utama yang berperan dalam pembentukan hormon dan mempercepat perkembangan larva (Senthil & Nathan 2020). Tepung gandum digunakan sebagai sumber karbohidrat yang berperan dalam pertumbuhan organisme sebagai sumber energi (Yadav et al. 2010). Asam askorbat mengandung vitamin C yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan larva (Seth & Sharma 2002).

Bahan utama kedelai diperoleh dari pasar swalayan dalam bentuk biji kedelai kering. Dari segi gizi kedelai utuh mengandung protein 35–38% bahkan dalam varietas unggul kandungan protein dapat mencapai 40–44% (Risnawanti et al. 2015). Kandungan gizi kedelai dalam 100 g, yaitu 331,0 kkal kalori, 34,9 g protein, 18,1 g lemak, 34,8 g karbohidrat, 4,2 g serat, 227,0 mg kalsium, 585,0 mg fosfor, 8,0 mg besi, dan 1,0 mg vitamin B1 (Nidia 2020). Sebelum digunakan, biji kedelai direndam dalam air selama 3 jam, kemudian dibersihkan dari kulit arinya dan dikukus selama 20 menit. Sementara itu, campuran akuades (340 ml), tepung agar (10 g), dan asam benzoat (0,6 g) dipanaskan dalam panci hingga mendidih sambil diaduk menggunakan sendok. Setelah itu, kedelai yang telah dikukus dihaluskan menggunakan blender dan dicampurkan dengan campuran bahan yang telah

dimasak. Selanjutnya, asam askorbat (2 g), potassium sorbat (0,3 g), tepung gandum (14 g), dan fermipan (15 g) ditambahkan secara perlahan ke dalam adonan hingga tercampur merata. Adonan pakan buatan kemudian dituangkan ke dalam wadah plastik dengan dimensi 8,5 cm × 8,5 cm × 6,5 cm. Setelah pakan buatan mengeras dan padat, selanjutnya digunakan sebagai bahan uji untuk larva *S. frugiperda*.

Pengujian dan pengamatan *S. frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar tepung kedelai

Tahapan ini dilakukan dengan mempersiapkan wadah plastik (*sauce cup*) berukuran 2,5 cm × 2,5 cm × 3,5 cm untuk pemeliharaan larva *S. frugiperda*. Setiap wadah berisi pakan buatan yang sudah dipotong berbentuk kubus 2 cm × 2 cm × 2 cm. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan, jumlah serangga uji yang digunakan sebanyak 800 larva instar 1, masing-masing setiap ulangnya menggunakan 200–300 individu. Larva instar 1 dari wadah peneluran dipindahkan menggunakan kuas berukuran 1 inchi ke wadah pemeliharaan dan ditempatkan secara individual. Pemberian pakan buatan pada larva instar 1 dilaksanakan pada hari pertama pengujian di setiap wadah pengujian. Selanjutnya, pengamatan kondisi pakan dilakukan setiap hari untuk menentukan ketersediaan pakan. Apabila pakan telah habis maka dilakukan penambahan atau penggantian pakan baru guna memastikan ketersediaan nutrisi optimal bagi larva. Proses ini berlanjut hingga larva mencapai stadium pupa dan tidak lagi aktif makan sehingga memungkinkan penyesuaian pemberian pakan buatan dengan kebutuhan larva selama proses pengujian berlangsung.

Pengamatan terhadap larva dan pupa *S. frugiperda* dilakukan setiap hari. Variabel yang diamati meliputi lama waktu stadium dan keberhasilan hidup larva per instar dan pupa. Pengukuran morfometri panjang dan lebar tubuh dilakukan pada stadium larva instar ke-6 dan pupa. Panjang tubuh larva instar ke-6 diukur dari ujung kepala hingga ujung abdomen, sedangkan lebar tubuh diukur pada bagian tengah tubuh. Pengukuran serupa juga dilakukan pada pupa. Sampel yang digunakan terdiri atas 10 individu larva instar ke-6 dan pupa yang berumur 24 jam, dipilih secara acak. Pengukuran dimensi tubuh (panjang dan lebar) dilakukan menggunakan jangka sorong digital dengan satuan milimeter (mm), sedangkan pengukuran berat tubuh dilakukan menggunakan timbangan analitik dengan satuan gram (g).

Imago dipindahkan ke kurungan berukuran 43 cm × 40 cm × 42 cm, 1 kurungan berisikan 50 pasang jantan

dan betina setiap ulangnya. Pakan yang diberikan berupa larutan madu 10% yang diaplikasikan pada kapas sebagai media penyerapan. Kurungan imago dilengkapi dengan tanaman jali yang ditempatkan dalam botol vial berukuran 100 ml, berisi air setengah volume botol untuk menjaga kesegaran tanaman. Tanaman jali berfungsi sebagai media untuk peletakan telur oleh imago pada permukaan daunnya sehingga memungkinkan proses reproduksi yang optimal.

Pengamatan terhadap imago *S. frugiperda* dilakukan setiap hari. Parameter yang diamati meliputi waktu peletakan telur pertama kali dan peletakan telur terakhir kali, jumlah kelompok telur dan jumlah telur per kelompok yang dihasilkan per individu betina, persentase fertilisasi telur, dan lama hidup imago betina dan jantan. Penghitungan jumlah telur per kelompok dilakukan dengan pengambilan 10 kelompok telur secara acak.

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* 2013. Data yang diolah berdasarkan pengamatan setiap stadium perkembangan meliputi keberhasilan hidup stadium larva (per instar), pupa, dan imago. Keberhasilan hidup setiap stadium perkembangan dihitung menggunakan rumus berikut berdasarkan Cickova et al. (2015).

$$\text{Survival rate} = \frac{\text{Jumlah larva hidup akhir}}{\text{Jumlah larva hidup awal}} \times 100\%$$

HASIL

Keberhasilan hidup, pertumbuhan, perkembangan *S. frugiperda* pada pakan buatan berbahan dasar kedelai

Persentase keberhasilan hidup stadium larva adalah 77,56%. Persentase keberhasilan larva per instar menunjukkan sedikit penurunan pada instar akhir, terutama instar ke-4 hingga instar ke-6. Instar awal menunjukkan kematian yang rendah, yaitu pada instar ke-1 dan ke-2. Jumlah kematian larva tertinggi sebanyak 92 individu pada instar ke-6 (Tabel 1).

Kematian larva instar akhir bisa disebabkan oleh kondisi fisik larva yang sudah rentan dan pengaruh pakan yang seiring waktu dapat mengalami penurunan kualitas atau terkontaminasi mikroorganisme. Tubuh larva menunjukkan ciri-ciri kematian yang ditandai dengan tubuh menghitam dan basah. Pembusukan tubuh larva kemungkinan terjadi akibat berbagai faktor, seperti infeksi bakteri atau mikrofungi yang menginfeksi larva lemah atau terluka. Kondisi ini menyebabkan wadah pemeliharaan menjadi lembab,

dan keberadaan larva yang sudah membusuk mempercepat pertumbuhan mikrofungi (Gambar 1).

Hasil pengukuran panjang larva rata-rata 29,47 ± 2,62 mm, rata-rata lebar tubuh 5,63 ± 0,39 mm, dan rata-rata berat 0,38 ± 0,07 gram. Setiap ulangan menunjukkan nilai yang bervariasi. Parameter ulangan ke-1 sedikit lebih tinggi dari ulangan ke-2 dan ke-3.

Setiap sampel larva per ulangan berasal dari larva hasil penetasan telur yang berbeda. Ulangan ke-1 menggunakan larva dari penetasan awal peneluran, sedangkan ulangan ke-2 dan ke-3 penetasan telur di pertengahan masa peneluran (Tabel 2).

Lama stadium larva berkisar 12–18 hari (rata-rata 12,80±1,00hari).Setiapinstarmembutuhkanwaktu2–4

Tabel 1. Tingkat keberhasilan hidup larva *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 1. Survival rate of *Spodoptera frugiperda* larvae fed on the artificial diet based on soybean

Stadium larva (Larval stage)	Variabel (Variable)	Ulangan (Replication)			Jumlah (individu) (Amount (individual))	Rata-rata (Average) (%)
		1	2	3		
Instar 1	Σ serangga uji (insects test)	300	300	200	800	
	Σ mati (death)	4	3	2	9	
	Survival (%)	98,67	99,00	99,33		98,67 ± 0,34
Instar 2	Σ serangga uji (insects test)	296	297	198	791	
	Σ mati (death)	3	2	3	8	
	Survival (%)	98,98	99,32	98,48		98,93 ± 0,42
Instar 3	Σ serangga uji (insects test)	293	295	195	783	
	Σ mati (death)	7	3	7	17	
	Survival (%)	97,61	98,98	96,41		97,67 ± 1,29
Instar 4	Σ serangga uji (insects test)	286	292	188	766	
	Σ mati (death)	14	3	9	26	
	Survival (%)	95,10	98,97	95,21		96,43 ± 2,20
Instar 5	Σ serangga uji (insects test)	272	289	179	740	
	Σ mati (death)	16	2	12	30	
	Survival (%)	94,11	99,30	93,29		95,57 ± 3,26
Instar 6	Σ serangga uji (insects test)	256	287	167	710	
	Σ mati (death)	49	36	7	92	
	Survival (%)	80,85	87,45	95,80		88,03 ± 7,49
Total Stadium larva (Larval stage)	Σ serangga uji (insects test)	300	300	200	800	
	Σ mati (death)	93	49	40	182	
	Survival (%)	69,00	83,67	80,00		77,56 ± 7,63



Gambar 1. Kematian larva instar akhir dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai. A: tubuh larva instar 5 menghitam dan membusuk; B: larva instar 6 yang membusuk memicu pertumbuhan mikrofungi; C: larva yang membusuk menjadi media pertumbuhan mikrofungi dan menutupi pakan buatan.

Figure 1. Death of late instar larvae on soybean-based artificial diet. A: 5th instar larva body turns black and rots; B: rotting 6th instar larvae promote microfungal growth; C: rotted larvae serve as a growth medium for microfungi, covering the artificial diet.

hari untuk beralih ke tahap instar berikutnya. Rentang hari instar ke-1 menuju instar ke-2 membutuhkan waktu 2–3 hari. Instar ke-2 menunjukkan rentang yang sedikit lebih cepat dari instar lainnya, yaitu 1–3 hari untuk memasuki instar ke-3. Berdasarkan hasil setiap ulangan, rata-rata lama instar ke-2 adalah $2,08 \pm 0,87$ hari. Instar ke-6 memiliki rata-rata waktu sedikit lebih lama ($3,12 \pm 0,72$ hari) (Tabel 3).

Persentase keberhasilan pupa sebesar 94,18%. Total dari ketiga ulangan ini menunjukkan bahwa dari 618 larva instar 6 akhir, terdapat kematian sebanyak 32 individu. Jumlah kematian tertinggi terdapat pada ulangan ke-3 (17 individu), ulangan ke-1 (10 individu), dan kematian terendah pada ulangan ke-2 (5 individu) (Tabel 4).

Hasil pengukuran morfometri tubuh pupa diperoleh masing-masing parameter, yaitu panjang rata-rata $16,87 \pm 0,62$ mm, lebar rata-rata $5,33 \pm 0,31$ mm, dan berat rata-rata $0,24 \pm 0,02$ g. Sampel pupa yang digunakan sebanyak 10 individu per ulangan. Pengukuran panjang pada setiap ulangan percobaan menunjukkan peningkatan, yaitu ulangan ke-1 ($16,32 \pm 0,58$ mm), ulangan ke-2 ($17,05 \pm 0,32$ mm), dan ulangan ke-3 ($17,24 \pm 0,53$ mm). Pengukuran lebar dan berat juga menunjukkan adanya peningkatan pada setiap ulangannya (Tabel 5).

Lama stadium pupa dari seluruh ulangan berkisar 5–11 hari. Ulangan ke-2 menunjukkan rentang stadium sedikit lebih lama (5–11 hari) dibandingkan dengan ulangan ke-1 (7–10 hari), sedangkan lama stadium

Tabel 2. Morfometri larva *Spodoptera frugiperda* instar 6 dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 2. Morphometric measurements of 6th instar *Spodoptera frugiperda* larvae fed with soybean-based artificial feed

Ulangan (Replication)	n	Variabel (Variable) ($\bar{x} \pm SD$)		
		Panjang (Length) (mm)	Lebar (Width) (mm)	Berat (Weight) (g)
1	10	$31,28 \pm 2,87$	$5,64 \pm 0,41$	$0,46 \pm 0,05$
2	10	$28,31 \pm 1,94$	$5,71 \pm 0,30$	$0,37 \pm 0,05$
3	10	$28,83 \pm 2,13$	$5,54 \pm 0,47$	$0,32 \pm 0,03$
Rata-rata (Average)		$29,47 \pm 2,62$	$5,63 \pm 0,39$	$0,38 \pm 0,07$

n: jumlah individu (individual count), SD: standart deviation.

Tabel 3. Lama hidup stadium larva *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 3. Duration of the larval stage of *Spodoptera frugiperda* with soybean-based artificial feed

Stadium larva (Larval stage)	Lama stadium larva (hari) (Duration of larval stage (day)) ($\bar{x} \pm SD$)			Rata-rata (Average) \pm SD (hari (days))	Rentang (Range) (hari (day))
	(Ulangan (Replication))				
	1	2	3		
Instar 1	$2,76 \pm 0,71$	$2,54 \pm 0,60$	$2,76 \pm 0,72$	$2,68 \pm 0,68$	2–3
Instar 2	$1,98 \pm 0,66$	$1,98 \pm 0,86$	$2,37 \pm 1,08$	$2,08 \pm 0,87$	1–3
Instar 3	$2,81 \pm 0,87$	$3,09 \pm 0,91$	$2,92 \pm 0,96$	$2,95 \pm 0,92$	2–4
Instar 4	$2,53 \pm 0,59$	$2,55 \pm 0,66$	$2,69 \pm 0,64$	$2,58 \pm 0,63$	2–4
Instar 5	$2,49 \pm 0,60$	$2,09 \pm 0,90$	$2,71 \pm 0,69$	$2,38 \pm 0,79$	2–4
Instar 6	$3,11 \pm 0,66$	$3,21 \pm 0,77$	$3,00 \pm 0,69$	$3,12 \pm 0,72$	2–4
Total	$13,39 \pm 0,85$	$12,22 \pm 0,88$	$12,97 \pm 0,83$	$12,80 \pm 1,00$	12–18

SD: standart deviation.

Tabel 4. Persentase keberhasilan pupa dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 4. Pupal success rate on soybean-based artificial diet

Larva instar 6 akhir (Late 6th instar larvae)	Ulangan (Replication)			Jumlah (Amount)	Rata-rata (Average) \pm SD (%)
	1	2	3		
Jumlah serangga uji (individu) (Number of insect (individual))	207	251	160	618	
Jumlah kematian (individu) (Number of dead (individual))	10	5	17	32	
Survival (%)	95,16	98,00	89,37		$94,18 \pm 4,40$

SD: standart deviation.

pupa pada ulangan ke-3 sedikit lebih singkat (5–9 hari). Rata-rata lama stadium pupa pada ketiga ulangan adalah $7,80 \pm 0,77$ hari (Tabel 6).

Persentase keberhasilan stadium imago pada penelitian ini sebesar 94,78%, dari 586 individu pupa, terdapat 31 individu yang mengalami kematian atau kegagalan untuk menjadi imago. Setiap ulangan menunjukkan hasil kematian yang bervariasi. Kematian terbanyak terdapat pada ulangan ke-2 (18 individu), ulangan ke-3 (9 individu). Ulangan ke-1 menunjukkan hasil kematian sedikit lebih rendah (4 individu) (Tabel 7).

Data yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan rasio kelamin betina dan jantan sebesar 1:1,02. Setiap ulangan menunjukkan variasi rasio kelamin yang berbeda. Pada ulangan ke-3 menunjukkan rasio betina sedikit lebih tinggi (1,23:1), sedangkan rasio jantan pada ulangan ke-1 dan ke-2 sedikit lebih tinggi. Total imago yang diperoleh sebanyak 555 individu.

Data imago betina sebanyak 268 individu dan jantan sebanyak 287 individu. Ulangan ke-2 menunjukkan jumlah individu tertinggi (106 betina dan 122 jantan) dibandingkan dengan ulangan ke-1 dan ke-3 (Tabel 8).

Lama stadium imago betina pada penelitian ini memiliki rentang hidup 5–15 hari dan jantan 3–12 hari. Imago betina memiliki lama hidup sedikit lebih lama (5–15 hari) dari jantan (3–12 hari). Rata-rata lama hidup betina sedikit lebih lama ($9,55 \pm 2,42$ hari) dibandingkan dengan jantan ($7,39 \pm 1,77$ hari). Setiap ulangan menunjukkan variasi rata-rata dan rentang hari yang beragam. Pada ulangan ke-2, lama hidup jantan lebih singkat (3–9 hari) jika dibandingkan dengan ulangan ke-1 (5–12 hari) dan ulangan ke-3 (5–9 hari). Data ulangan ke-3 menunjukkan hasil rata-rata sedikit lebih lama pada individu betina ($10,54 \pm 2,04$ hari) dan jantan ($8,12 \pm 1,00$ hari) dibandingkan dengan ulangan ke-1 dan ke-2 (Tabel 9).

Tabel 5. Morfometri pupa *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai

Table 5. Morphometric measurement of *Spodoptera frugiperda* pupa fed on soybean-based artificial diet

Ulangan (Replication)	n	Variabel (Variable) ($\bar{x} \pm SD$)		
		Panjang (Length) (mm)	Lebar (Width) (mm)	Berat (Weight) (g)
1	10	16,32 \pm 0,58	5,14 \pm 0,38	0,22 \pm 0,02
2	10	17,05 \pm 0,32	5,31 \pm 0,13	0,24 \pm 0,02
3	10	17,24 \pm 0,53	5,55 \pm 0,24	0,25 \pm 0,01
Rata-rata (Average)		16,87 \pm 0,62	5,33 \pm 0,31	0,24 \pm 0,02

n: jumlah individu (number of individual), SD: standart deviation.

Tabel 6. Lama hidup stadium pupa *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai

Table 6. The duration of the pupal stage of *Spodoptera frugiperda* with soybean-based artificial feed

Ulangan (Replication)	Lama stadium pupa (hari) (Duration of pupal stage (day)) ($\bar{x} \pm SD$)	Rentang (Range) (hari (day))
1	7,75 \pm 0,49	7–10
2	7,89 \pm 0,95	5–11
3	7,72 \pm 0,76	5–9
Rata-rata (Average)	7,80 \pm 0,77	5–11

SD: standart deviation.

Tabel 7. Persentase keberhasilan pupa menjadi imago dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai

Table 7. Percentage of pupal emergence to adult on soybean-based artificial diet

Pupa (Pupal)	Ulangan (Replication)			Jumlah (Amount)	Rata-rata (Average) \pm SD (%)
	1	2	3		
Jumlah serangga uji (individu) (Number of insect (individual))	197	246	143	586	
Jumlah kematian (individu) (Number of dead (individual))	4	18	9	31	
Survival (%)	97,96	92,68	93,70		94,78 \pm 2,80

SD: standart deviation.

Tabel 8. Nisbah kelamin imago *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 8. Sex ratio of *Spodoptera frugiperda* adults fed on soybean-based artificial diet

Ulangan (Replication)	Jumlah imago (Number of imago)		Nisbah kelamin (Sex ratio)
	Betina (Female) (individu)	Jantan (Male) (individu)	
1	88	105	1:1,19
2	106	122	1:1,15
3	74	60	1,23:1
Total	268	287	3,23:3,34
Rata-rata (Average)	89,33	95,67	1:1,02

Tabel 9. Lama hidup stadium imago *Spodoptera frugiperda* dengan pakan buatan berbahan dasar kedelai
Table 9. Longevity of *Spodoptera frugiperda* adult stage fed on soybean-based artificial diet

Ulangan (Replication)	Lama hidup (hari) (Longevity (day)) ($\bar{x} \pm SD$)		Rentang (Range) (hari (day))	
	Betina (Female)	Jantan (Male)	Betina (Female)	Jantan (Male)
1	9,82 \pm 2,60	7,96 \pm 1,78	7–15	5–12
2	8,30 \pm 2,05	6,10 \pm 1,66	5–14	3–9
3	10,54 \pm 2,04	8,12 \pm 1,00	5–13	5–9
Rata-rata (Average)	9,55 \pm 2,42	7,39 \pm 1,77	5–15	3–12

SD: standart deviation

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan hidup stadium larva *S. frugiperda* sebesar 77,56%. Data penelitian ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Taufika et al. (2022b), pada spesies *S. litura* dengan formulasi pakan buatan berbahan dasar tepung jagung, yaitu sebesar 74,8%. Dari data penelitian yang diperoleh menunjukkan persentase yang cukup baik dan optimal. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Nismah & Suratman (2018) yang menjelaskan bahwa tingkat keberhasilan hidup serangga yang optimal berkisar >60%. Biji kedelai memiliki kandungan protein tercerna yang tinggi, yaitu sekitar 40%, serta kandungan minyak sekitar 20% sehingga menjadikannya salah satu sumber nutrisi yang paling potensial (Elshehmy 2011). Menurut Cole (1993), kandungan protein kedelai yang lengkap dengan asam amino esensial, seperti *glycinin* dan *β -conglycinin*, memainkan peran krusial dalam proses pertumbuhan larva. Lestari et al. (2013) menjelaskan bahwa kandungan protein yang tinggi berperan sebagai komponen struktural tubuh yang menyediakan materi untuk pembentukan jaringan tubuh sehingga memungkinkan larva tumbuh dengan cepat dan optimal, serta mencapai tahap instar akhir dengan baik. Oleh karena itu, dengan pakan buatan yang digunakan dalam penelitian ini cukup optimal untuk pertumbuhan larva *S. frugiperda* ke tahapan selanjutnya.

Tingkat keberhasilan hidup stadium larva *S. frugiperda* sangat tinggi pada instar awal, dengan

rata-rata di atas 98% untuk instar 1 dan 2. Kematian pada instar ini relatif rendah, hanya sekitar 1% dari total serangga uji, angka tersebut menunjukkan bahwa pakan berbahan dasar kedelai memberikan nutrisi yang cukup efektif untuk mendukung kelangsungan hidup larva pada tahapan awal pertumbuhannya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hutagalung & Sitepu (2021) yang menyatakan bahwa larva instar 1 dan 2 tingkat kematiannya rendah karena masih pasif dan hanya aktif makan. Namun, mulai dari instar 3 hingga instar 6, mengalami penurunan yang konsisten, yaitu pada instar 3, tingkat keberhasilan hidup larva sedikit mengalami penurunan menjadi 97,67%, instar 4 96,43%, dan semakin menurun pada instar 5 (95,57%), hingga instar 6 (88,03%). Penurunan tingkat keberhasilan hidup pada instar 4, 5, dan 6 sangat penting untuk diperhatikan, karena faktor-faktor yang dominan terhadap keberhasilan hidup pada tingkat pertumbuhan ini perlu diidentifikasi untuk memperkecil tingkat kematian.

Kematian instar yang lebih tinggi pada penelitian ini diduga disebabkan oleh faktor pakan yang terkontaminasi mikrofungi. Dugaan ini berdasarkan hasil pengamatan selama pemeliharaan berlangsung, yaitu ditemukan tumbuhnya spora mikrofungi pada pakan buatan. Kontaminasi pakan buatan oleh mikrofungi kemungkinan disebabkan oleh kurang tepatnya takaran atau faktor lain yang tidak terduga saat proses pembuatan pakan buatan berlangsung. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kontaminasi pakan buatan oleh mikrofungi menyebabkan perilaku

larva tidak makan sehingga larva mengalami kematian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Singh (1982) yang menyatakan bahwa tumbuhnya mikrobia dan mikrofungi pada pakan buatan serangga menyebabkan larva tidak tertarik untuk memakan pakan buatan yang akhirnya menyebabkan kematian. Hipotesis ini juga didukung oleh Ambarningrum (2001) yang menyatakan bahwa mikrofungi merupakan salah satu mikroorganisme yang menentukan faktor kematian larva pada Ordo Lepidoptera. Data penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun pakan buatan berbahan dasar kedelai cukup efektif untuk mendukung perkembangan larva pada tahap awal, ada kebutuhan untuk mengevaluasi dan mungkin meningkatkan formulasi pakan agar lebih sesuai dengan kebutuhan larva pada instar yang lebih tinggi.

Hasil pengukuran morfometri tubuh larva *S. frugiperda* (panjang, lebar, dan berat) pada larva instar 6 berturut-turut ($29,47 \pm 2,62$ mm, $5,63 \pm 0,39$ mm, dan $0,38 \pm 0,07$ g). Parameter panjang dan lebar yang diperoleh pada penelitian ini relatif normal. Hutagalung & Sitepu (2021) mengatakan bahwa panjang dan lebar tubuh larva *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung rata-rata 33,17 mm dan rata-rata lebar 4,86 mm. Sementara itu berat larva menunjukkan hasil yang relatif normal dan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Putra & Wulanda (2021) pada spesies yang sama menggunakan pakan alami, di antaranya dengan pakan daun bayam hijau ($0,41 \pm 0,01$ g), dan pada daun bayam duri hijau ($0,40 \pm 0,02$ g). Secara keseluruhan, data morfometri yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan pertumbuhan larva yang cukup baik dan sesuai dengan hasil temuan penelitian sebelumnya.

Lama stadium larva *S. frugiperda* pada penelitian ini rata-rata $12,80 \pm 1,00$ hari, relatif lebih singkat dibandingkan hasil penelitian Lestari et al. (2013) terhadap larva *S. litura* menggunakan pakan buatan formulasi Waldbauer et al. (1984), dengan bahan utama tepung kedelai dan tepung maizena ($18,97 \pm 0,82$ hari). Penelitian lainnya oleh Alkordy (2019), pada spesies *S. littoralis* (Boisduval), dengan pakan daun jarak ($19,4 \pm 0,24$ hari) dan daun kapas ($22,6 \pm 0,24$ hari). Berdasarkan analisis data hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa durasi stadium larva yang relatif singkat pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan protein yang tinggi dalam pakan buatan. Menurut pernyataan Cole (1993) kandungan protein kedelai yang lengkap dengan asam amino esensial, seperti *glycinin* dan *β -conglycinin*, memainkan peran krusial dalam proses pertumbuhan larva.

Menurut Putra & Wulanda (2021) protein merupakan nutrisi yang berpengaruh pada

pertumbuhan dan perkembangan serangga, terutama ulat grayak sehingga lebih cepat untuk mencapai instar akhir (menuju instar 6). Hal ini sejalan dengan pernyataan Lestari et al. (2013) yang menyatakan bahwa kandungan protein yang tinggi akan dimanfaatkan oleh serangga untuk pembentukan jaringan sehingga lama waktu stadiumnya berlangsung lebih singkat. Menurut Afify et al. (1970), perbedaan periode larva ulat grayak dapat dikaitkan dengan perbedaan nutrisi dalam pakan yang diberikan. Protein merupakan salah satu nutrisi pembangun tubuh yang menyediakan banyak materi untuk pertumbuhan. Hal ini didukung oleh pernyataan Hariyadi (1998) yang menyatakan bahwa bagi serangga yang membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang tinggi akan memanfaatkan ketersediaan senyawa tersebut untuk pembentukan jaringan sehingga larva lebih cepat mencapai tahap instar akhir.

Persentase tingkat keberhasilan pupa *S. frugiperda* pada penelitian ini sebesar 94,18%. Hasil yang diperoleh menunjukkan angka yang relatif tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Taufika et al. (2022a) yang sedikit lebih rendah (88,70%) pada spesies berbeda (*S. litura*) menggunakan pakan buatan formulasi Poitout berbahan utama tepung jagung. Secara keseluruhan, berdasarkan hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa pakan buatan yang digunakan memberikan tingkat keberhasilan yang relatif tinggi (>90%) dan lebih baik dalam mendukung perkembangan larva *S. frugiperda* hingga mencapai tahap pupa.

Hasil pengukuran morfometri panjang pupa *S. frugiperda* rata-rata $16,87 \pm 0,62$ mm. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan rata-rata panjang pupa masih dalam kisaran yang sama dengan penelitian Kalyan et al. (2020), panjang pupa *S. frugiperda* berkisar 14,00–19,00 mm pada pakan daun jagung. Hasil pengukuran lebar pupa sedikit lebih tinggi ($5,33 \pm 0,31$ mm) dibandingkan dengan hasil temuan Hutagalung & Sitepu (2021) yang menggunakan pakan alami daun jagung (lebar 4,57 mm) pada *S. frugiperda*. Data yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan rata-rata (panjang dan lebar) pupa yang sesuai dan masih dalam kisaran temuan penelitian sebelumnya, bahkan sedikit lebih tinggi.

Berat pupa pada penelitian ini berkisar 0,22–0,25 g. Data ini sedikit lebih tinggi (rata-rata $0,24 \pm 0,02$ g) dibandingkan dengan hasil temuan Hutagalung et al. (2021) yang menggunakan pakan daun jagung ($0,20 \pm 0,03$ g). Berat pupa yang besar dihasilkan oleh larva yang aktif makan dengan pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai. Protein yang terdapat pada pakan akan melalui rangkaian proses katabolisme sehingga terbentuk monomer yang sederhana dalam bentuk asam amino. Asam amino akan dihasilkan lebih

banyak jika kandungan protein pada pakan juga banyak sehingga mempengaruhi berat pupa (Herlinda et al. 2005).

Formulasi pakan buatan dalam penelitian ini berbahan utama kedelai. Menurut Taufika et al. (2022a), beberapa jenis asam amino yang terdapat pada daun dan biji kacang-kacangan (kedelai) adalah glutamat, asparagin, treonin, prolin, isoleusin, leusin, dan fenilalanin yang dibutuhkan oleh serangga. Asam amino alanin, glisin, dan serin diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga, sedangkan asam amino tirosin berfungsi pada saat morfogenesis. Secara keseluruhan, pakan buatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat mendukung pertumbuhan serangga uji dengan baik. Hal ini ditandai dengan diperolehnya data morfometri yang relatif normal atau bahkan sedikit lebih baik dibandingkan dengan temuan penelitian yang ada sebelumnya.

Lama stadium pupa pada penelitian ini rata-rata $7,80 \pm 0,77$ hari. Data yang diperoleh hampir serupa dengan hasil penelitian Hutagalung & Sitepu (2021) (2021), yaitu rata-rata $8,90 \pm 0,64$ hari dengan pakan daun jagung yang merupakan tanaman inang asli dari *S. frugiperda*. Menurut Ashok et al. (2020), stadium pupa *S. frugiperda* yang diberi pakan daun jagung berkisar antara 7–10 hari. Atas dasar lamanya stadium perkembangan pupa ini maka dapat dikatakan bahwa pakan buatan yang digunakan pada penelitian ini cukup optimal dan dapat mendukung perkembangan stadium pupa *S. frugiperda* dengan baik.

Persentase keberhasilan imago sebesar 94,78%. Data ini menunjukkan bahwa pupa *S. frugiperda* memiliki peluang yang cukup tinggi untuk berhasil menjadi imago. Penelitian serupa pada spesies *S. litura* menunjukkan persentase keberhasilan imago yang relatif lebih rendah dan beragam di antaranya dengan menggunakan pakan daun ubi jalar (73,81%), daun talas (69,54%), daun jarak (68,33%), daun okra (65,33%), daun kacang tolo (52,38%), daun murbei (42,59%), daun kacang tanah (39,33%), dan daun singkong (35,00%) (Narveker et al. 2018). Berdasarkan data yang diperoleh dari temuan penelitian tersebut, dapat dikatakan bahwa pakan buatan yang digunakan pada penelitian ini dapat memberikan persentase keberhasilan hidup yang cukup tinggi sampai tahapan imago sebesar >90%. Hal ini menunjukkan kandungan nutrisi pada pakan buatan sudah memenuhi syarat untuk pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*. Pertumbuhan dan reproduksi serangga sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang diperoleh baik pada stadium larva maupun imago (Lestari et al. 2013).

Nisbah kelamin jantan dan betina pada penelitian ini hampir mendekati rasio 1:1 (1,02:1). Data ini

menunjukkan bahwa nisbah kelamin jantan dan betina yang diperoleh relatif ideal dan seimbang. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Lestari et al. (2013) menggunakan serangga uji *S. litura* pada pakan buatan formulasi Waldbauer et al. (1984) dengan bahan utama tepung kedelai dan tepung maizena dengan rasio 1,04:1. Penelitian serupa menunjukkan rasio betina sedikit lebih rendah, yaitu pada spesies *S. litura* dengan pakan kubis china (1:0,6) dan daun ubi jalar (1:0,7) (Xue et al. 2010). Berdasarkan data analisis penelitian, nisbah kelamin *S. frugiperda* yang diperoleh cukup ideal, yaitu 1:1 sehingga tidak tampak adanya pengaruh negatif dari pakan buatan yang digunakan terhadap rasio nisbah kelamin.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan pakan buatan berbahan dasar kedelai (*G. max* L.) memberikan hasil yang baik dan mendukung pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda*. Dengan demikian, perbanyakkan larva *S. frugiperda* di laboratorium untuk keperluan penelitian dapat dipelihara dengan memberikan pakan buatan berbahan dasar kedelai sebagai pakan alternatif yang bisa dikembangkan di laboratorium.

KESIMPULAN

Pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* dipengaruhi oleh jenis pakan dan teknik pemeliharaan yang digunakan di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan hidup *S. frugiperda* pada setiap stadium pertumbuhan mencapai rata-rata di atas 75%. Lama hidup stadium larva $12,80 \pm 1,00$ hari, stadium pupa $7,80 \pm 0,77$ hari, dan imago betina ($9,55 \pm 2,42$ hari), sedangkan jantan ($7,39 \pm 1,77$ hari). Hasil pengukuran morfometri larva instar 6 adalah panjang $29,47 \pm 2,62$ mm, lebar $5,63 \pm 0,39$ mm, dan berat $0,38 \pm 0,07$ g, sedangkan untuk pupa adalah panjang $16,87 \pm 0,62$ mm, lebar $5,33 \pm 0,31$ mm, dan berat $0,24 \pm 0,02$ g. Nisbah kelamin jantan dan betina adalah 1:1,02. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan pertumbuhan dan perkembangan *S. frugiperda* pada pakan jagung, dan sekaligus menunjukkan potensi pakan buatan berbahan dasar kedelai sebagai media pakan alternatif untuk pemeliharaan *S. frugiperda* di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Afify AM, El-Kady MH, Zaki FN. 1970. Biological studies on *Spodoptera (Laphygma) exigua* Hbn. in Egypt, with record of five larval parasites. *Journal of Applied Entomology*. 66:362–368.
- Alkordy M. 2019. Effect of host plants on the biology of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences a Entomology*. 12:65–73. DOI: <https://doi.org/10.21608/eajbsa.2019.64144>.

- Ambarningrum TB. 2001. Tabel hidup ulat grayak (*Spodoptera litura*) (Lepidoptera: Noctuidae) dalam kondisi laboratorium. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 7:21–28.
- Ashok K, Kennedy JS, Geethalakshmi V, Jeyakumar P, Sathiah N, Balasubramani V. 2020. Life table study of fall army worm *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. *Indian Journal of Entomology*. 82:574–579. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2020.00143.1>.
- Cickova H, Newton GL, Lacy RC, Kozanek M. 2015. The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*. 35:68–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.026>.
- Cole KD. 1993. Separation of lipoxygenase and the major soybean proteins using aqueous two-phase extraction and poly (Ethylene Glycol) precipitation systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41: 334–340. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00026a039>.
- El-Shemy HA. 2011. *Soybean and Health*. Croatia: InTech. DOI: <https://doi.org/10.5772/1007>.
- Hariyadi S. 1998. *Seleksi Makan Ulat Grayak Spodoptera exempta (Lepidoptera: Noctuidae) terhadap Kasein dan Sukrosa* [Tesis]. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Herlinda S, Ekawat, A, Pujiastuti Y, 2005. Pertumbuhan dan perkembangan *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) pada media lokal: Pengawasan mutu inang pengganti. *Agricultura*. 16:153–159.
- Hutagalung RPS, Sitepu SF. 2021. Biologi fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Online Pertanian Tropik*. 8:1–10. DOI: <https://doi.org/10.32734/jpt.v8i1.5584>.
- Kalyan D, Mahla MK, Babu SR, Kalyan RK, Swathi P. 2020. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) under laboratory conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9:2972–2979. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.340>.
- Kementerian Pertanian. 2019. Pengenalan fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Serelia.
- 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>.
- Mayasanti R. 2012. Kebutuhan nutrisi pakan alami dan buatan. Available at: [Web publicationhttps://www.scribd.com/doc/82092108/Kebutuhan-Nutrisi-Pakan-Alami-Dan-Buatan](https://www.scribd.com/doc/82092108/Kebutuhan-Nutrisi-Pakan-Alami-Dan-Buatan). [accessed 10 Juli 2024].
- Narvekar PF, Mehendale SK, Golvankar GM, Karmarkar MS, Desai SD. 2018. Comparative biology of *Spodoptera litura* (Fab.) on different host plants under laboratory condition. *International Journal of Chemical Studies*. 6:65–69.
- Ngomane NC, Pieterse E, Woods MJ, Conlong DE. 2022. Formulation of artificial diets for mass-rearing *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) using the carcass milling technique. *Insects*. 13:316. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects13040316>.
- Nidia G. 2020. Pengaruh substitusi tepung kedelai (*Glycine max* (L.) merill) terhadap mutu organoleptik dan kadar zat gizi makro brownies sebagai alternatif snack bagi anak penderita kurang energi protein. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia*. 1:1–13. DOI: <https://doi.org/10.57084/jigzi.v1i1.297>.
- Nismah N, Suratman U. 2018. Kemampuan berbagai tingkatan stadium larva kumbang *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) dalam mengkonsumsi styrofoam (*Polystyrene*). *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 5:2–7. DOI: <https://doi.org/10.23960/jbekh.v5i1.56>.
- Nurhajjah N, Khair H, Harazhap WU, Fadhillah W, Kurniawan HA, Gurning RNS. 2023. Pandangan Petani terhadap Konsep PHT dalam Mengendalikan *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung di Desa Kuta Tengah, Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pertanian Agros*. 25:2577–2583.
- Putra ILI, Wulanda A. 2021. Siklus hidup *Spodoptera frugiperda* Smith dengan pakan daun bayam cabut hijau dan daun bayam duri hijau di laboratorium. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*. 10:201–216. DOI: <https://doi.org/10.26877/bioma.v10i2.7928>.
- Risnawanti Y, Sarbini D, Rauf R. 2015. *Komposisi Proksimat Tempe yang Dibuat dari Kedelai Lokal dan Kedelai Impor*. [Disertasi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Senthil-Nathan S. 2020. A review of resistance mechanisms of synthetic insecticides and botanicals, phytochemicals, and essential oils as alternative larvicidal agents against mosquitoes. *Frontiers in Physiology*. 10:1591. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01591>.
- Seth RK, Sharma VP. 2002. Growth, development, reproductive competence and adult behavior of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) reared on different diets, pp. 15–28 In Bloem S, Carpenter JE, Hendrichs J [eds.], Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC-1283, April 2002. Vienna, Austria
- Susrama IK. 2018. Variasi komposisi pakan buatan untuk serangga: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Biologi Udayana*. 22:59–65. DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2018.v22.i02.p02>.
- Taufika R, Erawati DN, Cahyaningrum DG, Fatimah T. 2022a. Pengujian dua formulasi pakan berbeda pada perbanyakan massal serangga ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada skala laboratorium. *Jurnal Agroteknika*. 5:161–171. DOI: <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v5i2.162>.
- Taufika R, Sumarmi S, Hartatie D. 2022b. Pemeliharaan ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) menggunakan pakan buatan pada skala laboratorium. *Jurnal Agromix*. 13:47–54. DOI: <https://doi.org/10.35891/agx.v13i1.2866>.
- Ulung ANT. 2021. *Pertumbuhan dan Perkembangan Ulat Grayak Spodoptera frugiperda JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pakan Buatan (Artificial Diets) Berbahan Dasar Kacang Hijau (Vigna radiata) di Laboratorium* [Disertasi], Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Waldbauer GP, Cohen RW, Friedman S. 1984. An improved procedure for laboratory rearing of the corn earworm

- Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Great Lakes Entomologist*. 17:113–118. DOI: <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1502>.
- Yadav J, Tan CW, Hwang SY. 2010. Spatial variation in foliar chemicals within radish (*Raphanus sativus*) plants and their effects on the performance of *Spodoptera litura*. *Environmental Entomology*. 39:1990–1996. DOI: <https://doi.org/10.1603/EN10118>.
- Xue M, Pang YH, Wang HT, Li QL, Liu TX. 2010. Effects of four host plants on biology and food utilization of the cutworm, *Spodoptera litura*. *Journal of Insect Science*. 10:22. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.010.2201>.