

Kaedah pembelaan secara massa ulat ratus 'fall armyworm' (FAW) (*Spodoptera frugiperda*)

[Mass rearing of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)]

Saiful Zaimi Jamil, Muhammad Ariff Mohd Rasul, Mohd Fuad Mohd Nor dan Mohd Masri Saranum

Pengenalan

Ulat ratus 'fall armyworm' (FAW) atau nama saintifiknya *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan perosak asing invasif baharu yang menyerang tanaman jagung (*Zea mays*) di Malaysia sejak 2019. Perosak invasif yang berasal dari benua Amerika Selatan ini telah direkodkan menyerang tanaman jagung di benua Afrika, Asia Selatan, Asia Tenggara, China dan juga Australia. Di Malaysia, perosak ini telah direkodkan menyerang tanaman jagung manis dan jagung bijian di semua negeri di seluruh Malaysia termasuk Sabah dan Sarawak pada Disember. Hal ini telah mengakibatkan kerugian yang besar kepada petani khususnya petani yang menanam jagung secara skala kecil dan tidak menggunakan sebarang racun kimia. Ulat ratus FAW merupakan perosak yang prolifik dan mampu menyerang lebih daripada 80 jenis (famili) tanaman termasuklah tanaman berkepentingan ekonomi seperti padi, tebu dan gandum. Kerosakan paling teruk pada tanaman jagung adalah disebabkan oleh ulat ratus FAW pada peringkat larva (peringkat instar ketiga sehingga instar kelima). Pada peringkat ini, ulat ratus FAW menyerang semua bahagian tanaman termasuklah batang, buah, bunga dan pucuk. Dewasa betina juga dilaporkan mampu terbang sehingga 100 km dalam masa satu malam. Semua ciri-ciri ini menyumbang kepada kejayaan ulat ratus FAW sebagai perosak invasif utama dunia baharu.

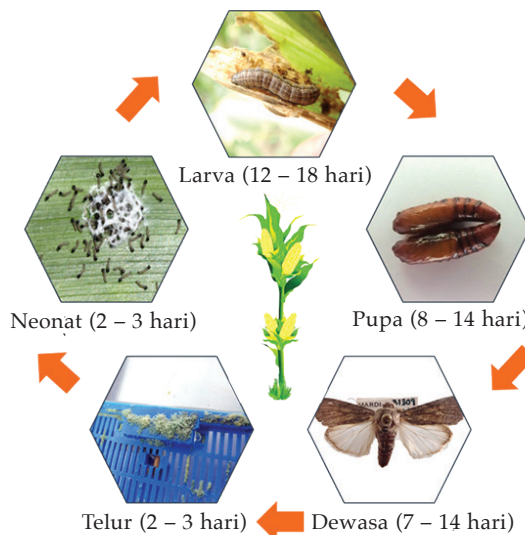
Sejak berdekad yang lalu, para penyelidik dari seluruh dunia telah membela spesies perosak ini di makmal bagi menjalankan kajian kawalan biologi serta tingkah laku terhadapnya. Walau bagaimanapun, banyak kajian yang telah dijalankan sebelum ini lebih tertumpu kepada persekitaran dan iklim negara-negara temperat. Sangat sedikit maklumat berkaitan serangga ini yang telah dilaporkan bagi kawasan tropika seperti Malaysia. Diet tiruan (*artificial diet*) merupakan kaedah yang paling banyak digunakan oleh penyelidik bagi proses pembiakan ulat ratus FAW di makmal. Namun, penggunaan diet tiruan kurang sesuai di kawasan yang berkelembapan tinggi seperti negara ini kerana diet cepat rosak akibat serangan kulat. Selain itu, sifat ulat ratus FAW yang cenderung untuk menyerang dan memakan sesama sendiri (*cannibalistic*) pada peringkat larva kedua sehingga keenam turut menyebabkan penggunaan diet tiruan kurang berkesan bagi membiak serangga perosak ini. Kaedah pembiakan ulat ratus FAW berikut merupakan kaedah yang paling optimum bagi membela serangga tersebut secara persekitaran makmal yang terkawal.

Biologi dan kitar hidup ulat ratus FAW secara am

Ulat ratus FAW mempunyai empat peringkat perkembangan hidup iaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Kitaran hidup ulat ratus FAW bergantung kepada faktor persekitaran seperti suhu. Pada suhu yang tinggi (27 - 32 °C), ulat ratus FAW cenderung untuk melengkapkan peringkat perkembangan hidupnya dengan lebih singkat berbanding dengan ulat ratus FAW yang dibela pada suhu yang rendah (19 - 26 °C). Pada suhu yang ekstrem (melebihi 33 °C dan kurang daripada 18 °C) pembiakan ulat ratus FAW tidak sesuai dijalankan kerana kualiti dan kuantiti telur ulat ratus FAW yang dihasilkan sangat rendah. Secara puratanya, perkembangan hidup daripada peringkat telur hingga dewasa mengambil masa 30 – 40 hari (*Gambar 1*). *Jadual 1* menunjukkan purata bilangan hari perkembangan ulat ratus FAW yang dibela di dalam makmal di MARDI Serdang. Ulat ratus FAW betina mampu menghasilkan sehingga 1,000 biji telur sepanjang hayatnya. Ulat ratus FAW betina biasanya akan bertelur di bahagian bawah daun tanaman jagung.

Larva akan menetas selepas dua hari. Larva terdiri daripada enam peringkat instar iaitu instar pertama (L1 atau neonat), kedua (L2), ketiga (L3), keempat (L4), kelima (L5) dan keenam (L6). Sebaik sahaja menetas, neonat akan mula mengorek lapisan epidermis daun dan akan beransur bergerak ke arah bahagian-bahagian lain seperti batang, pucuk dan buah. Secara amnya, ulat ratus FAW pada peringkat instar kedua sehingga kelima yang banyak merosakkan tanaman jagung.

Ulat ratus FAW kebiasaannya melengkapkan kitar hidupnya sebagai larva dalam masa 15 hari sebelum bertukar kepada kepompong atau pupa. Pada peringkat ini, kebiasaannya pupa akan 'menjatuhkan' dirinya di atas tanah. Namun, ada juga pupa yang tersangkut di antara celah bahagian batang



Gambar 1. Kitaran hidup ulat ratus FAW

Jadual 1. Tempoh purata masa perkembangan ulat ratus FAW (hari \pm S.E.) yang dibela di dalam makmal di MARDI Serdang

Peringkat kitar hidup (n = 50)	Hari \pm S.E. (pada suhu purata 25 – 28 °C)
Telur	3.00 \pm 0.00
Instar 1 (neonat)	2.46 \pm 0.12
Instar 2	2.11 \pm 0.10
Instar 3	2.41 \pm 0.10
Instar 4	1.86 \pm 0.11
Instar 5	2.34 \pm 0.07
Instar 6	3.84 \pm 0.11
Larva	15.00 \pm 0.22
Pupa	8.54 \pm 0.09
Telur ke dewasa	41.54 \pm 0.45

dan daun tanaman jagung. Pupa mengambil masa 7 – 10 hari sebelum rama-rama dewasa FAW yang baharu muncul. Secara deskripsi morfologi, rama-rama jantan FAW mempunyai corak serta tompokan yang cerah pada sayap hadapannya manakala rama-rama betina FAW mempunyai sayap hadapan yang pudar (*Gambar 2*). Secara relatifnya, saiz rama-rama betina juga adalah lebih besar berbanding dengan rama-rama jantan.

Kaedah pembelaan secara massa ulat ratus FAW

Bagi menjalankan penyelidikan secara berkesan terhadap perosak FAW, adalah penting dan kritikal untuk menghasilkan populasi serangga perosak ini di makmal secara konsisten dari segi kualiti dan juga kuantiti. Suhu terbaik bagi memelihara ulat ratus FAW di makmal ialah 25 – 28 °C. Manakala kelembapan relatif sebaiknya dikekalkan sekitar 70 – 85%. Kelembapan yang tinggi boleh mengakibatkan FAW mudah diserang oleh penyakit kulat dan bakteria. Cahaya yang diberikan kepada ulat ratus FAW semasa proses pengembangan larva juga sangat kritikal



(Sumber: ARC-VOP Roodeplas)

Gambar 2. Perbandingan ciri morfologi (a) Rama-rama FAW jantan dan (b) Rama-rama FAW betina

memandangkan serangga ini dikelaskan di dalam famili Noctuidae yang aktif memakan pada waktu malam. Jadi, rejim pencahayaan terbaik bagi ulat ratus FAW di makmal ialah 14 jam cerah (lampu pendarflour biasa) dan 10 jam bergelap (tanpa sebarang lampu).

Bagi memulakan pembiakan di makmal, larva FAW boleh disampel dan dikutip dari ladang. Spesimen yang dikutip perlu dipastikan pengecamannya sebagai spesies *S. frugiperda*. Spesies ini boleh dibezakan dengan spesies Lepidoptera yang lain melalui dua cara iaitu mengenal pasti kehadiran (i) bentuk Y-terbalik pada bahagian kepala larva (dari peringkat instar ketiga ke instar keenam) dan (ii) empat titik yang membentuk segi empat sama sisi pada segmen kedua dari belakang (*posterior*) larva tersebut (*Gambar 3*). Pastikan pensampelan dilakukan pada larva yang sihat dan bebas daripada penyakit. Larva yang lembik, busuk dan berwarna gelap tidak sesuai digunakan bagi memulakan koloni di makmal. Larva dikutip menggunakan penyepit dan disimpan secara individu di dalam bekas plastik (*pill box*) berukuran 4 oz (*Gambar 4*). Selain larva FAW, telur juga boleh dikutip dan disimpan secara berasingan di dalam *pill box* yang lain. Walau bagaimanapun, terdapat dua risiko mengapa telur kurang sesuai digunakan bagi memulakan koloni: (i) kemungkinan sampel telur yang dikutip bukan spesies *S. frugiperda* kerana pengenalpastian spesies tidak dapat dilakukan pada peringkat telur, dan (ii) kemungkinan kluster telur yang dikutip telah disuntik oleh parasitoid. Larva dan telur yang dibawa pulang ke makmal harus dikuarantin daripada koloni induk (jika ada) sekurang-kurangnya 48 jam bagi memastikan ia bebas sepenuhnya daripada penyakit dan parasitoid.

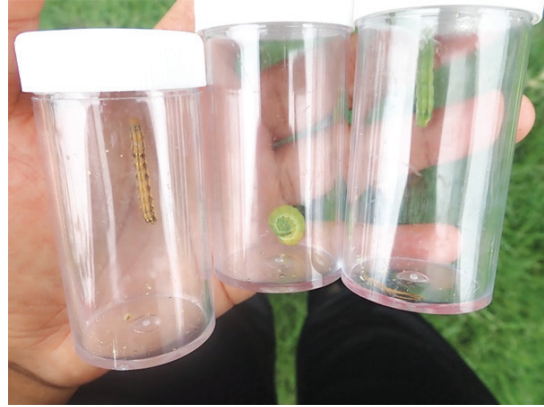
Makanan yang terbaik bagi membela jagung secara massa di makmal ialah bijian *Zea mays* segar (*Gambar 5*). Sebaiknya bijian jagung yang digunakan haruslah ditanam sendiri bagi memastikan bijian jagung tersebut bebas daripada sebarang sisa racun. Bijian jagung yang dibeli di pasar tani atau pasar borong berkemungkinan mempunyai sisa racun. Larva FAW yang memakan bijian jagung yang beracun berkemungkinan besar akan mati. Makanan terbaik bagi neonat pula adalah daun pucuk jagung yang segar. Setelah menetas, neonat FAW boleh diberikan daun pucuk tersebut selama 24 jam sebelum beralih kepada bijian jagung segar. Pemeliharaan peringkat larva harus dijalankan secara individu (berasingan) kerana ulat ratus FAW merupakan serangga yang menunjukkan ciri-ciri *cannibalisme* (memakan sesama sendiri) terutamanya dalam keadaan makanan adalah terhad. Penutup bekas plastik *pill box* ditebuk dan tampal dengan jaring (boleh diperbuat daripada dawai atau kain) sebagai pengudaraan kepada larva. Pemilihan saiz jaring (*mesh*) yang sesuai dapat memastikan larva mempunyai pengudaraan yang cukup, tidak lemas dan dapat membesar secara optimum. Kitar hidup ulat ratus FAW daripada peringkat neonat kepada peringkat instar keenam ialah 12 – 14 hari.



Gambar 3. Bentuk Y-terbalik pada bahagian kepala larva dan kehadiran empat titik segi empat sama pada segmen kedua terakhir ulat ratus FAW

Setelah itu, larva akan berubah menjadi kepompong atau pupa (Gambar 6). Pada peringkat awal, pupa (berusia kurang daripada 12 jam) akan berwarna perang kehijauan. Pupa yang sihat berwarna perang cerah dan bersaiz sekitar 1.0 – 1.5 cm. Pupa akan berubah kepada warna perang gelap apabila semakin hampir menetas (kurang 24 jam untuk menetas) (Gambar 7). Pupa harus dikendalikan dengan berhati-hati kerana pupa mudah cedera akibat gegaran atau hentakan. Pupa yang telah cedera tidak akan menetas menjadi dewasa, menjadi busuk serta lembik dan kebiasaannya bersaiz kecil daripada 1.0 cm. Saiz pupa boleh digunakan sebagai penanda aras atau kawalan kualiti dalam pembiakan ulat ratus FAW secara massa. Bagi mengelakkan pupa tercedera akibat gegaran, sebaiknya pupa diletakkan di atas lapisan nipis (2 cm tebal) medium vermikulit (Gambar 8).

Pupa dengan nisbah 1 kepada 1 (jantan:betina) disusun di atas lapisan medium vermikulit di dalam akuarium plastik (Gambar 9). Ukuran



Gambar 4. Larva FAW yang disimpan dalam bekas plastik pill box bersaiz 4 oz



Gambar 5. Bijian Zea mays segar



Gambar 6. Larva yang telah berubah menjadi kepompong atau pupa



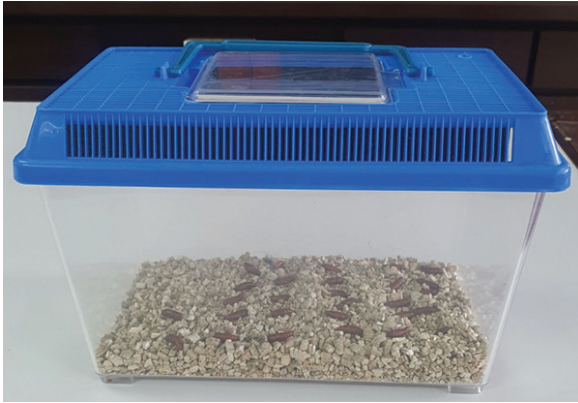
Gambar 7. Perubahan warna pupa dari perang kehijauan ke perang apabila hampir menetas



Gambar 8. Susunan pupa di atas medium vermikulit bagi mengelakkan gegaran

akuarium yang terbaik ialah 30 cm panjang × 23 cm tinggi × 20 cm lebar. Akuarium bersaiz ini boleh memuatkan 30 – 40 pupa pada satu masa (bilangan pupa yang disyorkan). Lapisan tisu diletakkan pada penutup akuarium sebelum ditutup dengan penutup plastik bagi menyediakan permukaan atau substrat yang sesuai untuk rama-rama FAW betina bertelur. Dalam masa tujuh hari, pupa akan menetas dan rama-rama FAW dewasa akan keluar daripada pupa. Larutan 10% madu bersama air diberikan dalam bentuk rendaman kapas setiap hari kepada rama-rama dewasa bagi menggalakkan penghasilan telur yang lebih sihat dan banyak.

Rama-rama betina mula menghasilkan telur setelah 24 jam bersenyawa dengan rama-rama jantan. Telur dikeluarkan daripada organ pembiakan rama-rama betina dalam bentuk gugusan (kluster) pada lapisan tisu yang telah diletakkan pada penutup akuarium plastik (Gambar 10). Dianggarkan terdapat dalam 50 – 200 biji telur dalam setiap gugusan telur. Jika dibandingkan dengan telur yang dikutip secara semula jadi di ladang, telur ulat ratus FAW yang dibela di makmal tidak mempunyai rerambut berlilin. Ini disebabkan oleh pemakanan rama-rama dewasa yang hanya terhad kepada madu sahaja di makmal. Telur boleh dituai dengan cara memasukkan bekas akuarium ke dalam peti sejuk bahagian freezer (4 °C) selama 2 minit. Rama-rama dewasa yang kesejukan akan menjadi tidak aktif dan terkumpul pada medium vermikulit. Lapisan tisu yang mengandungi telur boleh ditarik keluar tanpa gangguan daripada rama-rama dewasa. Telur boleh disimpan di dalam peti sejuk pada suhu 10 °C hanya selama tujuh hari. Kadar kesuburan telur (*viability*) akan menurun sebanyak 50 – 70% selepas tempoh tujuh hari dan telur tersebut tidak lagi sesuai digunakan dalam pembiakan secara massa ulat ratus FAW. Telur yang sihat dimasukkan ke dalam bekas plastik berventilasi (diameter 15 cm) untuk penetasan. Telur akan mula menetas dalam tempoh 48 – 72 jam. Neonat yang menetas dibiarkan



Gambar 9. Pupa yang disusun di dalam akuarium plastik sebelum penetasan rama-rama



Gambar 10. Gugusan telur ulat ratus FAW pada permukaan tisu

membesar bersama di dalam bekas plastik tersebut. Apabila larva sudah mencapai tahap umur instar kedua atau ketiga, barulah larva dipindahkan ke dalam *pill box* untuk dibela secara individu. Proses ini boleh diulang sehingga ke generasi F30. Sebaiknya selepas generasi F30, ulat ratus FAW baharu perlu diperkenalkan dan dicampur semula dengan koloni makmal bagi mengelakkan terjadinya *in-breeding depression*. Koloni FAW makmal yang mengalami fenomena tersebut tidak lagi sesuai bagi pembiakan secara massa ulat ratus FAW kerana kebanyakan individu akan bersaiz kecil, tidak subur, tidak mempunyai sayap serta mempunyai tempoh hayat yang pendek.

Kesimpulan

Kaedah pembiakan ulat ratus FAW yang diperkenalkan ini merupakan kaedah yang paling optimum bagi membela serangga tersebut di persekitaran makmal yang terkawal. Kaedah lain seperti menggunakan *rearing jar* juga boleh digunakan bagi memelihara ulat ratus FAW di makmal namun, pengendalian rama-rama dewasa adalah sedikit sukar. Kaedah pembelaan secara massa yang diperkenalkan ini juga boleh mengelakkan risiko terlepasnya koloni ulat ratus FAW dari makmal. Sekiranya penjagaan tidak teliti, ulat ratus FAW yang terlepas boleh membiak dan mengakibatkan kerosakan di ladang-ladang jagung yang berhampiran. Kaedah yang diperkenalkan ini juga merupakan satu kaedah yang murah, mudah, selamat serta praktikal dan sesuai untuk diguna pakai oleh golongan sasar seperti penyelidik, pelajar universiti dan pemegang taruh yang berkenaan.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada semua staf sokongan dari Program Kawalan Biologi (BE3) serta Pegawai Penyelidik dari Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran, Ibu Pejabat MARDI Serdang atas kerjasama yang diberikan semasa menjalankan pensampelan penyelidikan ini. Penghargaan juga ditujukan kepada Mr. Jayprakash Pertabrai Modi yang telah bersara yang turut membantu dalam menjalankan penyelidikan ini.

Bibliografi

- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J. dan Gomez J. (2017). Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management* 28: 196 – 201
- Goergen, G., Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A. dan Tamò, M. (2016.) First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE* 11: 1 – 9
- Jamil, S.Z., Saranum, M.M., Hudin, L.J.S. dan Wan Ali, W.K.A. (2021). First incidence of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) attacking maize in Malaysia. *BioInvasions Records* 10(1): 81 – 90
- Saiful Zaimi, J., Mohd Masri, S., Mazidah, M., Lailatul Jumaiyah, S.H., Muhammad Zaim, M.R., Mohd Fuad, M.N. dan Jayprakash, P.K. (2021). Field status, damage symptoms and potential natural enemies of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in Malaysia. *Serangga* 26(2): 226 – 244
- Kalleshwaraswamy, C.M., Asokan, R., Swamy, H.M., Maruthi, M.S., Pavithra, H.B., Hegde, K., Navi, S., Prabhu, S.T. dan 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(1): 23 – 29
- Qi, G.J., Ma, J., Wan, J., Ren, Y.-L., McKirdy, S., Hu, G. dan Zhang, Z.F. (2021). Source regions of the first immigration of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Invading Australia. *Insects* 2021, 12: 1104

Ringkasan

Ulat ratus 'fall armyworm' atau nama saintifiknya *Spodoptera frugiperda*, merupakan spesies asing invasif baharu yang menyerang tanaman jagung, *Zea mays* di Malaysia. Perosak ini telah menyebabkan kerosakan dan kerugian yang besar kepada petani jagung tempatan. Bagi menjalankan kajian kawalan biologi serta ekologi yang berkesan terhadap ulat ratus FAW ini, pembangunan koloni ulat ratus FAW di dalam makmal adalah sangat kritikal. Kaedah pembelaan secara massa ulat ratus FAW ini merupakan satu kaedah yang murah, mudah, selamat serta praktikal bagi tujuan penyelidikan ulat ratus FAW pada suhu dan iklim tempatan.

Summary

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, is a new invasive alien species attacking maize, *Zea mays* in Malaysia. This pest has caused inconsiderable damage to local maize growers. In order to carry out effective biological and ecological control studies against this pest, the development of FAW colonies in the laboratory is critical. This method provides a cheap, easy, safe, and practical method to mass rear the FAW in our local climatic condition.

Pengarang

Saiful Zaimi Jamil
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
MARDI Cameron Highlands
39000 Tanah Rata, Pahang
E-mel: sfzaimi@mardi.gov.my

Mohd Fuad Mohd Nor
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
MARDI Cameron Highlands
39000 Tanah Rata, Pahang

Mohd Masri Saranum dan Muhammad Ariff Mohd Rasul
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM
43400 Serdang, Selangor