

8. PENILAIAN EKONOMI KAWALAN SERANGGA *FALL ARMY WORM* (FAW) MENGGUNAKAN *INTEGRATED PEST MANAGEMENT* (IPM)

Ahmad Zairy Zainol Abidin¹, Mazidah Mat², Zulaikha Mazlan³, Saiful Zaimi Jamil⁴, Mohd Masri Saranum⁴, Tang Siew Bee², Norzainih Jasmin Jamin², Wan Khairul Anuar Wan Ali², Wan Muhammad Azrul Wan Azhar³, Mohammad Shahid Shahrudin⁵ dan Sivapragasam Annamalai⁶

¹Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes,

²Pusat Penyelidikan Tanaman Industri,

³Pusat Penyelidikan Hortikultur,

⁴Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran,

⁵Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja,

⁶CABI, Ibu Pejabat MARDI

8.1. PENGENALAN

Fall Army Worm (FAW, *Spodoptera frugiperda*) atau ulat ratus merupakan perosak utama menyerang tanaman jagung (jagung bijian dan jagung manis) di Malaysia. Pada tahun 2019 dan 2020, FAW telah dilaporkan menyerang tanaman jagung bijian secara agresif di Chuping (Perlis), Changlun (Kedah) dan Labis (Johor) sehingga menyebabkan kerosakan teruk pada tanaman dan kehilangan hasil yang besar. Ladang petani jagung manis di Sik (Kedah) juga telah diserang FAW seawal tujuh hari selepas tanam. Sebanyak 57 jenis bahan aktif racun kimia telah digunakan untuk mengawal FAW di benua Amerika, Afrika dan Asia (Zhang et al. 2020). FAW dilaporkan telah menjadi rintang kepada 15 daripada 57 jenis bahan aktif racun tersebut (Carvalho et al. 2013, Nascimento et al. 2016; Gutierrez-Moreno et al. 2019; Zhang et al. 2020; Zhang et al. 2021). Lembaga Racun Makhluh Perosak Malaysia telah mengesyorkan 15 jenis bahan aktif racun serangga kimia dan satu jenis biopestisid, *Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki* (Bt) untuk kawalan FAW (DOA 2021). Setakat ini tiada maklumat dan laporan mengenai keserasian dan keberkesanan racun kimia yang sesuai digunakan dalam IPM bagi mengawal FAW di Malaysia. Kawalan secara kaedah tunggal umumnya kurang berkesan untuk kawalan serangga perosak. Pendekatan secara *Integrated Pest Management* (IPM) atau Pengurusan Perosak Bersepadu merupakan salah satu kaedah pengurusan untuk diamalkan oleh petani jagung bagi mengawal FAW.

Dalam IPM, keutamaan adalah kepada pengawalan FAW agar populasinya kekal berada di bawah aras ambang kerosakan ekonomi. Dengan kata lain, pengawalan FAW bukanlah bermatlamatkan kawalan 100% tetapi lebih kepada memastikan bilangan FAW yang hadir tidak mengakibatkan kerugian kepada petani di samping dapat memulihara kehadiran serangga bermanfaat di kawasan tersebut. Pendekatan kawalan secara mekanikal, kultura, biologi dan semburan racun kimia merupakan komponen utama dalam IPM. Objektif utama kajian adalah untuk menilai keberkesanan dan kesesuaian syor IPM dalam mengawal FAW di ladang jagung supaya kehilangan hasil dapat diminimumkan dan dalam masa yang sama memulihara ekosistem (kehadiran serangga bermanfaat sebagai agen kawalan bio secara semula jadi).

8.2. LATAR BELAKANG

Pengawalan FAW agar populasinya kekal berada di bawah aras ambang kerosakan ekonomi semestinya akan melibatkan satu penilaian ekonomi untuk mengukur keberkesanan implikasi kewangan penggunaan IPM. Ekonomi pengeluaran bagi kawalan serangga *Fall Army Worm* (FAW) menggunakan *Integrated Pest Management* (IPM) melibatkan kos pengeluaran dan pulangan serta analisis kos dan faedah. Analisis ini dijalankan bagi melihat tahap daya maju kawalan serangga FAW menggunakan IPM untuk tanaman jagung manis dan jagung bijian. Analisis belanjawan separa dijalankan untuk mengenal pasti perbezaan antara faedah dan implikasi akibat kawalan serangga FAW menggunakan IPM ini. Dapatan mengenal pasti perbezaan pendapatan petani berdasarkan penggunaan IPM dalam mengawal FAW ini.

8.3. METODOLOGI

8.3.1. Analisis belanjawan separa (*partial budgeting analysis*)

Kajian ini menggunakan analisis belanjawan separa bagi sistem mekanisasi pengeluaran bahan tanaman dan tanaman kawalan bersepadu. Analisis belanjawan separa banyak digunakan secara meluas dalam menilai sesuatu perubahan sama ada untuk tanaman dan teknologi. (Lowenberg-DeBoer et al. 2019). Analisis belanjawan separa diaplikasikan jika terdapat dua pilihan untuk dipertimbangkan dan keputusan analisis hanya berdasarkan kepada indikator peningkatan dan pengurangan hasil bersih atau peningkatan dan pengurangan kos dan diasingkan kesan positif dan negatif kepada beberapa seksyen (*Jadual 8.1*).

Jadual 8.1: Contoh analisis belanjawan separa

Faedah	Nilai	Implikasi	Nilai
Pertambahan hasil:		Pengurangan hasil:	
Pengurangan kos:		Pertambahan kos:	
Jumlah pertambahan hasil dan pengurangan kos	A	Jumlah pengurangan hasil dan pertambahan kos	B
Perubahan kesan: A-B			

Bagi menentukan faedah atau implikasi, anggaran kos pengeluaran dan pendapatan pada skala penanaman akan dinilai. Analisis yang dijalankan ini melihat kepada kos penggunaan racun yang dikurangkan atau diperkenalkan dan juga sebarang penambahan kawalan secara semula jadi.

8.4. DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

8.4.1. Kos pengeluaran dan pulangan

Kos pengeluaran jagung bijian dan jagung manis ini meliputi kos penyedia perkhidmatan, kos bahan tanaman, kos baja dan kos kawalan perosak. Terdapat pertambahan kos iaitu kos pengeringan bagi jagung bijian kerana hasil akhir ialah biji jagung yang dikeringkan berbanding dengan jagung manis yang dijual basah berbentuk tongkol jagung. *Jadual 8.2* menunjukkan perbandingan kos pengeluaran jagung bijian antara kaedah konvensional dan IPM dan *Jadual 8.3* pula perbandingan kos jagung manis dengan menggunakan racun FAW dan IPM sebagai kawalan untuk FAW.

Kos pengeluaran ini dikira dengan mengandaikan bahawa semua kos menggunakan kaedah penanaman secara sistem konvensional (kawalan menggunakan racun FAW) adalah sama dengan sistem menggunakan pendekatan IPM. Penggantian kos berubah tidak mengambil kira kos-kos yang lain dan hanya melibatkan kos racun serangga sahaja yang mana bagi sistem konvensional, penggunaan racun kimia digunakan manakala bagi sistem menggunakan IPM, penggunaan feromon digunakan bersama-sama dengan racun *Emamectin benzoate* dan *Chlorantraniliprole* sebagai kawalan biologi untuk sistem ini.

Jadual 8.2: Anggaran kos pengeluaran dan pendapatan jagung bijian

Item	Jagung bijian konvensional ¹ (2020)	Jagung bijian IPM (2022)
Hasil (t)	6.2 ²	6.5 ²
Harga jualan (RM/t)	1,000.00	1,000.00
Jumlah hasil	6,200.00	6,500.00
Kos berubah		
1) Penyedia perkhidmatan:		
Bajak piring, bajak sikat, bajak putar, jentera penanaman, <i>boom sprayer</i>	2,335.00	2,335.00
2) Bahan tanaman		
Biji benih (20 kg x RM15)	300.00	300.00
3) Baja		
NPK Green (RM/kg)	920.00	920.00
Urea (RM/kg)	286.00	286.00
4) Kawalan perosak		
Racun rumpai: <i>Altrazine</i>	75.00	75.00
Racun rumpai: <i>Metalachlor</i>	328.60	328.60
<u>Kawalan FAW: <i>Emamectin benzoate</i></u>	480.00 ²	240.00 ²
<u>Kawalan FAW: <i>Chlorantraniliprole</i></u>		140.00 ²
<u>IPM: Set Feromon (P061-90Lure, ChemTica)</u>		496.00 ³
5) Pengeringan (<i>mobile dryer</i>) (RM0.13/kg)	845.00	845.00
Jumlah kos berubah	5,569.60	5,965.60
Margin kasar	630.40	534.40
Kos pengeluaran/kg	0.90	0.92

¹Kos pengeluaran adalah berdasarkan amalan yang digunakan pada awal serangan FAW pada tahun 2019 kecuali untuk hasil dan kawalan perosak.

²Hasil dan kos pengeluaran adalah berdasarkan amalan yang digunakan pada masa kajian 2021.

³Kos pengeluaran adalah untuk 16 unit feromon, batang pancang dan bekas pemegang feromon, bagi penggunaan sepanjang satu musim penanaman. Set feromon ini adalah yang disyorkan oleh MARDI (2022).

Jadual 8.3. Anggaran kos pengeluaran dan pendapatan jagung manis

Item	Jagung manis konvensional ¹ (2020)	Jagung manis IPM (2022)
Hasil (tongkol/ha) semusim	26,500 ²	29,680 ²
Harga jualan (RM/tongkol)	0.75	0.75
Jumlah hasil	19,875.00	22,260.00
Kos berubah		
1) Penyedia perkhidmatan:		
Bajak piring, bajak sikat, bajak putar, jentera penanaman, <i>boom sprayer</i>	2,335.00	2,335.00
2) Bahan tanaman		
Biji benih (10 kg x RM160)	1,600.00	1,600.00
3) Baja		
4) Kawalan perosak		
Racun rumpai: <i>Altrazine</i>	75.00	75.00
Racun rumpai: <i>Metalachlor</i>	328.60	328.60
Kawalan FAW: <i>Emamectin benzoate</i>	432.00 ²	432.00 ²
Kawalan FAW: <i>Chlorantraniliprole</i>		123.10 ²
Kawalan FAW: <i>Lufenuron</i>	1,296.45 ²	
Kawalan FAW: <i>Acetamiprid</i>	300.85 ²	
IPM: Set Feromon (P061-90Lure, ChemTica)		496.00 ³
Jumlah kos berubah	7,739.90	6,761.70
Margin kasar	12,135.10	15,498.30
Kos pengeluaran/kg	0.29	0.23

¹Kos pengeluaran adalah berdasarkan amalan yang digunakan pada awal serangan FAW pada tahun 2019 kecuali untuk hasil dan kawalan perosak.

²Hasil dan kos pengeluaran adalah berdasarkan amalan yang digunakan pada masa kajian 2021.

³Kos pengeluaran adalah untuk 16 unit feromon, batang pancang dan bekas pemegang feromon, bagi penggunaan sepanjang 1 musim penanaman. Set feromon ini adalah yang disyorkan oleh MARDI (2022).

8.4.2. Analisis belanjawan separa

Analisis belanjawan separa adalah analisis yang menunjukkan perbezaan antara faedah dan implikasi dalam kos pengeluaran dan hasil yang memberikan fokus kepada kesan terhadap pendapatan petani. Hasil analisis (*Jadual 8.4* dan *8.5*) menunjukkan bahawa dengan perubahan daripada penggunaan secara konvensional (kawalan menggunakan racun FAW) kepada penggunaan menggunakan IPM yang memberikan kesan kepada hasil dan kos. Bagi jagung bijian, implikasi melebihi faedah, manakala untuk jagung manis, faedah melebihi implikasi.

Bagi penanaman jagung bijian dengan IPM, petani berupaya meningkatkan pendapatan sebanyak RM300 dengan peningkatan hasil sebanyak 300 kg. Peningkatan ini tidak ketara kerana amalan pertanian yang telah digunakan oleh petani menyerupai cadangan SOP amalan kawalan FAW yang dibangunkan oleh MARDI (2022) berbanding dengan amalan yang diamalkan pada tahun 2019, di samping mengurangkan kos racun serangga sebanyak RM240. Namun begitu, penggunaan Feromon dengan kos sebanyak RM496 dan pertambahan racun *Cypermethrin* (RM140), tidak dapat mengimbangi perbelanjaan kos berubah yang ada, menyebabkan kos implikasi melebihi faedah sebanyak RM96 (*Jadual 8.4*).

Berbeza dengan penanaman jagung manis pula, penanaman dengan penggunaan IPM berjaya meningkatkan hasil sebanyak 12% (3,180 tongkol = RM2,385) dan mengurangkan penggunaan racun serangga *Lufenuron* dan *Acetamiprid* sebanyak RM1,596.30. Pengurangan ini disokong dengan SOP amalan kawalan FAW yang dibangunkan oleh MARDI yang mana membantu mengurangkan penggunaan kadar semburan racun daripada menggunakan empat jenis racun (*Emamectin benzoate*, *Cypermethrin*, *Lufenuron* dan *Acetamiprid*) kepada dua jenis sahaja (*Emamectin benzoate* dan *Chlorantraniliprole*) dengan kadar semburan dikurangkan daripada 18 kali kepada hanya lima kali sahaja di ladang jagung manis. Walaupun terdapat peningkatan kos untuk Feromon (RM496) dan kos racun *Emamectin benzoate* sebanyak RM123.10, faedah yang diterima melebihi daripada implikasi sebanyak RM3,363.19 (*Jadual 8.5*).

Jadual 8.4: Analisis belanjawan separa jagung bijian

A) Faedah	RM	B) Implikasi	RM
<u>a) Tambahan hasil</u>		<u>c) Tambahan kos</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Pertambahan hasil sebanyak 300 kg 	300.00	<ul style="list-style-type: none"> Pertambahan racun serangga <i>Emamectin benzoate</i> Set feromon ChemTica 	140.00 496.00
<u>b) Pengurangan kos</u>		<u>d) Pengurangan hasil</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Pengurangan kos racun serangga <i>Chlorantraniliprole</i> 	240.00	<ul style="list-style-type: none"> Tiada 	0.00
Jumlah faedah	540.00	Jumlah implikasi	636.00
FAEDAH/IMPLIKASI	-96.00	semusim	

Jadual 8.5: Analisis belanjawan separa jagung bijian

A) Faedah	RM	B) Implikasi	RM
<u>a) Tambahan hasil</u>		<u>c) Tambahan kos</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Peningkatan hasil sebanyak 12% (3,180 tongkol) 	2,385.00	<ul style="list-style-type: none"> Pertambahan racun serangga <i>Emamectin benzoate</i> Set feromon ChemTica 	123.10 496.00
<u>b) Pengurangan kos</u>		<u>d) Pengurangan hasil</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Pengurangan kos racun serangga <i>Lufenuron</i> dan <i>Acetamiprid</i> 	1,597.30	<ul style="list-style-type: none"> Tiada 	0.00
Jumlah faedah	3,982.30	Jumlah implikasi	619.10
FAEDAH/IMPLIKASI	3,363.19	semusim	

8.5. RUMUSAN DAN SARANAN

Secara umumnya, penggunaan sistem agen kawalan biologi ini memberikan faedah dalam dua bentuk iaitu kewangan dan alam sekitar. Dalam penggunaan IPM untuk jagung bijian, IPM lebih memberikan faedah kepada alam sekitar berbanding dengan kewangan. Hasil penelitian di ladang jagung bijian, penyertaan petani sebagai pelaksana percubaan menggunakan kaedah IPM ini di plot percubaan petani untuk mengaplikasikan SOP MARDI. Hasil ekonomi atau kewangan adalah tidak ketara, namun sebagai usaha jangka panjang adalah sukar dilaksanakan memandangkan sukar bagi petani untuk meneruskan penggunaannya tanpa faedah ekonomi kecuali dengan intervensi kerajaan insentif kewangan atau perundangan untuk menjaga kelestarian alam sekitar daripada amalan IPM.

Berbeza dengan petani jagung manis, mereka lebih mendapat faedah dalam kedua-dua aspek iaitu kewangan dan alam sekitar yang mana setelah menggunakan kaedah IPM dan SOP MARDI dalam mengawal FAW, mereka berupaya memperoleh faedah kewangan sebanyak RM3,363.19 kesan daripada peningkatan hasil sebanyak 12% dan pengurangan penggunaan racun serangga daripada 18 kali kepada lima kali semburan.

Oleh yang demikian, penggunaan IPM untuk kawalan FAW sesuai dilaksanakan di kawasan yang tidak pernah mengamalkan SOP yang dicadangkan oleh MARDI untuk mendapatkan hasil yang lebih tinggi bagi jagung manis, namun untuk jagung bijian kajian lanjut perlu dilaksanakan untuk memastikan IPM atau kawalan biologi FAW yang dilaksanakan mampu memberikan pulangan kewangan yang ketara untuk memastikan kemampuan saranan penggunaan IPM di ladang sejajar dengan usaha menjamin pemeliharaan alam sekitar.

8.6. RUJUKAN

- Lowenberg-DeBoer, J., Huang, I. Y., Grigoriadis, V., & Blackmore, S. (2020). Economics of robots and automation in field crop production. *Precision Agriculture*, 21(2), 278–299.
- Mazidah, M., Tang, S. B., Zulaikha, M., Wan Khairul Anuar, W. A., Norzainih, J. J., Saiful Zaimi, J., Mohd Masri, S., Wan Muhammad Azrul, W. A., Ahmad Zairy, Z. A., Mohammad Shahid, S., & Sivapragasam, A. (2022). Integrated Pest Management (IPM) untuk kawalan Fall Armyworm (FAW, *Spodoptera Frugiperda*) pada tanaman jagung bijian di Malaysia. Buku Program dan Abstrak CONFERTECH 2022, 8–10 November 2022, Hotel Casuarina, Meru, Perak. Muka surat 128–129.