

Resistensi *Plutella xylostella* terhadap Insektisida yang Umum Digunakan oleh Petani Kubis di Sulawesi Selatan (Resistance of *Plutella xylostella* to Insecticides Used by Farmers on Cabbage in South Sulawesi)

Prabaningrum, L¹⁾, Uhan, TS¹⁾, Nurwahidah, U²⁾, Karmin²⁾, dan Hendra, A¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat 40791

²⁾Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jl. dr. Sam Ratulangi No. 69, Maros, Sulawesi Selatan 90511

E-mail: laksminiwati@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 10 Oktober 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 11 Maret 2013

ABSTRAK. *Plutella xylostella* merupakan hama utama tanaman kubis, yang merupakan serangga yang cepat resisten terhadap insektisida. Salah satu taktik dalam pengelolaan resistensi hama secara terpadu ialah pemantauan resistensi hama secara periodik dan berkesinambungan. Penelitian dilaksanakan sejak Bulan Februari hingga Agustus 2012 di Sulawesi Selatan. Tujuan penelitian ialah untuk mengetahui status resistensi *P. xylostella* terhadap insektisida yang umum digunakan di wilayah tersebut. Penelitian terdiri atas dua kegiatan, pertama ialah survai untuk mengetahui jenis insektisida yang umum digunakan oleh petani kubis di Kecamatan Anggeraja (590 m dpl.) dan Kecamatan Baroko (1040 m dpl.), Kabupaten Enrekang dan di Kecamatan Tombolo Pao (1600 m dpl.) serta Kecamatan Tinggi Moncong (1500 m dpl.), Kabupaten Gowa. Kegiatan kedua ialah pengujian toksisitas insektisida yang dilakukan di Posko Agens Hayati, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Sulawesi Selatan, menggunakan metode pencelupan daun kubis. Serangga dianggap resisten jika LC_{50} bernilai ≥ 4 kali LC_{50} pembanding. Kesimpulan penelitian ialah bahwa *P. xylostella* asal Sulawesi Selatan resisten terhadap hampir semua insektisida sintetik yang umum digunakan oleh petani kubis. Insektisida biologi pada umumnya masih efektif, meskipun telah digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Hama tersebut juga terindikasi resisten terhadap insektisida sintetik yang berbahan aktif ganda. Untuk mengatasi masalah resistensi tersebut, upaya yang harus dilakukan ialah menghentikan penggunaan insektisida yang sudah tidak efektif untuk sementara waktu (1–2 tahun) dan digantikan oleh insektisida lain yang masih efektif yang mempunyai cara kerja yang berbeda.

Katakunci: *Plutella xylostella*; *Brassica oleracea* var. capitata; Insektisida; Resisten; Rentan

ABSTRACT. *Plutella xylostella* is a key pest of cabbage that has an ability to quickly resistant to insecticides. Therefore, integrated resistance management (IRM) is an important programme to be done. A tactic in IRM is periodically and sustainable resistance monitoring. Research on monitoring of *P. xylostella* resistance to insecticides had been conducted from February until August 2012 in South Sulawesi. The research consisted of two activities. The first activity was a survey that was carried out to determine kind of insecticide used for controlling *P. xylostella* at Anggeraja (590 m asl.) and Baroko Subdistricts (1040 m asl.), Enrekang District and Tombolo Pao (1600 m asl.) and Tinggi Moncong Subdistricts, Gowa District. The second activity was toxicity test that was carried out at Division of Biological Control, Food and Horticulture Crops Protection Institute South Sulawesi Province. Toxicity test used dipping method. Insect was determined to be resistant if the $LC_{50} \geq 4$ times to the LC_{50} for susceptible one. Result showed that *P. xylostella* from South Sulawesi had been resistant to almost all synthetic insecticides used by farmers. Biological insecticides were generally effective, although they had been used in a long time. The pest also was indicated resistant to insecticides with double active ingredients. Based on the result, all ineffective insecticides in a subdistrict can not be used in a periode of 1-2 years and have to be replaced with other effective insecticides that have different mode of action.

Keywords: *Plutella xylostella*; *Brassica oleracea* var. capitata; Insecticide; Resistant; Susceptible

Ulat daun kubis, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae) merupakan serangga kosmopolitan yang menyerang tanaman Cruciferae dan tanaman lain yang bijinya mengandung minyak mustard. *Plutella xylostella* dilaporkan sebagai hama utama tanaman kubis (Vos 1953). Di daerah tropik *P. xylostella* mempunyai 14–20 generasi per tahun dibandingkan dengan 2–7 generasi di daerah beriklim sedang. Dengan demikian, perkembangan populasinya di daerah tropik lebih cepat dan intensitas serangannya lebih berat dibandingkan di daerah yang beriklim sedang (Syed *et al.* 2004).

Petani menggunakan beberapa jenis insektisida secara intensif untuk mengendalikan hama tersebut. Sampai dengan tahun 2010 tercatat sebanyak 141 jenis insektisida yang terdaftar dan dianjurkan untuk mengendalikan hama *P. xylostella* di Indonesia (Pusat Perizinan dan Investasi 2010). Penggunaan insektisida yang berbahan aktif sama secara intensif dan terus-menerus dapat menimbulkan berbagai masalah serius, seperti terjadinya resistensi serangga hama terhadap insektisida yang digunakan.

Plutella xylostella merupakan serangga yang cepat resisten terhadap insektisida (Chou & Cheng 1983).



Beberapa penelitian di luar negeri melaporkan bahwa *P. xylostella* telah resisten terhadap DDT dan paration (Varma & Sandhu 1968), piretroid (Liu et al. 1982), organofosfat (Miyata et al. 1982, Cheng et al. 1983), metomil, permetrin, dan metamidofos (Shelton et al. 1993), deltametrin (Goudgnon et al. 2000), dan *Bacillus thuringiensis* (Hama 1987, Tabashnik et al. 1993, Shelton et al. 1993, Syed 1992, Adachi & Kiyoto 1992).

Di Indonesia resistensi *P. xylostella* pertama kali dilaporkan oleh Ankersmith (1953) terhadap DDT akibat penggunaan insektisida tersebut yang intensif dan terus-menerus. Resistensi hama tersebut terhadap asefat dan triazofos dilaporkan oleh Sastrosiswojo et al. (1989). Setiawati (1996) dan Ahmad (1999) juga melaporkan bahwa *P. xylostella* telah resisten terhadap *B. thuringiensis*. Selanjutnya Moekasan et al. (2004) menemukan bahwa hama tersebut telah berkembang menjadi resisten terhadap fipronil, deltametrin, profenofos, dan abamektin.

Berdasarkan kenyataan tersebut, upaya pengelolaan resistensi hama perlu dilakukan secara sistematis dan terpadu. Salah satu upaya yang perlu dilakukan ialah melalui pemantauan resistensi hama secara periodik dan berkesinambungan. Pemantauan resistensi sangat diperlukan untuk mengetahui status resistensi suatu hama guna memilih insektisida yang tepat. Pada tahun 2001 program tersebut pernah diterapkan di Hawaii untuk mengatasi *P. xylostella* yang resisten terhadap spinosad yang digunakan selama kurun waktu 2–5 tahun. Setelah 6 bulan menerapkan strategi pengendalian tanpa menggunakan insektisida spinosad, kerentanan *P. xylostella* terhadap spinosad berangsur-angsur meningkat dan petani di daerah tersebut diizinkan kembali menggunakan spinosad pada tahun 2002 (Mau & Gukusuma-Minuto 2001).

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi status terakhir resistensi *P. xylostella* yang berasal dari sentra produksi kubis di Kabupaten Enrekang dan Gowa, Sulawesi Selatan terhadap insektisida yang umum digunakan di wilayah tersebut. Hipotesis yang diajukan ialah telah terjadi resistensi *P. xylostella* terhadap insektisida yang umum digunakan di daerah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Februari sampai dengan Agustus 2012, terdiri atas kegiatan penetapan jenis insektisida yang diuji dan pengujian toksisitas.

Penetapan Jenis Insektisida yang Diuji

Penelitian menggunakan metode survai dengan *purposive sampling*. Kegiatan survai dilaksanakan

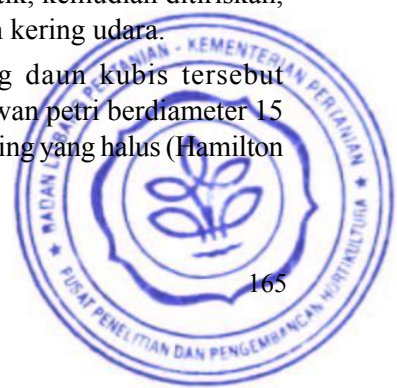
di sentra produksi kubis di Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Dari tiap kabupaten hanya ditetapkan dua kecamatan yang merupakan pusat pertanaman kubis. Dari tiap kecamatan ditetapkan hanya 10 orang petani kubis sebagai responden, karena jumlah petani di wilayah tersebut terbatas dan domisilinya berjauhan. Pengambilan data dilakukan menggunakan kuesioner dan data yang dikumpulkan meliputi jenis insektisida dan lama penggunaannya, konsentrasi formulasi, volume semprot, interval penyemprotan, waktu penyemprotan, dan cara penyemprotan. Data tersebut dianalisis secara deskriptif (Adiyoga et al. 1999).

Pengujian Toksisitas Insektisida terhadap *P. xylostella* di Laboratorium

Pengujian toksisitas insektisida terhadap *P. xylostella* dilakukan di Posko Agens Hayati, Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah Sulawesi Selatan di Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Gowa. Ulat *P. xylostella* dikumpulkan dari pertanaman kubis milik petani di lokasi yang disurvei. Bahan pengujian terdiri atas tanaman kubis bebas insektisida, formulasi insektisida yang umum digunakan oleh petani berdasarkan hasil survai, kertas saring, perekat dan perata, serta larva *P. xylostella* instar ke-3 yang diambil langsung dari lapangan (IRAC 1990). Peralatan yang digunakan terdiri atas kurungan serangga berukuran 1 x 1 x 1 m, keler plastik, cawan petri Ø 12,5 cm, gelas ukur, pipet, kuas halus no.1, dan parafilm.

Pengujian toksisitas dilakukan menggunakan metode pencelupan (*dipping*) menurut Hamilton dan Attia (1977). Tahapan kerja pengujian diuraikan sebagai berikut:

1. Insektisida yang diuji dilarutkan dalam akuades, kemudian ditambah dengan perekat dan perata Agristik dengan konsentrasi formulasi 0,5 ml/l. Konsentrasi larutan insektisida yang digunakan dari tiap insektisida yang diuji sesuai konsentrasi anjuran. Larutan insektisida diencerkan secara serial menjadi lima tingkat konsentrasi larutan dan satu kontrol (hanya larutan akuades dan Agristik). Konsentrasi tertinggi ialah konsentrasi anjuran yang tertera pada kemasan insektisida.
2. Potongan daun kubis yang bebas insektisida dengan ukuran 5 x 5 cm dicelupkan ke dalam larutan insektisida selama 10 detik, kemudian ditiriskan, dan selanjutnya dibiarkan kering udara.
3. Selanjutnya dua potong daun kubis tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri berdiameter 15 cm yang dilapisi kertas saring yang halus (Hamilton & Attia 1977).



4. Sebanyak 10 ekor larva *P. xylostella* instar ke-3 yang dipuasakan selama 3 jam dimasukkan ke dalam cawan petri, cawan ditutup lalu sisi cawan petri direkat dengan parafilm, dan tiap perlakuan diulang empat kali (Busvine 1971).
5. Dua puluh empat jam kemudian, larva dipindahkan ke dalam cawan petri yang bersih, lalu diberi makan potongan daun kubis bebas insektisida.
6. Jumlah larva yang mati dihitung pada 24, 48, 72, dan 96 jam setelah perlakuan. Pengamatan dihentikan pada 96 jam setelah perlakuan. Bila sampai batas waktu tersebut tidak terjadi kematian, insektisida yang diuji dianggap tidak efektif lagi.

Data mortalitas larva dan hubungannya dengan konsentrasi formulasi insektisida yang diuji dianalisis menggunakan analisis probit menurut Finney (dalam Busvine 1971) menggunakan program komputer C-Probit untuk mengetahui nilai LC_{50} berbagai insektisida yang diuji. Interpretasi data tingkat resistensi *P. xylostella* terhadap insektisida yang diuji diperoleh dengan membandingkan nilai LC_{50} insektisida yang diuji dengan nilai LC_{50} strain larva *P. xylostella* yang masih rentan. LC_{50} insektisida terhadap strain larva *P. xylostella* rentan ialah nilai LC_{50} terendah dari insektisida yang diuji (Busvine 1971, Setiawati 1996). Serangga ditetapkan resisten

terhadap insektisida tersebut apabila LC_{50} bernilai empat kali pembedaan (Winteringham 1969, Soejitno *et al.* 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survai menunjukkan bahwa petani di Kabupaten Enrekang dan Gowa masing-masing menggunakan enam dan dua jenis insektisida untuk mengendalikan ulat daun kubis (Tabel 1). Selanjutnya kedelapan jenis insektisida tersebut diuji toksisitasnya terhadap *P. xylostella* yang berasal dari kedua kabupaten tersebut dan hasil pengujiannya disajikan pada Tabel 2.

Hasil pengujian toksisitas diketahui bahwa *P. xylostella* yang berasal dari semua lokasi resisten terhadap insektisida *beta-cyfluthrin*, *lambda-cyhalothrin*, *permethrin*, dan *chlorantraniliprol*. Dua jenis insektisida yang pertama hanya digunakan di Kabupaten Gowa, sedang dua lainnya hanya di Kabupaten Enrekang.

Insektisida *beta-cyfluthrin* dan *lambda-cyhalothrin* merupakan racun saraf yang cara kerjanya sama dengan insektisida dari golongan organoklorin seperti DDT (Cox 1994, Singh *et al.* 2009). Kebiasaan petani kubis mengaplikasikan insektisida tidak sesuai dengan anjuran (Tabel 3) diduga merupakan penyebab terjadinya

Tabel 1. Insektisida yang umum digunakan oleh petani kubis untuk mengendalikan hama ulat daun kubis *P. xylostella* di Kabupaten Enrekang dan Gowa, Sulawesi Selatan (*Insecticides are commonly used by farmers to control *P. xylostella* at Enrekang and Gowa Districts*)

Jenis insektisida (<i>Kind of insecticides</i>)		Persentase petani yang menggunakan insektisida menurut lokasi (<i>Percentage of farmers using insecticides according to location</i>)			
		Kabupaten (<i>District</i>)			
Nama umum insektisida (<i>Common name of insecticides</i>)	Kode cara kerja (<i>Mode of action code</i>)	Enrekang		Gowa	
		Kecamatan (<i>Subdistrict</i>)			
		Anggeraja	Baroko	Tombolo Pao	Tinggi Moncong
		-----%-----			
<i>Beta-cyfluthrin</i>	3A	0	0	40	70
<i>Lambda-cyhalothrin</i>	3A	0	0	60	30
<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	3A + 28	0	40	0	0
<i>Permethrin</i>	3A	30	20	0	0
<i>Chlorantraniliprol</i>	28	50	50	0	0
<i>Spinosad</i>	5	0	20	0	0
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i>	11	30	10	0	0
<i>Tiametoxam</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	4A + 28	20	10	0	0



Tabel 2. Nilai LC_{50} insektisida yang umum digunakan petani untuk mengendalikan hama ulat daun kubis, *P. xylostella* dan nisbah resistensinya (LC_{50} of insecticide used by farmers for controlling *P. xylostella* and their resistance ratio)

Asal serangga (Origin of insect)	Nama umum insektisida (Common name of insecticides)	LC_{50} (ppm)	Nisbah resistensi (Resistance ratio)	Status resistensi (Resistance status)
Kabupaten (District) Enrekang :				
Kecamatan (Subdistrict) Anggeraja	<i>Beta-cyfluthrin</i>	1.033,60	63,57	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	924,51	56,86	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	79,53	4,89	Resisten (Resistant)
	<i>Permethrin</i>	482,48	29,67	Resisten (Resistant)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	306,62	18,85	Resisten (Resistant)
	<i>Spinosad</i>	16,26	1,00	Rentan (Susceptible)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	164,60	10,12	Resisten (Resistant)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	151,93	9,34	Resisten (Resistant)
Kecamatan (Subdistrict) Baroko	<i>Beta-cyfluthrin</i>	1.113,08	22,48	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	1.462,68	29,55	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	164,67	3,33	Rentan (Susceptible)
	<i>Permethrin</i>	535,68	10,82	Resisten (Resistant)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	680,61	13,75	Resisten (Resistant)
	<i>Spinosad</i>	49,50	1,00	Rentan (Susceptible)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	272,69	5,51	Resisten (Resistant)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	126,10	2,55	Rentan (Susceptible)
Kabupaten (District) Gowa :				
Kecamatan (Subdistrict) Tombolo Pao	<i>Beta-cyfluthrin</i>	2.091,60	40,65	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	1.153,96	22,42	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	176,39	3,43	Rentan (Susceptible)
	<i>Permethrin</i>	590,60	11,48	Resisten (Resistant)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	729,63	14,18	Resisten (Resistant)
	<i>Spinosad</i>	51,46	1,00	Rentan (Susceptible)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	84,19	1,64	Rentan (Susceptible)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	392,81	7,63	Resisten (Resistant)
Kecamatan (Subdistrict) Tinggi Moncong	<i>Beta-cyfluthrin</i>	5.872,32	147,95	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	3.571,71	89,99	Resisten (Resistant)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	420,45	10,59	Resisten (Resistant)
	<i>Permethrin</i>	3.228,90	81,35	Resisten (Resistant)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	591,63	14,90	Resisten (Resistant)
	<i>Spinosad</i>	39,69	1,00	Rentan (Susceptible)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	92,42	2,33	Rentan (Susceptible)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>Chlorantraniliprol</i>	502,61	12,66	Resisten (Resistant)

Nisbah resistensi ialah nilai LC_{50} strain *P. xylostella* yang diduga resisten dibagi nilai LC_{50} strain yang rentan (dicetak tebal) (*Resistance ratio is LC_{50} values of resistant strain divided by LC_{50} value of susceptible strain or the lowest value of LC_{50} (bold marker)*)

resistensi *P. xylostella* terhadap dua insektisida tersebut secara cepat. Serangga yang terpapar insektisida pada konsentrasi *sublethal* (di bawah anjuran), timbul tanda-tanda awal dimulainya serangga keracunan,

tetapi serangga mampu mendetoksifikasi racun tersebut, sehingga daya bunuh insektisida menurun. Pada kondisi ini serangga masih tetap hidup dan dapat menghasilkan keturunan yang resisten terhadap



Tabel 3. Cara penggunaan insektisida yang dilakukan oleh petani dalam mengendalikan hama *P. xylostella* pada budidaya kubis di Sulawesi Selatan (*Insecticide application method done by farmers for controlling *P. xylostella* on cabbage in South Sulawesi*)

Uraian (Description)	Persentase jumlah petani yang menggunakan insektisida menurut lokasi (<i>Percentage of farmers number using insecticide according to location</i>)			
	Kabupaten (District)			
	Enrekang		Gowa	
	Kecamatan (Subdistrict)			
	Anggeraja	Baroko	Tombolo Pao	Tinggi Moncong
Konsentrasi formulasi insektisida (<i>Concentration formulation of insecticide</i>)%			
Di bawah anjuran (<i>Under the recommendation</i>)	0	0	50	50
Sesuai dengan anjuran (<i>At the recommendation</i>)	0	50	0	0
Di atas anjuran (<i>Above the recommendation</i>)	100	50	50	50
Rerata volume semprot per hektar (<i>Mean of spraying volume per hectare</i>)				
< 500 l	30	10	30	30
> 500 – 750 l	70	90	20	20
> 750 l	0	0	50	50
Interval penyemprotan insektisida (<i>Spraying interval</i>)				
< 7 hari (<i>days</i>)	70	0	100	100
7 hari (<i>days</i>)	30	0	0	0
> 7 hari (<i>days</i>)	0	100	0	0
Waktu penyemprotan insektisida (<i>Spraying time</i>)				
Pagi hari (<i>In the morning</i>)	100	100	100	100
Siang hari (<i>At noon</i>)	0	0	0	0
Sore hari (<i>In the afternoon</i>)	0	0	0	0
Pencampuran (<i>Mixing</i>)				
Insektisida + insektisida + fungisida + pupuk daun (<i>Insecticide + insecticide + fungicide + foliar fertilizer</i>)	60	20	0	0
Insektisida + fungisida + pupuk daun (<i>Insecticide + fungicide + foliar fertilizer</i>)	40	80	100	100
Insektisida tunggal (<i>Single insecticide</i>)	0	0	0	0

insektisida tersebut (Singh *et al.* 2009). Pada aplikasi insektisida dengan dosis di atas anjuran, tidak semua individu serangga terbunuh, tetapi ada satu atau dua individu yang lolos dari tekanan seleksi tetap hidup, yang selanjutnya dapat menghasilkan keturunan yang resisten.

Pada saat penelitian berlangsung, petani kubis di Kabupaten Enrekang tidak menggunakan insektisida *beta-cyfluthrin* dan *lambda-cyhalothrin*, tetapi sebelum tahun 2012 pernah menggunakannya selama 1–4 tahun (Tabel 4) dan populasi lapangan *P. xylostella* di wilayah itu telah resisten terhadap insektisida tersebut. Hal itu dapat dipahami karena petani menggunakan *permethrin*, yang cara kerjanya sama dengan kedua jenis insektisida tersebut (Tabel 1).

Menurut hasil survai, insektisida *permethrin* dan *chlorantraniliprol* tidak digunakan oleh petani kubis

di Kabupaten Gowa. Kesamaan cara kerja *permethrin* dengan *beta-cyfluthrin* dan *lambda-cyhalothrin*, yang oleh IRAC dimasukkan ke dalam kelompok 3A yang menyebabkan terjadinya resistensi (Georgiou & Taylor 1986, IRAC 2011). Insektisida *chlorantraniliprol* pernah digunakan oleh petani di Gowa selama 1–3 tahun dan dihentikan penggunaannya karena tidak efektif. *Chlorantraniliprol* merupakan insektisida kelas baru yang mengaktifkan reseptor rianodin pada sel otot, sehingga terjadi pelepasan kalsium ke dalam sitoplasma, dan mengakibatkan kelumpuhan otot (Troczka *et al.* 2012, Dinter *et al.* 2009). Insektisida tersebut toksik terhadap serangga dengan alat mulut penggigit pengunyah, termasuk *P. xylostella*. Namun *P. xylostella* telah resisten. Salah satu penyebabnya ialah karena petani melakukan praktik aplikasi pestisida yang tidak tepat, seperti pencampuran dengan pupuk daun. Perbedaan sifat kemasaman dan



Tabel 4. Lamanya penggunaan insektisida dan tahun terakhir penggunaan insektisida yang digunakan untuk mengendalikan *P. xylostella* pada tanaman kubis di Sulawesi Selatan (*The duration of the use of insecticides and last use of insecticides for controlling *P. xylostella* on cabbage in South Sulawesi*)

Lokasi (Location)	Nama umum insektisida (Common name of insecticides)	Lama penggunaan (Duration of usage)	Tahun terakhir digunakan (The last use)	Alasan berhenti menggunakan insektisida (Reason to stop using insecticide)
Kabupaten (District) Enrekang :				
Kecamatan (Subdistrict) Anggeraja	<i>Beta-cyfluthrin</i>	-	-	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	3 – 4 tahun (years)	2011	Tidak efektif (Not effective)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	2 – 3 tahun (years)	2011	Tidak efektif (Not effective)
	<i>Permethrin</i>	3 – 4 tahun (years)	2012	-
	<i>Chlorantraniliprol</i>	2 – 3 tahun (years)	2012	-
	Spinosad	3 – 5 tahun (years)	2011	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	3 – 5 tahun (years)	2012	-
	<i>Tiametoxam</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	3 – 5 tahun (years)	2012	-
Kecamatan (Subdistrict) Baroko	<i>Beta-cyfluthrin</i>	-	-	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	1 – 4 tahun (years)	2011	Tidak efektif (Not effective)
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	2 – 3 tahun (years)	2012	-
	<i>Permethrin</i>	3 – 6 tahun (years)	2012	-
	<i>Chlorantraniliprol</i>	1 – 3 tahun (years)	2012	-
	Spinosad	2 – 5 tahun (years)	2012	-
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	4 – 7 tahun (years)	2012	-
	<i>Tiametoxam</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	2 – 4 tahun (years)	2012	-
Kabupaten (District) Gowa :				
Kecamatan (Subdistrict) Tombolo Pao	<i>Beta-cyfluthrin</i>	1 – 2 tahun (years)	2012	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	2 – 3 tahun (years)	2012	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	2 – 5 tahun (years)	2011	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>Permethrin</i>	2 – 3 tahun (years)	2010	Tidak efektif (Not effective)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	1 – 2 tahun (years)	2011	Tidak efektif (Not effective)
	Spinosad	4 – 9 tahun (years)	2011	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	14 – 16 tahun (years)	2010	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	2 – 5 tahun (years)	2011	Tidak efektif (Not effective)
Kecamatan (Subdistrict) Tinggi Moncong	<i>Beta-cyfluthrin</i>	1 – 2 tahun (years)	2012	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i>	2 – 3 tahun (years)	2012	-
	<i>Lambda-cyhalothrin</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	-	-	-
	<i>Permethrin</i>	2 tahun (years)	2010	Tidak efektif (Not effective)
	<i>Chlorantraniliprol</i>	1 – 3 tahun (years)	2010	Tidak efektif (Not effective)
	Spinosad	6 – 11 tahun (years)	2011	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>B. thuringiensis</i> var. Aizawai	12 – 18 tahun (years)	2011	Tidak tersedia di pasar (No stock in the market)
	<i>Tiametoxam</i> + <i>chlorantraniliprol</i>	-	-	-



perbedaan waktu penyemprotan pupuk daun dengan insektisida dapat mengakibatkan menurunnya daya bunuh insektisida tersebut. Akibatnya serangga tidak mati dan bahkan menghasilkan individu-individu yang resisten (Moekasan *et al.* 2012). Mekanisme tersebut sama dengan jika petani menggunakan konsentrasi insektisida pada tingkat *sublethal*.

Insektisida berbahan aktif *B. thuringiensis* dan insektisida spinosad yang berbahan aktif bakteri *Saccaropolyspora spinosa* merupakan insektisida biologi yang mendukung pengelolaan hama secara terpadu. Insektisida tersebut sangat toksik terhadap hama sasaran, tetapi tidak berbahaya bagi manusia dan sebagian besar serangga berguna (Khan *et al.* 2005, Sparks *et al.* 1998). Karena insektisida tersebut relatif aman terhadap lingkungan dan manusia, maka ada kecenderungan petani menggunakannya secara terus-menerus. Petani kubis di Kabupaten Enrekang menggunakan insektisida *B. thuringiensis* sejak 3–7 tahun yang lalu hingga sekarang dan menjadikan *P. xylostella* di wilayah tersebut resisten. Ulat *P. xylostella* mempunyai reseptor kristal protein pada membran ususnya. Serangga yang resisten menunjukkan hilangnya kemampuan reseptor untuk menangkap kristal protein *B. thuringiensis*. Hal itu terjadi karena menurunnya konsentrasi reseptor, menurunnya daya gabung dengan racun atau keduanya (Ferre *et al.* 1991, Lee *et al.* 1995). Hal yang berbeda terjadi di Kabupaten Gowa, yaitu *P. xylostella* masih rentan terhadap *B. thuringiensis*, meskipun insektisida tersebut sudah lama digunakan (6–16 tahun).

Pada kurun waktu 2010–2011 petani di daerah tersebut berhenti menggunakan *B. thuringiensis* karena produk tersebut sulit diperoleh di pasar. Menurut beberapa peneliti, dengan tidak adanya aplikasi suatu insektisida selama lebih dari empat generasi suatu serangga hama, maka tingkat resistensinya dapat menurun (Hama 1987, Murai *et al.* 1992). Dengan demikian insektisida *B. thuringiensis* masih dapat digunakan di Gowa.

Populasi lapangan *P. xylostella* yang berasal dari empat kecamatan yang diuji masih rentan terhadap insektisida spinosad. Insektisida yang menyebabkan kelumpuhan otot serangga ini (Salgado 1998) telah digunakan selama 2–5 tahun di Kabupaten Enrekang, dan 4–11 tahun di Gowa, tetapi sejak 2011 tidak digunakan lagi karena tidak tersedia di pasar. Pihak terkait yang bertanggung jawab atas penggunaan pestisida di Sulawesi Selatan disarankan untuk menyediakan insektisida spinosad sebagai pilihan dalam mengendalikan *P. xylostella* untuk menggantikan insektisida lain yang tidak efektif.

Pada beberapa tahun terakhir, perusahaan pestisida mengeluarkan formulasi insektisida berbahan aktif

ganda seperti *lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprol* dan *tiametoxam + chlorantraniliprol*, sebagai upaya mengatasi tingginya serangan OPT yang terindikasi resisten terhadap insektisida berbahan aktif tunggal. Pencampuran insektisida yang tepat dapat mengatasi masalah resistensi hama terhadap insektisida yang digunakan (Benz 1971, Perez & Shelton 1997). Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya *P. xylostella* asal Kecamatan Baroko saja yang masih rentan terhadap kedua jenis insektisida tersebut. Meskipun sebanyak 50% petani di wilayah tersebut mengaplikasikan insektisida dengan konsentrasi di atas anjuran, tetapi diduga interval penyemprotan yang lebih panjang, yaitu lebih dari 7 hari, yang menyebabkan hama tersebut masih rentan. Walaupun demikian, kemungkinan terjadinya resistensi hama terhadap insektisida berbahan aktif ganda sangat mengkhawatirkan, karena dapat dipastikan bahwa hama tersebut resisten pula terhadap insektisida yang berbahan aktif tunggal.

Pengelolaan Resistensi *P. xylostella*

Program *integrated resistance management* atau pengelolaan resistensi hama secara terpadu pernah diterapkan di Hawaii untuk mengatasi masalah *P. xylostella* yang resisten terhadap spinosad. Taktik yang dilakukan dalam program tersebut ialah (1) konservasi musuh alami, (2) pemantauan resistensi hama, dan (3) rotasi penggunaan insektisida berdasarkan cara kerja (*mode of action*) yang berbeda (Mau & Gukusuma-Minuto 2001, IRAC 2011).

Program tersebut dapat diterapkan pula di Kabupaten Enrekang dan Gowa. Musuh alami potensial hama *P. xylostella* di dataran tinggi di Indonesia ialah parasitoid *Diadegma semiclausum* (Sastrosiswojo *et al.* 2001, Regupathy 2008). Peran musuh alami tersebut di Kecamatan Baroko (1140 m dpl.), Tinggi Moncong (1500 m dpl.), dan Tombolo Pao (1600 m dpl.) perlu ditingkatkan dengan jalan melepaskan parasitoid hasil perbanyakan masal. Selain itu, penggunaan insektisida selektif *B. thuringiensis* di Kecamatan Tinggi Moncong dan Tombolo Pao, serta spinosad di Baroko dapat memberikan kesempatan bagi parasitoid tersebut untuk berkembang. Untuk Kecamatan Anggeraja (590 m dpl.) yang bersuhu lebih tinggi, perlu dikembangkan jenis parasitoid lain seperti *Cotesia plutellae* yang mampu berkembang pada kisaran suhu yang lebih lebar, yaitu 21–33°C (Nofomela 2004).

Selama ini rotasi penggunaan insektisida hanya berdasarkan bahan aktif yang berbeda. Namun *insecticide resistance action committee* (IRAC) mengharuskan agar rotasi tersebut berdasarkan cara kerja yang berbeda. IRAC memberi kode pada setiap cara kerja insektisida untuk mempermudah penerapan



pergiliran oleh pengguna insektisida. Moekasan *et al.* (2011) menyatakan bahwa pergiliran penggunaan insektisida dilakukan dengan mengaplikasikan tiga jenis insektisida dengan kode cara kerja yang berbeda dalam satu musim tanam. Setiap jenis insektisida diaplikasikan secara berturut-turut selama 3 minggu, kemudian diganti dengan insektisida yang kedua selama 3 minggu, lalu insektisida yang ketiga selama 3 minggu, selanjutnya kembali lagi ke insektisida yang pertama. Alasannya ialah bahwa selama satu periode daur hidup, serangga hama hanya terpapar oleh satu jenis insektisida dan generasi berikutnya mendapat paparan insektisida dari golongan dengan cara kerja yang berbeda. Dengan demikian kesempatan serangga untuk mendetoksifikasi suatu jenis insektisida dapat dikurangi, sehingga terjadinya resistensi dapat ditekan.

Spinosaad masih dapat digunakan di Kecamatan Anggeraja, tetapi harus dirotasi dengan insektisida yang tidak mempunyai cara kerja dengan kode 3A, 4A, 11, dan 5. Di Kecamatan Baroko terdapat tiga jenis insektisida yang masih efektif, yaitu *lambda-cyhalothrin + chlorantraniliprol*, *spinosaad*, dan *tiametoksam + chlorantraniliprol*. Ketiganya dapat digunakan secara bergantian. Insektisida *lambda-cyhalothrin*, *spinosaad*, dan *B. thuringiensis* masih dapat digunakan secara bergiliran di Kecamatan Tombolo Pao. Insektisida *spinosaad* dan *B. thuringiensis* masih dapat diaplikasikan pada tanaman kubis di Kecamatan Tinggi Moncong. Namun untuk pergiliran masih diperlukan satu jenis insektisida dengan cara kerja yang tidak berkode 3A, 4A, 28, 11, dan 5.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. *Plutella Xylostella* asal Sulawesi Selatan resisten terhadap hampir semua insektisida sintetik yang umum digunakan oleh petani kubis. Insektisida biologi pada umumnya masih efektif, meskipun telah digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Hama tersebut juga terindikasi resisten terhadap insektisida sintetik yang berbahan aktif ganda.
2. Upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah resistensi tersebut ialah dengan menghentikan penggunaan insektisida yang sudah tidak efektif untuk sementara waktu (1–2 tahun) dan digantikan oleh insektisida lain yang masih efektif yang mempunyai cara kerja yang berbeda. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Wilayah Sulawesi Selatan hendaknya menjadikan kegiatan pemantauan resistensi hama sebagai program tetap dan berkelanjutan agar masalah resistensi hama dapat dikendalikan.

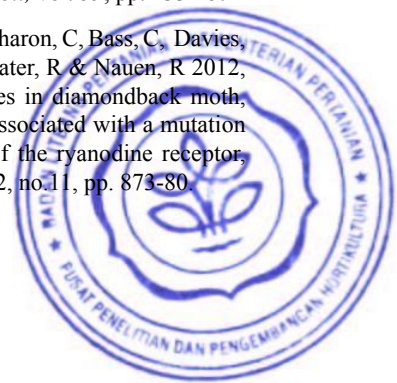
UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang mendanai penelitian ini melalui program PKPP Tahun 2012.

PUSTAKA

1. Adachi, T & Kiyoto, F 1992, 'Changes in insecticide susceptibility of the diamondback moth in Hyogo, Japan', *J.Agric.Res.Q.*, vol. 26, pp. 144-51.
2. Adiyoga, W, Sinung-Basuki, R, Hilman, Y & Udiarto, BK 1999, 'Studi lini dasar pengembangan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai di Jawa Barat', *J.Hort.*, vol. 9, no.1, hlm. 67-83.
3. Ahmad, I 1999, 'Dosage mortality studies with *Bacillus thuringiensis* and neem extract on diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae)', *Indonesian J. Plant Protec.*, vol.5, no.2, pp. 67-71.
4. Ankersmith, GW 1953, 'DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.)(Lep.) in Java', *Bull. Entomol. Res.*, vol. 44, pp. 421-6.
5. Benz, G 1971, 'Synergism of microorganism and chemical insecticides', in Burgess, HD & Husey, NW (eds.), *Microbial control of insect and mites*, Academic Press, New York and London, pp. 327-55.
6. Busvine, JAR 1971, *Techniques for testing insecticides*, Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
7. Cheng, EY, Chou, T & Kao, C 1983, 'Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.). IV, The activities of glutathione-s-transferase in the organophosphorus-resistant strains', *J.Agric.Res.*, China. vol. 32, no. 4, pp. 373-8.
8. Cho, TM & Cheng, EY 1983, 'Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.), III, the insecticide susceptibilities and resistance response of a native susceptible strain', *J.Agric. Res. China*, vol. 32, no. 4, pp. 146-54.
9. Cox, C 1994, 'Cyfluthrin', *J. Pesticide Refor.*, vol. 14, no.2, pp. 28-34.
10. Dinter, A, Brugger, KE, Frost, NM & Woodward, MD 2009, 'Chlorantraniliprol (Rynaxypyr) : A novel Dupont insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Aphis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*) providing excellent tools for uses in integrated pest management', *Proceeding, 10th International Symposium of the ICP-Bee Protection Group*, pp. 84-96.
11. Ferre, J, Real, MD van Tie, J, Jansens, S & Peferoen, M 1991, 'Resistance to the *Bacillus thuringiensis* bioinsecticides in field population of *Plutella xylostella* is due to a change in a midgut membrane receptor', *Proceeding, Natl.Aca.Sci.USA.*, vol. 88, pp. 5119-23.
12. Georgiou, GP & Taylor, CE 1986, *Factors influencing the evolution of resistance, committee on strategies for the management of pesticide resistant pest populations*, National Academy Press, Washington D.C., viewed 9 September 2011, <<http://www.whalonlab.msu.edu/Newsletter/pdf/19.2.pdf>>
13. Goudgnon, EA, Kirk, AA, Sehiffers, B & Bordat, D 2000, 'Comparative effects of deltamethrin and neem kernel to *Plutella xylostella* and *Cotesia plutellae* in cottonou periurban area (Benin)', *J.Appl.Entomol.*, vol. 124, pp. 141-4.

14. Hama, H 1987, 'Development of pyrethroid resistance in the diamondback moth', *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 22, pp. 166-75.
15. Hamilton, JT & Attia, FI 1977, 'Effect of mixture of *Bacillus thuringiensis* and pesticide on *Plutella xylostella* and the parasite *Thyraea collaris*', *J.Econ.Entomol.*, vol. 70, no.1, pp. 146-8.
16. IRAC 1990, 'Proposed insecticide/acaricide susceptibility test developed by insecticide resistance action committee', *Bull. OEPP/EPPO.*, no. 20, pp. 389-404.
17. IRAC 2011, *IRAC MoA classification scheme*, viewed 12 July 2011, <<http://www.irac-online.org/mode-of-action/updated-irac-moa-classification-v7-1-now-published/>>.
18. Khan, MFR, Griffin, RP, Carner, GR & Gorsuch, CS 2005, 'Susceptibility of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae) from collard fields in South Carolina to *Bacillus thuringiensis*', *J.Agric.Urban Entomol.*, vol. 22, no.1, pp. 19-26.
19. Lee, MK, Rajamuhan, F, Gould, F & Dean, DH 1995, 'Resistant to *Bacillus thuringiensis* Cry IA deltha endotoxins in a laboratory selected *Heliothis virescens* strain in related to receptor alteration', *J. Microbiol.*, vol. 61, pp. 3836-42.
20. Liu, MY, Tzeng, YJ & Sun, CN 1982, 'Diamondback moth resistance to several synthetic pyrethroids', *J.Econ.Entomol.*, vol. 74, pp. 392-6.
21. Mau, Ronald, FL & Guskusuma-Minuto, L 2001, 'Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), resistance management in Hawaii. in Endersby, NM & Ridland, PM (eds.), the management of diamondback moth and other crucifer pests', *Proceeding. the 4th International Workshop, November 2001*, Melbourne, Australia, p.307-11.
22. Miyata, T, Kawai, H & Saito, T 1982, 'Insecticide resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae)', *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 17, pp.539-42.
23. Moekasan, TK, Sastrosiswojo, S, Rukmana, T, Sutanto, H, Purnamasari, IS & Kurnia, A 2004, 'Status resistensi lima strain *Plutella xylostella* L. terhadap formulasi fipronil, deltametrin, profenofos, abamektin dan *Bacillus thuringiensis*', *J.Hort.*, vol. 14, no.2, pp. 84-90.
24. Moekasan, TK, Prabaningrum, L, Gunadi, N, Adiyoga, W, Everaarts, AP, de Putter, H, van der Staaij, M, van Dijk, W, Schepers, H & van Koesveld, F 2011, *Pengendalian hama terpadu pada budidaya paprika*, Puslitbang Hortikultura dan APR and WUR Greenhouse Horticulture, Wageningen University and Research Center, The Netherlands.
25. Moekasan, TK, Basuki, RS & Prabaningrum, L 2012, 'Penerapan ambang pengendalian organisme pengganggu tumbuhan pada budidaya bawang merah dalam upaya mengurangi penggunaan pestisida', *J.Hort.*, vol. 22, no.1, hlm. 47-56.
26. Murai, T, Miyasaki, M & Ozuka, M 1992, 'Changes in insecticide susceptibility of the diamondback moth in Shimane Japan', *J.ARQ*, vol. 26, pp. 152-6.
27. Nofomela, SB 2004, 'Studies on parasitoids of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), in South Africa, submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science of Rhodes University.
28. Perez, CJ & Shelton, AM 1997, 'Insecticide resistance and resistance management: resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America', *J. Econ. Entomol.*, vol. 90, no.1, pp. 87-93.
29. Pusat Perizinan dan Investasi 2010, *Pestisida pertanian dan kehutanan tahun 2010*, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian, Republik Indonesia, Jakarta.
30. Regupathy, A 2008, 'Insecticide resistance in diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) : status and prospect for its management in India, the management of DBM and other crucifers pests', *Proceeding The fifth Int. Workshop*, Beijing.
31. Salgado, VL 1998, 'Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates', *Pesticide Biochem. and Physiol.*, vol. 60, no.2, pp. 91-102.
32. Sastrosiswojo, S, Koestoni, T & Sukwida, A 1989, 'Status resistensi *Plutella xylostella* strain Lembang terhadap beberapa jenis insektisida golongan organofosfat, piretroid sintetil, dan benzoil Urea', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 18, no. 1, pp. 85-93.
33. Sastrosiswojo, S, Setiawati, W, Prabaningrum, L, Moekasan, TK, Sulastrini, I, Soeriaatmadja, RE & Abidin, Z 2001, 'Ecological impact of *Brassica* IPM implementation in Indonesia, the management of diamondback moth and other crucifer pests', *Proceeding. the 4th International Workshop. Nov. 2001. Melbourne, Australia*, p. 381-8.
34. Setiawati, W 1996, 'Status resistensi *Plutella xylostella* L. strain Lembang, Pangalengan, dan Garut terhadap *Bacillus thuringiensis*', *J.Hort.*, vol. 6, no. 4, hlm. 387-91.
35. Shelton, AM, Robertson, JL, Tang, JD, Perez, C, Eigenbrode, SD, Preisler, HK, Wilsey, WT & Cooley, RL 1993, 'Resistance of diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Subspecies in the field', *J.Econ.Entomol.*, vol. 86, pp. 697-705.
36. Singh, AK, Saxena, PN & Sharma, HN 2009, 'Stree induced by *Beta-cyfluthrin*, a type-2 pyrethroid, on brain biochemis try of Albino rat (*Rattus norvegicus*)', *Biol. Medic.*, vol. 1, no.2, pp. 74-86.
37. Soejitno, J, Samudra, IM & Kilin, D 1994, 'Kajian resistensi penggerek padi putih (*Scirpophaga innotata*) terhadap insektisida karbofuran di jalur Pantura', *Prosiding Hasil Penelitian Pendukung Pengendalian Hama Terpadu. Bagian Penelitian dan Pengembangan PHT, BAPPENAS dan BALITHORT Lembang*, hlm. 427-38.
38. Sparks, TC, Thomson, GD, Kirst, HA, Hertlein, MB, Larson, LL, Worden, TV & Thibault, ST 1998, 'Biological activity of the spinocyns, new fermentation derived insect control agents on tobacco budworm (Lepidoptera : Noctuidae) larvae', *J.Econ. Entomol.*, vol. 91, pp. 1277-83.
39. Syed, AR 1992, 'Insecticide resistance in diamondback moth in Malaysia', *Diamondback moth and other crucifer pests*, *Proceeding. 2nd Int. Worshop. AVRDC. Taiwan, 10-14 Dec.1990. AVRDC, Shanhua. Taiwan*, p. 437-42.
40. Syed, TS, Abro, GH & Ahmed, S 2004, 'Efficacy of different insecticides against *Plutella xylostella* under field condition', *Pak. J.Biol. Sci.*, vol. 7, no.1, pp. 10-3.
41. Tabashnik, BE, Finson, N, Johnson, MW & Moar, WJ 1993, 'Resistance to toxins from *Bacillus thuringiensis* Subsp. Kurstaki causes minimal cross-resistance to *B. thuringiensis* subsp. Aizawai in the diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae)', *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 59, pp. 1332-5.
42. Troczka, B, Zimmer, CT, Elias, J, Scharon, C, Bass, C, Davies, TG, Field, LM, Williamson, MS, Slater, R & Nauen, R 2012, 'Resistance to diamide insecticides in diamondback moth, *Plutella xylostella* : Plutellidae is associated with a mutation in the membrane-spanning domain of the ryanodine receptor, insect', *Biochem. Mol. Biol.*, vol. 42, no.11, pp. 873-80.



43. Varma, AN & Sandhu 1968, 'Chemical control of diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curtis)', *J. Punjab Agric. Univ. Res.*, vol. 5, pp. 420-3.
44. Vos, HCAA 1953, 'Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* Grav., a parasite of *Plutella maculipennis* Curt', *Pemberitaan Balai Besar Penyelidikan Pertanian*, no. 134.
45. Winterringham, FPW 1969, 'FAO Internasional collaborative program for development of standardized test for resistance in agricultural pest to pesticides', *FAO Plant Protect. Bull.*, vol. 17, no. 4, pp. 73-5.

