

Status Resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada Tanaman Bawang Merah Asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap Insektisida yang Umum Digunakan Petani di Daerah Tersebut

Moekasan, T.K. dan R.S. Basuki

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang 40391

Naskah diterima tanggal 15 Mei 2006 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 Maret 2007

ABSTRAK. Penelitian terdiri atas survei dan penelitian laboratorium. Tujuan survei adalah untuk mengetahui perilaku petani dalam menggunakan insektisida untuk mengendalikan ulat bawang dan penelitian di laboratorium bertujuan mengetahui status resistensi ulat bawang terhadap insektisida yang umum digunakan oleh petani. Survei dilakukan terhadap 60 orang petani di Kecamatan Gebang dan Losari (Kabupaten Cirebon), Kecamatan Wanasari dan Larangan (Kabupaten Brebes), dan Kecamatan Dukuhturi dan Margadana (Kabupaten Tegal) pada bulan Juni sampai dengan Juli 2005. Penelitian di laboratorium dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Desember 2005. Pengujian menggunakan metode pencelupan potongan daun bawang terhadap larva *S. exigua* instar ke-2 dan atau ke-3 asal Kecamatan Gebang dan Losari (Kabupaten Cirebon), Kecamatan Wanasari dan Larangan (Kabupaten Brebes), Kecamatan Dukuhturi dan Margadana (Kabupaten Tegal). Penghitungan nilai LC_{50} tiap jenis insektisida yang diuji dilakukan menggunakan program komputer analisis Probit. Hasil survei menunjukkan bahwa insektisida yang umum digunakan petani untuk mengendalikan ulat bawang adalah spinosad, klorpirifos, triazofos, metomil, betasiflutrिन, siromazin, karbosulfan, tiodikarb, dan abamektin. Petani umumnya mencampur 2-5 jenis insektisida dan melakukan penyemprotan 2-3 kali per minggu. Konsentrasi formulasi insektisida yang digunakan pada umumnya di bawah konsentrasi formulasi anjuran, tetapi volume semprot yang digunakan sesuai dengan yang direkomendasikan. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan terdapat perbedaan kerentanan *S. exigua*, bergantung pada asal (strain) ulat bawang yang diuji. Ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari (Kabupaten Cirebon) terindikasi resisten terhadap insektisida spinosad, klorpirifos, triazofos, betasiflutrिन, siromazin, karbosulfan, tiodikarb, dan abamektin. Ulat bawang asal Kecamatan Wanasari dan Larangan (Kabupaten Brebes) terindikasi resisten terhadap insektisida klorpirifos dan betasiflutrिन, sedangkan ulat bawang asal Kecamatan Wanasari terindikasi resisten terhadap insektisida siromazin, karbosulfan, dan abamektin. Ulat bawang asal Kecamatan Dukuhturi dan Margadana (Kabupaten Tegal) terindikasi resisten terhadap insektisida karbosulfan dan tiodikarb, sedangkan ulat bawang asal Kecamatan Dukuhturi terindikasi resisten pula terhadap insektisida spinosad, klorpirifos, dan siromazin.

Katakunci: *Allium cepa*; *Spodoptera exigua*; Ulat bawang; Spinosad; Klorpirifos; Triazofos; Metomil; Betasiflutrिन; Siromazin; Karbosulfan; Tiodikarb; Abamektin; Resistensi.

ABSTRACT. Moekasan, T.K. and R. S. Basuki. 2007. Resistance Status of *Spodoptera exigua* Hubn. on Shallot from Cirebon, Brebes, and Tegal District to Several Insecticide Commonly Used by Farmers. The research consisted of survey and laboratory study. The aim of the survey was to identify farmers behaviour on using insecticide on shallot. While the laboratory study was aimed to find out the resistance status of pest toward pesticides commonly used by farmers. The survey conducted from June until July 2005, at Gebang and Losari Subdistricts (Cirebon District), Wanasari and Larangan Subdistricts (Brebes District), Dukuhturi and Margadana Subdistricts (Tegal District). Number of respondents was 60 farmers. The purpose of the laboratory study was to determine the resistance status of *S. exigua* larvae to several insecticides commonly used by farmers at those locations. The laboratory study conducted from July until December 2005. The leaf-dip bioassay used on second and third instar of *S. exigua* larvae from Gebang and Losari Subdistricts (Cirebon District), Wanasari and Larangan Subdistricts (Brebes District), and Dukuhturi and Margadana Subdistricts (Tegal District). The data was analyzed using Probit analyze programme. Results of the survey showed that farmers used spinosad, chlorpyrifos, triazophos, methomyl, betasifluthrin, cyromazin, carbosulfan, tiodicarb, and abamectin to control *S. exigua* Hubn. Usually farmers mix 2-5 insecticides and spray 2-3 times per week. Concentration of formulation used were under the recommendation, but the spraying volume based on the recommendation. Results of laboratory study showed that *S. exigua* larvae taken from Gebang and Losari Subdistricts (Cirebon Districts) were resistant to spinosad, chlorpyrifos, triazophos, betasifluthrin, cyromazin, carbosulfan, tiodicarb, and abamectin. Beet armyworm larvae taken from Wanasari and Larangan Subdistricts (Brebes Districts) were resistant to chlorpyrifos and betasifluthrin, and larvae from Wanasari were also resistant to cyromazine, carbosulfan and abamectin. The larvae taken from Dukuhturi and Margadana Subdistrict (Tegal District) were resistant to carbosulfan and tiodicarb, and the larvae from Dukuhturi Subdistrict (Tegal District) were also resistant to spinosad, chlorpyrifos, and cyromazine.

Keywords: *Allium cepa*; *Spodoptera exigua*; Beet armyworm; Spinosad; Chlorpyrifos; Triazophos; Methomyl; Betasifluthrin; Cyromazine, Carbosulfan, Tiodicarb, Abamectin; Resistancy.

Ulat bawang *Spodoptera exigua* Hubn. adalah hama utama yang menyerang tanaman bawang merah di Indonesia. Salah satu cara pengendalian yang umum dilakukan oleh petani untuk mengatasi serangan hama tersebut adalah dengan insektisida. Menurut Koster (1990), berbagai jenis insektisida digunakan oleh petani untuk mengendalikan hama bawang merah, baik secara tunggal maupun campuran, serta dengan dosis yang tinggi maupun interval penyemprotan yang singkat (2-3 kali per minggu). Menurut Dover dan Croft (1984 dalam Setyobudi *et al.* 1995) dan Brown (1958) penggunaan insektisida yang tidak rasional, seperti frekuensi penyemprotan yang sering, pemakaian dosis semakin tinggi, dan pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida dengan tidak memperhatikan kompatibilitasnya, akan mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap insektisida.

Di Indonesia kasus resistensi ulat bawang terhadap insektisida pada dosis rekomendasi belum banyak dilaporkan, namun diduga hal tersebut telah terjadi. Salah satu contoh indikasi terjadinya resistensi tersebut adalah kegagalan pengendalian ulat bawang pada tanaman bawang merah di daerah Cirebon (Jawa Barat), Brebes, dan Tegal (Jawa Tengah) pada tahun 1993-1994. Penyemprotan dengan berbagai jenis insektisida dengan dosis rekomendasi tidak mampu menekan ledakan populasi hama tersebut (Moekasan 1998). Diduga telah terjadi resistensi ulat bawang terhadap insektisida yang umum digunakan di daerah tersebut. Di samping itu dilaporkan pula bahwa *S. exigua* strain Brebes telah resisten terhadap insektisida kartap hidroklorida, deltametrin, dan piraklorfos (Moekasan 1998).

Pemantauan terjadinya resistensi hama terhadap insektisida tersebut dapat dijadikan dasar untuk strategi pengelolaan resistensi hama terhadap insektisida tertentu (Perez dan Shelton 1997). Sampai saat ini, teknik yang digunakan untuk pemantauan resistensi, misalnya *Plutella xylostella* terhadap racun perut, seperti *Bacillus thuringiensis*, adalah berdasarkan uji hayati pencelupan daun. Teknik tersebut digunakan untuk memperkirakan hubungan antara konsentrasi insektisida dengan mortalitas serangga uji. (Shelton *et al.* 1993). Teknik untuk pemantauan resistensi *P. xylostella* terhadap racun kontak, misalnya deltametrin biasanya

menggunakan metode film kering insektisida. Namun demikian, teknik pencelupan daun juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kerentanan *P. xylostella* terhadap racun kontak (Hamilton dan Attia 1977). Analog dengan hal tersebut, teknik pencelupan daun tersebut dapat pula digunakan untuk mengevaluasi kerentanan ulat bawang, *S. exigua* terhadap insektisida yang bersifat sebagai racun perut maupun kontak.

Survei yang dilakukan bertujuan mengetahui perilaku petani dalam menggunakan insektisida untuk mengendalikan ulat bawang dan penelitian di laboratorium bertujuan mengetahui status resistensi ulat bawang terhadap insektisida yang umum digunakan petani.

Diduga, perilaku petani dalam menggunakan insektisida untuk mengendalikan ulat bawang di setiap daerah yang disurvei akan berbeda. Hal ini menyebabkan status resistensi ulat bawang di setiap daerah tersebut terhadap insektisida yang umum digunakan akan berbeda pula. Oleh karena itu hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah akan terdapat perbedaan kerentanan berbagai sampel *S. exigua* yang berasal dari beberapa pusat produksi bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap jenis insektisida yang umum digunakan petani.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei dan eksperimen di Laboratorium dan Rumah Kasa Hama dan Penyakit, Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang (1.250 m dpl) mulai bulan Juni sampai dengan Desember 2005.

Survei untuk Menetapkan Jenis Insektisida dan *S. exigua* yang Diuji

Dari tiap kabupaten ditetapkan 2 kecamatan yang merupakan pusat pertanian bawang merah. Dari tiap kecamatan ditetapkan 10 orang petani bawang merah sebagai responden. Pengambilan data dilakukan menggunakan kuesioner dan data yang dikumpulkan meliputi jenis insektisida, konsentrasi formulasi, volume semprot, interval penyemprotan, waktu penyemprotan, dan cara penyemprotan. Data yang dihimpun dianalisis secara deskriptif (Adiyoga *et al.* 1999). Di samping itu, dilakukan pula pengamatan intensitas

kerusakan tanaman bawang merah oleh serangan ulat bawang di setiap pertanaman bawang merah milik petani responden.

Contoh serangga dikumpulkan dari pertanaman bawang merah milik petani di kecamatan yang disurvei di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal. Menurut Protokol No. 7, *Proposed Insecticide/Acaricide Susceptibility Tests* yang disusun oleh *Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC 1990). Untuk pengujian resistensi contoh serangga uji dapat digunakan larva yang berasal dari lapangan secara langsung.

Uji Resistensi *S. exigua* terhadap Insektisida di Laboratorium

Ulat bawang yang digunakan dalam percobaan ini adalah instar ke-2 dan atau ke-3. Pengujian resistensi dilakukan menggunakan metode pencelupan menurut Hamilton dan Attia (1977). Langkah kerja pengujian adalah sebagai berikut.

1. Insektisida yang diuji dilarutkan dalam akuades, kemudian ditambah dengan perekat dan perata Agristik (konsentrasi formulasi 0,5 ml/l). Konsentrasi formulasi insektisida yang digunakan dari masing-masing insektisida yang diuji adalah konsentrasi anjuran, selanjutnya diencerkan secara serial menjadi 5 tingkat konsentrasi formulasi dan 1 (kontrol, hanya larutan akuades dan Agristik).
2. Potongan daun bawang dengan ukuran panjang 5 cm dicelupkan ke dalam larutan insektisida selama 10 detik, kemudian ditiriskan, dan selanjutnya dibiarkan kering udara.
3. Dua puluh potong daun bawang yang telah dicelupkan pada larutan insektisida dan telah kering angin, dimasukkan ke dalam cawan plastik berukuran tinggi 10 cm dan diameter 5 cm, yang telah dilapisi dengan kertas saring yang halus.
4. Selanjutnya ke dalam cawan plastik tersebut dimasukkan 10 ekor ulat bawang (larva *S. exigua*) instar ke-2 dan atau ke-3 yang telah dipuasakan terlebih dahulu selama 3 jam. Tiap perlakuan terdiri atas 10 ekor larva *S. exigua*, dan masing-masing perlakuan diulang 4 kali (Busvine 1971).
5. Setelah 24 jam larva dipindahkan ke dalam cawan plastik yang bersih, dan diberi makan potongan daun bawang bebas insektisida.

6. Jumlah larva yang mati dihitung pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP). Pengamatan dihentikan pada 72 JSP. Bila sampai batas waktu tersebut tidak terjadi kematian, insektisida yang diuji dianggap tidak efektif lagi.

Untuk mengetahui nilai LC_{50} dari berbagai insektisida yang diuji, data mortalitas larva, dan hubungannya dengan konsentrasi formulasi insektisida yang diuji dianalisis dengan analisis probit menurut Finney (1971 dalam Busvine 1971) menggunakan Program Komputer StatRiv 2.0 menurut Moekasan dan Prabaningrum (Moekasan 2004). Interpretasi data tingkat resistensi *S. exigua* terhadap insektisida yang diuji diperoleh dengan membandingkan nilai LC_{50} insektisida yang diuji dengan nilai LC_{50} terhadap strain larva *S. exigua* yang masih rentan. Karena tidak tersedia data dasar LC_{50} insektisida terhadap strain larva *S. exigua* rentan, maka sebagai penggantinya, nilai LC_{50} terendah dari insektisida yang diuji dianggap sebagai pembanding rentan (Busvine 1971, Setiawati 1996). Apabila LC_{50} bernilai ≥ 4 kali pembanding, maka dinyatakan bahwa serangga yang diuji telah resisten terhadap insektisida tersebut (Witeringham 1969, Soejitno *et al.* 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Penggunaan Insektisida pada Budidaya Bawang Merah

Berdasarkan keterangan dari Dinas Pertanian Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal, 2 kecamatan yang merupakan pusat pertanaman bawang merah di masing-masing kabupaten tersebut adalah Kecamatan Gebang dan Losari di Kabupaten Cirebon, Kecamatan Wanasari dan Larangan di Kabupaten Brebes, Kecamatan Dukuhturi dan Margadana di Kabupaten Tegal. Oleh karena itu survei penggunaan insektisida oleh petani bawang di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal dilakukan di kecamatan-kecamatan tersebut.

Jenis insektisida yang umum digunakan oleh petani bawang merah untuk mengendalikan ulat bawang di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal disajikan pada Tabel 1. Ternyata bahwa insektisida spinosad (Tracer 120 SC) adalah insektisida yang

Tabel 1. Jenis insektisida yang digunakan oleh petani bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal untuk mengendalikan ulat bawang, *S. exigua* (Kind of insecticide used to control *S. exigua* larvae on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal Districts), 2005

Insektisida (<i>Insecticide</i>)		Jumlah petani di kabupaten dan kecamatan (<i>Number of farmers in district and subdistrict</i>)						Jumlah (<i>Total</i>) n=60
Merek dagang (<i>Brand name</i>)	Nama umum (<i>Common name</i>)	Cirebon		Brebes		Tegal		
		Ge- bang (n=10)	Losari (n=10)	Wana- sari (n=10)	Lara- ngan (n=10)	Duku- huri (n=10)	Marga- dana (n=10)	
Tracer 120 SC	Spinosad (<i>Spinosad</i>)	10	10	9	8	7	7	51 (85,00)*
Dursban 20 EC	Klorpirifos (<i>Chlorpyrifhos</i>)	8	8	8	10	8	7	49 (81,67)*
Hostathion 200 EC	Triazofos (<i>Triazophos</i>)	6	3	6	6	4	6	31 (51,66)*
Metindo 25 WP	Metomil (<i>Methomyl</i>)	0	2	4	7	0	4	17 (28,33)*
Buldok 25 EC	Betasiflutrin (<i>Betasifluthrin</i>)	1	0	3	0	4	7	15 (25,00)*
Trigard 75 WP	Siromazin (<i>Cyromazine</i>)	7	3	0	0	0	0	10 (16,67)*
Marshal 200 EC	Karbosulfan (<i>Carbosulfan</i>)	0	0	0	0	5	4	9 (15,00)*
Larvin 75 WP	Tiodikarb (<i>Tiodicarb</i>)	0	0	3	3	0	0	6 (10,00)*
Agrimec 18 EC	Abamektin (<i>Abamectin</i>)	0	0	0	4	0	0	4 (6,67)*

* Angka dalam kurung adalah persentase (Numbers between the brackets are percentage)

paling banyak digunakan oleh petani (85%), kemudian diikuti oleh insektisida klorpirifos (Dursban 20 EC), triazofos (Hostathion 200 EC), metomil (Metindo 25 WP), betasiflutrin (Buldok 25 EC), siromazin (Trigard 75 WP), karbosulfan (Marshal 200 EC), tiodikarb (Larvin 75 WP), dan abamektin (Agrimec 18 EC). Berdasarkan keterangan petani responden kurun waktu penggunaan insektisida pada tanaman bawang merah untuk klorpirifos, triazofos, karbosulfan,

dan tiodikarb telah digunakan oleh petani sejak tahun 1980-an. Insektisida metomil, dan betasiflutrin telah digunakan sejak tahun 2000-an, sedangkan insektisida spinosad, siromazin, dan abamektin baru digunakan sejak tahun 2003-an.

Pada umumnya petani selalu melakukan pencampuran insektisida, kecuali petani di Kabupaten Brebes dan Tegal, penggunaan insektisida spinosad (Tracer 120 SC) secara

Tabel 2. Jenis insektisida yang digunakan oleh petani bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal untuk mengendalikan ulat bawang, *S. exigua* (Kind of insecticide used to control *S. exigua* larvae on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal Districts), 2005

Macam insektisida yang dicampur (Kinds of insecticide mixed)	Jumlah petani di kabupaten dan kecamatan (Number of farmer in district and subdistrict)						Jumlah (Total) n=60
	Cirebon		Brebes		Tegal		
	Gebang (n=10)	Losari (n=10)	Wana- sari (n=10)	Larang- an (n=10)	Duku- huri (n=10)	Mar- gadana (n=10)	
2	1	6	0	0	1	0	8 (13,33)*
3	5	3	0	4	5	2	19 (31,67)*
4	3	1	7	5	4	6	26 (43,33)*
5	1	0	3	1	0	2	7 (11,67)*

* Angka dalam kurung adalah persentase (Numbers between the brackets are percentage)

Tabel 3. Konsentrasi formulasi insektisida yang digunakan untuk mengendalikan *S. exigua* pada tanaman bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal (Concentration of formulation of insecticide used to control *S. exigua* larvae on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal District), 2005

Lokasi (Location) Konsentrasi formulasi/KF (Concentration of formula- tion/CF)	Jumlah petani yang menggunakan konsentrasi formulasi insektisida (Farmers using concentration of formulation), %								
	Spi- nosad (Spi- nosad)	Klor- pirifos (Chlorpy- rifos)	Triazo- fos (Triazo- phos)	Metomil (Metho- myl)	Betasif- lutrin (Betasif- luthrin)	Siro- mazin (Cyro- mazin)	Karbo- sulfan (Carbo- sulfan)	Tiodi- karb (Tiodi- carb)	Abamek- tin (Abamec- tin)
Kabupaten Cirebon (Cirebon District)									
Kecamatan Gebang (Gebang Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	0	0	0	-	0	0	-	-	-
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	100	100	100	-	100	100	-	-	-
Kecamatan Losari (Losari Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	0	0	0	50	-	0	-	-	-
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	100	100	100	50	-	100	-	-	-
Kabupaten Brebes (Brebes District)									
Kecamatan Wanasari (Wanasari Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	100	0	100	50	100	-	-	0	-
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	0	100	0	50	0	-	-	100	-
Kecamatan Larangan (Larangan Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	100	0	100	100	-	-	-	100	100
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	0	100	0	0	-	-	-	0	0
Kabupaten Tegal (Tegal District)									
Kecamatan Dukuhturi (Dukuhturi Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	57,14	0	100	-	100	-	0	-	-
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	42,86	100	0	-	0	-	100	-	-
Kecamatan Margadana (Margadana Subdistrict)									
• KF sesuai anjuran (CF recommendation)	100	71,42	100	100	100	-	0	-	-
• KF di bawah anjuran (CF under recommendation)	0	28,58	0	0	0	-	100	-	-

tunggal, tetapi untuk insektisida yang lain dilakukan pencampuran. Oleh karena itu mereka dikelompokkan ke dalam petani yang melakukan pencampuran. Pencampuran yang paling umum dilakukan adalah insektisida dicampur dengan fungisida dan pupuk daun. Alasannya adalah untuk menghemat biaya penyemprotan dan agar lebih efektif, karena banyaknya jenis OPT. Berdasarkan alasan banyak jenis hama yang menyerang tanaman bawang merah,

maka macam insektisida yang dicampur dalam setiap penyemprotan disajikan pada Tabel 2. Jumlah insektisida yang dicampur pada setiap penyemprotan paling banyak 4 macam (43,33%). Menurut Dover dan Croft (1984 dalam Setyobudi 1995) dan Brown (1958) praktek tersebut tidak rasional, karena pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida dengan tidak memperhatikan kompatibilitasnya akan mempercepat terjadinya resistensi hama terhadap beberapa bahan aktif

insektisida.

Perilaku aplikasi pestisida yang dilakukan oleh petani bawang merah sangat dinamis. Mereka selalu mencoba mencampurkan beberapa jenis dan tingkat konsentrasi formulasi insektisida. Jika hasilnya kurang memuaskan, mereka akan mencoba mencari campuran lain yang diperkirakan akan lebih efektif. Pencampuran insektisida baik dengan insektisida ataupun bahan kimia lain dapat mendatangkan keuntungan maupun kerugian. Pencampuran tersebut dapat menimbulkan efek sinergistik, antagonistik, atau netral. Menurut Benz (1971), jika campuran bahan kimia atau insektisida tersebut mempunyai kemampuan untuk meningkatkan daya racun insektisida, maka efek tersebut dinamakan sinergistik. Sebaliknya, jika bahan campuran menurunkan pengaruh daya racun insektisida tersebut, maka dinamakan efek antagonistik, dan jika bahan campuran tersebut tidak berpengaruh terhadap daya racun insektisida bersangkutan maka efeknya dinamakan netral. Oleh karena itu efek perilaku pencampuran insektisida terhadap OPT tersebut perlu dikaji lebih mendalam.

Konsentrasi formulasi insektisida yang

digunakan oleh petani bawang merah pada setiap penyemprotan disajikan pada Tabel 3. Pada umumnya konsentrasi formulasi insektisida yang digunakan berada di bawah konsentrasi formulasi anjuran yang tertera pada label kemasan insektisida. Alasan yang dikemukakan adalah untuk penghematan dan berdasarkan pengalaman, konsentrasi tersebut sudah cukup efektif untuk mengendalikan hama.

Penggunaan konsentrasi formulasi penyemprotan di bawah konsentrasi formulasi anjuran tersebut mungkin ada kaitannya dengan kebiasaan mereka mencampur. Untuk mendapatkan efek sinergisme pada suatu macam campuran biasanya digunakan konsentrasi formulasi *subletal* atau di bawah konsentrasi formulasi anjuran. Frederick *et al.* (1982) melaporkan bahwa metil paration, klorpirifos, dan malation pada konsentrasi *subletal* mempunyai efek sinergistik terhadap insektisida permetrin dan efektif terhadap *Helicoverpa armigera*.

Volume semprot yang digunakan petani pada setiap penyemprotan disajikan pada Tabel 4. Pada umumnya petani menggunakan volume semprot sebanyak 600 - 800 l/ ha. Volume semprot

Tabel 4. Volume semprot yang digunakan untuk mengendalikan ulat bawang pada tanaman bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal (*Spraying volume of insecticides used to control *S. exigua* larvae on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal District*), 2005

Lokasi (Location)	Petani yang menggunakan volume semprot tiap aplikasi (Farmers using spraying volume of insecticide each application)			
	< 400 l/ha	400 - 600 l/ha	> 600 - 800 l/ha	> 800 l/ha
..... %				
Kabupaten Cirebon				
(Cirebon District)				
Kec. Gebang (Gebang Subdistrict)	0	20	50	30
Kec. Losari (Losari Subdistrict)	0	20	60	20
Kabupaten Brebes				
(Brebes District)				
Kec. Wanasari (Wanasari Subdistrict)	0	30	60	10
Kec. Larangan (Larangan Subdistrict)	0	30	50	20
Kabupaten Tegal				
(Tegal District)				
Kec. Dukuhturi (Dukuhturi Subdistrict)	0	20	70	10
Kec. Margadana (Margadana Subdistrict)	0	10	70	20

Tabel 5. Frekuensi penyemprotan insektisida yang digunakan untuk mengendalikan ulat bawang, *S. exigua* yang dilakukan oleh petani di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal (*Frequency of spraying of insecticides to control S. exigua on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal District*), 2005

Frekuensi penyemprotan insektisida <i>(Insecticide spraying frequency)</i>	Jumlah petani di kabupaten dan kecamatan <i>(Number of farmer in district and subdistrict)</i>						Jumlah <i>Total</i> (n=60)
	Cirebon		Brebes		Tegal		
	Gebang (n=10)	Losari (n=10)	Wanasari (n=10)	Larangan (n=10)	Dukuhturi (n=10)	Margadana (n=10)	
1x/minggu <i>(week)</i>	0	0	0	0	0	0	0 (0,00)*

* Angka dalam kurung adalah persentase (*Numbers between the brackets are percentage*)

tersebut sudah cukup karena petani umumnya menggunakan penyemprot punggung dengan spuyer *holocone* 4 lubang (Suhardi *et al.* 1994).

Frekuensi penyemprotan umumnya sebanyak 3 kali per minggu (Tabel 5). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan insektisida pada tanaman bawang merah masih dilakukan secara intensif. Hal tersebut dilakukan karena serangan ulat bawang masih tinggi (Tabel 6). Pada saat dilakukan survai, intensitas kerusakan tanaman bawang merah di 3 kabupaten tersebut rerata masih di atas ambang kendali, yaitu kerusakan daun sebesar 5% (Suhardi *et al.* 1994, Moekasan *et al.* 2004). Hal ini menunjukkan bahwa insektisida yang digunakan oleh petani tidak cukup efektif menekan kerusakan tanaman yang disebabkan oleh serangan hama ulat bawang.

Status Resistensi *S. exigua* terhadap Insektisida

Hasil uji toksisitas pada 72 JSP insektisida spinosad, klorpirifos, triazofos, metomil, betasiflutrin, siromazin, karbosulfan, tiodikarb,

dan abamektin terhadap ulat bawang asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal disajikan pada Tabel 7.

Nilai toksisitas insektisida spinosad terendah didapat pada ulat bawang asal Kecamatan Margadana Kabupaten Tegal, yaitu sebesar 57 ppm. Karena data dasar nilai LC_{50} spinosad untuk ulat bawang rentan tidak tersedia, maka nilai LC_{50} spinosad terhadap ulat bawang asal Kecamatan Margadana (57 ppm) dianggap sebagai data dasar LC_{50} untuk ulat bawang rentan. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai nisbah resistensi (NR) ulat bawang asal Kecamatan Gebang, Losari, Wanasari, Larangan, Dukuhturi, dan Margadana terhadap insektisida spinosad masing-masing adalah sebesar 22,21, 327,03, 2,83, 1,63, 1,63, 4,44, dan 1,0. Menurut Witeringham (1969) dan Soejitno *et al.* (1994), apabila LC_{50} bernilai ≥ 4 kali pembandingan, maka dinyatakan bahwa serangga yang diuji terindikasi resisten terhadap insektisida tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari Kabupaten Cirebon terindikasi resisten

Tabel 6. Intensitas kerusakan tanaman oleh serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal (*Damage intensity due to S. exigua on shallot in Cirebon, Brebes, and Tegal District*), 2005

	Jumlah petani di kabupaten dan kecamatan (<i>Number of farmer in district and subdistrict</i>)						Rerata (<i>Ave- rage</i>) (n=60)
	Cirebon		Brebes		Tegal		
	Gebang (n=10)	Losari (n=10)	Wanasari (n=10)	Larangan (n=10)	Dukuhturi (n=10)	Margadana (n=10)	
Intensitas kerusakan tanaman bawang merah (<i>Intensity of damage</i>), %	18,57	17,23	6,79	7,45	9,45	8,89	11,39

Tabel 7. Toksisitas beberapa jenis insektisida terhadap ulat bawang, *S. exigua* pada 72 JSP, nilai nisbah resistensi (NR), dan status resistensi ulat bawang terhadap insektisida yang diuji (*Toxicity of several insecticides to *S. exigua* at 72 HAF, value of resistance ratio (RR), and resistance status of *S. exigua* to insecticide testing*), Lembang, 2005

Insektisida (Insecticide)	Asal larva <i>S. exigua</i> (Source of <i>S. exigua</i> larvae)	LC ₅₀ (ppm)	NR (RR)	Status resistensi (Status of resistance)
Spinosad	Kabupaten (District) Cirebon			
(<i>Spinosad</i>)	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	1.266,24	22,21	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	18.640,79	327,03	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	161,07	2,83	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	92,64	1,63	Rentan (Susceptible)
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	252,82	4,44	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	57,00	1,00	-
Klorpirifos	Kabupaten (District) Cirebon			
(<i>Chlorpyrifos</i>)	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	6.837,87	51,90	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	1.622,35	12,31	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	1.894,60	14,38	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	891,52	6,77	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	1.223,87	9,29	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	131,75	1,00	-
Triazofos	Kabupaten (District) Cirebon			
(<i>Triazophos</i>)	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	693.021,40	781,74	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	17.947,13	20,24	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	1.971,77	2,22	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	3.639,32	4,11	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	1.261,18	1,42	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	886,51	1,00	-
Metomil	Kabupaten (District) Cirebon			
(<i>Methomyl</i>)	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	1.627,87	2,60	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	1.387,41	2,22	Rentan (Susceptible)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	3.527,57	5,64	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	625,04	1,00	-
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	1.875,76	3,00	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	1.157,32	1,85	Rentan (Susceptible)

dilanjutkan ...

lanjutan...

Insektisida (Insecticide)	Asal larva <i>S. exigua</i> (Source of <i>S. exigua</i> larvae)	LC ₅₀ (ppm)	NR (RR)*	Status resistensi (Resistance status)
Betasiflutrin (Betasifluthrin)	Kabupaten (District) Cirebon			
	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	122.284,11	435,76	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	65.148,43	232,16	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	1.579,12	5,63	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	3.665,69	13,06	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	746,35	2,66	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	280,62	1,00	-
Siromazin (Cyromazin)	Kabupaten (District) Cirebon			
	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	870,47	12,31	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	124.308,69	1.758,50	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	1.201,88	17,00	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	167,38	2,37	Rentan (Susceptible)
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	438,39	6,20	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	70,69	1,00	-
Karbosulfan (Carbosulfan)	Kabupaten (District) Cirebon			
	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	6.630,62	18,07	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	843.232,35	2.298,38	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	5.895,54	16,07	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	366,88	1,00	-
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	1.679,48	4,58	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	4.294,25	11,70	Resisten (Resistance)
Tiodikarb (Tiodicarb)	Kabupaten (District) Cirebon			
	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	1.413,48	7,02	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	977,84	4,86	Resisten (Resistance)
	Kabupaten/ District Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	704,93	3,50	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	201,30	1,00	-
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	1.540,79	7,65	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	1.157,72	5,75	Resisten (Resistance)
Abamektin/ (Abamectin)	Kabupaten (District) Cirebon			
	Kecamatan (Subdistrict) Gebang	33.807,53	190,96	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Losari	1.569,94	8,87	Resisten (Resistance)
	Kabupaten (District) Brebes			
	Kecamatan (Subdistrict) Wanasari	777,44	4,39	Resisten (Resistance)
	Kecamatan (Subdistrict) Larangan	177,04	1,00	-
	Kabupaten (District) Tegal			
	Kecamatan (Subdistrict) Dukuhturi	243,51	1,38	Rentan (Susceptible)
	Kecamatan (Subdistrict) Margadana	297,18	1,68	Rentan (Susceptible)

* NR (RR) = Nisbah resistensi, yaitu nilai LC₅₀ strain *S. exigua* yang diduga resisten dibagi nilai LC₅₀ strain yang “rentan” (dicetak miring) (Resistance ratio, namely LC₅₀ values of resistant strain divided by LC₅₀ value of susceptible strain (the lowest LC₅₀ value)

terhadap insektisida spinosad, demikian pula ulat bawang asal Kecamatan Dukuhturi, Kabupaten Tegal terindikasi resisten terhadap insektisida yang sama. Timbulnya resistensi ulat bawang asal Kabupaten Cirebon terhadap insektisida spinosad diduga karena penggunaan insektisida tersebut dicampur dengan insektisida yang lain.

Nilai NR ulat bawang asal Kecamatan Gebang, Losari, Wanasari, Larangan, Dukuhturi, dan Margadana terhadap insektisida klorpirifos masing-masing adalah sebesar 51,90, 12,31, 14,38, 6,77, 9,29, dan 1,00. Dengan demikian, ulat bawang asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal (kecuali di Kecamatan Margadana) terindikasi resisten terhadap insektisida klorpirifos. Timbulnya resistensi ulat bawang terhadap insektisida klorpirifos diduga karena insektisida ini telah cukup lama digunakan secara terus menerus oleh petani bawang di daerah tersebut, yaitu sejak tahun 1980-an.

Ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari (Kabupaten Cirebon) dan Kecamatan Larangan (Kabupaten Brebes) diduga terindikasi resisten terhadap insektisida triazofos, karena nilai NR masing-masing adalah sebesar 781,74, 20,24, dan 4,11 kali dibandingkan dengan nilai nisbah resistensi ulat bawang asal Kecamatan Margadana (Kabupaten Tegal).

Pada umumnya ulat bawang asal Kabupaten Cirebon, Brebes (kecuali Kecamatan Wanasari), dan Tegal masih terindikasi rentan terhadap insektisida metomil. Hal ini ditunjukkan oleh nilai NR-nya yang kurang dari 4. Diduga hal ini karena insektisida metomil baru digunakan dalam kurun waktu pendek (kurang dari 5 tahun) oleh petani bawang, sehingga efikasinya masih cukup baik karena hama tersebut masih rentan.

Betasiflutrin termasuk dalam insektisida golongan piretroid sintetik. Salah satu kelemahan insektisida dari golongan piretroid sintetik adalah cepatnya resistensi OPT terhadap insektisida golongan ini. Menurut Sastrosiswojo *et al.* (1989) indikasi adanya resistensi *P. xylostella* strain Lembang terhadap insektisida golongan piretroid sintetik (deltametrin) sudah diketahui sejak tahun 1988, walaupun insektisida tersebut relatif baru

digunakan pada tanaman kubis. Sedangkan resistensi *S. exigua* terhadap deltametrin sudah dilaporkan pada tahun 1998 (Moekasan 1998). Fenomena ini terjadi pula pada penelitian ini. Walaupun insektisida betasiflutrin masih relatif baru digunakan oleh petani bawang, namun ulat bawang asal Kabupaten Cirebon dan Brebes terindikasi resisten terhadap insektisida ini, dengan nilai NR lebih dari 4. Sedangkan ulat bawang asal Kabupaten Tegal masih rentan terhadap insektisida betasiflutrin.

Insektisida siromazin direkomendasikan untuk mengendalikan hama pengorok daun (*Liriomyza* sp.) (Moekasan *et al.* 2004), namun pada kenyataannya yang dilakukan petani khususnya di Kabupaten Cirebon menggunakan insektisida ini untuk mengendalikan ulat bawang dan OPT lainnya. Berdasarkan nilai NR terhadap ulat bawang, terindikasi ulat bawang asal Kabupaten Cirebon dan asal Kecamatan Wanasari telah resisten terhadap insektisida siromazin.

Insektisida karbosulfan telah cukup lama digunakan (sejak tahun 1980-an) petani bawang untuk mengendalikan OPT pada tanaman bawang merah. Oleh sebab itu ada indikasi bahwa ulat bawang asal Kabupaten Cirebon, Brebes (kecuali Kecamatan Larangan) resisten terhadap insektisida ini, yang ditunjukkan oleh nilai NR yang lebih dari 4 kali dibandingkan dengan nilai NR ulat bawang yang masih rentan (asal Kecamatan Larangan).

Seperti halnya insektisida klorpirifos dan karbosulfan, insektisida tiodikarb pun telah cukup lama digunakan oleh petani bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal. Ulat bawang asal Kabupaten Cirebon dan Tegal menunjukkan telah resisten terhadap insektisida ini, sedangkan ulat bawang asal Kabupaten Brebes relatif masih rentan.

Indikasi resistensi ulat bawang terhadap insektisida abamektin sudah mulai terlihat pada ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari di Kabupaten Cirebon dan ulat bawang asal Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes meskipun insektisida tersebut masih relatif baru digunakan. Sedangkan ulat bawang asal Kecamatan Larangan

(Kabupaten Brebes) dan Kecamatan Dukuhturi serta Kecamatan Margadana di Kabupaten Tegal relatif masih rentan.

Georghiou (1972) mengelompokkan faktor-faktor yang berkaitan dengan terjadinya resistensi serangga terhadap insektisida menjadi 3, yaitu faktor genetik, biologi, dan operasional. Faktor genetik adalah frekuensi dan jumlah gen resisten serta gen resisten yang bersifat dominan. Faktor biologi antara lain adalah daur hidup, keperidian, sifat kawin, dan perilaku serangga. Faktor operasional antara lain adalah sifat kimia insektisida, persistensi, dosis, frekuensi dan cara aplikasi insektisida. Dari ketiga faktor tersebut, diduga faktor operasional yang paling dominan menyebabkan terjadinya resistensi ulat bawang asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal, yaitu penggunaan insektisida yang dilakukan secara berlebihan. Hal tersebut didukung pula oleh pendapat Brown (1958), yang menyatakan daya resistensi merupakan proses adaptasi melalui evolusi genetik atau biokimia akibat adanya tekanan seleksi khususnya akibat penggunaan insektisida yang intensif. Menurut Gould (1984) dan Lockwood *et al.* (1984), mekanisme terjadinya resistensi serangga hama terhadap insektisida ditandai dengan menurunnya daya efikasi insektisida yang digunakan. Akibatnya secara sadar petani selalu meningkatkan dosis, memperpendek frekuensi penyemprotan, dan melakukan pencampuran dengan tidak mempertimbangkan kompatibilitasnya akan memodifikasi pola pewarisan sifat resisten yang beragam. Praktik yang demikian justru akan mempercepat terjadinya resistensi. Penggunaan insektisida intensif akan melahirkan sebagian individu-individu serangga yang resisten terhadap bahan aktif insektisida tertentu, sehingga populasi serangga di daerah tersebut menjadi heterogen. Menurut Tandibang (1986), penggunaan dosis yang rendah pada populasi serangga yang homogen, dapat meningkatkan mortalitas serangga. Oleh karena itu populasi serangga yang homogen memiliki tanggapan yang lambat terhadap proses terjadinya perkembangan daya resistensi dibandingkan dengan populasi serangga yang heterogen.

KESIMPULAN

1. Insektisida yang umum digunakan oleh petani bawang merah di daerah Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal adalah spinosad, klorpirifos, triazofos, metomil, betasiflutrin, siromazin, karbosulfan, tiodikarb, dan abamektin.
2. Penggunaan insektisida oleh petani bawang di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal dilakukan dengan intensif, dengan frekuensi penyemprotan 3 kali per minggu, dengan pencampuran lebih dari 2 jenis insektisida.
3. Ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari Kabupaten Cirebon terindikasi resisten terhadap dosis anjuran insektisida spinosad, klorpirifos, triazofos, betasiflutrin, siromazin, karbosulfan, tiodikarb, dan abamektin.
4. Ulat bawang asal Kecamatan Wanasari dan Larangan Kabupaten Brebes terindikasi resisten terhadap dosis anjuran insektisida klorpirifos dan betasiflutrin, sedangkan ulat bawang asal Kecamatan Wanasari telah resisten terhadap insektisida siromazin, karbosulfan, dan abamektin.
5. Ulat bawang asal Kecamatan Dukuhturi dan Margadana Kabupaten Tegal terindikasi telah resisten terhadap dosis anjuran insektisida karbosulfan dan tiodikarb, sedangkan ulat bawang asal Kecamatan Dukuhturi terindikasi resisten pula terhadap dosis anjuran insektisida spinosad, klorpirifos, dan siromazin.

SARAN

1. Insektisida klorpirifos dan karbosulfan sebaiknya tidak digunakan lagi untuk mengendalikan ulat bawang pada budidaya bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan kombinasi pencampuran insektisida yang tepat dan dosis yang efektif untuk mengendalikan ulat bawang tanpa menimbulkan daya resistensi terhadap insektisida tersebut.

PUSTAKA

1. Adiyoga, W., R.Sinung-Basuki, Y.Hilman, dan B.K. Udiarto. 1999. Studi Lini Dasar Pengembangan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Cabai di Jawa Barat. *J.Hort.* 9(1):67-83.
2. Benz G., 1971. Synergism of Microorganism and Chemichal Insecticides. p. 327 - 355. In : H.D. Burgess and N.W. Husey (eds). *Microbial Control of Insect and Mites*. Academic Press, New York and London. 583 pp.
3. Brown, A.W.A. 1958. *Insecticide Resistance in Arthropods*. WHO, Geneva. 240 p.
4. Busvine, J., A., R., 1971. *Techniques for Testing Insecticides*. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 336 p.
5. Frederick, S., S. Koziol and J.F. Witkowski. 1982. Synergism Studies with Binary Mixtures of Permethrin Plus Methyl Parathion, Chlorpyrifos, and Malathion on European Corn Borrrer Larvae. *J. Econ.Entomol.* 75(1):28-30.
6. Georghiou, G.P. 1972. The Evaluation of Resistance of Pesticides. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 3:133-168.
7. Gould, F. 1984. Role of Behavior in the Evolution of Insect Adaptation to Insecticides and Resistance Host Plants. *Bul.Entomol.Soc.Amer.* 30:34-40.
8. Hamilton, J.T., and F.I. Attia. 1977. Effect of Mixture of *Bacillus thuringiensis* and Pesticide on *Plutella xylostella* and the Parasite *Thyraeella collaris*. *J.Econ.Entomol.* 70(1):146-148.
9. Irac (1990). Proposed Insecticide/acaricide Susceptibility Test. Development by Insecticide Resistance Action Committee. *Bull. OEPP/EPPO.* 20(389-404).
10. Koster, W.G. 1990. Exploratory Survey on Shallot in Rice Based Cropping System in Brebes. *Bul.Penel.Hort.* 18(1) Edisi Khusus:19-30.
11. Lockwood, J.A., T.C. Sparks, and R.N. Story. 1984. Evolution of Insect Resistance to Insecticides : A Relevation of the Role of Physiology and Behaviour. *Bul.Entomol.Soc.Amer.* 30:41-51.
12. Moekasan, T.K., 1998. Status resistensi ulat bawang, *Spodoptera exigua* Hubn.Strain Brebes terhadap beberapa Jenis Insektisida. *J.Hort.* 7(4): 913-918.
13. _____. 2004. Pencampuran *Spodoptera Nuclear Polyhidrosis Virus* dengan Insektisida Kimia untuk Mortalitas Larva *Spodoptera exigua* Hubn. di Laboratoium. *J. Hort.* 14(3):178-187.
14. _____, E. Suryaningsih, I. Sulastrini, N. Gunadi, W. Adiyoga, A. Hendra, M.A. Martono, dan Karsum. 2004. Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Sistem Tanam Tumpanggilir Bawang Merah dan Cabai. *J. Hort.* 14(3):188-203.
15. Perez, C.J. dan A.M. Shelton. 1997. Insecticide Resistance and Resistance Management: Rasistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. *J. Econ. Entomol.* 90(1):87-93.
16. Sastrosiswojo, S., T. Koestoni dan A. Sukwida. 1989. Status Resistensi *Plutella xylostella* L. Strain Lembang terhadap Beberapa Jenis Insektisida Golongan Organofosfat, Piretroid Sintetik dan Benzoil Urea. *Bul. Penel. Hort.* 18(1):85-93.
17. Setiawati, W. 1996. Status Resistensi *Plutella xylostella* L. Strain Lembang, Pangalengan dan Garut terhadap Insektisida *Bacillus thuringiensis*. *J.Hort.* 6(4):387-391.
18. Setyobudi, L. O. Endarto, S. Wuryantini dan S. Andayani. 1995. Status Resistensi *Toxoptera citricidus* terhadap Beberapa Jenis Insektisida. *J.Hort.* 5(1):30-34.
19. Shelton, A.M., J.L. Robertson, J.D. Tang, C. Perez, S.D. Eigenrode, H.K. Preisler, W.T. Wilsey, and R.L. Cooley. 1993. Resistance of Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Subspecies in the Field. *J. Econ. Entomol.* 86:697-705.
20. Suhardi, T. Koestoni dan T.A. Soetiarso. 1994. Pengujian Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu pada Bawang Merah Berdasarkan Nilai Ambang Pengendalian dan Modifikasi Tipe Nozzle Alat Semprot. *Bul. Penel. Hort.* 26(4):100-107.
21. Soeyitno, J., I.M. Samudra dan D. Kilin. 1994. Kajian Resistensi Penggerek Padi Putih (*Scirpophaga innotata*) terhadap Insektisida Karbofuran di Jalur Pantura. *Prosiding Hasil Penelitian Pendukung Pengendalian Hama Terpadu*. Kerjasama Penelitian dan Pengembangan PHT, BAPPENAS dan BALITHORT Lembang. Hlm. 427-438.
22. Tandiabang, J. 1986. Tingkat Resistensi Wereng Hijau Terhadap Insektisida pada Empat Daerah di Sulawesi Selatan. *Bul.Penel.Pertanian Maros.* 1(1):1-4.
23. Winteringham, 1969. FAO Internasional Collaborative Program for Development of Standardizer Test for Resistance in Agricultural Pest to Pesticides. *FAO PI. Bul.* 17(4) :73-75.