



Tingkat resistensi insektisida emamektin benzoat terhadap ulat krop *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) di Kabupaten Cianjur, Jawa Barat

Resistance level of emamectin benzoate insecticide to *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) in Cianjur Regency, West Java

Kristoforus Sinyong, Nadzirum Mubin*, Djoko Prijono

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

(diterima Agustus 2023, disetujui November 2023)

ABSTRAK

Ulat krop kubis, *Crocidolomia pavonana* (F) merupakan hama penting yang menyerang tanaman Brassicaceae di Indonesia, salah satunya di Kabupaten Cianjur. Petani umumnya mengendalikan hama ini menggunakan insektisida sintetik seperti emamektin benzoate, akan tetapi penggunaan yang terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya resistensi hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat resistensi dan sebaran penggunaan emamektin benzoat terhadap ulat *C. pavonana* di Kabupaten Cianjur. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari lima desa di tiga kecamatan dan satu populasi standar dari laboratorium. Semua populasi *C. pavonana* diuji kepekaannya terhadap insektisida untuk menentukan LC_{50} dan dihitung tingkat resistensinya. Hasil pengujian menunjukkan *C. pavonana* asal Cianjur masih rentan terhadap emamektin benzoat. Perlakuan pada konsentrasi $22,08 \times 10^{-4}$ mg b.a/l pada 72 jam setelah perlakuan menyebabkan mortalitas semua populasi >90%. Nisbah resistensi *C. pavonana* di Kabupaten Cianjur dalam kategori sedang dengan kisaran 1,33–2,01. Nisbah resistensi tertinggi terdapat pada populasi Sindang Jaya yang didukung dengan penggunaan insektisida lebih dari 90% oleh petani di wilayah tersebut di lapangan sehingga mendukung informasi adanya indikasi resistensi terhadap bahan kimia tersebut. Kajian ini memberikan informasi bahwa persebaran penggunaan insektisida dan tingkat resistensi *C. pavonana* di suatu lokasi saling mendukung.

Kata kunci: Brassicaceae, indikasi resistensi, insektisida sintetik, nisbah resistensi

ABSTRACT

The cabbage crop caterpillar, *Crocidolomia pavonana*, that can be very damaging to Brassicaceae plants in Indonesia, particularly in the Cianjur Regency. Farmers in the area have been using synthetic insecticides like emamectin benzoate to control this pest, but it seems that continuous use of these insecticides can lead to resistance in the pest. This research aimed to determine the level of resistance and distribution of emamectin benzoate in *C. pavonana* in Cianjur Regency. Field populations of *C. pavonana* were collected from five villages in three districts in Cianjur Regency. As a comparison, a laboratory population was used to determine the resistance ratio. All populations were tested for toxicity to determine the LC_{50} . The results showed that populations of *C. pavonana* from Cianjur Regency were still susceptible to emamectin benzoate. Treatment at 22.08×10^{-4} mg a.i/l concentration in 72 hours after treatment showed that the population's mortality was >90%. The resistance ratios of *C. pavonana* in Cianjur Regency were quite concerning (resistance indication), with a range of 1.33–2.01 indicating resistance to emamectin benzoate was moderate. Interestingly, the Sindang Jaya

*Penulis korespondensi: Nadzirum Mubin. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, Indonesia, Tel: 0251-8629364/0251-862936, Email: mubin.nadzirum@apps.ipb.ac.id

population showed the highest resistance ratio. It's worth noting that over 90% of farmers in the region use this insecticide in the field, which supports the idea of resistance to the chemical. This study provided valuable insight into the distribution of insecticide used and resistance levels of *C. pavonana* in the area support each other.

Key words: Brassicaceae, insecticide resistance, resistance ratio, synthetic insecticides

PENDAHULUAN

Ulat krop *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman Brassicaceae, seperti kubis, brokoli, sawi, dan lobak (Kalshoven 1981; Smyth et al. 2003). Serangan *C. pavonana* pada musim kemarau dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 100% dan serangan satu individu larva *C. pavonana* pada tanaman umur 15 hari dapat menyebabkan kerusakan ekonomi jika tidak dikendalikan (Sudarwohadi 1975; Hariza 2016; Mbogho et al. 2021).

Aplikasi insektisida merupakan pengendalian yang paling umum dilakukan oleh petani dalam mengendalikan *C. pavonana*. Rauf et al. (2004) melaporkan 95% petani kubis di Jawa Barat mengendalikan hama dengan insektisida dan lebih dari 80% di antaranya melakukan aplikasi secara rutin dengan interval waktu tertentu. Emamektin benzoat merupakan salah satu bahan aktif insektisida yang paling banyak digunakan di Cianjur, Sukabumi, Lembang (Rauf et al. 2004; Lestariningsih et al. 2020). Emamektin benzoat merupakan homolog sintetik avermektin dengan penambahan gugus benzoat (Pitterna 2019). Emamektin benzoat merupakan racun syaraf golongan 6 sebagai aktivator saluran ion klorida oleh glutamat dan menyebabkan kelumpuhan dan kematian serangga pada 2–4 hari setelah aplikasi (IRAC 2020; Pitterna 2019).

Aplikasi insektisida secara terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya resistensi hama. Dono et al. (2010) melaporkan *C. pavonana* asal Pengalengan, Bandung resisten terhadap profenofos melalui pengujian efek kontak dengan nisbah resistensi diatas 4,00. Selain itu, Tarwotjo et al. (2014) melaporkan adanya indikasi resistensi hama ulat daun kubis *Plutella xylostella* Linnaeus terhadap emamektin benzoat di Jawa Tengah dengan nisbah resistensi mencapai 3,97. Kajian resistensi pada ulat *C. pavonana* perlu diketahui agar penggunaan suatu insektisida pada suatu lokasi yang dapat memicu resistensi dapat

dihindari. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat resistensi dan sebaran penggunaan emamektin benzoat terhadap ulat *C. pavonana* di Kabupaten Cianjur.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

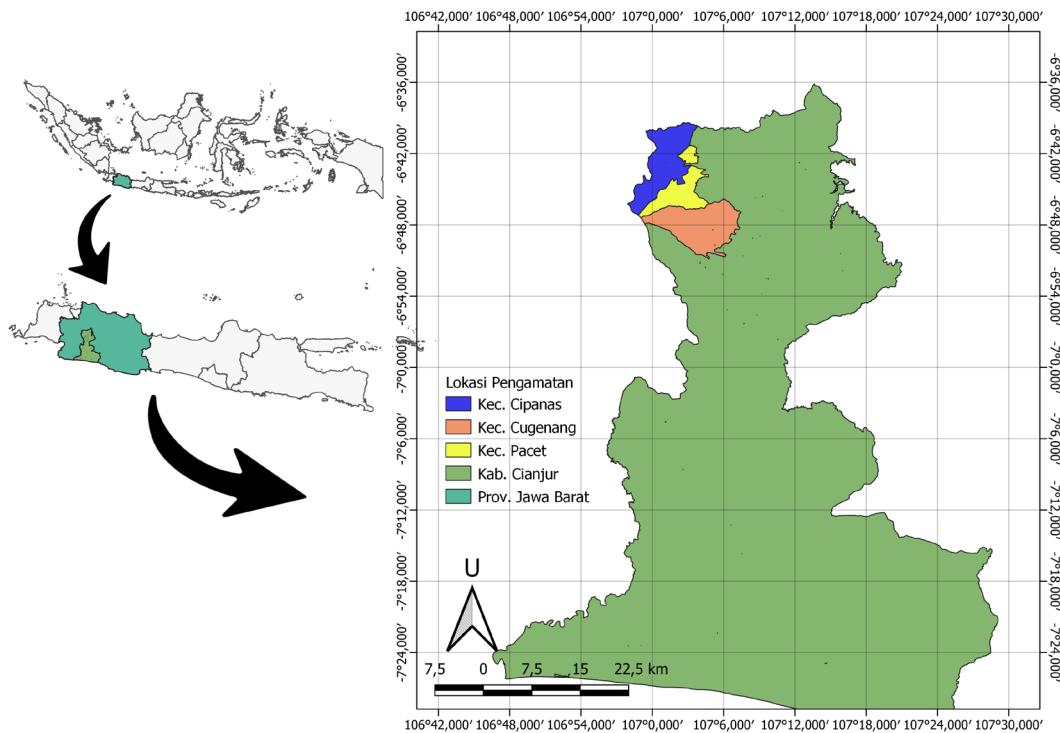
Penelitian dilakukan terdiri atas dua sub topik, yaitu pengujian resistensi dan wawancara petani untuk mengetahui sebaran penggunaan insektisida di lapangan. Pengambilan sampel serangga dan wawancara dilakukan di Kabupaten Cianjur yang merupakan salah satu daerah sentra produksi kubis di Jawa Barat (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan di lima desa yang tersebar di tiga kecamatan sentra produksi kubis di Kabupaten Cianjur, yaitu Desa Sindang Jaya dan Ciloto (Kecamatan Cipanas), Desa Ciherang dan Ciputri (Kecamatan Pacet), dan Desa Nyalindung (Kecamatan Cugenang) (Gambar 1, Tabel 1).

Kelima lokasi tersebut terkonfirmasi terdapat pertanaman kubis (*Brassica oleracea* var. *oleracea*), brokoli (*B. oleracea* var. *italica*), pakcoy (*B. rapa* subsp. *chinensis*), caisim (*B. rapa* subsp. *parachinensis*) dan sawi putih (*B. rapa* subsp. *pekinensis*) yang merupakan inang dari *C. pavonana* (Tabel 1).

Pengujian toksistas insektisida terhadap ulat *C. pavonana* dilakukan di Laboratorium PT. Agriculture Construction (Agricon) Indonesia dari Juni hingga Oktober 2021.

Uji kepekaan *C. pavonana* terhadap insektisida emamektin benzoat

Perbanyakkan pakan. Perbanyakkan tanaman brokoli dilakukan sebagai bahan pakan, peletakan telur, dan pakan pengujian. Perbanyakkan dilakukan dengan penanaman brokoli. Penanaman brokoli diawali dengan penyemaian benih. Benih brokoli yang digunakan adalah benih dengan merek dagang *Green Magic*. Benih brokoli disemai dengan media tanam tanah dan kompos dengan



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.
Figure 1. Locations of sample collection in Cianjur District, West Java.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel pada lima desa di Cianjur, Jawa Barat
Table 1. Locations of sample collection in five villages in Cianjur, West Java

| Desa (Kecamatan) (Villages (Sub-Districts)) | Koordinat (Coordinates) | Brassicaceae yang dijumpai (Brassicaceae found) |
|--|------------------------------|--|
| Sindang Jaya (Cipanas) | 107°00'29.5"BT, 6°45'01.6"LS | Brokoli, pakcoy, dan caisim (Broccoli, pakcoy, mustard greens) |
| Ciloto (Cipanas) | 107°00'29.5"BT, 6°45'01.6"LS | Kubis, brokoli, pakcoy, caisim, sawi putih (Cabbage, broccoli, bok choy, mustard greens, chinese cabbage) |
| Ciherang (Pacet) | 107°03'00.3"BT, 6°45'20.6"LS | Kubis, brokoli, pakcoy, caisim, sawi putih (Cabbage, broccoli, bok choy, mustard greens, chinese cabbage) |
| Ciputri (Pacet) | 107°01'44.6"BT, 6°46'19.5"LS | Kubis, brokoli, pakcoy, caisim, sawi putih (Cabbage, broccoli, bok choy, mustard greens, chinese cabbage) |
| Nyalindung (Cugenang) | 107°03'27.3"BT, 6°47'37.9"LS | Kubis, brokoli, pakcoy, caisim, sawi putih (Cabbage, broccoli, bok choy, mustard greens, chinese cabbage) |

perbandingan 1:1 (bobot/bobot). Bibit yang telah berumur 4 minggu atau setidaknya berdaun 4 dipindah tanam ke *polybag* ukuran 30 cm × 30 cm dengan media tanam tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 (bobot/bobot).

Pemeliharaan tanaman brokoli dilakukan dengan penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, dan pemupukan. Penyiraman dilakukan pada pagi atau sore hari sesuai dengan kondisi dan kebutuhan. Penyulaman dilakukan pada dua minggu setelah tanam dengan mengganti tanaman

mati dengan bibit yang baru. Penyiangan gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma secara kontinyu. Pemupukan dilakukan pada 30 hari setelah tanam dengan pemberian pupuk NPK dosis 1 g/*polybag*. Tanaman brokoli yang berumur kurang lebih 60 hari setelah tanam diambil daunnya dan digunakan sebagai pakan, peletakan telur dan media pengujian.

Koleksi dan pemeliharaan serangga uji. Larva *C. pavonana* dikoleksi dari lima desa di

tiga kecamatan. Populasi standar (laboratorium) merupakan koleksi Lab. Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, IPB University yang telah dipelihara bebas insektisida selama 10–15 generasi.

Pemeliharaan serangga mengacu pada Prijono & Hassan (1992). Sebanyak 100 larva dikoleksi perlokasi dan dipelihara hingga mendapatkan F1. Larva dipelihara dalam kotak plastik (34 cm × 27 cm × 6 cm) dengan tutup kasa dan diberi pakan hasil perbanyakan (daun brokoli). Larva yang memasuki prapupa diletakkan pada wadah berisi serbuk gergaji dan dimasukkan ke dalam kurungan kasa (60 cm × 30 cm × 30 cm). Imago yang muncul diberi pakan larutan madu 10% (v/v) yang diserapkan pada kapas. Media peletakan telur digunakan daun brokoli yang diletakkan pada tabung berisi air dan diletakkan pada kurungan. Kelompok telur dikumpulkan setiap hari dan diletakkan dalam wadah plastik hingga menetas dan memasuki siklus hidup berikutnya.

Penyediaan insektisida uji. Insektisida yang digunakan, yaitu Emacel 30 EC dengan bahan aktif emamektin benzoat 30 g/l. Selain itu, juga digunakan perekat Agristik 400L (alkilaryl poliglikol eter 400 g/l).

Penentuan toksisitas kerentanan acuan. Penentuan tingkat kerentanan acuan dilakukan pada populasi rentan (laboratorium) untuk menentukan konsentrasi yang akan digunakan pada uji toksisitas populasi lapangan, dengan harapan dapat mematikan 15–95% populasi rentan. Pengenceran insektisida dilakukan secara berseri sebanyak lima konsentrasi dibawah konsentrasi anjuran dengan pembagi dua kali dan kontrol. Insektisida diencerkan menggunakan larutan Agristik dengan konsentrasi 0,1 ml/l. Perlakuan kontrol menggunakan larutan Agristik 0,1 ml/l.

Daun brokoli segar dipotong dengan ukuran 4 cm × 4 cm selanjutnya dicelupkan pada masing-masing sediaan insektisida uji dan kontrol hingga permukaan basah merata lalu ditiriskan. Pengujian dilakukan pada larva instar II populasi rentan. Sebanyak 40 larva per konsentrasi termasuk kontrol dibagi ke dalam empat cawan petri dan diberi tiga potongan daun brokoli/petri dengan konsentrasi tertentu. Pengamatan mortalitas dilakukan 72 jam setelah perlakuan (JSP).

Pengujian kepekaan populasi *C. pavonana* terhadap insektisida. Uji kepekaan populasi *C. pavonana* terhadap insektisida dilakukan pada kelima populasi lapang (F1) maupun populasi standar. Pengujian menggunakan 60 larva instar II per konsentrasi termasuk kontrol. Pengujian dilakukan menggunakan lima taraf konsentrasi yang telah diperoleh sebelumnya pada uji pendahuluan, yaitu $1,828 \times 10^{-4}$; $3,348 \times 10^{-4}$; $5,383 \times 10^{-4}$; $8,964 \times 10^{-4}$; dan $22,088 \times 10^{-4}$ mg b.a/l. Prosedur pengujian dan pengamatan dilakukan seperti uji sebelumnya. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua ulangan. Pengamatan mortalitas dilakukan pada 72 JSP.

Pengambilan data penggunaan insektisida

Wawancara terstruktur dilakukan untuk mengetahui gambaran penggunaan emamektin benzoat di lapangan. Wawancara dilakukan kepada 30 petani yang tersebar di lima lokasi pengambilan sampel.

Analisis data

Data mortalitas dianalisis probit untuk menentukan LC_{15} , LC_{35} , LC_{50} , LC_{75} , dan LC_{95} menggunakan program PoloPlus (LeOra Software 1987). Penghitungan nisbah resistensi (NR) pada serangga dihitung menggunakan rumus:

$$NR = \frac{LC_{50} \text{ populasi lapang}}{LC_{50} \text{ populasi standart}}$$

Populasi serangga uji dinyatakan telah resisten jika memiliki $NR \geq 4$ dan indikasi resisten jika $1 < NR < 4$ (Winteringham 1969). Sementara itu, data wawancara penggunaan insektisida di lapangan diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* 2019.

HASIL

Respons kepekaan populasi *C. pavonana* terhadap emamektin benzoat

Hasil pengamatan kepekaan pada lima populasi lapang dan populasi rentan menunjukkan bahwa semua populasi masih peka terhadap insektisida berbahan aktif emamektin benzoat. Perlakuan konsentrasi $22,08 \times 10^{-4}$ mg b.a/l pada 72 JSP menunjukkan mortalitas populasi-populasi >90% (Gambar 2). Konsentrasi tersebut sangat

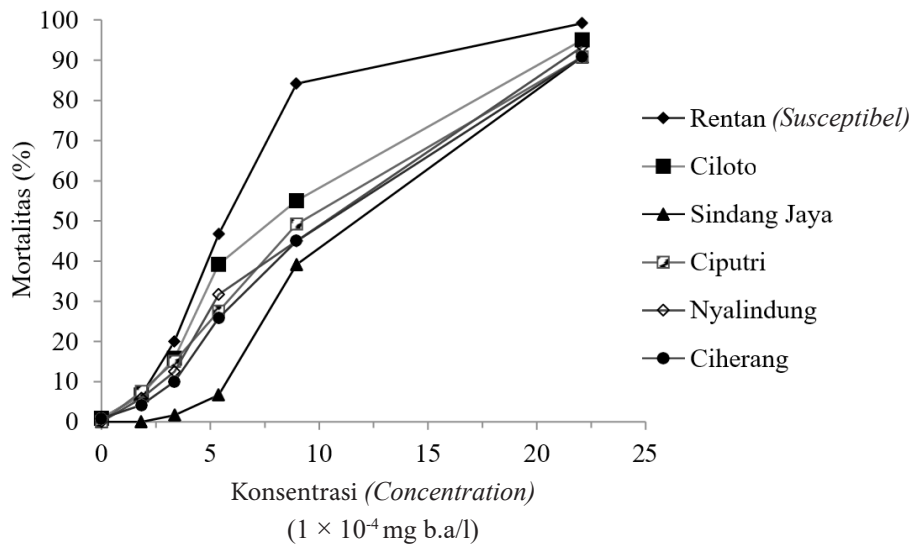
jauh di bawah konsentrasi anjuran, yaitu 45 mg b.a/l atau sekitar 204.545 kali lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa emamektin benzoat sangat toksik terhadap larva *C. pavonana*.

Populasi ulat krop dari Sindang Jaya dan standar memiliki kepekaan yang tinggi terhadap emamektin benzoat pada konsentrasi tertentu. Populasi rentan menunjukkan kepekaan tinggi pada empat konsentrasi awal dengan mortalitas 84,16%, sedangkan populasi Sindang Jaya menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi $5,38 \times 10^{-4}$ mg b.a/l menjadi $8,96 \times 10^{-4}$ mg b.a/l atau penambahan konsentrasi sekitar 1,66 kali menyebabkan peningkatan mortalitas 32,50%. Kepekaan yang tinggi ini ditandai dengan kemiringan regresi (*slope*) yang tinggi (Tabel 2).

Nisbah resistensi dan sebaran penggunaan insektisida terhadap ulat *C. pavonana*

Hasil uji toksisitas insektisida pada populasi-populasi lapang menunjukkan adanya indikasi resisten *C. pavonana* terhadap emamektin benzoat. Nisbah resistensi (NR) yang diperoleh berkisar 1,339 hingga 2,017 (Tabel 2). Hasil nisbah resistensi menunjukkan berada pada kisaran 1–4 yang artinya populasi tersebut terindikasi resisten.

Selain penggunaannya yang luas, konsentrasi bahan aktif dalam formulasi insektisida dan konsentrasi aplikasi juga berpengaruh terhadap tingkat resistensi hama. Konsentrasi bahan aktif dalam formulasi insektisida sangat beragam (Tabel 3). Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan aktif pada konsentrasi anjuran setiap merek dagang



Gambar 2. Respons kepekaan populasi *Crocidolomia pavonana* terhadap emamektin benzoat pada 72 jam setelah perlakuan.

Figure 2. Sensitivity response of *Crocidolomia pavonana* population to emamectin benzoate at 72 hours after treatment.

Tabel 2. Nisbah resistensi *Crocidolomia pavonana* terhadap emamektin benzoate di Kabupaten Cianjur N = 720

Table 2. Resistance ratio of *Crocidolomia pavonana* to emamectin benzoate in Cianjur Regency N = 720

| Populasi (Populations) | $b \pm GB^a$ | LC ₅₀ (SK 95%) ^b (1 × 10 ⁻⁴ mg b.a/l) | NR ^c |
|------------------------|---------------|--|-----------------|
| Rentan | 3,875 ± 0,293 | 5,352 (4,633–6,206) | |
| Sindang Jaya | 4,433 ± 0,321 | 10,795 (9,950–11,789) | 2,017 |
| Ciherang | 3,046 ± 0,233 | 9,026 (7,632–10,952) | 1,686 |
| Ciputri | 2,605 ± 0,191 | 8,251 (6,431–11,283) | 1,541 |
| Nyalindung | 2,809 ± 0,202 | 8,213 (6,163–11,968) | 1,534 |
| Ciloto | 2,921 ± 0,216 | 7,171 (5,876–8,969) | 1,339 |

^ab: kemiringan garis regresi probit, GB: galat baku. ^bSK: selang kepercayaan. ^cNR: nisbah resistensi.

(^ab: slope of the probit regression, GB: standard error. ^bSK: confidence interval). ^cNR: resistance ratio).

beragam pula. Konsentrasi anjuran insektisida terendah sekitar 0,05 mg b.a/l, sedangkan insektisida dengan konsentrasi anjuran tertinggi 82,5 mg b.a/l atau sekitar 1.650 kali lebih tinggi. Selain itu, sebanyak 67% responden menyatakan tidak menggunakan sesuai dengan dosis anjuran (Gambar 3).

NR tertinggi terdapat pada populasi Sindang Jaya dan diikuti oleh populasi Ciherang dengan NR berturut-turut 2,017 dan 1,686 (Tabel 2). Nilai NR yang tinggi ini mengindikasikan tingginya penggunaan insektisida berbahan aktif emamektin benzoat di daerah ini. Hal ini didukung oleh data penggunaan insektisida emamektin benzoat oleh semua responden di kedua desa ini yang mana mereka rutin menggunakan insektisida berbahan aktif emamektin benzoat setidaknya dalam dua musim tanam terakhir (Gambar 4). Selain itu, 4 dari

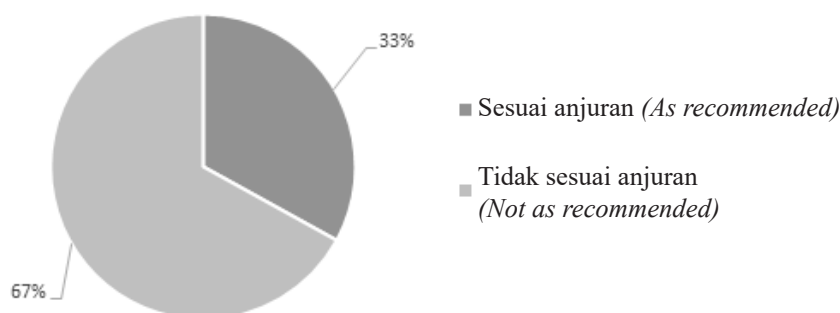
6 responden di Desa Sindang Jaya menyatakan rutin melakukan pengendalian menggunakan insektisida berbahan aktif emamektin benzoat terhadap tanaman brokoli dengan interval aplikasi 4–7 hari sekali (Tabel 4). Selain itu 4 responden menyatakan jarang bahkan tidak pernah melakukan rotasi insektisida artinya secara terus menerus menggunakan merk dagang insektisida yang sama. Sementara itu, responden lain menyatakan bahwa mereka melakukan rotasi insektisida setiap musim tanamnya, namun ketika ditelusuri lebih lanjut mereka hanya merotasi merk dagang insektisida karena insektisida yang mereka gunakan berbahan aktif emamektin benzoat dan abamektin.

Populasi Ciloto merupakan populasi dengan NR terendah, yaitu 1,339. Rendahnya NR ini karena petani di lokasi tersebut melakukan rotasi insektisida. Sebagian besar responden di Ciloto

Tabel 3. Penggunaan emamektin benzoat dan abamektin di Kabupaten Cianjur

Table 3. The use of emamectin benzoate and abamectin in Cianjur Regency

| Merek dagang (Merk) | Bahan aktif (Active ingredients) | Konsentrasi anjuran (Recommended concentration) (mg b.a/l) | Jumlah responden (Number of respondents) |
|--|--|--|--|
| Emacel 30 EC | Emamektin benzoat 30 g/l | 45,00 | 21 |
| Proclaim 5 SG | Emamektin benzoat 5% | 0,05 | 7 |
| Tronton 50 EC | Emamektin benzoat 50 g/l | 75,00 | 2 |
| DKFenzo 120 SC | Emamektin benzoat 20 g/l, Klorfenapir 100 g/l | 30,00 | 2 |
| Siklon 7,5 SG | Emamektin benzoat 7,5% | 0,075 | 2 |
| Amazone 80 SC | Emamektin benzoat 30 g/l, lufenuron 50 g/l | 45,00 | 1 |
| Mateni 340 EC | Klorfenvinfos 285 g/l, emamektin benzoat 55 gr/l | 82,50 | 1 |
| Responden pengguna emamektin benzoat (Respondents used emamectin benzoate) | | | 27 |
| Abacel 18 EC | Abamektin 18 g/l | 18,00 | 6 |
| Besgrimex 36 EC | Abamektin 36 g/l | 36,00 | 1 |
| Responden pengguna abamektin (Respondents used abamectin) | | | 7 |



Gambar 3. Persentase kesesuaian petani dalam menggunakan insektisida di Kabupaten Cianjur.

Figure 3. Percentage of farmers in using insecticides based on recommended concentration in Cianjur Regency.

menyatakan rutin melakukan rotasi insektisida (Tabel 5). Selain emamektin benzoat, bahan aktif yang banyak digunakan juga adalah spinetoram 120 g/l dengan merek dagang Endure 120 SC.

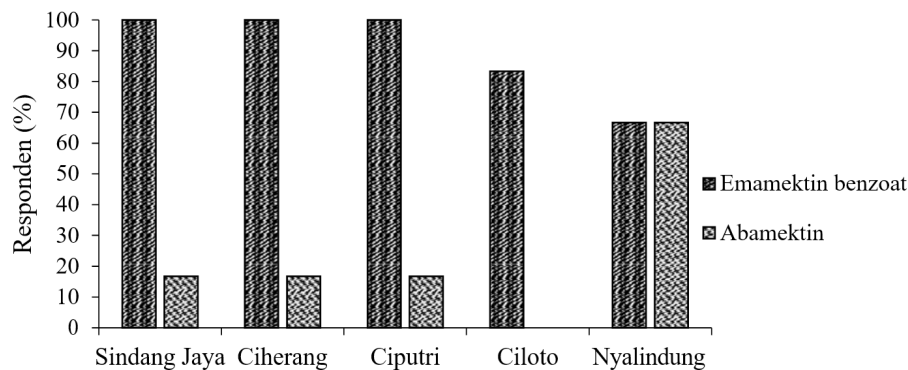
PEMBAHASAN

Respons kepekaan populasi *C. pavonana* terhadap insektisida emamektin Benzoat

Ulat krop (*C. pavonana*), merupakan hama yang memiliki inang yang cukup luas khususnya dari kelompok Brassicaceae. Pemanfaatan bahan kimia seperti insektisida sering digunakan sebagai bagian upaya untuk mengendalikan hama tersebut agar populasinya turun dan tidak menyebabkan kerusakan pada tanaman serta tidak menimbulkan kerugian secara ekonomi. Akan tetapi, penggunaan

insektisida sintetik seringkali kurang tepat dalam proses aplikasinya karena tidak menerapkan 5T, yaitu tepat sasaran, tepat jenis pestisida, tepat waktu, tepat dosis/konsentrasi, dan tepat cara aplikasi (Direktorat Pupuk dan Pestisida 2020). Aplikasi di lapangan seringkali menggunakan satu jenis insektisida untuk mengendalikan beragam jenis hama atau ketika terjadi keampuhan pada satu jenis insektisida maka penggunaannya dilakukan secara terus menerus. Perilaku demikian dapat memicu timbulnya risiko kekebalan/resistensi pada serangga hama termasuk *C. pavonana*.

Resistensi merupakan suatu perubahan yang dapat diturunkan pada keturunannya dalam hal kepekaan populasi hama yang terlihat dari kegagalan berulang dalam aplikasi pestisida untuk mendapatkan hasil yang diharapkan pada konsentrasi/dosis rekomendasi untuk jenis hama



Gambar 4. Sebaran penggunaan emamektin benzoat dan abamektin di lokasi pengambilan sampel.
Figure 4. Distribution of the use of emamectin benzoate and abamectin at the sampling locations.

Tabel 4. Frekuensi aplikasi insektisida di Kabupaten Cianjur
Table 4. Frequency of insecticide application in Cianjur Regency

| Frekuensi aplikasi (Application frequency) | Jumlah responden (Number of respondents) | | | | | Total |
|---|--|----------|---------|------------|--------|-------|
| | Sindang Jaya | Ciherang | Ciputri | Nyalindung | Ciloto | |
| 4–7 hari (days) | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| 7–10 hari (days) | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 20 |
| >10 hari (days) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Tabel 5. Rotasi insektisida di Kabupaten Cianjur
Table 5. Rotation of insecticides in Cianjur Regency

| Rotasi insektisida (Insecticide rotation) | Jumlah responden (Number of respondents) | | | | | Total |
|---|--|----------|---------|------------|--------|-------|
| | Sindang Jaya | Ciherang | Ciputri | Nyalindung | Ciloto | |
| Musiman (Seasonal) | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 10 |
| Umur tanaman (Age of plant) | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Tingkat efektivitas (Level of effectiveness) | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| Jarang (Rarely) | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 15 |

tertentu (IRAC 2023). Kepekaan atau resistensi suatu serangga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi meliputi genetik dari serangga tersebut, siklus hidup dan keperidian dari suatu serangga. Faktor eksternal seringkali memberikan tekanan/cekaman yang besar, seperti penggunaan insektisida dengan intensitas yang tinggi, penggunaan satu bahan aktif insektisida secara terus menerus, dan toksisitas insektisida yang tinggi sehingga dapat mempercepat laju terjadinya resistensi.

Respons kepekaan pada lima populasi lapang dan populasi rentan menunjukkan bahwa semua populasi masih peka terhadap insektisida berbahan aktif emamektin benzoat. Perlakuan konsentrasi $22,08 \times 10^{-4}$ mg b.a/l pada 72 JSP menunjukkan mortalitas populasi-populasi >90%. Konsentrasi tersebut sangat jauh di bawah konsentrasi anjuran, yaitu 45 mg b.a/l atau sekitar 204.545 kali lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa emamektin benzoat masih sangat toksik terhadap larva *C. pavonana*. Jansson & Dybas (1998) melaporkan emamektin benzoat lebih toksik terhadap Ordo Lepidoptera dibandingkan abamektin dengan LC_{90} pada larva *Spodoptera exigua* (Hübner) dan *S. frugiperda* (Smith) masing-masing 0,005 dan 0,010 ppm atau sekitar 2 dan 4 kali lebih tinggi dari konsentrasi perlakuan tertinggi.

Populasi Sindang Jaya dan populasi standar memiliki kepekaan yang tinggi terhadap emamektin benzoat pada konsentrasi tertentu. Hal ini terlihat bahwa populasi standar menunjukkan adanya kepekaan tinggi pada empat konsentrasi awal dengan mortalitas 84,16%, sedangkan populasi Sindang Jaya menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi $5,38 \times 10^{-4}$ mg b.a/l menjadi $8,96 \times 10^{-4}$ mg b.a/l atau penambahan konsentrasi sekitar 1,66 kali menyebabkan peningkatan mortalitas 32,50%. Kepekaan yang tinggi ini ditandai dengan kemiringan regresi (*slope*) yang tinggi. Kemiringan regresi yang tinggi mengindikasikan keragaman rendah atau kedua populasi tersebut memiliki keragaman yang lebih homogen dalam populasinya dibandingkan populasi lainnya. Keragaman yang homogen ini menunjukkan tingkat kepekaan individu-individu dalam satu populasi tersebut relatif sama (Kerns et al. 1998). Keseragaman populasi rentan

disebabkan oleh aktivitas pemeliharaan selama 10–15 generasi dengan tidak adanya penambahan gen dari luar, sedangkan keseragaman populasi Sindang Jaya diduga terjadi karena proses seleksi akibat penggunaan emamektin benzoat dimana individu-individu dengan gen rentan akan terseleksi sehingga menyisakan individu-individu dengan gen relatif tahan. Menurut IRAC (2020) seleksi resistensi merupakan konsekuensi dari seleksi Darwin yang menyebabkan evolusi populasi menjadi resisten terhadap insektisida.

Populasi Ciloto, Ciputri, Nyalindung, dan Ciherang memiliki respons kepekaan yang relatif sama. Hal ini ditandai dengan kemiringan regresi (*slope*) yang tidak jauh berbeda berkisar 2,605–3,046 dan lebih rendah dari populasi rentan dari Sindang Jaya. Kemiringan regresi yang rendah menunjukkan keempat populasi ini memiliki keragaman genetik yang lebih beragam dan tidak terlalu peka terhadap perubahan dibandingkan populasi rentan dan Sindang Jaya. Tarwotjo (2014) menjelaskan populasi yang beragam menunjukkan adanya keragaman tanggapan terhadap aplikasi insektisida sehingga jika populasi tersebut mengalami seleksi resistensi dengan bahan aktif yang sama secara terus-menerus kemungkinan populasi tersebut cepat mengalami resistensi.

Nisbah resistensi dan sebaran penggunaan insektisida emamektin benzoat terhadap *C. pavonana*

Nisbah resistensi dapat dihitung dengan mencari LC_{50} populasi lapangan yang dibandingkan dengan LC_{50} populasi standar. Populasi *C. pavonana* asal Cianjur menunjukkan nilai nisbah resistensi yang tergolong sedang, yaitu antara 1–4. Hal ini menunjukkan bahwa nilai nisbah resistensi yang dihasilkan dalam kategori terindikasi resisten. Jika nilai yang dihasilkan lebih dari 4 maka populasi yang ditemukan di lapangan termasuk dalam kategori resisten.

Indikasi resistensi ini menjelaskan bahwa terjadi perkembangan ketahanan *C. pavonana* terhadap emamektin benzoat di Kabupaten Cianjur walaupun belum mencapai tingkat resisten. Widyawati (2012) melaporkan bahwa hama ulat krop *C. pavonana* asal Kabupaten Cianjur dilaporkan memiliki nisbah resistensi sekitar 1,50 terhadap abamektin. Selain itu, Dono et al. (2014)

juga melaporkan bahwa terdapat indikasi resistensi pada ulat *C. pavonana* terhadap profenofos dengan nilai nisbah resistensi sekitar 2,89. Nilai nisbah resistensi populasi-populasi dari Cianjur yang tergolong sedang didukung dengan adanya penggunaan emamektin benzoat yang banyak digunakan di Kabupaten Cianjur. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani, sebanyak 90% (n: 30 petani) di Kabupaten Cianjur pernah menggunakan emamektin benzoat dan menggunakan secara rutin setidaknya dalam dua musim tanam terakhir.

Paparan insektisida secara terus menerus dapat menurunkan kerentanan hama terhadap insektisida. Frekuensi aplikasi dan konsentrasi berpengaruh pada tekanan seleksi yang diterima oleh serangga. Semakin tinggi frekuensi dan konsentrasi aplikasi, semakin tinggi pula tekanan seleksinya. Dono et al. (2014) menjelaskan tekanan seleksi yang tinggi dapat mempercepat seleksi serangga rentan sehingga populasi selanjutnya akan didominasi oleh serangga dengan gen resisten. Aplikasi insektisida secara terus menerus dengan bahan aktif yang sama menyebabkan populasi serangga hama berangsur-angsur menjadi serangga resisten (FAO 2012).

Lokasi pengambilan sampel populasi ulat *C. pavonana* di Kabupaten Cianjur terdiri atas empat lokasi. Populasi Ciputri dan Nyalindung memiliki nisbah resistensi yang hampir sama. Hal ini karena kedua populasi ini berada pada jarak yang tidak terlalu jauh yang berlokasi di lereng Gunung Gede-Pangrango. Hal ini memungkinkan interaksi (perkawinan) imago *C. pavonana* pada kedua populasi ini di lapangan. Perkawinan *C. pavonana* menyebabkan pertukaran gen sehingga menyebabkan kedua populasi ini memiliki kesamaan genetik (Tarwotjo 2014). Selain itu, populasi Nyalindung diduga mengalami resistensi silang akibat penggunaan insektisida berbahan aktif abamektin. Hal ini didukung oleh 4 dari 6 responden yang menyatakan menggunakan insektisida berbahan aktif abamektin secara rutin dalam dua musim tanam terakhir. Insektisida emamektin benzoat dan abamektin memiliki cara kerja dan target site yang sama. Shen et al. (2020) melaporkan adanya resistensi silang metaflumizon akibat aplikasi indoxacarb pada *P. xylostella*. Selain itu, Muraro et al. (2021) juga

melaporkan adanya resistensi silang yang terjadi pada ulat grayak jagung (*S. frugiperda*) akibat penggunaan insektisida emamektin benzoat yang terus menerus.

Rotasi insektisida dengan cara kerja yang berbeda diyakini dapat menurunkan tekanan seleksi oleh bahan aktif tertentu sehingga memperlambat laju resistensi hama terhadap salah satu bahan aktif (FAO 2012). Selain itu, lokasi pengambilan sampel di Desa Ciloto memiliki lokasi yang terisolasi oleh perumahan warga dan berjarak sekitar 4 km dari lokasi pengambilan sampel terdekat, yaitu Desa Sindang Jaya. Lokasi yang terisolasi menghambat interaksi antara kedua populasi serangga sehingga menyebabkan populasi relatif homogen (Tarwotjo 2014).

Penggunaan insektisida berbahan aktif emamektin benzoat di Kabupaten Cianjur untuk mengendalikan hama pertanian kubis sangat tinggi dan sudah digunakan relatif lama. Sejak tahun 2004 telah dilaporkan sebanyak 57,5% petani di Cianjur dan Sukabumi menggunakan insektisida berbahan aktif emamektin benzoat dan 12,5% menggunakan insektisida berbahan aktif abamektin (Rauf et al. 2004). Walaupun demikian, *C. pavonana* asal Kabupaten Cianjur masih sangat rentan dan memiliki nisbah resistensi yang relatif rendah dibandingkan *P. xylostella* terhadap residu insektisida berbahan aktif emamektin benzoat. Tarwotjo (2014) melaporkan nisbah resistensi *P. xylostella* terhadap emamektin benzoat sekitar 3,97 atau mendekati resisten. Hal ini diduga terjadi karena *C. pavonana* bertahan di lapangan dengan mengembangkan resistensi perilaku dan morfologi sehingga terhindar dari kematian akibat aplikasi insektisida. Gómez-Guzmán et al. (2017) menjelaskan resistensi perilaku yang terjadi pada serangga menunjukkan kecenderungan serangga terbang menjauhi zona aplikasi pestisida. Hal ini didukung dengan populasi *C. pavonana* asal Ciloto, Nyalindung, Ciputri, dan Sindang Jaya yang dikoleksi pada pertanaman-pertanaman yang tidak terawat dan tanaman sisa panen. Selain itu, *C. pavonana* dilaporkan memiliki NR 4,04 terhadap profenofos melalui pengujian efek kontak yang mengindikasikan adanya hambatan penetrasi insektisida secara kontak terhadap *C. pavonana*, salah satunya dapat disebabkan oleh penebalan kutikula (Dono et al. 2010; Dono et al. 2018).

Nisbah resistensi merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menjadi dasar penentuan strategi pengendalian. Nilai nisbah resistensi yang tinggi (>4) menyebabkan serangga hama tidak dapat dikendalikan dengan jenis pestisida yang sama sehingga strategi pengendalian dengan cara merotasi jenis bahan aktif insektisida dengan yang memiliki cara kerja berbeda menjadi penting. Selain itu, nilai nisbah resistensi pada rentang 1–4 juga memerlukan perhatian khusus karena populasi serangga hama di lokasi tersebut sudah mengkhawatirkan sehingga penggunaan insektisida dengan bahan aktif atau cara kerja yang sama harus segera diganti atau dirotasi.

KESIMPULAN

Larva *C. pavonana* dari kelima lokasi di Kabupaten Cianjur masih rentan terhadap insektisida berbahan aktif emamektin benzoat. Berdasarkan uji kepekaan, ulat *C. pavonana* asal Kabupaten Cianjur terindikasi resisten dengan nisbah resistensi pada rentang 1,33 hingga 2,01. Indikasi resistensi ini didukung dengan tingginya penggunaan emamektin benzoat di Kabupaten Cianjur, yaitu 90% serta sekitar sisanya menggunakan insektisida abamektin. Nisbah resistensi tertinggi terdapat pada populasi Sindang Jaya (2,01) dengan kategori indikasi resisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS Kab. Cianjur] Badan Pusat Statistik Kabupaten Cianjur. 2021. *Kabupaten Cianjur dalam Angka 2021*. Cianjur: BPS Kab.Cianjur.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik hortikultura 2020. Jakarta: BPS RI. [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. 2020. *Crocidolomia binotalis*. [distribution map]. Available at: <https://www.cabi.org/ISC/abstract/20056600236> [accessed 20 November 2020].
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides: Guidelines on Prevention and Management of Pesticide Resistance*. Rome: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. *Food and Agriculture Organization Statistic (FAOSTAT)*. Rome: FAO.
- [IRAC] Insecticide Resistance Action Committee. 2020. IRAC mode of action classification scheme. Available at: <https://irac-online.org/documents/moa-classification/> [accessed 26 April 2020].
- [IRAC] Insecticide Resistance Action Committee. 2023. Introduction to resistance. Available at: <https://irac-online.org/training-centre/resistance/#:~:text=Resistance%20may%20be%20defined%20as,recommendation%20for%20that%20pest%20species> [accessed 27 December 2023].
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2020. Kumpulan peraturan pestisida. Jakarta: Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian. Available at: <https://psp.pertanian.go.id/storage/475/buku-kump-peraturan-pestisida.pdf> [accessed 27 December 2023].
- Dono D, Ismayana S, Idar, Prijono D, Muslikha I. 2010. Status dan mekanisme resistensi biokimia *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) terhadap insektisida organofosfat serta kepekaannya terhadap insektisida botani ekstrak biji *Barringtonia asiatica*. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 7:9–27. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.7.1.9>.
- Dono D, Natawigena WD, Kharismansyah HR. 2014. Resistance status of *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae) from Pasirwangi Garut, West Java to the insecticide profenofos and its susceptibility to the methanolic leaf extract of *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae). *ISSAAS*. 20:121–130.
- Dono D, Pratiwi YD, Ishmayana S, Prijono D. 2018. Resistance level of *Crocidolomia pavonana* against profenofos synthetic insecticide and its susceptibility to *Azadirachta indica* seed extract. *Cropsaver: Journal of Plant Protection*. 1:74–84. DOI: <https://doi.org/10.24198/cs.v1i2.19912>.
- Gómez-Guzmán JA, García-Marín FJ, Sáinz-Pérez M, GonzálezRuiz R. 2017. Behavioural resistance in insects: Its potential use as bio indicator of organic agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 95:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/4/042038>.
- Hariza P. 2016. *Kepadatan Populasi Ulat Krop (Crocidolomia pavonana Fab.) pada Tanaman Kubis Telur (Brassica oleracea L.) di Dusun Danau Pauh Desa Pulau Tengah Kecamatan*

- Jangkat Kabupaten Merangin Propinsi Jambi. Tesis. Sumatera Barat: Universitas PGRI Sumatera Barat.
- Hartono, Kartinaty T, Sunardi S, Marsusi R. 2019. *Teknologi Budi daya Kubis (Brassica oleracea L.) Dataran Rendah*. Pontianak: Balai Pengkaji Teknologi Pertanian.
- Jansson RK, Dybas RA. 1998. Avermectins: Biochemical mode of action, biological activity and agricultural importance. In: Ishaaya I, Degheele D (Eds.), *Insecticides with Novel Modes of Action: Mechanisms and Application*. pp. 152–170. Berlin: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-03565-8_9.
- Kalshoven LGE. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Laan PA van der, translator. Jakarta: Ichtiar Baru-van Hoeve. Translation of: De Plagen van Cultuurgewassen in Indonesia.
- Kerns DL, Palumbo JC, Tellez T. 1998. Resistance of field strains of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from Arizona and California to carbamate insecticides. *Journal of Economic Entomology*. 91:1038–1043. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/91.5.1038>.
- Lestariningsih SNW, Sofyadi E, Toni G. 2020. Efektifitas insektisida emamektin benzoat terhadap hama *Plutella xylostella* L. dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*) di lapangan. *Agroscience*. 10:169–175. DOI: <https://doi.org/10.35194/agsci.v10i2.1159>.
- Muraro DS, Neto DOA, Kanno RH, Kaiser IS, Bernardi O, Omoto C. 2021. Inheritance patterns, cross-resistance and synergism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistant to emamectin benzoate. *Pest Management Science*. 77:5049–5057.
- Othman N. 1982. *Biology of Crocidolomia binotalis Zell. [Cabbage Leaf Webbing Caterpillar] (Lepidoptera: Pyralidae) and Its Parasites [Especially Inareolata sp.] from Cipanas area (West Java)*. A report of training course research. Bogor: Seameo Biotrop.
- Peter C, Singh I, ChannaBasavanna GP, Suman CL, Krishnalal K. 1986. Loss estimation in cabbage due to leaf webber *Crocidolomia binotalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Bombay Natural History Society*. 85:642–644.
- Pitterna T. 2019. Chloride channel activators/new natural products: avermectins and milbemycins. In: Kramer W, Schimer U, Jeschke P, Witschel M (Eds.), *Modern Crop Protection Compound. 3rd ed.* pp. 1305–1326. Weinheim: WileyVCH.
- Prijono D, Hassan E. 1992. Life cycle and demography of *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) on broccoli in the laboratory. *Indonesian Journal of Tropical Agriculture*. 4:18–24.
- Purwatiningsih, Devara M. 2016. Mating behaviour of *Crocidolomia pavonana* F. In: *Proceeding The 1st IBSC: Towards the Extended Use of Basic Science Health, Environment, Energy and Biotechnology. (26–27 September 2016)*. pp. 88–90. Jember: Universitas Jember.
- Rauf A, Prijono D, Dadang, Winasa IW, Russel DA. 2004. *Survey on Pesticide Use by Cabbage Farmers in West Java, Indonesia*. Report of Research Collaboration Between Department of Plant Protection-IPB and LaTrobe University, Australia. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Shen J, Li Z, Li D, Wang R, Zhang S, You H, Li J. 2020. Biochemical mechanisms, cross-resistance and stability of resistance to metaflumizone in *Plutella xylostella*. *Insects*. 11:1–9. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11050311>.
- Smyth RR, Hoffman MP, Shelton AM. 2003. Effects of host plant phenology on oviposition preference of *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology*. 32: 756–764. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.4.756>.
- Sudarwohadi S. 1975. Pengaruh waktu tanam kubis dan dinamika populasi *Plutella maculipennis* Curt. dan *Crocidolomia binotalis* Zell. *Buletin Penelitian Hortikultura*. 3:3–14.
- Tarwotjo U, Situmorang J, Soesilohadi RCH, Martono E. 2014. Monitoring resistensi populasi *Plutella xylostella* L. terhadap residu emamektin benzoat di sentra produksi tanaman kubis Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21: 202–212.
- Widyawati A. 2012. *Kepekaan Larva Crocidolomia pavonana asal Kabupaten Cianjur, Jawa Barat terhadap Tiga Jenis Insektisida*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Winteringham FPW. 1969. FAO international collaborative programme for the development of standardized test for resistance of agricultural pests to a pesticide. *FAO Plant Protection Bulletin*. 17:73–7.