



Pengaruh Konsentrasi Subletal Insektisida Profenofos Terhadap Laju Resistensi dan Kebugaran *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae)

Effect of Sublethal Concentration of Profenofos Insecticide on Resistance and Fitness of Crocidolomia pavonana (Lepidoptera: Crambidae)

Devita Virza Tania*, Dadang, Nadzirum Mubin

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

*Penulis korespondensi: devitavirzatania@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK. Salah satu hama yang dapat menurunkan produksi tanaman anggota famili Brassicaceae adalah *Crocidolomia pavonana*. Umumnya hama ini sering dikendalikan dengan insektisida sintetik yang salah satunya berbahan aktif profenofos yang termasuk golongan organofosfat. Salah satu dampak penggunaan insektisida yang kurang bijaksana adalah terjadinya resistensi hama. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh konsentrasi subletal profenofos terhadap laju resistensi dan kebugaran *C. pavonana*. Pengujian yang dilakukan yaitu uji pendahuluan, uji lanjutan, induksi resistensi, dan uji konfirmasi dengan metode celup daun. Populasi awal diuji mortalitasnya untuk menentukan LC₅₀ lalu untuk uji induksi resistensi dilakukan pada tiga generasi berikutnya. Hasil penelitian menunjukkan LC₅₀ populasi awal pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP) berturut-turut adalah 0,122; 0,055; dan 0,055 ml/l bahan aktif (b.a), sementara LC₅₀ populasi akhir berturut-turut adalah 0,997; 0,757; dan 0,779 ml/l b.a. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan tingkat resistensi *C. pavonana* terhadap profenofos dengan nisbah resistensi 8,1; 13,7; dan 14,1 kali pada 24, 48 dan 72 JSP. Efek subletal dari profenofos memberikan pengaruh memperkecil 1,14 kali ukuran larva instar III dan memperlambat 1,58; 1,32; dan 1,19 kali perkembangan larva instar III, instar IV, dan pupa. Selain itu, dapat mempercepat 2,76 dan 1,67 kali perkembangan imago jantan dan betina, serta memengaruhi persentase peneluran imago betina. Penelitian ini menunjukkan status resistensi *C. pavonana* sehingga dapat dikembangkan strategi pengendalian yang efektif.

Kata kunci: Brassicaceae, induksi resistensi, LC₅₀, nisbah resistensi, organofosfat

ABSTRACT. The production of Brassicaceae plants has decreased due to *Crocidolomia pavonana* infestation. The pest is often controlled with synthetic insecticides, namely profenofos, which belongs to the organophosphate group. The improper application of insecticides can cause resistance. This study aimed to investigate the effect of sublethal concentrations of profenofos insecticide on the resistance rate and fitness of *C. pavonana*. The test methods used were preliminary tests, induction of resistance, and confirmation tests with the leaf dip method. The initial population was tested for mortality to determine the LC₅₀ for resistance induction for up to three generations. The results showed that the LC₅₀ values of the initial population at 24, 48, and 72 hours after treatment (HAT) were 0.122, 0.055, and 0.055 ml/l active ingredient (a.i), respectively, while the LC₅₀ values of the final population at 24, 48, and 72 HAT were 0.997, 0.757, and 0.779 ml/l a.i, respectively. The results showed an increase in the resistance rate so that the *C. pavonana* population was resistant to profenofos with a resistance ratio of 8.1, 13.7, and 14.1 times at 24, 48, and 72 HAT. Sublethal effect of profenofos reduced the size of third instar larvae by 1.14 times, slowed down the development of third and fourth instar larvae, and pupae by 1.58, 1.32, and 1.19 times. Moreover, accelerating the development of male and female adults by 2.76 and 1.67 times, respectively, affects the egg-laying percentage of female adults. This research demonstrated the resistance status of *C. pavonana*, therefore effective control strategies can be developed.

Keywords: Brassicaceae, induction of resistance, LC₅₀, organophosphate, resistance ratio

Pendahuluan

Produksi kubis pada tahun 2022 mencapai 1.503.798 ton dan mengalami penurunan pada tahun 2023 menjadi 1.399.005 ton (BPS 2023). Salah satu faktor pembatas budi daya tanaman kubis-kubisan adalah serangan organisme pengganggu tanaman, salah satunya adalah *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) yang merupakan hama utama tanaman sayuran Brassicaceae, seperti kubis, brokoli, kembang kol, sawi, dan lobak (Badjo *et al.*, 2015). Serangan *C. pavonana* dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 65,8% dan kerusakan tanaman mencapai 100% (Nurmas *et al.*, 2023).

Pengendalian menggunakan insektisida biasanya dipilih petani sebagai upaya pertama pengendalian *C. pavonana* karena dianggap efektif dan secara ekonomis menguntungkan. Penggunaan insektisida dapat memberikan hasil yang maksimal apabila digunakan secara tepat, namun juga dapat memberikan pengaruh samping yang tidak diinginkan (Kusumawati & Istiqomah, 2022). Aplikasi insektisida secara terus-menerus dengan bahan aktif yang sama menyebabkan populasi serangga hama menjadi resisten (FAO, 2012). Selain itu, perilaku petani yang sering menggunakan konsentrasi/dosis di bawah anjuran atau disebut dengan konsentrasi/dosis subletal juga menjadi faktor yang dapat menyebabkan efek samping yang tidak diinginkan dari penggunaan insektisida. Konsentrasi/dosis subletal dapat menimbulkan *hormoligosis* yang dapat meningkatkan populasi hama di lapangan (Ratna *et al.*, 2010). Selain itu, konsentrasi/dosis subletal dapat mengakibatkan tindakan pengendalian tidak sempurna dan dapat memengaruhi perkembangan hama (Siahaya, 2021).

Salah satu bahan aktif insektisida sintetik yang banyak digunakan di Indonesia untuk mengendalikan *C. pavonana* adalah profenofos. Resistensi serangga terhadap profenofos telah banyak dilaporkan sebelumnya, seperti resistensi *Spodoptera litura* terhadap profenofos di China dengan nisbah resistensi (NR) lebih dari 50 kali (Tong *et al.*, 2013). Selain itu, tingkat resistensi *C. pavonana* terhadap profenofos juga sudah pernah dilaporkan di Indonesia. Populasi *C. pavonana* di Kabupaten Lembang terindikasi memiliki tingkat resistensi rendah dengan nisbah resistensi (NR) berkisar $1 < NR < 5$ (Dono *et al.*, 2010). Populasi *C. pavonana* instar III asal Pacet (Kabupaten Cianjur), Sukabumi, Bandung, dan Simpang Empat (Kabupaten Karo) memiliki nilai NR berturut-turut 7,4; 4,1; 15,4; dan 7,0 (Santoso, 1997). Untuk itu, penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh konsentrasi subletal insektisida profenofos terhadap laju resistensi dan kebugaran *C. pavonana*.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, sejak bulan November 2024 sampai dengan April 2025.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Brokoli

Benih brokoli disemai pada *tray* semai yang telah diisi dengan media semai, yaitu campuran tanah dan kompos (1:1;w/w). Setelah berumur 4 minggu bibit brokoli dipindahkan ke dalam polibag berukuran 30 cm × 30 cm dengan media berupa campuran tanah dan kompos (1:1;w/w). Masing-masing polibag ditanam satu bibit brokoli. Pemupukan NPK dilakukan setiap empat minggu dengan dosis 1 g/polibag. Tanaman brokoli yang telah berumur 2 bulan digunakan sebagai pakan larva *C. pavonana*.

Pemeliharaan dan Perbanyakan Serangga Uji

Serangga uji *C. pavonana* yang digunakan diperoleh dari pertanaman brokoli di Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur. Larva yang diperoleh kemudian dipelihara hingga

diperoleh F1 lapangan. Larva diperbanyak pada kotak pemeliharaan berukuran 35 cm x 26 cm x 5 cm dengan pakan daun brokoli bebas pestisida hasil penanaman.

Penyiapan Insektisida Uji

Insektisida yang digunakan yaitu profenofos 500 g/l. Formulasi insektisida uji diencerkan dengan akuades yang mengandung perekat Agristick 0,1 ml/l.

Uji Pendahuluan

Pengujian dilakukan dengan membuat larutan uji pada tujuh taraf konsentrasi yaitu 0,023; 0,046; 0,093; 0,187; 0,375; 0,75; dan 1,5 ml/l yang ditentukan berdasarkan konsentrasi anjuran pada label kemasan insektisida. Pelarut yang digunakan berupa akuades yang mengandung Agristick 0,1 ml/l. Pengujian ini dilakukan dengan metode celup daun (Dadang & Priyono 2008). Daun brokoli dipotong-potong dengan ukuran 4 cm x 4 cm. Setiap daun dicelupkan satu per satu ke dalam sediaan insektisida pada konsentrasi tertentu selama 10 detik kemudian ditiriskan. Sebanyak dua lembar daun brokoli diletakkan pada cawan petri berdiameter 15 cm yang telah dialasi dengan kertas buram. Selanjutnya, sebanyak 10 larva *C. pavonana* instar II dimasukkan ke dalam setiap cawan petri. Larva uji diinkubasi pada suhu 24–19 derajat Celcius dan diamati pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP). Pada 48 JSP, larva diberi pakan daun brokoli tanpa perlakuan. Pengujian dengan perlakuan dan kontrol diulang lima kali. Data kumulatif mortalitas serangga uji diolah dengan menggunakan analisis probit menggunakan aplikasi PoloPlus untuk menentukan nilai LC_{15} , LC_{35} , LC_{50} , LC_{70} , dan LC_{95} .

Uji Lanjutan

Taraf konsentrasi profenofos yang diuji adalah 0,05; 0,1; 0,14; 0,24; dan 0,72 ml/l serta kontrol sebagai pembanding. Metode pengujian, jumlah ulangan, dan waktu pengamatan dilakukan seperti uji pendahuluan. Data kumulatif mortalitas serangga uji diolah dengan menggunakan analisis probit menggunakan aplikasi PoloPlus untuk menentukan nilai LC_{50} populasi awal. Populasi awal adalah populasi *C. pavonana* yang diuji mortalitasnya pada uji lanjutan. Serangga yang bertahan hidup pada kontrol dipelihara untuk dilakukan pengamatan sintasan dengan menghitung stadia telur, stadia larva tiap instar, stadia pupa, dan *longevity* imago, serta panjang larva dan panjang pupa.

Induksi Resistensi dan Uji Konfirmasi

Nilai LC_{50} digunakan untuk menginduksi resistensi hingga tiga generasi. Aplikasi insektisida pada setiap generasi dilakukan dengan menggunakan metode pengujian, jumlah ulangan, dan waktu pengamatan seperti uji pendahuluan. Pada generasi keempat, larva yang bertahan hidup diberi perlakuan pada taraf konsentrasi yang sama seperti pada uji lanjutan. Selain itu, larva yang bertahan hidup diamati dengan parameter yang sama seperti pada kelompok kontrol. Data kumulatif mortalitas serangga uji diolah dengan menggunakan analisis probit menggunakan aplikasi PoloPlus untuk menentukan nilai LC_{50} populasi akhir kemudian dibandingkan dengan nilai LC_{50} awal. Populasi akhir adalah populasi *C. pavonana* yang diuji mortalitasnya pada uji konfirmasi.

Perhitungan Nisbah Resistensi

Sebagai tolak ukur resistensi digunakan nisbah resistensi (NR) pada taraf LC_{50} yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

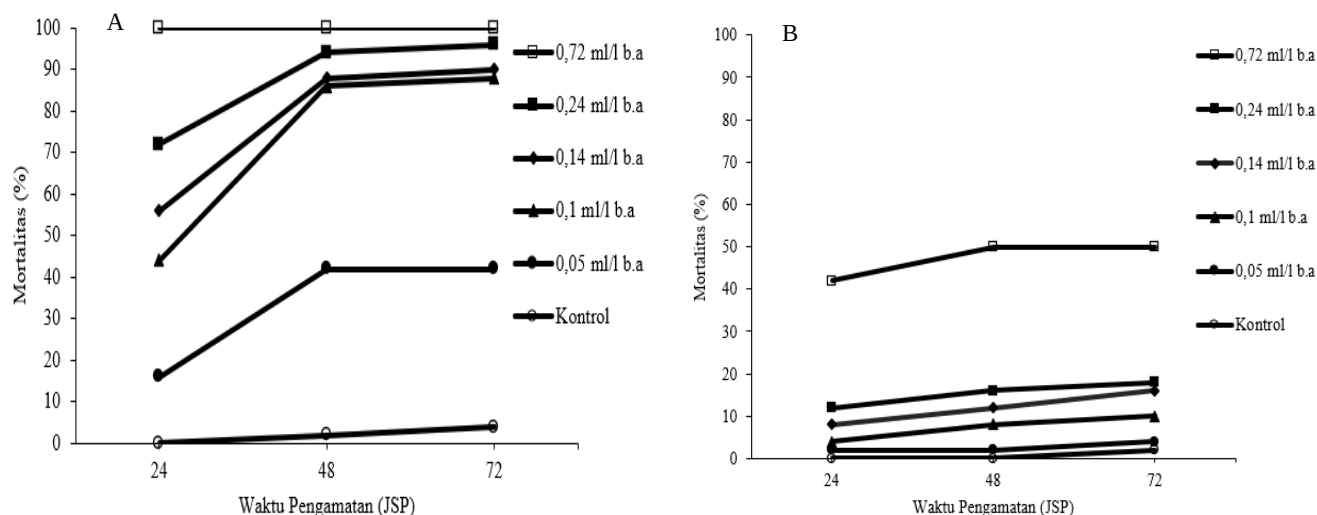
$$NR = \frac{LC_{50} \text{ populasi akhir}}{LC_{50} \text{ populasi awal}}$$

Populasi serangga uji dinyatakan telah resisten jika memiliki $NR \geq 4$ dan indikasi resistensi telah terjadi jika $1 < NR < 4$ (Winteringham 1969).

Hasil dan Pembahasan

Respons Kepekaan Populasi *C. pavonana* terhadap Profenofos

Hasil pengujian menunjukkan mortalitas larva *C. pavonana* pada konsentrasi 0,05–0,72 ml/l b.a terus meningkat seiring peningkatan konsentrasi yang digunakan yaitu berkisar 16–100% pada populasi awal, sedangkan pada populasi akhir hanya berkisar 2–50% (Gambar 1).



Gambar 1. Perkembangan tingkat mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* populasi awal (A) dan populasi akhir (B) pada perlakuan profenofos

Pada populasi awal, mortalitas larva *C. pavonana* tertinggi mencapai 100% pada konsentrasi 0,72 ml/l b.a, sedangkan pada populasi akhir, mortalitas tertinggi hanya mencapai 50% pada konsentrasi yang sama. Mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi 0,05 ml/l b.a yang hanya mematikan larva *C. pavonana* sebesar 16% pada populasi awal, dan menurun secara signifikan pada populasi akhir yang hanya mematikan 2% serangga uji. Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LC_{50} dan LC_{95} insektisida profenofos terhadap *C. pavonana* populasi awal berturut-turut 0,12 dan 0,51 ml/l b.a yang lebih rendah dari konsentrasi anjuran yaitu 0,75 ml/l b.a. Nilai LC_{50} populasi awal yaitu 0,12 ml/l b.a digunakan sebagai pembandingan untuk menghitung nisbah resistensi. Sementara itu, pada populasi akhir nilai LC_{50} dan LC_{95} meningkat menjadi 0,997 dan 9,180 ml/l b.a yang lebih tinggi dari konsentrasi anjuran. Hal ini menunjukkan bahwa pada populasi akhir, konsentrasi anjuran insektisida profenofos sudah tidak efektif dalam mengendalikan *C. pavonana*.

Tingkat Resistensi *C. pavonana* terhadap Profenofos

Profenofos termasuk insektisida golongan organofosfat yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. Racun kontak bekerja melalui kutikula sehingga dapat memengaruhi tingkat ketahanan larva yang terjadi akibat perubahan kutikula, seperti ketebalan kutikula, kekerasan kutikula dan penurunan kandungan lipid dalam kutikula (Dono *et al.*, 2010). Laju penetrasi racun pada kutikula tergantung pada ketebalan kutikula. Racun perut bekerja melalui saluran pencernaan serangga sehingga dapat mengganggu sistem saraf. Resistensi insektisida dapat terjadi akibat berkurangnya penetrasi insektisida ke dalam tubuh serangga dan perubahan target insektisida akibat mutasi pada senyawa insektisida (Fournier, 1992). Resistensi insektisida dapat disebabkan karena aktivitas enzim yang terjadi ketika enzim

tersebut menghalangi senyawa insektisida untuk mencapai targetnya (Widiastuti & Ikawati, 2016).

Toksistas insektisida profenofos berkaitan dengan nilai *lethal concentration* (LC) yang didapatkan dari hasil pengujian populasi awal dan populasi akhir *C. pavonana*. Hasil analisis probit terhadap data mortalitas *C. pavonana* pada 24 JSP, didapatkan nilai LC₅₀ untuk populasi awal dan populasi akhir berturut-turut adalah 0,122 dan 0,997 ml/l b.a (Tabel 1). Populasi *C. pavonana* telah resisten terhadap insektisida profenofos dengan NR 8,1 kali. Konsentrasi yang dianjurkan untuk penggunaan profenofos pada *C. pavonana* di pertanaman brokoli adalah 0,75 ml/l. Populasi akhir memiliki LC₉₅ jauh lebih tinggi di atas konsentrasi anjuran yaitu 9,180 ml/l b.a (Tabel 1). Tinggi rendahnya nilai NR sering terjadi sebagai akibat dari perilaku petani dalam mengendalikan hama tanaman famili Brassicaceae menggunakan insektisida dengan konsentrasi subletal secara berulang sehingga dapat mempercepat perkembangan resistensi, meningkatkan nilai NR, dan dapat mengurangi efektivitas pengendalian hama (Iftikhar *et al.*, 2023). Resistensi hama terhadap golongan organofosfat tersebut dapat dicegah dengan menggunakan dosis atau konsentrasi anjuran yang sesuai pada label kemasan insektisida, rotasi penggunaan insektisida yang memiliki cara kerja yang berbeda, dan tidak mencampur insektisida yang memiliki cara kerja yang sama (Onstad, 2007).

Tabel 1. Tingkat resistensi *Crociodolomia pavonana* terhadap profenofos pada populasi awal dan setelah induksi resistensi

Populasi	Waktu pengamatan (JSP) ^a	$a \pm GB^b$	$b \pm GB^b$	LC ₅₀ (SK 95) (ml/l b.a) ^c	LC ₉₅ (SK 95) (ml/l b.a) ^c	NR ^d	Status
Populasi awal	24	2,410 $\pm$ 0,311	2,636 $\pm$ 0,333	0,122 (0,103 $\pm$ 0,143)	0,513 (0,376 $\pm$ 0,837)	-	-
	48	3,608 $\pm$ 0,488	2,856 $\pm$ 0,462	0,055 (0,024 $\pm$ 0,076)	0,205 (0,140 $\pm$ 0,638)	-	-
	72	4,047 $\pm$ 0,550	3,221 $\pm$ 0,512	0,055 (0,028 $\pm$ 0,075)	0,180 (0,128 $\pm$ 0,449)	-	-
Populasi akhir	24	0,002 $\pm$ 0,201	1,706 $\pm$ 0,297	0,997 (0,655 $\pm$ 2,137)	9,180 (3,619 $\pm$ 58,951)	8,172	Resisten
	48	0,205 $\pm$ 0,196	1,697 $\pm$ 0,275	0,757 (0,526 $\pm$ 1,400)	7,052 (3,037 $\pm$ 34,718)	13,763	Resisten
	72	0,175 $\pm$ 0,203	1,614 $\pm$ 0,296	0,779 (0,526 $\pm$ 1,591)	8,136 (3,165 $\pm$ 57,938)	14,163	Resisten

^aJSP: jam setelah perlakuan, ^bGB: galat baku, ^cSK: selang kepercayaan, ^a: intersep garis regresi probit, ^b: kemiringan garis regresi probit, ^dNR: nisbah resistensi

Pengaruh Profenofos terhadap Sintasan *C. pavonana*

Hasil pengamatan sintasan larva menunjukkan bahwa rata-rata ukuran tubuh serangga uji mengecil dibandingkan dengan kelompok kontrol. Profenofos dengan konsentrasi subletal memberikan pengaruh nyata terhadap ukuran larva instar III. Serangga uji yang diberi perlakuan profenofos dengan konsentrasi subletal dapat menyebabkan larva mengecil 1,14 kali ukuran larva instar III dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Rata-rata ukuran larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan dengan konsentrasi subletal pada instar III yaitu 1,012 cm. Gangguan fisiologi pada serangga dapat memengaruhi lama perkembangan dan ukuran tubuh serangga menjadi lebih kecil dibandingkan dengan kondisi normal (Herminanto, 2007).

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi subletal profenofos terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Crociodolomia pavonana*

Aspek	Kelompok	
	Kontrol	Perlakuan
	Rata-rata $\pm$ SB	Rata-rata $\pm$ SB
Ukuran tubuh		
Larva instar I (cm)	0,12 $\pm$ 0,04 a	0,10 $\pm$ 0,00 a
Larva instar II (cm)	0,53 $\pm$ 0,02 a	0,52 $\pm$ 0,02 a
Larva instar III (cm)	1,15 $\pm$ 0,07 a	1,01 $\pm$ 0,03 b
Larva instar IV (cm)	2,06 $\pm$ 0,04 a	2,02 $\pm$ 0,12 a
Pupa	0,86 $\pm$ 0,08 a	0,78 $\pm$ 0,04 a
Lama perkembangan serangga		
Telur	3,80 $\pm$ 0,44 a	4,00 $\pm$ 0,00 a
Larva instar I (hari)	2,40 $\pm$ 0,54 a	2,60 $\pm$ 0,54 a
Larva instar II (hari)	1,60 $\pm$ 0,54 a	1,72 $\pm$ 0,52 a
Larva instar III (hari)	1,20 $\pm$ 0,29 a	1,90 $\pm$ 0,17 b
Larva instar IV (hari)	2,18 $\pm$ 0,10 a	2,88 $\pm$ 0,48 b
Pupa	7,50 $\pm$ 0,00 a	8,92 $\pm$ 0,04 b
Imago jantan	49,60 $\pm$ 3,91 a	18,00 $\pm$ 2,92 b
Imago betina	23,00 $\pm$ 3,81 a	13,80 $\pm$ 2,68 b

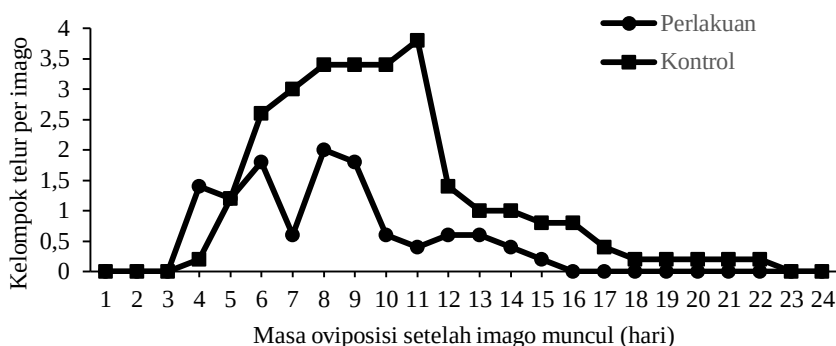
*Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey taraf 5%; SB = simpangan baku

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata waktu perkembangan larva pada kelompok perlakuan lebih lama dibandingkan dengan kontrol. Lama perkembangan hidup serangga uji pada kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada larva instar III, larva instar IV, pupa, imago jantan, dan imago betina dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata lama perkembangan hidup larva instar III, larva instar IV, pupa, imago jantan, dan imago betina berturut-turut yaitu 1,9; 2,88; 8,92; 18; dan 13,8 hari (Tabel 2). Serangga uji pada kelompok perlakuan dapat memperlambat 1,58 kali lama perkembangan larva instar III, 1,32 kali lama perkembangan larva instar IV, dan 1,19 kali lama perkembangan pupa, serta dapat mempercepat 2,76 kali lama hidup imago jantan dan 1,67 kali lama hidup imago betina dibandingkan dengan kontrol. Profenofos dapat memengaruhi perkembangan serangga target termasuk lama perkembangan larva. Bretveld *et al.* (2006) menyatakan bahwa paparan pestisida organofosfat secara khusus telah dikaitkan dengan efek tertentu pada reproduksi, yang memengaruhi kesuburan, pertumbuhan, serta perkembangan pada jantan dan betina.

Perkembangan hidup imago yang diberi perlakuan profenofos lebih singkat dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Imago betina yang diberi perlakuan profenofos memiliki rata-rata perkembangan hidup 13,8 hari, sedangkan pada kelompok kontrol 23 hari. Imago jantan yang diberi perlakuan profenofos memiliki rata-rata perkembangan hidup 18 hari, sedangkan pada kelompok kontrol 49,6 hari. Hulwani (2018) menyatakan rata-rata lama perkembangan larva *C. pavonana* dari instar I sampai instar IV memerlukan waktu 7-8 hari. Rata-rata lama perkembangan larva instar I yaitu 1-3 hari, larva instar II yaitu 1-3 hari, larva instar III yaitu 1-5 hari, larva instar IV yaitu 3-7 hari (Othman, 1982). Rata-rata stadia pupa yaitu 8,26 hari dengan rata-rata lama hidup imago jantan 15,90 hari dan imago betina rata-rata 12,90 hari (Ilham, 2019).

Penggunaan insektisida pada konsentrasi subletal dapat mengurangi efektivitasnya dalam mengendalikan hama. Meskipun tanda-tanda keracunan awal muncul, serangga dapat mengembangkan enzim detoksifikasi dalam tubuhnya sehingga insektisida tidak lagi efektif terhadap organ sasaran (Trisyono, 2019). Kondisi ini dapat memicu perubahan fisiologis dan perilaku yang disebut sebagai gejala subletal, yaitu gejala yang dialami organisme akibat paparan racun dalam dosis yang tidak cukup mematikan (Sari 2024). Paparan insektisida terhadap *C. pavonana* pada konsentrasi subletal dapat memengaruhi berbagai aspek biologisnya, termasuk perkembangan, kelangsungan hidup, panjang tubuh, dan fekunditas imago (Xu *et al.*, 2016; Nabilla *et al.*, 2021).

Hasil pengamatan masa oviposisi dan jumlah kelompok telur harian yang diletakkan oleh imago betina menurun pada kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol (Gambar 2). Persentase peneluran serangga uji dengan perlakuan profenofos mencapai puncaknya pada hari ke-8 setelah imago muncul kemudian menurun seiring berjalannya masa oviposisi imago, sedangkan persentase peneluran pada kontrol meningkat sejak hari keempat, mencapai puncaknya pada hari ke-11, dan menurun pada hari ke-12 hingga tidak ditemukan lagi imago yang meletakkan telur pada hari ke-23 setelah imago muncul. Masa oviposisi imago betina yang diberi perlakuan profenofos lebih singkat yaitu hanya berlangsung 12 hari, sedangkan pada kelompok kontrol berlangsung 19 hari. Rata-rata jumlah kelompok telur harian yang diletakkan imago betina pada kelompok perlakuan dan kontrol berturut-turut yaitu 0,40 dan 0,94 kelompok telur per imago. Profenofos menurunkan rata-rata jumlah kelompok telur yang diletakkan oleh imago betina, mempersingkat masa oviposisi imago, namun tidak memengaruhi masa praoviposisi imago betina. Ilham (2019) menyatakan bahwa masa praoviposisi imago betina *C. pavonana* berkisar antara 2-5 hari dan masa oviposisi berkisar antara 2-11 hari. Imago betina selama hidupnya dapat menghasilkan 4-15 kelompok telur dengan jumlah 118-379 butir telur.



Gambar 2. Jumlah kelompok telur yang diletakkan oleh imago betina *Crocidolomia pavonana* selama masa hidupnya pada kelompok kontrol dan perlakuan

Simpulan

Populasi *Crocidolomia pavonana* yang diaplikasikan konsentrasi subletal sebanyak tiga generasi menunjukkan peningkatan ketahanan terhadap insektisida berbahan aktif profenofos dengan nisbah resistensi (NR) 8,1 kali. Insektisida berbahan aktif profenofos memberikan pengaruh yang nyata dalam memperlambat perkembangan, menurunkan ukuran tubuh, dan persentase peneluran imago betina *C. pavonana*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badjo R, Rante CS, Meray ERM, Assa BH. 2015. Serangan hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) di Kelurahan Kakaskasen Ii, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon. *Jurnal Cocos*. 6(14):1–9.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman Sayuran 2021-2022*. [diakses 2024 Mei 09]. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>.
- Bretveld RW, Thomas CMG, Scheepers PTJ, Zielhuis GA, Roeleveld N. 2006. Pesticide exposure: the hormonal function of the female reproductive system disrupted?. *Reprod Biol Endocrinol*. 4(30). doi: <https://doi.org/10.1186/1477-7827-4-30>.
- Dadang, Priyono D. 2008. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor.
- Datau R, Kaligis JB, Wanta NN. 2018. Serangan hama *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae) pada pertanaman kubis di Rurukan, Paslaten dan Kumelembuai Kota Tomohon. *Jurnal Cocos*. 10(6):1–6.
- Dono D, Ismayana S, Idar, Priyono 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(1):9–27. doi: <https://doi.org/10.5994/jei.7.1.9>.
- [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.
- Fournier D, Bride JJM, Hoffmann F, Kar F. 1992. Acetylcholinesterase: two types of modifications confer resistance to insecticide. *Journal of Biological Chemistry*. 267:14270–14274. doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)49708-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(19)49708-1).
- Herminanto. 2007. Pengendalian hama kubis *Crocidolomia pavonana* F. menggunakan ekstrak kulit buah jeruk. *Jurnal Pembang Pedesaan*. 3(9):166–174.

- Hulwani MD. 2018. Potensi β -asaron dalam silika nanopartikel sebagai insektisida botani terhadap mortalitas dan perkembangan *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae) [skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Iftikhar A, Hafeez F, Aziz MA, Hashim M, Naeem A, Yousaf HK, Saleem MJ, Hussain S, et al..., Saeed FAA. 2022. Assessment of sublethal and transgenerational effects of spirotetramat, on population growth of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *J Front Physiol.* 13(1):1-14. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1014190>.
- Ilham N. 2019. Biology *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) rearing with artificial diets in a laboratory. *Jurnal Sains Pertanian Equator.* 8(3):56-61.
- Kusumawati DE, Istiqomah. 2022. *Pestisida Nabati sebagai Pengendali OPT (Organisme Pengganggu Tanaman)*. Malang: Madza Media.
- Nabilla MA, Rusdy A, Hasnah. 2021. Pengaruh beberapa insektisida nabati terhadap perkembangan dan mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* Fabricius di laboratorium. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian.* 6(1):66-76. doi: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i1.16694>.
- Nurmas A, Mallarangeng R, Adawiyah R. 2023. Jenis, populasi dan intensitas serangan hama pada tumpangsari kubis dan bawang daun serta produktivitas lahan. *J of Agronomi Research.* 11(1):57-66.
- Onstad DW. 2007. *Insect resistance management: Biology economics and prediction*. Amsterdam (NL): Elsevier.
- Othman N. 1982. Biology of *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) and its parasites from Cipanas area, West Java [a report of a training course research]. Bogor: SEAMEO Regional Center for Tropical Biology.
- Ratna Y, Witjaksono YAT, Indradewa D. 2010. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi aplikasi deltametrin terhadap resurgensi *Nilaparvata lugens*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia.* 16(1):6-14.
- Santoso KNA. 1997. Deteksi resistensi profenofos terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) dan pengaruh konsentrasi subletal profenofos terhadap berat pupa, keberhasilan pupa dan imago, reproduksi, dan lama hidup imago [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sari DPR. 2024. Efek subletal sipermetrin terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Ostrinia furnacalis* [skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Siahaya VG. 2021. Pengaruh dosis/konsentrasi subletal terhadap berbagai perilaku serangga. *Jurnal Agrologia.* 10(1):25-38.
- Tong H, Qi S, Xiaomao Z, Lianyang B. 2013. Field resistance of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to organophosphates, pyrethroids, carbamates, and Four Newer Chemistry Insecticides in Hunan, China. *Journal of Pesticide Science.* 86:599-609. doi: <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0505-y>.
- Trisyono YA. 2019. *Insektisida Pengganggu Pertumbuhan dan Perkembangan Serangga*. Yogyakarta: UGM Press.
- Widiastuti D, Ikawati B. 2016. Resistensi malathion dan aktivitas enzim esterase pada populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Balaba.* 12(2):61-70. doi: <https://doi.org/10.22435/blb.v12i2.4475.61-70>.
- Winteringham FPW. 1969. FAO international collaborative program for the development of standarized test for resistance of agriculture pests to a pesticide. *FAO Plant Prot Bul.* 17(4):73-75.
- Xu C, Zhang Z, Cui K, Zhao Y, Han J, Liu F, Mu W. 2016. Effects of sublethal concentrations of cyantraniliprole on the development, fecundity and nutritional physiology of the black cutworm *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). *PLoS One.* 11(6):1-19. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156555>.