



Cropsaver

Journal of Plant Protection

<https://jurnal.unpad.ac.id/cropsaver>

Telephone : +62 896-9609-4777

Toxicity Effect of A Mixture Spiked Pepper (*Piper aduncum* L.) And Castor Bean (*Ricinus communis* L.) Against *Crociodolomia pavonana* F.

Nathanael Dimas Narendra, Danar Dono*, & Rika Meliansyah

Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: danar.dono@unpad.ac.id, nathanael19003@mail.unpad.ac.id

Received November 06, 2024; revised December 15, 2024; accepted December 16, 2024

ABSTRACT

Crociodolomia pavonana is a cabbage crop pest that causes huge losses for farmers. Spiked pepper (*Piper aduncum* L.) and castor bean (*Ricinus communis* L.) extracts are known to be used as botanical insecticides because they have toxic compounds. This study aims to evaluate the toxic effects of a mixture of spiked pepper extract and castor oil as plant-based insecticides against *C. pavonana* larvae and assess the index combination. The study consists of toxicity tests using experimental methods with a Randomized Complete Block Design with six treatments and four replications which were analyzed using analysis of probit regression and followed by an analysis of the mixture properties. Toxicity tests were conducted using a single spiked pepper extract, a single castor oil, and a mixture of spiked pepper extract and castor oil. The concentration of single spiked pepper extract used was 0.15%; 0.27%; 0.51%; 0.94%; 1.75%; and control, then the concentration of castor oil was 0.15%; 0.25%; 0.43%; 0.73%; 1.25%; and control, then the concentration of the mixture of spiked pepper extract with castor oil was 0.30%; 0.41%; 0.57%; 0.79%; 1.1%; and control with a ratio 1:1. The results of the toxicity test showed that the mixture of spiked pepper extract with castor oil was toxic with LC₅₀ and LC₉₅ of 0.468% and 1.364% respectively at 10 days after treatment. The results of the mixture properties analysis showed that the mixture between spiked pepper and castor oil was additive at LC₅₀ with a Combination Index value of 0.975 and was weakly synergistic at LC₉₅ with a Combination Index value of 0.524.

Keywords: Cabbage pests, Botanical pesticides, *P. aduncum*, *R. communis*, Mixture properties

Toksisitas Campuran Ekstrak Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) Dan Jarak Kepyar (*Ricinus communis* L.) Terhadap *Crociodolomia pavonana* F.

ABSTRAK

Crociodolomia pavonana merupakan hama krop kubis yang mengakibatkan kerugian besar bagi para petani kubis. Ekstrak sirih hutan (*Piper aduncum* L.) dan jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) diketahui dapat digunakan sebagai insektisida nabati karena memiliki senyawa yang bersifat toksik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh toksik campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar terhadap larva *C. pavonana* dan mengkaji sifat campuran antara ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar. Penelitian ini terdiri dari uji toksisitas menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan empat kali ulangan yang dianalisis dengan menggunakan analisis regresi probit dan dilanjutkan dengan analisis indeks kombinasi. Uji toksisitas dilakukan dengan menggunakan ekstrak sirih hutan tunggal, minyak jarak kepyar tunggal, dan campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar. Konsentrasi ekstrak sirih hutan tunggal yang digunakan sebesar 0,15%; 0,27%; 0,51%; 0,94%; 1,75%; dan kontrol, lalu konsentrasi minyak jarak kepyar 0,15%; 0,25%; 0,43%; 0,73%; 1,25%; dan kontrol, lalu konsentrasi campuran ekstrak sirih hutan dengan minyak jarak kepyar 0,30%; 0,41%; 0,57%; 0,79%; 1,1%; dan kontrol dengan perbandingan 1:1. Hasil uji toksisitas menunjukkan campuran ekstrak sirih hutan dengan minyak jarak kepyar bersifat toksik dengan LC₅₀ dan LC₉₅ masing-masing sebesar 0,468% dan 1,364% pada 10 hari setelah perlakuan. Hasil analisis sifat campuran menunjukkan bahwa campuran ekstrak sirih hutan dengan minyak jarak kepyar bersifat aditif pada LC₅₀ dengan nilai Indeks Kombinasi 0,975 dan bersifat sinergistik lemah pada LC₉₅ dengan nilai Indeks Kombinasi 0,524.

Kata Kunci: Hama kubis, Insektisida nabati, *P. aduncum*, *R. communis*, Sifat campuran

PENDAHULUAN

Crociodolomia pavonana F. (Lepidoptera: Pyralidae) merupakan salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyerang

tanaman sayuran kubis. Hama *C. pavonana* ini sangat merusak karena larva memakan daun di bagian krop sehingga tanaman gagal membentuk krop. Menurut Kristanto *et al.*, (2013) serangan hama *C. pavonana*

dapat mengakibatkan penurunan produksi kubis sebesar 79,81%. Selain itu, menurut Finn (2004) dalam Herminanto (2006), hama *C. pavonana* dapat merusak tanaman kubis hingga 100%, apabila tidak ada pengendalian yang tepat. Pengendalian hama *C. pavonana* yang dilakukan oleh petani seringkali menggunakan insektisida sintetik yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan sekitar. Dampak insektisida sintetik dapat berupa pencemaran lingkungan (tanah, air, udara), terbunuhnya hewan-hewan lain, dan bahkan dapat meracuni manusia, terutama pada petani yang melakukan penyemprotan insektisida (Mukadar, 2018). Selain itu, penggunaan insektisida sintetik yang berlebihan dan terus-menerus akan mengakibatkan terjadinya resistensi dan resurgensi hama serta timbulnya residu pada komoditas hasil pertanian tersebut (Singkoh & Katili, 2019). Insektisida nabati dapat dijadikan sebagai alternatif untuk penggunaan insektisida sintetik karena insektisida nabati memiliki sifat mudah terurai di alam, relatif aman terhadap musuh alami, dapat digunakan bersamaan dengan komponen pengendalian lain, dan dapat memperlambat laju resistensi (Priyono, 2011).

Salah satu jenis tumbuhan yang berpotensi digunakan sebagai sumber untuk insektisida nabati ialah sirih hutan (*Piper aduncum* L.). Daun *P. aduncum* mengandung senyawa dilapiol yang bekerja sebagai racun perut melalui saluran pencernaan makanan pada tubuh serangga. Senyawa dilapiol masuk ke dalam tubuh serangga dan merusak sel-sel lambung, pusat saraf dan organ respirasi, sehingga menyebabkan kematian (Irawan *et al.*, 2018). Hasil penelitian Lina *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa ekstrak *P. aduncum* dengan konsentrasi 2,50% dan 5% berturut dapat mematikan 40% dan 80% hama *C. pavonana*.

Bahan nabati lain yang memiliki potensi untuk pestisida nabati adalah tumbuhan jarak kepyar (*Ricinus communis* L.). *R. communis* mengandung senyawa utama yang beracun yaitu risin. Senyawa risin merupakan racun utama pada *R. communis* bersifat toksik dan dapat menghambat sintesis protein (Winarto *et al.*, 2021). Menurut penelitian Arvina (2013) dalam Sayuthi & Jannah (2015), konsentrasi 10% ekstrak biji *R. communis* dapat mematikan larva *C. pavonana* pada instar II hingga 80%.

Insektisida nabati pada umumnya digunakan secara tunggal ataupun campuran. Menurut Cloyd (2011), insektisida dikatakan sinergis apabila penggunaan dua atau lebih insektisida yang berbeda dapat meningkatkan keefektifan dalam mengendalikan OPT. Formulasi insektisida nabati yang terdiri dari dua atau lebih ekstrak tanaman dapat meningkatkan efisiensi dalam pengendalian serta memperkecil kemungkinan resistensi hama (Dadang *et al.*, 2009).

Seperti halnya campuran dari ekstrak *P. aduncum* dan *Tephrosia vogelii* pada nisbah konsentrasi 1:1, 2:1, dan 1:2 bersifat sinergis dan lebih toksik dibandingkan dengan ekstrak tunggal terhadap larva penggerek batang padi kuning *S. incertulas* (Susanto & Priyono, 2015). Campuran minyak *R.*

communis dan minyak *A. indica* lebih toksik 4,2 hingga 20,0 kali apabila dibandingkan dengan penggunaan masing-masing minyak tunggal terhadap hama *S. frugiperda* (Wulansari *et al.*, 2022). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh toksik campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar terhadap larva *C. pavonana* dan mengkaji sifat campuran antara ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat. Percobaan dilakukan pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Agustus 2024.

Perbanyakan Tanaman Pakan

Daun brokoli (*Brassica oleracea*) digunakan sebagai pakan serangga uji dan sebagai medium perlakuan pada uji hayati. Perbanyakan tanaman pakan brokoli dilakukan di Green House Ciparanje, Universitas Padjadjaran. Penyemaian dilakukan dalam nampan semai yang diisi dengan media semai campuran tanah dan pupuk kandang. Bibit yang telah berumur 4 minggu atau sekurang-kurangnya memiliki 4 helai daun dipindahkan ke polybag dengan kapasitas 5 kg yang diisi dengan campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1. Setiap polybag ditanami satu bibit tanaman. Setelah tanaman berumur 4 minggu, pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk NPK 16 16 16 dengan dosis 1 g per polybag. Pupuk ditabur melingkar mengelilingi tanaman, lalu ditutup tanah dan disiram. Pemeliharaan tanaman brokoli yang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, dan pengendalian hama secara mekanis. Tanaman brokoli yang sudah berumur 2 bulan, daunnya digunakan sebagai pakan larva *C. pavonana*.

Perbanyakan Serangga Uji *C. pavonana*

Serangga uji yang digunakan adalah larva *C. pavonana* instar II. Serangga diperoleh dari hasil perbanyakan yang telah dilakukan di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Larva *C. pavonana* dipelihara dalam kotak plastik yang diberi pakan daun kubis dan imagonya diberi pakan larutan madu encer 10% yang disimpan dalam *cup* plastik dengan menggunakan kapas dalam kurungan masal. Langkah tersebut dilakukan sampai imago betina bertelur. Kelompok telur yang didapat selanjutnya ditempatkan ke dalam kotak plastik yang dialasi kertas. Larva yang keluar dari telur yang menetas dipindahkan ke wadah plastik yang sebagian untuk pengujian dan sisanya untuk pemeliharaan selanjutnya.

Persiapan Ekstrak Sirih Hutan dan Jarak Kepyar

Pembuatan ekstrak sirih hutan dilakukan dengan mengikuti prosedur yang dikemukakan oleh Wahyuni & Loren (2015). Daun sirih hutan didapatkan dari pembelian secara online. Daun sirih hutan dikeringanginkan selama 7 hari untuk menurunkan kadar air pada daun. Daun sirih hutan kering tersebut diblender hingga menjadi serbuk. Serbuk tersebut ditimbang sebanyak 150 gram dan dimasukkan ke dalam toples, kemudian ditambahkan etanol 96% sebanyak 600 ml, diaduk hingga homogen dengan menggunakan spatula dan ditutup dimaserasi selama 3 hari. Hasil maserasi disaring menggunakan corong Buchner yang dialasi dengan kertas saring untuk memisahkan ekstrak dengan endapan sirih hutan. Hasil saringan tersebut dimasukkan ke dalam labu destilasi dan dirangkai sedemikian rupa dengan alat rotary evaporator untuk memisahkan ekstrak dengan pelarut sehingga dihasilkan ekstrak sirih hutan murni. Suhu diatur 50°C dan 90 RPM (Revolutions Per Menit), ekstrak yang telah berhasil dibuat dipindahkan dalam gelas beaker 100 ml dan dibungkus dengan aluminium foil dan disimpan di dalam lemari es hingga siap digunakan.

Minyak jarak kepyar diperoleh dari toko distributor bahan kimia. Campuran minyak nabati dibuat dengan mencampurkan ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar dengan 1:1. Pada tahap pertama, dilakukan pembuatan larutan pengemulsi ke dalam gelas beaker 1000 ml, dimasukkan Tween-80 dan Span-80 dengan perbandingan 4:1 sebanyak 10 ml lalu menambahkan aquadest steril hingga volumenya mencapai 1000 ml dan diaduk hingga merata sebagai stok percobaan. Selanjutnya ke dalam gelas beaker 100 ml, ditambahkan ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan menggunakan pipet ukur. Larutan pengemulsi yang telah dibuat selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar hingga volumenya mencapai 100 ml. Ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar yang sudah tercampur dengan larutan pengemulsi diaduk hingga rata untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Sisa ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar yang masih ada di gelas beaker dibilas kembali menggunakan larutan pengemulsi. Ketika isi labu ukur akan mencapai 100 ml, penambahan larutan pengemulsi dilakukan secara perlahan menggunakan pipet ukur. Kemudian, labu dikocok hingga homogen dan selanjutnya dituang ke dalam gelas beaker 100 ml untuk pencelupan daun pakan. Pada perlakuan kontrol digunakan larutan akuades dan pengemulsi tanpa minyak.

Metode Pengujian

Uji Toksisitas Tunggal dan Campuran Minyak Nabati

Pengujian menggunakan metode uji residu daun pakan yang terdiri dari uji pendahuluan dan uji

lanjutan. Uji pendahuluan dilakukan pada beberapa konsentrasi untuk menentukan dua taraf konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas larva serangga uji dari 5%-95% dengan konsentrasi awal 0,15%. Hasil uji pendahuluan digunakan sebagai data untuk penentuan taraf konsentrasi pada uji lanjutan. Uji lanjutan dilakukan dengan menggunakan metode analisis kerja bersama berbeda dengan pengujian tunggal ekstrak sirih hutan dengan konsentrasi 0,15%, 0,27%, 0,51%, 0,94% dan 1,75%, pengujian tunggal minyak jarak kepyar dengan konsentrasi 0,15%, 0,25%, 0,43%, 0,73% dan 1,25%, serta pengujian campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar dengan konsentrasi 0,41%, 0,57%, 0,79% dan 1,10%.

Pengujian dilakukan dengan cara pencelupan daun pakan pada ekstrak uji sesuai konsentrasi perlakuan. Pakan yang berupa daun brokoli dipotong dalam bentuk segi empat berukuran 4 cm x 4 cm. Kemudian, daun dicelupkan ke dalam masing-masing konsentrasi yang telah ditentukan selama 30 detik hingga seluruh daun terbasahi secara merata. Daun yang telah dicelupkan kemudian dikering-anginkan di atas baki plastik. Selanjutnya sebanyak dua daun diletakkan ke dalam *cup* plastik 450 ml yang telah dialasi kertas tisu. Setelah itu, ke dalam *cup* plastik 450 ml tersebut dimasukkan 10 larva *C. pavonana* instar II menggunakan kuas halus. Larva untuk perlakuan kontrol diberi pakan daun yang hanya dicelupkan dalam larutan pengemulsi. Pemberian pakan dengan perlakuan konsentrasi pada larva serangga uji dilakukan selama 48 jam (2 x 24 jam). Setelah 48 jam pemaparan, kemudian larva diganti pakan dengan daun brokoli tanpa perlakuan hingga instar IV.

Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas larva uji sejak hari pertama setelah aplikasi yaitu sejak larva instar II hingga larva yang bertahan hidup berkembang mencapai instar VI, lama perkembangan instar II-VI, konsumsi pakan, dan bobot pupa. Lama perkembangan larva diamati dengan mencatat waktu yang diperlukan larva *C. pavonana* untuk berkembang dari instar tertentu ke instar berikutnya yang ditandai dengan pergantian kutikula larva. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan jangka waktu 24 jam. Pengamatan bobot pupa dilakukan dengan menimbang bobot pupa *C. pavonana* dengan timbangan analitik. Pengamatan bobot konsumsi pakan dilakukan berdasarkan perhitungan bobot kering pakan yang dimakan. Untuk menduga bobot kering awal, 40 potong daun (ukuran 4 x 4 cm) ditimbang dalam 10 ulangan penimbangan (empat potong daun per ulangan), kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Daun yang telah dikeringkan ditimbang kembali dan proporsi bobot kering daun dihitung dengan rumus (Priyono, 2006):

$$\text{Proporsi bobot kering} = \frac{\text{Bobot kering}}{\text{Bobot basah}} \dots (1)$$

Bobot basah daun pakan yang akan diuji selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus untuk memperoleh berat kering awal daun pakan, dengan rumus sebagai berikut (Hardiani *et al.*, 2019):

$$BBa \times \% \text{ Proporsi Bobot Kering} = \text{Bobot Kering Awal (BKA)} \quad \dots (2)$$

Keterangan:

- BBa = Bobot basah awal daun pakan
- BKa = Bobot kering awal daun pakan
- % Proporsi = Penduga bobot kering awal Bobot Kering daun pakan

Berdasarkan proporsi bobot kering, bobot kering awal daun yang digunakan untuk percobaan dapat dihitung. Selisih bobot kering awal dan bobot

$$IK = \frac{LCx^{1(cm)}}{LCx^1} + \frac{LCx^{2(cm)}}{LCx^2} + \left[\frac{LCx^{1(cm)}}{LCx^1} \times \frac{LCx^{2(cm)}}{LCx^2} \right] \quad \dots (4)$$

Keterangan :

- IK = Indeks kombinasi
- LC_x¹ = LC_x dari ekstrak sirih hutan
- LC_x² = LC_x dari ekstrak jarak kepyar
- LC_x^{1(cm)} = LC_x dari campuran ekstrak sirih hutan (proporsi konsentrasi ekstrak dalam campuran)

Analisis Data

Data hubungan antara konsentrasi dan mortalitas larva uji, dilakukan analisis probit menggunakan program Poloplus. Data mengenai lama perkembangan dan bobot pupa disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi. Analisis ragam digunakan untuk menganalisis data konsumsi pakan. Uji lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5% menggunakan program SPSS dilakukan untuk menguji perbedaan antar perlakuan pada konsumsi pakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Toksitas Tunggal dan Campuran Ekstrak

Larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan ekstrak sirih tunggal, minyak jarak kepyar tunggal dan campuran menunjukkan mortalitas yang meningkat sejalan dengan konsentrasi yang diberikan (Gambar 1). Larva *C. pavonana* perlakuan minyak *R. communis* pada konsentrasi yang diuji menunjukkan kenaikan mortalitas pada 2 HSA sampai 5 HSA, sementara perlakuan ekstrak *P. aduncum* dan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* pada konsentrasi yang diuji menunjukkan kenaikan mortalitas pada 2 HSA (Hari Setelah Aplikasi) sampai 8 HSA. Mortalitas larva *C. pavonana* tertinggi terjadi pada konsentrasi 1,75% perlakuan tunggal ekstrak *P. aduncum* yaitu sebesar 85%, konsentrasi 1,25% perlakuan tunggal minyak *R. communis* sebesar 87,5%, dan konsentrasi 1,10% campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* sebesar 95%.

kering sisa merupakan bobot daun yang dimakan. Bobot konsumsi daun pakan kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Hardiani *et al.*, 2019):

$$\text{Bobot konsumsi pakan} = \frac{BKa - BKb}{BKa} \times 100\% \quad \dots (3)$$

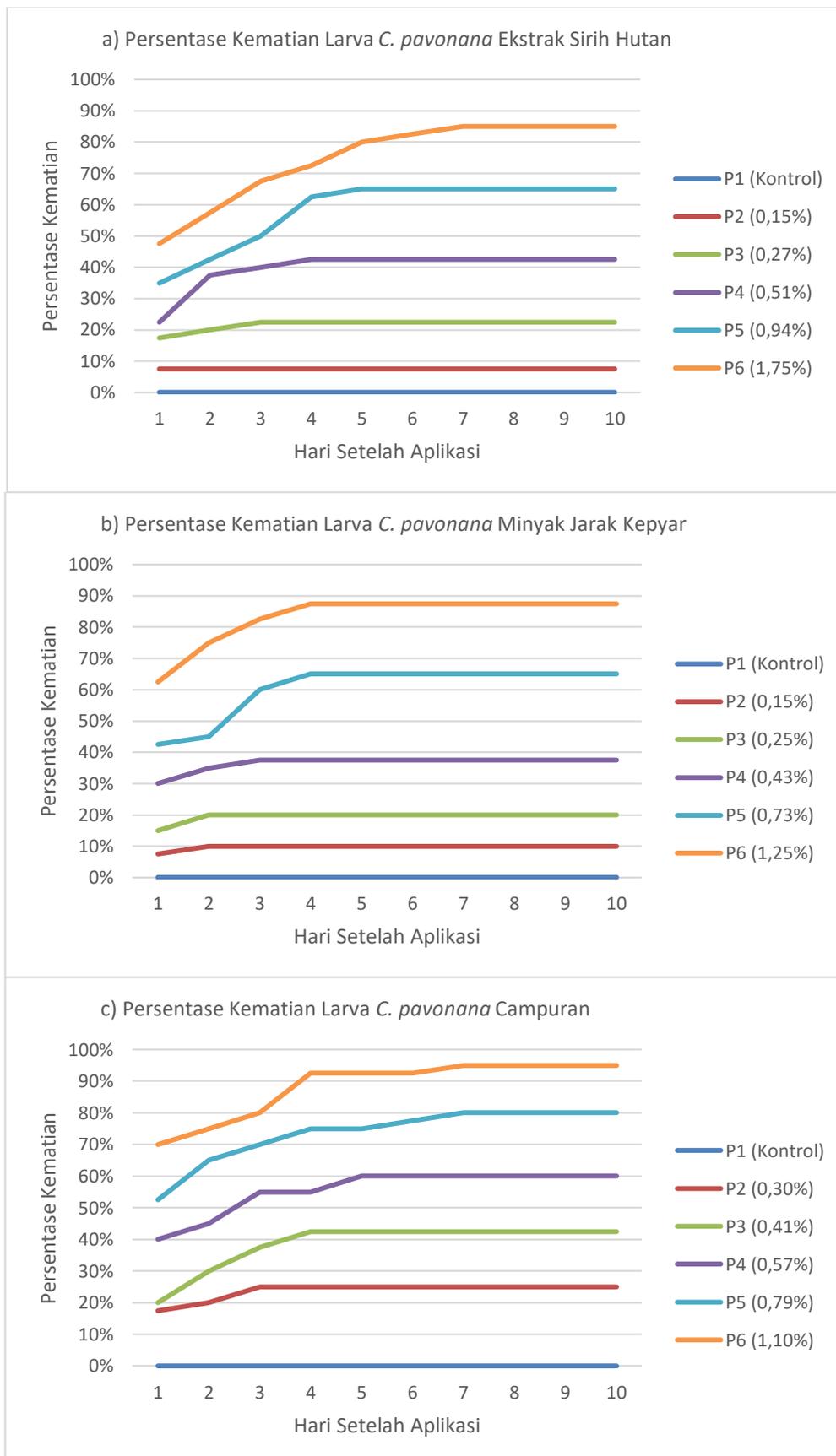
Keterangan:

- BKb = Bobot kering setelah konsumsi
 - BKa = Bobot kering awal daun pakan
- Sifat aktivitas campuran dianalisis dengan menghitung indeks kombinasi (IK) pada taraf LC50 dan LC95 berdasarkan model kerja bersama berbeda. Indeks kombinasi pada taraf LC_x tersebut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Priyono, 2006):

Hasil analisis probit LC₅₀ dan LC₉₅ menunjukkan nilai yang semakin kecil (tingkat toksisitas yang semakin tinggi) dengan bertambahnya waktu pengamatan yang sejalan dengan pola perkembangan mortalitas serangga uji (Tabel 1). Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ perlakuan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* pada semua pengamatan lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tunggal ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis*.

Ekstrak *P. aduncum* diketahui memiliki kandungan bahan aktif senyawa dilapiol yang bekerja sebagai racun perut. Senyawa dilapiol yang masuk ke dalam tubuh serangga akan merusak sel lambung, pusat syaraf dan organ respirasi, sehingga dapat mengakibatkan kematian (Irawan *et al.*, 2018). Selain itu, senyawa dilapiol dapat menghambat aktivitas enzim polisubstrat monooksigenase (PSMO) yang berfungsi menurunkan daya racun senyawa asing yang terdapat di dalam tubuh serangga melalui proses oksidasi (Scott *et al.*, 2008).

Adapun mortalitas larva *C. pavonana* pada perlakuan minyak *R. communis* diduga akibat adanya senyawa aktif risin dan risinin. Senyawa risin pada minyak *R. communis* berperan sebagai *Ribosome Inactivating Protein* (RIP) dengan menonaktifkan ribosom dan menghentikan sintesis protein. Lord (1994) dalam Wulansari *et al.*, (2022), menjelaskan bahwa senyawa risin memasuki ke bagian dalam permukaan sel melalui mekanisme endositosis dan mengantarkan polipeptida aktif secara katalitik ke dalam sitosol sehingga menghambat sintesis protein. Sementara itu, senyawa risinin merupakan alkaloid netral yang merangsang sistem syaraf pusat sehingga menyebabkan efek berupa kejang dan kematian pada serangga (Ferraz *et al.*, 1999). Mekanisme dari senyawa risinin bekerja dengan menghambat enzim rantai pernapasan seluler selain sitokrom oksidase yang berbahaya bagi serangga apabila tertelan atau penetrasi melalui dinding tubuh (Singh & Kaur, 2017).



Gambar 1. Mortalitas kumulatif *C. pavonana* berbagai taraf konsentrasi: a) ekstrak *P. aduncum*; b) minyak *R. communis*; c) ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* (1:1) (sumbu X dan Y diperjelas).

Tabel 1. Hasil analisis regresi probit toksisitas ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis* tunggal dan campurannya terhadap *C. pavonana* berdasarkan waktu

Perlakuan	HSA	a±SE	b±SE	LC50 (%)	SK95	LC95 (%)	SK95
<i>P. aduncum</i>	2	-0,353±0,185	1,215±0,402	1,953	0,989±33,523	44,058	6,971±184,906
	4	0,138±0,178	1,715±0,388	0,813	0,554±2,421	4,556	3,403±75,741
	6	0,410±0,181	2,145±0,396	0,644	0,508±0,921	3,765	2,051±13,268
	8	0,461±0,182	2,231±0,399	0,621	0,494±0,863	3,394	1,924±8,224
	10	0,461±0,182	2,231±0,399	0,621	0,494±0,863	3,394	1,924±8,224
<i>R. communis</i>	2	0,092±0,225	1,839±0,468	0,891	0,618±2,234	6,984	2,594±127,814
	4	0,537±0,222	2,254±0,452	0,578	0,457±0,856	3,101	1,659±12,556
	6	0,659±0,224	2,448±0,457	0,538	0,436±0,744	2,529	1,472±7,486
	8	0,659±0,224	2,448±0,457	0,538	0,436±0,744	2,529	1,472±7,486
	10	0,659±0,224	2,448±0,457	0,538	0,436±0,744	2,529	1,472±7,486
<i>P. aduncum</i> + <i>R. communis</i> (1:1)	2	0,323±0,228	2,590±0,691	0,751	0,580±1,939	3,239	1,491±191,340
	4	0,819±0,232	2,881±0,671	0,520	0,410±0,704	1,935	1,125±15,579
	6	1,021±0,238	3,193±0,680	0,479	0,379±0,600	1,568	1,005±6,733
	8	1,168±0,244	3,540±0,693	0,468	0,378±0,568	1,364	0,934±4,056
	10	1,168±0,244	3,540±0,693	0,468	0,378±0,568	1,364	0,934±4,056

Keterangan: a : Intersep garis regresi , b : Kemiringan garis regresi, SE : Standar error, LC : *Lethal concentration*, SK : Selang kepercayaan.

Tabel 2. Pengaruh ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis* tunggal dan campurannya terhadap konsumsi pakan larva *C. pavonana*

Perlakuan	Konsentrasi	Konsumsi Pakan Rata-rata (±SB) (%)
<i>P. aduncum</i>	0% (Kontrol)	37,10±2,4 a
	0,15%	31,77±2,6 b
	0,27%	21,45±3,3 c
	0,51%	13,53±1,8 d
	0,94%	11,50±0,9 de
	1,75%	9,11±1,3 e
<i>R. communis</i>	0% (Kontrol)	36,41±5,7 a
	0,15%	25,16±4,4 b
	0,25%	24,47±3,7 b
	0,43%	16,55±1,3 c
	0,73%	14,92±1,2 cd
	1,25%	10,11±2,5 d
<i>P. aduncum</i> + <i>R. communis</i> (1:1)	0% (Kontrol)	37,06±1,6 a
	0,30%	28,69±3,0 b
	0,41%	23,52±4,8 c
	0,57%	12,51±1,7 d
	0,79%	11,83±1,1 de
	1,10%	8,15±0,9 e

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap baris tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Pada Tabel 2 disajikan rata-rata persentase konsumsi pakan larva *C. pavonana* pada perlakuan ekstrak tunggal dan campuran secara nyata lebih rendah daripada pada perlakuan kontrol. Perlakuan yang menyebabkan konsumsi pakan paling rendah yaitu *P. aduncum* pada konsentrasi sebesar 1,75% dan *R. communis* pada konsentrasi sebesar 1,25%, yang menunjukkan aktivitas penghambatan makan paling tinggi. Namun, konsumsi pakan pada perlakuan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* lebih rendah dari perlakuan tunggal *P. aduncum* dan *R. communis*. Hal tersebut diakibatkan dari efek minyak

nabati yang bersifat penghambat makan pada larva yang mengakibatkan berkurangnya konsumsi pakan. Senyawa tanin yang terdapat pada *P. aduncum* bekerja sebagai zat astrigent yang dapat menyusutkan jaringan dan menutup struktur protein pada kulit dan mukosa. Senyawa tanin umumnya tahan terhadap perombakan atau fermentasi selain itu juga dapat menurunkan kemampuan serangga untuk mengkonsumsi tanaman (Yennie & Elystia, 2013). Sementara itu, *R. communis* mengandung senyawa saponin dan flavonoid. Senyawa saponin bekerja menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Senyawa

flavonoid merupakan senyawa yang bersifat menghambat makan serangga. Cara kerja kedua senyawa tersebut adalah sebagai racun perut yang

mengakibatkan gangguan pada sistem pencernaan larva, sehingga larva gagal tumbuh dan akhirnya mati (Ambarwati *et al.*, 2014).

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi minyak *P. aduncum* dan *R. communis* tunggal serta campuran terhadap lama perkembangan larva *C. pavonana* instar II sampai VI

Perlakuan	Rata-rata lama perkembangan larva±SB (hari)				
	Konsentrasi	Instar II-III	n	Instar II-IV	n
<i>P. aduncum</i>	0% (Kontrol)	2,7±0,08	40	6,9±0,05	40
	0,15%	2,9±0,14	37	8,0±0,59	37
	0,27%	3,2±0,11	31	7,8±0,11	31
	0,51%	3,2±0,07	23	8,2±0,13	22
	0,94%	3,4±0,12	20	9,3±0,32	11
	1,75%	3,6±0,12	13	10,3±0,28	6
<i>R. communis</i>	0% (Kontrol)	2,7±0,15	40	6,9±0,05	40
	0,15%	2,9±0,05	36	7,8±0,51	36
	0,25%	3,0±0,12	32	7,9±0,13	32
	0,43%	3,2±0,13	25	8,1±0,21	24
	0,73%	3,4±0,10	16	9,3±0,32	13
	1,25%	3,6±0,09	10	9,8±0,50	4
<i>P. aduncum</i> + <i>R. communis</i> (1:1)	0% (Kontrol)	2,7±0,12	40	6,9±0,20	40
	0,30%	3,1±0,05	30	7,8±0,07	29
	0,41%	3,2±0,06	25	8,8±0,21	24
	0,57%	3,5±0,14	18	9,2±0,34	17
	0,79%	3,5±0,13	12	10,0±0,40	9
	1,10%	3,8±0,24	8	11,0±0,00	2

Keterangan: \bar{x} : Rata-rata bobot pupa, SB: Simpangan baku, n: Jumlah pupa yang diuji.

Perlakuan ekstrak tunggal dan campuran mengakibatkan terhambatnya perkembangan larva sesuai dengan besaran konsentrasi yang diberikan (Tabel 3). Berdasarkan Gambar 2, dari segi ukuran larva, larva kontrol lebih besar dibandingkan dengan larva yang diberi perlakuan. Larva *C. pavonana* pada perlakuan tunggal ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis* menyelesaikan tahap perkembangan larva yang lebih lama 1-3 hari dibandingkan dengan kontrol, sedangkan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis* lebih lama 1-4 hari daripada kontrol. Hal tersebut dipengaruhi oleh senyawa fenol yang terdapat *P. aduncum* yang dapat merusak membran sel sehingga terjadi perubahan permeabilitas sel yang dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel (Safriana *et al.*, 2019). Kebocoran membran sel dan gangguan metabolisme pada sel-sel saluran pencernaan makanan dan sel-sel lain dapat mengakibatkan penurunan aktivitas makan dan pertumbuhan serangga (Syahroni & Prijono, 2013).

Sementara itu, hambatan perkembangan pada larva perlakuan minyak *R. communis* dilaporkan akibat adanya senyawa flavonoid yang menghambat enzim *hydroxylase* yang terlibat dalam pengaturan proses pergantian kulit serangga serta mempengaruhi hormon *ecdysone*, yang penting untuk mengatur siklus hidup dan perkembangan serangga hingga ke tahap berikutnya (Singh & Kaur, 2016). Perkembangan larva

juga dipengaruhi oleh pakan yang dikonsumsi oleh larva tersebut. Menurut Puspitalia *et al.* (2018), menyatakan bahwa kualitas dan kuantitas makan yang dikonsumsi larva akan mempengaruhi perkembangan larva. Apabila serangga mengkonsumsi makanan yang di makanannya terdapat senyawa kimia tertentu yang merugikan, maka dapat menghambat perkembangan larva.



Gambar 2. Perbedaan ukuran antara larva kontrol dan perlakuan.

Perlakuan ekstrak tunggal dan campuran mengakibatkan penurunan bobot pupa (Tabel 4). Hasil bobot pupa yang terendah terjadi pada konsentrasi 1,75% dengan selisih 11,59 mg untuk perlakuan tunggal *P. aduncum*, konsentrasi 1,25% dengan selisih 14,78mg pada perlakuan tunggal *R. communis* dan 1,10% dengan selisih 17,52 mg pada perlakuan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis*. Ukuran pupa kontrol cenderung lebih besar di dibandingkan dengan pupa yang di beri perlakuan, seperti pada Gambar 3. Pembentukan pupa pada serangga dipengaruhi oleh pemenuhan jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh serangga ketika fase larva. Menurut Arneti & Santoni (2006), menyatakan bahwa pakan yang dikonsumsi saat stadia larva akan mempengaruhi perkembangan serangga. Apabila makanan yang dikonsumsi kuantitas dan kualitasnya kurang atau terdapat senyawa metabolit sekunder pada pakan tersebut, maka akan mempengaruhi proses perkembangan seperti bobot pupa yang rendah.

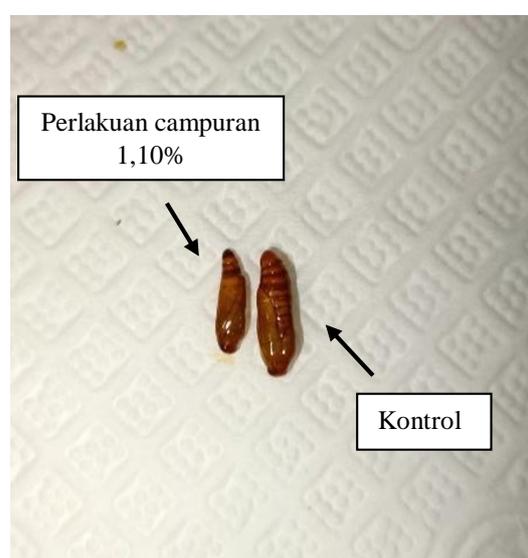
Tabel 4. Pengaruh ekstrak *P. aduncum* dan *R. communis* tunggal dan campurannya terhadap bobot pupa

Perlakuan	Konsentrasi (%)	n	Bobot Pupa (mg) $\bar{x} \pm SB$
<i>P. aduncum</i>	0 (Kontrol)	39	45,59±2,1
	0,15	37	45,86±2,4
	0,27	30	41,70±3,1
	0,51	22	38,99±3,5
	0,94	13	34,44±5,9
	1,75	5	34,00±12,6
<i>R. communis</i>	0 (Kontrol)	40	47,00±3,5
	0,15	35	44,80±0,9
	0,25	31	43,38±3,1
	0,43	24	38,82±2,5
	0,73	13	34,05±1,8
	1,25	5	32,22±6,7
<i>P. aduncum</i> + <i>R. communis</i> (1:1)	0 (Kontrol)	40	43,92±0,5
	0,30	30	39,86±1,6
	0,41	23	35,85±1,0
	0,57	16	29,16±4,3
	0,79	9	27,48±0,5
	1,10	2	26,40±0,4

Keterangan: \bar{x} : Rata-rata bobot pupa, SB: Simpangan baku, n: Jumlah pupa yang diuji.

Perlakuan ekstrak tunggal dan campuran mengakibatkan penurunan bobot pupa (Tabel 4). Hasil bobot pupa yang terendah terjadi pada konsentrasi 1,75% dengan selisih 11,59 mg untuk perlakuan tunggal

P. aduncum, konsentrasi 1,25% dengan selisih 14,78mg pada perlakuan tunggal *R. communis* dan 1,10% dengan selisih 17,52 mg pada perlakuan campuran ekstrak *P. aduncum*+*R. communis*. Ukuran pupa kontrol cenderung lebih besar di dibandingkan dengan pupa yang di beri perlakuan, seperti pada Gambar 3. Pembentukan pupa pada serangga dipengaruhi oleh pemenuhan jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh serangga ketika fase larva. Menurut Arneti & Santoni (2006), menyatakan bahwa pakan yang dikonsumsi saat stadia larva akan mempengaruhi perkembangan serangga. Apabila makanan yang dikonsumsi kuantitas dan kualitasnya kurang atau terdapat senyawa metabolit sekunder pada pakan tersebut, maka akan mempengaruhi proses perkembangan seperti bobot pupa yang rendah.



Gambar 3. Perbedaan pupa perlakuan dan kontrol.

Sifat Aktivitas Campuran Minyak Nabati

Pada pengamatan mortalitas larva *C. pavonana* akibat aplikasi ekstrak sirih hutan, minyak jarak kepyar dan campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak pada berbagai konsentrasi, data diperoleh LC_{50} dan LC_{95} dihitung untuk setiap ekstrak. LC_{50} diperoleh dari analisis probit data mortalitas pada pengujian beberapa taraf konsentrasi, LC_{50} ekstrak sirih hutan tunggal adalah 0,621, ekstrak minyak jarak kepyar tunggal adalah 0,538, dan LC_{50} campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar adalah 0,468. LC_{95} diperoleh dari analisis probit data mortalitas pada pengujian beberapa taraf konsentrasi, LC_{95} ekstrak sirih hutan tunggal adalah 3,394, ekstrak minyak jarak kepyar tunggal adalah 2,529, dan LC_{95} campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar adalah 1,364.

Tabel 5. Nilai indeks kombinasi ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar

Nilai <i>Lethal Concentrate</i>	Nilai Indeks Kombinasi	Kriteria
LC_{50}	0,975	Aditif
LC_{95}	0,524	Sinergistik Lemah

Hasil perhitungan nilai indeks kombinasi (IK) berdasarkan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar menunjukkan bahwa campuran ekstrak sirih hutan dan minyak jarak kepyar bersifat aditif pada taraf LC₅₀ dan bersifat sinergistik lemah pada taraf LC₉₅ (Tabel 5). Sifat aditif adalah kondisi tidak ada interaksi antara campuran atau toksisitas campurannya cenderung sama dengan toksisitas ekstrak tunggal. Sifat sinergistik adalah kondisi ketika toksisitas campuran ekstrak lebih besar dibandingkan toksisitas masing-masing bahan ekstrak yang diaplikasikan secara tunggal. Perbedaan dari hasil sifat campuran antara LC₅₀ dan LC₉₅ disebabkan oleh hubungan antara konsentrasi dengan respon serangga uji. Daya racun yang terkandung dalam insektisida botani akan semakin meningkat jika konsentrasi yang digunakan semakin tinggi (Fauzana & Harahap, 2021). Saat konsentrasi meningkat, respons akan meningkat ke titik maksimal, sehingga akan meningkatkan efek yang ditimbulkan (Birkett, 1995). Penggunaan dosis yang kecil akan memberikan efek yang negatif, sehingga menyebabkan efek tersebut menjadi tidak berarti (Peper, 2009).

KESIMPULAN

Ekstrak *P. aduncum*, *R. communis*, serta campurannya bersifat toksik terhadap larva *C. pavonana* dengan nilai LC₉₅ pada 10 hari setelah aplikasi (HSA) berturut-turut yaitu 3,394%, 2,529%, dan 1,364%. Aktivitas campuran minyak *P. aduncum* dan *R. communis* pada taraf LC₅₀ waktu pengamatan 10 HSA bersifat aditif, sementara pada taraf LC₉₅ waktu pengamatan 10 HSA bersifat sinergistik lemah. Selain itu, ekstrak tersebut memiliki aktivitas penurunan konsumsi pakan, penghambatan perkembangan larva, serta bobot pupa *C. pavonana*. Dengan demikian, campuran minyak nabati *P. aduncum* dan *R. communis* berpotensi dikembangkan sebagai insektisida alternatif pengendalian *C. pavonana*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran yang telah membantu memfasilitasi dalam pembuatan ekstrak serta pengadaan telur serangga uji dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ambarwati IA, Wahyuni D, & Pujiastuti. 2014. Toksisitas ekstrak daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L. 4-7.

Arneti & Santoni A. 2006. Isolasi senyawa bioaktif ekstrak daun dan bunga paitan (*Tithonia diversifolia* A Gray) (Asteraceae) dari lokasi Tempat tumbuh yang berbeda dan pengaruhnya terhadap hama *Plutella xylostella* Linn. dan parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen. *Fakultas Pertanian Unand Padang*.

Cloyd RA. 2011. Pesticide mixtures. In *M. Stoycheva* (Pesticides, pp. 70-75). Tech Europe University Campus STep RiSlavka Krautzeka.

Dadang, Fitriyani ED, & Priyono D. 2009. Effectiveness of two botanical insecticide formulations to two major cabbage insect pests on field Application. *J. Issaas*, 15(1), 42-51.

Fauzana H, & Harahap RA. 2021. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun srikaya (*Annona squamosa* L.) untuk mengendalikan hama *Aphis gossypii* Glover. pada tanaman cabai. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 9. <https://doi.org/10.24014/ja.v12i1.11722>

Ferraz AC, Angelucci MEM, Da Costa ML, Batista IR, De Oliveira BH, & Da Cunha C. 1999. Pharmacological evaluation of ricinine, a central Nervous system stimulant isolated from *Ricinus communis*. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 63(3), 367-375. [https://doi.org/10.1016/S0091-3057\(99\)00007-6](https://doi.org/10.1016/S0091-3057(99)00007-6)

Herminanto. 2006. Pengendalian hama kubis *Crociodolomia pavonana* F. menggunakan kulit buah jeruk. *Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman*, 6(3), 165-174.

Irawan J, Rustmam R, & Fauzana H. 2018. Uji pestisida nabati sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap larva kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* L. pada tanaman kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi*, 9(1), 41-50.

Kristanto SP, Stjipto, & Soekarto. 2013. Pengendalian Hama Pada Tanaman Kubis dengan Sistem Tanam Tumpangsari. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1), 7-9.

Lina EC, Supriadi A, Yunisman Y, & Martinius M. 2018. Aktivitas insektisida campuran ekstrak air buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan batang *Cymbopogon ciratrus* (Dc.) Stapf (Poaceae) terhadap larva *Crociodolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.25077/jpt.1.1.34-41.2017>

Mukadar Afriyani L. 2018. Faktor risiko paparan pestisida terhadap kejadian keracunan pestisida pada petani di Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(oktober), 205-213.

Peper A. 2009. Aspects of the relationship between drug dose and drug effect. *Dose-Response*, 7(2), 172-192. <https://doi.org/10.2203/dose-response.08-019.peper>

Priyono D. 2006. Pedoman praktis pengembangan dan pemanfaatan insektisida botani. *Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25798.63042>

Priyono D. 2011. Pengembangan teknologi formulasi insektisida nabati untuk pengendalian hama sayuran dalam upaya menghasilkan produk sayuran sehat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 100-111.

- Safriana N, Lambu O, & Ramadanil. 2019. Uji daya bambat ekstrak daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *Biocelbes*, 13(1), 65–75.
- Sayuthi M, & Jannah S. 2015. Extracts of papaya leaf and castor seed potential as insecticides against *Crocidolomia Pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae) on Broccoli. *Jurnal Biologi Edukasi*, 6(2), 78–82.
- Scott IM, Jensen HR, Philogène BJR, & Arnason JT. 2008. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Phytochemistry Reviews*, 7(1), 65–75. <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9058-5>
- Singh A, & Kaur J. 2016. Toxicity of leaf extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) against the third instar larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *American Journal of BioScience*, 4(3), 5–10. <https://doi.org/10.11648/j.ajbio.s.2016040301.12>
- Singh A, & Kaur J. 2017. Activity of foliage extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) against myiasis causing larvae of *Chrysomya bezziana Villeneuveae* (Diptera : Calliphoridae). 4, 1–6.
- Singkoh M, & Katili DY. 2019. Bahaya pestisida sintetik. *JPAI: Jurnal Perempuan Dan Anak Indonesia*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.35801/jpai.1.1.2019.24973>
- Susanto MS, & Prijono D. 2015. Sinergisme ekstrak *Piper aduncum* dan *Tephrosia vogelii* terhadap penggerek batang padi kuning, *Scirpophaga incertulas*. *Agrikultura*, 26(1), 7–14. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v26i1.8454>
- Syahroni YY, & Prijono D. 2013. Aktivitas insektisida ekstrak buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) serta campurannya terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 10(1), 39–50. <https://doi.org/10.5994/jei.10.1.39>
- Wahyuni D, & Loren I. 2015. Perbedaan toksisitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dengan ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* L. *Saintifika*, 17(1), 38–48. <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/STF>
- Wulansari R, Hidayat Y, & Dono D. 2022. Toksisitas minyak *Azadirachta indica*, *Ricinus communis*, dan campurannya: Pengaruhnya terhadap indeks nutrisi larva dan oviposisi imago *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) pada tanaman jagung. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 19(3), 181–193. <https://doi.org/10.5994/jei.19.3.181>
- Yennie E, & Elystia S. 2013. Pembuatan pestisida organik menggunakan metode ekstraksi dari sampah daun pepaya dan umbi bawang putih. *Jurnal Dampak*, 10(1), 46. <https://doi.org/10.25077/dampak.10.1.46-59>

