



Keefektifan ekstrak *Piper retrofractum* Vahl., *Annona squamosa* L. dan *Tephrosia vogelii* Hook. serta campurannya terhadap imago kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae)

The effectiveness extract of *Piper retrofractum* Vahl.,
Annona squamosa L., and *Tephrosia vogelii* Hook. and
their mixtures against papaya mealybug *Paracoccus marginatus*
Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae)

Trijanti A. Widinni Asnan, Dewi Sartiami, Ruly Anwar, Dadang*

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

(diterima November 2013, disetujui Mei 2014)

ABSTRAK

Paracoccus marginatus Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) merupakan hama penting pada tanaman pepaya. Salah satu kendala dalam pengendalian hama ini adalah adanya lapisan lilin yang menutupi tubuh serangga sehingga pengendalian dengan insektisida kurang efektif. Penelitian ini bertujuan mengetahui keefektifan ekstrak *Piper retrofractum* (Pr), *Annona squamosa* (As), dan *Tephrosia vogelii* (Tv) serta campurannya untuk mengendalikan *P. marginatus*. Setiap ekstrak diuji terhadap imago betina *P. marginatus* dengan metode semprot serangga pada daun dan setiap perlakuan diamati mortalitasnya pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada taraf LC_{95} - 72 JSP, ekstrak Tv dan As 3 kali lebih efektif dibandingkan dengan Pr terhadap imago *P. marginatus*. Konsentrasi ekstrak tunggal yang efektif untuk mematikan sekitar 95% populasi *P. marginatus* (LC_{95}) adalah 1,250% (Tv), 1,482% (Pr), dan 0,469% (As). Campuran ekstrak Tv + As (2 : 1 w/w) dan As + Pr (2 : 1 w/w) sekitar 1,67 kali lebih efektif terhadap imago *P. marginatus* daripada campuran ekstrak Tv + Pr (2 : 1 w/w). Berdasarkan indeks kombinasi pada pengamatan 72 JSP, campuran ekstrak Tv + As dan Tv + Pr bersifat sinergistik lemah, sedangkan campuran ekstrak As + Pr bersifat aditif. Selain menimbulkan kematian, perlakuan dengan menggunakan semua ekstrak uji juga mengganggu proses pembentukan lilin yang menutupi telur (kantong telur). Dengan demikian, ekstrak Pr, As, dan Tv, serta campurannya pada perbandingan tertentu berpotensi untuk digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pengendalian hama *P. marginatus* karena memiliki toksisitas dan sifat campuran yang cukup baik.

Kata kunci: hama pepaya, insektisida nabati, sinergistik lemah

ABSTRACT

Paracoccus marginatus Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) is one of the papaya insect pests that causes high economic loss. The major constraint in controlling this pest with insecticides is the existence of wax layer covering the insect body. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of *Piper retrofractum* (Pr), *Annona squamosa* (As),

*Penulis korespondensi: Dadang, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jalan Kamper Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Email: dadangtea@ipb.ac.id

and *Tephrosia vogelii* (Tv) extracts as well as their mixtures to control *P. marginatus* imago in the laboratory. Pr, As, and Tv extracts were tested separately and in extract mixtures against female *P. marginatus* by direct spray on the insect. Each treatment was observed at 24, 48, and 72 hours after treatment (HAT). Our result showed that at the LC95 - 72 HAT, Tv and As extracts were about three times more effective to *P. marginatus* than Pr extract. The effective concentration that causing around 95% mortality of *P. marginatus* are 1.250% (Tv), 1.482% (Pr), dan 0.469% (As). Extracts mixtures of Tv + As (2:1, w/w) and As + Ps (2 : 1, w/w) were about 1.67 times more effective than Tv + Pr (2:1, w/w) extracts mixtures. Based on combination index at 72 HST, extract mixtures of Tv + As and Tv + Pr had low synergistic joint action, meanwhile As + Pr extract mixture had additive joint action. In addition, all the extracts treatments disturbed the formation of the wax coverings the eggs (egg sacs). Pr, As, and Tv extracts as well as their mixtures at certain extract comparison have the alternate potential to control the mealybug *P. marginatus*.

Key words: botanical insecticides, pest of papaya, low synergistic action

PENDAHULUAN

Kutu putih *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) merupakan jenis kutu putih yang berperan sebagai serangga hama pada berbagai tanaman di Indonesia. *P. marginatus* bukan merupakan serangga asli Indonesia melainkan berasal dari Meksiko atau Amerika Tengah. Pada tahun 1992, kutu putih ini dilaporkan berada di wilayah neotropical di Belize, Costa Rica, Guatemala, dan Mexico (Williams & Granara 1992) dan di Indonesia pertama kali ditemukan berada di wilayah Bogor pada tahun 2008 (Muniappan et al. 2008).

Populasi kutu putih pepaya apabila tidak dikendalikan dapat menyebabkan hasil panen menurun hingga 58%. Jika pengendalian dilakukan akan meningkatkan biaya produksi sebesar 84% akibat penggunaan pestisida (Ivkdalam 2010). Di negara lain, seperti Ghana, serangan kutu putih pepaya menghancurkan sekitar 85% tanaman pepaya yang dibudidayakan pada tahun 2009 dan 1.734 karyawan disektor ini kehilangan pekerjaan mereka (Offei et al. 2015).

Petani di Indonesia umumnya mengendalikan *P. marginatus* menggunakan insektisida sintetik, meskipun sebenarnya belum ada jenis pestisida yang terdaftar di Indonesia untuk hama tersebut. Di luar negeri telah dilaporkan bahwa terdapat jenis bahan aktif yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama kutu putih pepaya, diantaranya karbaril, klorpirifos, diazinon, dimetoat, dan malation, namun hasil pengendalian kurang efektif dan penggunaan bahan tidak efisien karena aplikasi harus dilakukan berkali-kali dan dengan dosis dua kali lipat dari dosis yang direkomendasikan (Walker et al. 2003). Hal ini diduga terjadi

karena *P. marginatus* termasuk jenis kutu-kutuan yang seluruh tubuhnya diselimuti oleh lapisan lilin berwarna putih sehingga cairan insektisida yang diaplikasikan terhalang dan tidak langsung mengenai tubuhnya. Menurut Townsend et al. (2000), secara umum kutu putih sulit untuk dikendalikan secara kimiawi, karena adanya lapisan lilin tebal yang diseksresikan hingga menutupi tubuhnya. Aplikasi insektisida sintetik yang dilakukan berkali-kali dengan dosis yang lebih tinggi sangat tidak efisien dan dapat menimbulkan dampak negatif yang berbahaya terhadap lingkungan serta kesehatan manusia. Untuk itu, diperlukan upaya pengendalian yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan aman baik terhadap kesehatan manusia maupun organisme non sasaran. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan insektisida sintetik adalah dengan menggunakan insektisida nabati.

Beberapa jenis ekstrak tumbuhan yang diketahui dapat bersifat sebagai insektisida pada *P. marginatus* maupun serangga hama lain adalah *Piper retrofractum* (cabai jawa), *Annona squamosa* (srikaya), *Tephrosia vogelii* (kacang babi). Menurut Sifa et al. (2013), pengujian ekstrak *T. vogelii* pada konsentrasi 1% terhadap *P. marginatus* menyebabkan kematian sebesar 84% dan perlakuan menggunakan ekstrak *A. squamosa* dengan konsentrasi yang sama dapat menyebabkan kematian sebesar 73,3% pada 72 jam setelah perlakuan. Pola kematian *P. marginatus* akibat perlakuan *P. retrofractum* tidak jauh berbeda dengan yang diberi perlakuan dengan menggunakan *T. vogelii*.

Selain digunakan secara tunggal, insektisida nabati juga dapat digunakan dalam bentuk campuran. Penggunaan insektisida nabati dalam bentuk campuran dapat mengefisienkan bahan

tumbuhan dan mengurangi ketergantungan terhadap satu jenis tumbuhan serta memperlambat laju resistensi (Dadang et al.).

Penelitian ini bertujuan mengetahui keefektifan penggunaan ekstrak tunggal *A. squamosa*, *P. retrofractum*, dan *T. vogelii*, serta masing-masing campurannya dalam mengendalikan kutu putih pepaya *P. marginatus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga dan Laboratorium Biosistematika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Oktober 2012 sampai dengan bulan Juli 2013.

Penanaman dan pemeliharaan tanaman pepaya

Bibit pepaya yang digunakan diperoleh dari petani di Kecamatan Rancabungur Kabupaten Bogor, yang merupakan bibit pepaya varietas IPB 9. Bibit yang berumur 2 minggu disemaikan di *polybag* bening berukuran 5 cm x 10 cm sebanyak 2 tanaman per *polybag*. Setelah bibit pepaya berumur 1 bulan, kemudian dipindahkan pada *polybag* hitam berukuran 25 cm x 25 cm sebanyak 1 bibit per *polybag* dengan media tanam berupa campuran antara tanah dan kompos 1 : 1 (w/w). Pemeliharaan bibit pepaya dilakukan setiap hari yang meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian hama lain dilakukan secara mekanis.

Identifikasi dan perbanyak serangga uji

Sebelum dilakukan perbanyak serangga uji terlebih dahulu dilakukan identifikasi untuk memastikan bahwa serangga yang digunakan adalah *P. marginatus*. Serangga yang didapatkan dari lapangan dibuat menjadi preparat slide dan kemudian diidentifikasi. Identifikasi dilakukan di bawah mikroskop dengan memperhatikan bentuk morfologi dan mengacu pada buku *Mealybugs of Central and South America* (Williams & Granara 1992).

Serangga yang telah diidentifikasi, dipelihara dan diperbanyak pada bibit pepaya yang berumur 2 bulan atau tinggi tanaman \pm 25–30 cm. Tanaman pepaya disungkup dengan plastik silindris yang bagian atasnya berupa kasa. Untuk menghindari

serangan predator ataupun organisme pengganggu lain. Serangga *P. marginatus* dibiarkan berkembang biak agar mencapai jumlah yang mencukupi untuk digunakan dalam pengujian.

Penyiapan insektisida nabati

Buah *P. retrofractum*, daun *T. vogelii*, dan biji *A. squamosa* dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringanginkan di dalam ruangan. Bahan tumbuhan tersebut kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk dan diayak hingga mendapatkan serbuk yang berukuran relatif seragam. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Setiap serbuk tumbuhan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, kemudian ditambahkan metanol (1 : 10 w/v) hingga seluruh bahan terendam, lalu disimpan selama 48 jam. Rendaman masing-masing bahan tumbuhan disaring dengan menggunakan corong kasa yang dialasi kertas saring. Hasil saringan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dan tekanan 337 mbar hingga diperoleh ekstrak kasar. Setiap ekstrak yang diperoleh disimpan dalam lemari pendingin pada suhu \pm 4 °C hingga saat digunakan.

Uji ekstrak tunggal

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Masing-masing ekstrak kasar diencerkan dengan larutan metanol dan Tween (5 : 1 v/v) dan akuades. Perlakuan untuk masing-masing ekstrak menggunakan lima taraf konsentrasi, yaitu 0,01%, 0,1%, 0,5%, 1%, dan 3% ditambah kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Metode yang digunakan pada pengujian ini, yaitu semprot serangga pada daun. Sebanyak 10 imago *P. marginatus* disimpan di atas cawan petri yang telah dialasi tisu berwarna hijau dan daun pepaya sebagai pakan yang bagian ujungnya telah diberi kapas basah. Sediaan ekstrak kemudian disemprotkan pada imago sebanyak 3 semprotan untuk setiap ulangan volume \pm 0,4 ml menggunakan *hand sprayer*.

Daun beserta imago yang telah disemprot dipindahkan ke cawan lain yang juga telah dialasi kertas tisu hijau untuk menghindari kelembapan yang terlalu tinggi pada cawan Petri akibat kertas tisu yang basah terkena cairan ekstrak.

Pengamatan dilakukan pada 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP) dengan menghitung

jumlah *P. marginatus* yang mati. Hasil pengujian dianalisis dengan menggunakan program POLO PC (LeOra Software 1987) untuk mengetahui konsentrasi yang dapat mematikan 50% serangga uji (LC_{50}) dan LC_{95} pada pengamatan 24, 48, dan 72 JSP untuk masing-masing ekstrak dan perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji Duncan dengan taraf nyata 5%.

Uji campuran ekstrak

Ekstrak yang digunakan, yaitu *A. squamosa* (As), *P. retrofractum* (Pr), dan *T. vogelii* (Tv) masing-masing dikombinasikan sehingga menghasilkan campuran ekstrak As + Pr, Tv + As, dan Tv + Pr dengan perbandingan masing-masing campuran 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 (w/w). Setiap campuran diencerkan dengan menggunakan metanol dan Tween (5 : 1) hingga mendapatkan 6 taraf konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi yang digunakan untuk masing-masing campuran dan perbandingan didapatkan dari hasil analisis LC_{95} -72 JSP pada uji tunggal masing-masing ekstrak.

Pengamatan dilakukan pada 24, 48, dan 72 JSP terhadap mortalitas serangga. Pengujian dilakukan dengan menggunakan RAL. Data hasil pengamatan tersebut kemudian diolah dengan menggunakan program POLO PC (LeOra Software 1987) untuk menentukan nilai LC_{50} dan LC_{95} , sehingga dapat ditentukan nilai indeks kombinasi campuran (IK) pada taraf LC_x dari masing-masing kombinasi yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IK = \frac{LC_x^{a(mj)}}{LC_x^a} + \frac{LC_x^{b(mj)}}{LC_x^b} + \frac{LC_x^{a(mj)}}{LC_x^a} + \frac{LC_x^{a(mj)}}{LC_x^b}$$

$LC_x^{a(mj)}$ dan $LC_x^{b(mj)}$ merupakan LC_x percobaan campuran dikalikan proporsi konsentrasi dalam campuran tersebut yang mengakibatkan mortalitas x (5%–95%), sedangkan LC_x^a dan LC_x^b merupakan ekstrak tunggalnya (Chou & Talalay 1984). Uji nilai tengah berganda dilakukan dengan Program SAS 9.0.

HASIL

Identifikasi serangga uji

Serangga uji yang didapatkan dari lapangan sesuai dengan ciri morfologi *P. marginatus* yang dikemukakan oleh Williams & Granara (1992). Permukaan tubuh kutu ini ditutupi oleh lilin berwarna putih yang merupakan hasil sekresi

dari tubuhnya. Imago betina memiliki panjang tubuh 2,5 mm. Panjang antena kurang lebih 310–370 μ m dengan jumlah segmen 8. Pada bagian tepi terdapat rangkaian filamen lilin pendek di sepanjang bagian tepi tubuh dan terdapat kantung telur (*ovisac*) di bagian posterior tubuh betina dewasa. Menurut Miller & Miller (2002) kantung telur dibentuk di bagian ventral posterior tubuh betina dewasa.

Toksitas ekstrak *P. retrofractum*, *A. squamosa*, dan *T. vogelii* terhadap imago *P. marginatus*

Ekstrak tunggal. Secara umum, ketiga jenis ekstrak yang digunakan mampu mengakibatkan mortalitas *P. marginatus* hingga lebih dari 50% pada konsentrasi diatas 0,01%. Konsentrasi tertinggi yang digunakan untuk setiap ekstrak, yaitu 3%, pada ekstrak *T. vogelii*, *P. retrofractum*, dan *A. squamosa* dapat mengakibatkan mortalitas imago *P. marginatus* secara berturut-turut sebesar 98%, 100%, dan 100%, sedangkan pada konsentrasi terendah yang digunakan, yaitu 0,01% untuk masing-masing ekstrak hanya mampu mengakibatkan mortalitas imago *P. marginatus* secara berturut-turut sebesar 46%, 62%, dan 18% pada 72 JSP (Gambar 1). Tiap jenis ekstrak mampu menimbulkan kematian imago *P. marginatus* sejak hari pertama perlakuan meskipun konsentrasi yang diaplikasikan rendah dan mortalitas imago *P. marginatus* terus meningkat hingga pengamatan pada hari ke-3 atau pada 72 JSP. Perlakuan kontrol pada hari ke-3 atau pada 72 JSP. Perlakuan kontrol yang hanya menggunakan metanol dan Tween (5 : 1) dan akuades tidak mengakibatkan kematian hingga pengamatan ke-3 pada 72 JSP. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan tidak memberikan pengaruh buruk terhadap imago *P. marginatus*.

Konsentrasi efektif yang dapat mematikan imago *P. marginatus* sebesar 95% untuk perlakuan dengan menggunakan ekstrak *T. vogelii*, *P. retrofractum* dan *A. squamosa* berturut-turut adalah sebesar 1,250%, 1,482%, dan 0,469%, sedangkan konsentrasi efektif yang dapat mematikan imago *P. marginatus* hingga 50% untuk masing-masing ekstrak berturut-turut adalah sebesar 0,020%, 0,007%, dan 0,042% pada 72 JSP (Tabel 1).

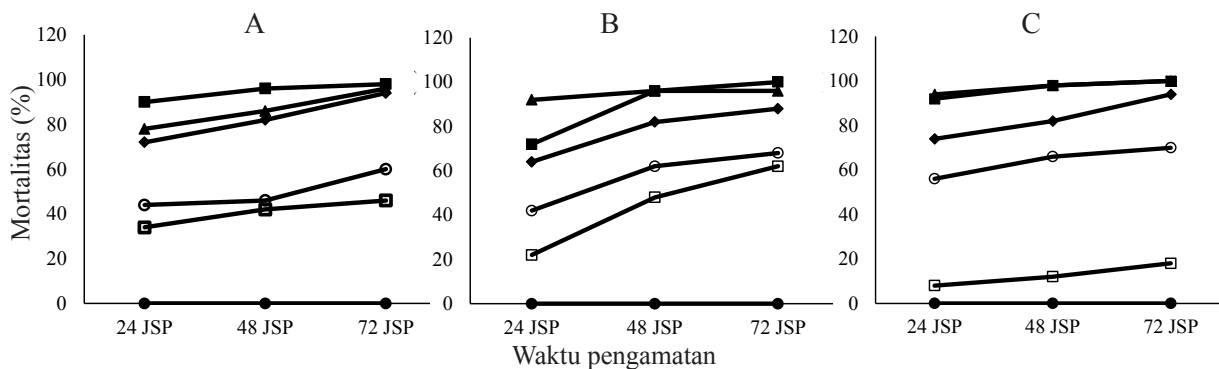
Gejala yang terlihat setelah perlakuan dengan metode semprot serangga pada daun adalah adanya lilin-lilin baru yang muncul pada 72 JSP setelah sebelumnya sempat meluruh akibat perlakuan, namun lilin yang baru muncul ini bentuknya tidak

beraturan dan menggumpal-gumpal (Gambar 2A), Gejala lainnya adalah terganggunya pembentukan kantung telur. Telur-telur yang muncul setelah imago mengalami perlakuan tidak ditutupi oleh kantung telur berwarna putih (Gambar 2B). Kantung telur tersebut merupakan bentuk perlindungan yang diberikan oleh imago betina *P. marginatus* terhadap telur yang diletakkan oleh imago agar telur-telur tersebut terlindung dari berbagai ancaman. Selain itu, pada serangga uji yang mati terjadi perubahan warna tubuh menjadi lebih gelap, yaitu coklat pada awal pengamatan kemudian berubah menjadi kehitaman serta mengering pada akhir pengamatan (Gambar 2C). Seluruh gejala ini muncul pada setiap perlakuan ekstrak dan bukan merupakan gejala yang spesifik dari satu jenis ekstrak tanaman yang digunakan.

Ekstrak campuran. Persentase mortalitas tertinggi pada campuran ekstrak Tv + As terdapat pada perbandingan 1 : 2 dan 2 : 1 dengan konsentrasi

0,6%, yaitu sebesar 98% sedangkan mortalitas pada konsentrasi 0,6% dengan perbandingan 1 : 1 hanya sebesar 94%. Persentase mortalitas imago *P. marginatus* terendah yang diakibatkan oleh perlakuan ekstrak campuran dengan konsentrasi 0,025% dengan perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 masing-masing sebesar 36%, 42%, dan 24% (Gambar 3).

Berbeda dengan campuran ekstrak Tv + As, taraf konsentrasi yang digunakan pada campuran ekstrak Tv + Pr untuk setiap perbandingan tidak sama. Pada perbandingan 1 : 2 taraf konsentrasi yang digunakan adalah 0,062%, 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1%, dan 1,2%, sedangkan taraf konsentrasi yang digunakan pada perbandingan 2 : 1 adalah 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,8%, dan 1% sedangkan untuk taraf konsentrasi yang digunakan pada perbandingan 1 : 1 adalah 0,056%, 0,1125%, 0,225%, 0,45%, 0,9%, dan 1,1%. Persentase mortalitas imago *P. marginatus* tertinggi diakibatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi tertinggi pada

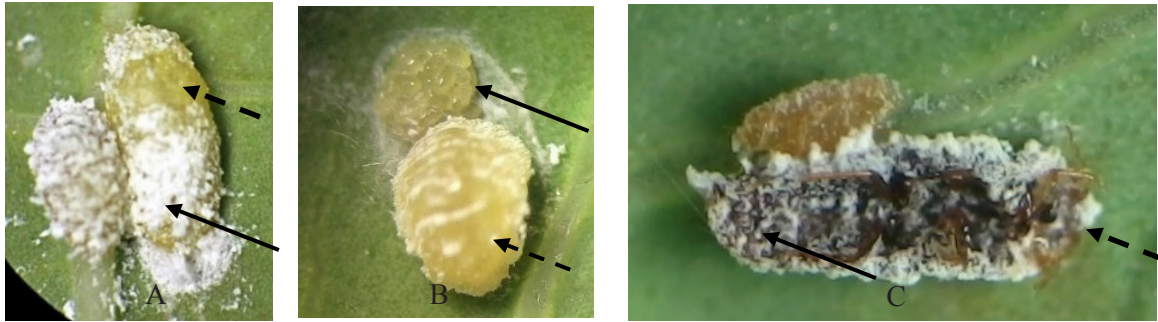


Gambar 1. Perkembangan tingkat mortalitas imago *Paracoccus marginatus* akibat perlakuan ekstrak *Tephrosia vogelii* (A), *Piper retrofractum* (B) dan *Annona squamosa* (C). —□—: 0,01; —○—: 0,10; —◆—: 0,5; —▲—: 1; —■—: 3; —●—: kontrol.

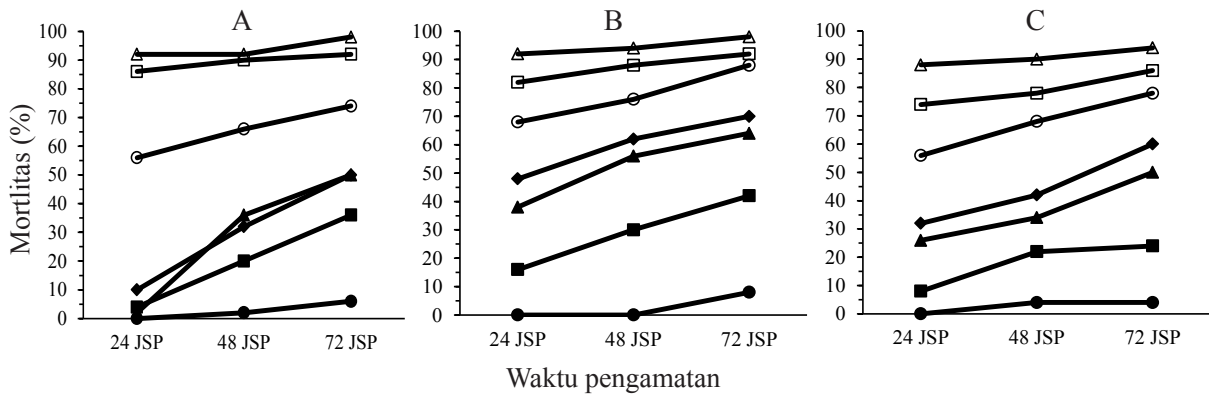
Tabel 1. Toksisitas tiga jenis ekstrak *Tephrosia vogelii*, *Annona squamosa*, dan *Piper retrofractum* terhadap mortalitas imago betina *Paracoccus marginatus*

Jenis ekstrak	Waktu pengamatan (JSP ^c)	$a \pm GB^a$	$b \pm GB^a$	LC ₅₀ ^b (%)	LC ₉₅ (%)
<i>T. vogelii</i>	24	1,079 ± 0,110	0,677 ± 0,102	0,071 (0,012–0,191)	18,968 (3,390–2510,597)
	48	1,074 ± 0,123	0,745 ± 0,107	0,036 (-)	5,823 (-)
	72	1,556 ± 0,159	0,913 ± 0,123	0,020 (0,0003–0,073)	1,250 (0,291–316,521)
<i>P. retrofractum</i>	24	0,623 ± 0,104	0,696 ± 0,102	0,127 (-)	29,395 (-)
	48	1,299 ± 0,137	0,745 ± 0,011	0,018 (0,0003–0,067)	2,905 (0,611–788,815)
	72	1,524 ± 0,156	0,707 ± 0,122	0,007 (-)	1,482 (-)
<i>A. squamosa</i>	24	1,158 ± 0,129	1,184 ± 0,128	0,105 (0,029–0,245)	2,574 (0,874–33,56)
	48	1,592 ± 0,163	1,338 ± 0,142	0,065 (0,241–0,129)	1,095 (0,466–5,718)
	72	2,159 ± 0,233	1,565 ± 0,174	0,042 (0,294–0,9000)	0,469 (0,260–1,181)

^aa: intersep regresi probit; ^bb: kemiringan regresi probit; GB: galat baku; ^bLC: lethal concentration; ^cJSP: jam setelah perlakuan.



Gambar 2. Gejala yang terjadi akibat perlakuan beberapa jenis insektisida nabati pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan (JSP). → : gejala; - -> : bagian anterior serangga.



Gambar 3. Perkembangan tingkat mortalitas imago *Paracoccus marginatus* akibat perlakuan ekstrak campuran *Tephrosia vogelii* + *Annona squamosa* perbandingan 1 : 2 (A), 2 : 1 (B), dan 1 : 1 (C).—●—: kontrol; —■—: 0,025; —▲—: 0,05; —◆—: 0,1; —○—: 0,2; —□—: 0,4; —△—: 0,6.

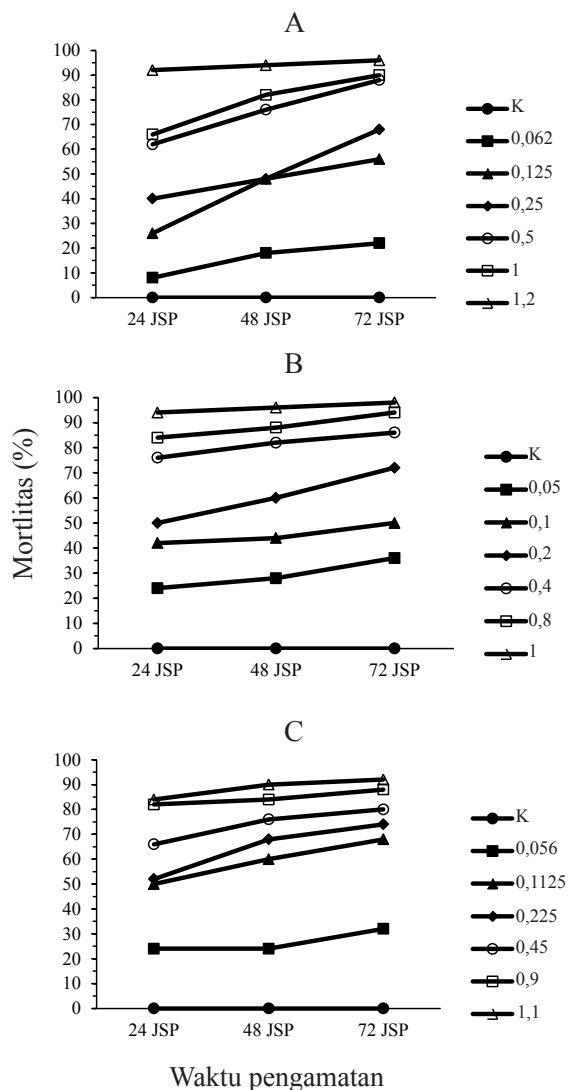
masing-masing perbandingan, yaitu berturut-turut untuk perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 adalah sebesar 96%, 98%, dan 92% dan untuk persentase mortalitas imago *P. marginatus* terendah pada masing-masing perbandingan diakibatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi terendah, yaitu berturut-turut untuk perbandingan 1 : 2, 2 : 1 dan 1 : 1 adalah sebesar 22%, 36%, dan 32% (Gambar 4).

Taraf konsentrasi yang digunakan pada campuran ekstrak As + Pr sama dengan taraf konsentrasi yang digunakan pada campuran Tv + Pr untuk setiap perbandingannya. Persentase mortalitas imago *P. marginatus* tertinggi pada ekstrak campuran Tv + Pr adalah sebesar 100% yang diakibatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi tertinggi pada perbandingan 1 : 2 dan 2 : 1, sedangkan persentase mortalitas imago *P. marginatus* yang ditimbulkan oleh konsentrasi tertinggi pada perbandingan 1 : 1 hanya sebesar 94%. Persentase mortalitas imago *P. marginatus* terendah pada masing-masing perbandingan diakibatkan oleh perlakuan dengan konsentrasi terendah, yaitu berturut-turut untuk perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 adalah sebesar 54%, 60%, dan 38% (Gambar 5).

Berdasarkan data-data tersebut, terlihat bahwa perbandingan 2 : 1 (w/w) pada setiap campuran ekstrak lebih efektif dibandingkan dengan perbandingan 1 : 2 dan 1 : 1 (w/w). Efektifitas campuran ekstrak pada perbandingan 2 : 1 juga terlihat pada hasil analisis toksisitas antar perbandingan pada masing-masing ekstrak. Nilai LC_{95} pada 72 JSP campuran ekstrak Tv + As dengan perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 (w/w) berturut-turut adalah sebesar 0,743%, 0,498%, dan 0,743%, sedangkan campuran ekstrak Tv + Pr berturut-turut sebesar 1,128%, 0,832%, dan 1,707% dan untuk campuran ekstrak As + Pr berturut-turut sebesar 0,773%, 0,500%, dan 1,527%. Sehingga perbandingan 2 : 1 (w/w) lebih efektif sekitar 1,49 kali pada campuran Tv + As, 2,05 kali pada campuran Tv + Pr, dan 2,3 kali pada campuran As + Pr daripada perbandingan 1 : 2 dan 1 : 1 untuk masing-masing ekstrak (Tabel 2).

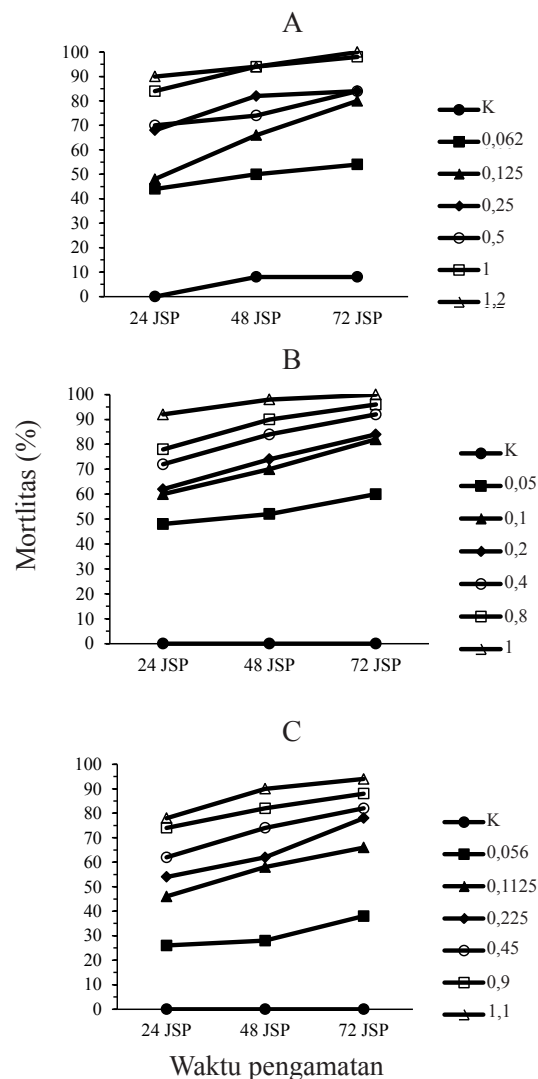
Sifat aktivitas campuran ekstrak *P. retrofractum*, *A. squamosa*, dan *T. vogelii* terhadap imago *P. marginatus*

Sifat interaksi pada masing-masing perbandingan untuk setiap campuran berbeda-beda



Gambar 4. Perkembangan tingkat mortalitas imago *Paracoccus marginatus* akibat perlakuan ekstrak campuran *Tephrosia vogelii* + *Piper retrofractum* perbandingan 1 : 2 (A), 2 : 1 (B), dan 1 : 1 (C).
 ●: Kontrol; ■: 0,05; ▲: 0,11; ◆: 0,22; ○: 0,45; □: 0,9; ▴: 1,1.

berdasarkan indeks kombinasi LC_{95} pada 72 JSP. Sifat interaksi campuran ekstrak Tv + As dan Tv + Pr pada perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 terhadap imago *P. marginatus* berturut-turut adalah antagonis, sinergistik lemah, dan antagonis. Sementara itu, sifat interaksi campuran ekstrak As + Pr pada perbandingan 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 berturut-turut adalah aditif, aditif, dan antagonis (Tabel 3). Sifat antagonis menunjukkan bahwa tingkat mortalitas imago *P. marginatus* akibat perlakuan tunggal lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan campuran, sementara sifat aditif menunjukkan bahwa tingkat mortalitas imago *P.*



Gambar 5. Perkembangan tingkat mortalitas imago *Paracoccus marginatus* akibat perlakuan ekstrak campuran *Annona squamosa* + *Piper retrofractum* perbandingan 1 : 2 (A), 2 : 1 (B), dan 1 : 1 (C).
 ●: Kontrol; ■: 0,056; ▲: 0,112; ◆: 0,225; ○: 0,45; □: 0,9; ▴: 1,1.

marginatus akibat perlakuan tunggal sama dengan tingkat mortalitas akibat perlakuan campuran dan sifat sinergistik lemah menunjukkan bahwa tingkat mortalitas akibat perlakuan campuran sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat mortalitas imago *P. marginatus* akibat perlakuan tunggal.

PEMBAHASAN

Ekstrak *P. retrofractum*, *A. squamosa*, dan *T. vogelii* yang digunakan dalam penelitian menunjukkan keefektifan yang cukup baik dalam

Tabel 2. Penduga parameter toksisitas campuran ekstrak *Tephrosia vogelii*, *Piper retrofractum*, dan *Annona squamosa* terhadap mortalitas imago betina *Paracoccus marginatus*

Ekstrak	Perbandingan (b/b)	Waktu pengamatan (JSP) ^a	a ± GB ^b	b ± GB ^b	LC ₅₀ (SK 95%)(%) ^b	LC ₉₅ (SK 95%)(%) ^b	
Tv + As	1 : 2	24	2,104 ± 0,223	2,947 ± 0,272	0,193 (0,111 – 0,338)	0,698 (0,383 – 4,057)	
		48	1,676 ± 0,192	1,727 ± 0,192	0,107 (0,060 – 0,175)	0,959 (0,452 – 6,192)	
		72	1,846 ± 0,212	1,568 ± 0,200	0,066 (0,030 – 0,109)	0,743 (0,305 – 5,321)	
	2 : 1	24	1,616 ± 0,188	1,589 ± 0,179	0,096 (0,075 – 0,121)	1,041 (0,669 – 2,027)	
		48	1,741 ± 0,194	1,361 ± 0,179	0,053 (0,036 – 0,070)	0,850 (0,518 – 1,882)	
		72	2,099 ± 0,235	1,499 ± 0,209	0,040 (0,025 – 0,055)	0,498 (0,321 – 1,013)	
	1 : 1	24	1,391 ± 0,174	1,711 ± 0,185	0,154 (0,124 – 0,192)	1,407 (0,904 – 2,708)	
		48	1,429 ± 0,182	1,508 ± 0,187	0,113 (0,086 – 0,145)	1,391 (0,837 – 3,094)	
		72	1,846 ± 0,211	1,568 ± 0,200	0,066 (0,030 – 0,109)	0,743 (0,350 – 5,321)	
	Tv + Pr	1 : 2	24	0,787 ± 0,118	1,714 ± 0,189	0,347 (0,212 – 0,567)	3,165 (1,457 – 20,745)
			48	1,123 ± 0,130	1,588 ± 0,185	0,196 (0,113 – 0,296)	2,132 (1,075 – 9,468)
			72	1,552 ± 0,155	1,767 ± 0,202	0,132 (0,099 – 0,167)	1,128 (0,792 – 1,900)
2 : 1		24	1,278 ± 0,145	1,559 ± 0,183	0,151 (0,114 – 0,192)	1,716 (1,106 – 3,352)	
		48	1,493 ± 0,157	1,636 ± 0,191	0,122 (0,091 – 0,155)	1,238 (0,832 – 2,254)	
		72	1,789 ± 0,180	1,710 ± 0,206	0,090 (0,065 – 0,115)	0,832 (0,571 – 1,428)	
1 : 1		24	0,922 ± 0,125	1,207 ± 0,171	0,172 (0,119 – 0,231)	3,970 (2,088 – 11,904)	
		48	1,206 ± 0,136	1,301 ± 0,178	0,118 (0,052 – 0,190)	2,172 (0,994 – 14,167)	
		72	1,354 ± 0,145	1,251 ± 0,183	0,083 (0,028 – 0,141)	1,707 (0,796 – 11,290)	
As + Pr		1 : 2	24	1,010 ± 0,125	1,041 ± 0,172	0,107 (0,059 – 0,157)	4,070 (1,968 – 15,911)
			48	1,355 ± 0,143	1,093 ± 0,187	0,058 (0,006 – 0,121)	1,840 (0,738 – 43,833)
			72	1,803 ± 0,191	1,423 ± 0,233	0,054 (0,004 – 0,112)	0,773 (0,368 – 11,125)
	2 : 1	24	1,010 ± 0,135	0,848 ± 0,170	0,063 (0,024 – 0,105)	5,467 (2,081 – 45,567)	
		48	1,548 ± 0,165	1,143 ± 0,192	0,044 (0,020 – 0,070)	1,215 (0,698 – 3,350)	
		72	2,046 ± 0,217	1,333 ± 0,233	0,029 (0,011 – 0,048)	0,500 (0,368 – 1,061)	
	1 : 1	24	0,712 ± 0,118	0,994 ± 0,165	0,192 (0,124 – 0,271)	8,671 (3,537 – 48,309)	
		48	1,108 ± 0,132	1,211 ± 0,175	0,122 (0,078 – 0,167)	2,773 (1,530 – 7,665)	
		72	1,417 ± 0,149	1,237 ± 0,186	0,072 (0,040 – 0,104)	1,527 (0,907 – 3,727)	

^aJSP: jam setelah perlakuan^ba: intersep regresi probit; b: kemiringan regresi probit; GB: galat baku; SK: selang kepercayaan.

Tabel 3. Sifat aktivitas campuran ekstrak *Tephrosia vogelii*, *Piper retrofractum*, dan *Annona squamosa* terhadap mortalitas imago betina *Paracoccus marginatus*

Ekstrak	Perbandingan (w/w)	Waktu pengamatan (JSP) ^a	Indeks kombinasi		Sifat interaksi		
			LC ₅₀	LC ₉₅	LC ₅₀	LC ₉₅	
Tv + As	1 : 2	24	3,242	0,195	Antagonis	Sinergistik kuat	
		48	3,175	0,671	Antagonis	Sinergistik lemah	
	2 : 1	72	3,300	1,464	Antagonis	Antagonis	
		24	1,481	0,176	Antagonis	Sinergistik kuat	
	1 : 1	48	1,520	0,381	Antagonis	Sinergistik kuat	
		72	2,012	0,712	Antagonis	Sinergistik lemah	
	1 : 1	24	2,613	0,321	Antagonis	Sinergistik kuat	
		48	11,901	18,105	Antagonis	Antagonis	
	72	3,963	1,457	Antagonis	Antagonis		
		24	6,418	0,131	Antagonis	Sinergistik kuat	
Tv + Pr	1 : 2	48	22,248	0,671	Antagonis	Sinergistik lemah	
		72	42,429	0,961	Antagonis	Antagonis	
	2 : 1	24	2,376	0,081	Antagonis	Sinergistik kuat	
		48	9,623	0,304	Antagonis	Sinergistik kuat	
	1 : 1	72	20,143	0,714	Antagonis	Sinergistik lemah	
		24	2,709	0,179	Antagonis	Sinergistik kuat	
	1 : 1	48	10,289	0,630	Antagonis	Sinergistik lemah	
		72	20,525	1,653	Antagonis	Antagonis	
	As + Pr	1 : 2	24	1,092	0,668	Aditif	Sinergistik lemah
			48	3,085	1,219	Antagonis	Aditif
2 : 1		72	7,776	1,008	Antagonis	Aditif	
		24	0,631	1,566	Sinergistik lemah	Antagonis	
1 : 1		48	1,634	0,982	Antagonis	Aditif	
		72	2,477	0,903	Antagonis	Aditif	
1 : 1		24	2,361	2,080	Antagonis	Antagonis	
		48	7,508	2,348	Antagonis	Antagonis	
72		10,408	2,982	Antagonis	Antagonis		

^aJSP: jam setelah perlakuan; Tv: *Tephrosia vogelii*; Pr: *Piper retrofractum*; As: *Annona squamosa*.

mengendalikan imago *P. marginatus* secara tunggal. Urutan keefektifan ketiga jenis ekstrak dari yang paling efektif hingga kurang efektif untuk mematikan 95% imago *P. marginatus*, yaitu *A. squamosa* pada konsentrasi 0,469%, *T. vogelii* pada konsentrasi 1,250%, dan terakhir adalah *P. retrofractum* pada konsentrasi 1,482%. Berdasarkan analisis $LC_{95} - 72$ JSP, ekstrak *A. squamosa* 2,66 kali lebih efektif terhadap imago *P. marginatus* dibandingkan dengan ekstrak *T. vogelii* dan 3,16 kali dibandingkan dengan ekstrak *P. retrofractum*.

Perbedaan tingkat keefektifan dari setiap ekstrak ini terjadi karena adanya perbedaan cara kerja dari masing-masing ekstrak. Senyawa aktif utama yang terkandung dalam *A. squamosa* adalah squamosin dan amisin yang termasuk golongan asetogenin (Saha 2011). Asetogenin ini memiliki cara kerja yang sama seperti rotenon, yaitu melakukan penghambatan pada proses respirasi sel. Rotenon merupakan salah satu senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak *T. vogelii* selain deguelin. Rotenon bekerja sebagai racun respirasi sel, yaitu menghambat transfer elektron dalam NADH-koenzim ubiquinon reduktase (kompleks I) pada sistem transpor elektron yang terjadi di dalam mitokondria. Selain itu, rotenon menyekat pemindahan elektron dari Fe-S ke koenzim ubiquinon yang mengakibatkan terhambatnya proses respirasi sel dan menurunkan produksi ATP yang merupakan sumber energi, sehingga aktivitas sel akan terhambat dan mengakibatkan serangga menjadi lumpuh dan mati (Hollingworth 2001).

Senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak *P. retrofractum* termasuk kedalam kelompok piperamida yang memiliki dua aktivitas biologi, yaitu kelompok senyawa yang mengandung gugus metilendioksifenil yang bekerja sebagai penghambat enzim sitokrom P450 (Scott et al. 2008). Enzim ini berperan dalam mengoksidasi berbagai jenis senyawa racun dari luar tubuh dan limbah metabolisme di dalam tubuh, sehingga apabila aktivitasnya terganggu dapat menekan penguraian senyawa racun dalam tubuh serangga tersebut.

Campuran masing-masing ekstrak pada setiap perbandingannya memiliki sifat aktivitas yang berbeda-beda pada taraf LC_{95} pada 24, 48, dan 72 JSP. Sifat aktivitas campuran ekstrak As + Pr pada 24, 48, dan 72 JSP dalam perbandingan 1 : 2 berturut-

turut adalah sinergis lemah, aditif, dan aditif, pada perbandingan 2 : 1 berturut-turut antagonis, aditif, anditif, sedangkan perbandingan 1 : 1 seluruhnya antagonis. Sementara sifat campuran Tv + Pr dalam perbandingan 1 : 2 dan 1 : 1 sama dengan sifat perbandingan Tv + As dalam perbandingan 1 : 2, yaitu sinergistik kuat, sinergistik lemah dan antagonis, sedangkan sifat campuran Tv + Pr dan Tv + As dalam perbandingan 2 : 1 adalah sinergistik kuat, sinergistik kuat dan sinergistik lemah, dan sifat campuran ekstrak Tv + As pada perbandingan 1 : 1 adalah sinergistik kuat, antagonis, antagonis.

Sifat campuran dari masing-masing ekstrak cenderung berubah pada setiap waktu pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut belum stabil apabila digunakan pada taraf LC_{95} sedangkan taraf LC_{50} pada setiap campuran ekstrak cenderung lebih stabil, terlihat dari sifat aktivitas campurannya yang cenderung sama, yaitu antagonis. Sementara itu, menurut Scott et. al (2008), ekstrak *Piper* spp. yang mengandung senyawa yang memiliki gugus metilendioksifenil dapat bersifat sinergis bila dicampurkan dengan ekstrak tumbuhan lain. Pada penelitian ini ekstrak *P. retrofractum* bersifat sinergis ketika dicampur dengan *A. squamosa* dan *T. vogelii* dalam perbandingan tertentu sehingga dalam mencampurkan ekstrak perlu diperhatikan perbandingan yang digunakan, karena dapat mempengaruhi kerja ekstrak terhadap sasaran.

KESIMPULAN

Ekstrak *P. retrofractum*, *T. vogelii*, dan *A. squamosa* efektif bila diaplikasikan secara tunggal pada imago *P. marginatus* dan dapat mematikan 95% imago, masing-masing pada konsentrasi 1,250% (Tv), 1,482% (Pr), dan 0,469% (As). Campuran ekstrak Tv + Pr, Tv + As, dan Pr + As memiliki sifat aktivitas yang berbeda pada masing-masing perbandingan. Sifat aktivitas terbaik pada taraf $LC_{95} - 72$ JSP untuk campuran ekstrak Tv + Pr, Tv + As, dan Pr + As terdapat pada perbandingan 2 : 1 (w/w). Campuran ekstrak Tv + As (2 : 1, w/w), As + Pr (2 : 1, w/w), dan ekstrak Tv + Pr (2 : 1, w/w) efektif pada konsentrasi 0,498%, 0,500%, dan 0,832%. Ekstrak *P. retrofractum*, *T. vogelii*, dan *A. squamosa*, serta campuran ekstrak As + Pr, Tv + Pr, dan Tv + As berpotensi untuk digunakan

sebagai salah satu alternatif dalam pengendalian hama *P. marginatus*, karena memiliki hasil analisis toksisitas dan sifat interaksi campuran yang cukup baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dukungan dana pada penelitian ini melalui kontrak penelitian No.170/IT3.41.2/L2/SPK/2013 tanggal 15 Mei 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Chou TC, Talalay P. 1984. Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. *Advances in Enzyme Regulation* 22:27–55. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0065-2571\(84\)90007-4](http://dx.doi.org/10.1016/0065-2571(84)90007-4).
- Dadang, Yulia N, Ohsawa K. 2007. Insecticidal activity of extract mixtures of four plant species against *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal of ISSAAS* 13:9–17.
- Hollingworth RM. 2001. Inhibitors and uncouplers of mitochondrial oxidative phosphorylation. In: Krieger R, Doull J, Ecobichon D, Gammon D, Hdgson et al., (Eds.), *Handbook of Pesticide Toxicology, Vol 2*. pp. 1169–1227. San Diego: Academic Press.
- Ivakkdalam ML. 2010. *Dampak Ekonomi Serangan Hama Asing Invasif Paracoccus marginatus (Hemiptera: Pseudococcidae) pada Usaha Tani Papaya di Kabupaten Bogor*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- LeOra Software. 1987. *POLO-PC User's Guide*. Petaluma: LeOra Software.
- Miller DR, Miller GL. 2002. Redescription of *Paracoccus marginatus* Williams and Grana de Willink (Hemiptera: Coccidea: Pseudococcidae), including description of the immature stages and adult male. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 104:1–23.
- Muniappan R, Shepard BM, Watson GW, Carner GR, Sartiami D, Rauf A, Hammig MD. 2008. First report of the papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae), in Indonesia and India. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 25:37–40.
- Offei MK, Thiombiano L, Solal-celigny A. 2015. Economic impact assessment of the classical biological control of papaya mealybug in Ghana. 2015. *Journal of Agriculture* 2:1–18.
- Saha R. 2011. Pharmacognosy and pharmacology of *Annona squamosa*: A review. *International Journal of Pharmacy and Life Sciences* 2:1183–1189.
- Scott IM, Jensen HR, Philogene BJR, Arnason JT. 2008. *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Phytochem Reviews* 7:65–75. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11101-006-9058-5>.
- Sifa A, Prijono D, Rauf A. 2013. Keefektifan tiga jenis insektisida nabati terhadap kutu putih papaya *Paracoccus marginatus* dan keamanannya terhadap larva kumbang predator *Curinus coeruleus*. *Jurnal HPT Tropika* 13:124–132.
- Townsend ML, Oetting RD, Chong JH. 2000. Management of the mealybug *Phenacoccus madeirensis*. *Proc. South. Nurs. Assoc. Res. Conf.* 45:162–166.
- Walker A, Hoy M, Meyerdirk D. 2003. Papaya mealybug (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae)). Univ. Florida Featured Creatures. IFAS Extension. Available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN57900.pdf> [accessed 15 November 2012].
- Williams DJ, Granara MCW. 1992. *Mealybugs of Central and South America*. Wallingford: CAB International.