

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI FORMULASI INSEKTISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN HAMA SAYURAN DALAM UPAYA MENGHASILKAN PRODUK SAYURAN SEHAT

(THE DEVELOPMENT OF NATURAL INSECTICIDE FORMULATION TECHNOLOGY FOR HORTICULTURAL PEST MANAGEMENT IN ORDE TO PRODUCE HORTICULTURAL HEALTY PRODUCT)

Dadang¹⁾, Djoko Prijono¹⁾

ABSTRACT

The use of synthetic insecticide for pest management to protect insect attacking the horticulture product have been done intensively and seems not wise which predicted could cause a negative impact to the environmental and human health. Due to that reason then the research prepared to know the pest management technology especially for horticultural product through the use of material or something that come from the agricultural planting material as natural insecticide which could be developed as commercial products that practice and safe to produce healthy horticultural product. Three species of fruits and horticultural plant used for the research namely *Annona squamosa* (Annonaceae/seed), *Piper retrofractum* (Piperaceae/fruit) and *Tephrosia vogelii* (Leguminosae/Leaves) extracted with methanol. Every extract product tested with larva of *Cricidolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae), that is one of the pest for horticultural product which treated with direction the planting and in the leaves. The extract was tested also to the food barrier of *C. Pavonana*. The extract of *A. Squamosa* was contact toxic than abdomen toxic, while on the contrary the extract of *P. retrofractum* have more impart to the abdomen toxic than contact toxic. The extract of *P. Retrofractum* and *A. Squamosa* at the concertation of 0.2 % could protect food activities of the larvas that was about 80 %. The mixed extract of *T. Vogelii* and *A. Squamosa* more toxic or more effective than the mixed extract of *T. Vogelii* and *P. Retrofractum*. In the developing natural insecticide formula, the using of agristic adjuvant was better tahan tween and miracle especially in formulation establishization. The treatment of *P. Retrofractum* and *T. Vogelii* in the field could reduce the development of *C. Pavonana* which finally those both extract could be used wider as combined with *A. Squamosa* extract in order to increase the effectiveness.

Keywords: Synthetic insecticide, natural insecticide, pest management, healty horticultural product, horticultural pest.

ABSTRAK

Penggunaan insektisida sintetik dalam pengendalian serangan serangga hama pada tanaman sayuran seringkali dilakukan secara intensif dan tidak bijaksana sehingga dapat menimbulkan dampak negatif yang luar biasa pada lingkungan dan kesehatan manusia. Untuk itu tujuan utama penelitian ini adalah untuk mencari teknologi pengelolaan hama khususnya untuk pertanaman sayuran dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan sebagai insektisida nabati yang dapat dikembangkan menjadi produk komersial yang praktis dan aman untuk menghasilkan produksi sayuran yang sehat dan aman konsumsi. Tiga spesies tumbuhan *Annona squamosa* (Annonaceae/biji), *Piper retrofractum* (Piperaceae/buah), dan *Tephrosia vogelii* (Leguminosae/daun) dihaluskan lalu diekstrak dengan metanol. Setiap ekstrak diuji aktivitas insektisidanya terhadap larva *Cricidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae), salah satu hama utama tanaman sayuran dengan metode perlakuan setempat dan residu pada daun. Ekstrak juga diuji aktivitas penghambatan makan terhadap *C. pavonana* dengan metode pilihan dan tanpa pilihan. Ekstrak *A. squamosa* lebih bersifat racun kontak dari pada racun perut, sebaliknya ekstrak *P. retrofractum* lebih bersifat racun perut dari pada racun kontak. Ekstrak *P. retrofractum* dan ekstrak *A. squamosa* pada konsentrasi 0,2% mampu memberikan penghambatan aktivitas makan larva yang cukup baik yaitu lebih dari 80%. Campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *A. squamosa* lebih toksik/efektif dari pada campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum*. Dalam pembuatan formulasi

¹⁾Dep. Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

insektisida nabati, penggunaan adjuvant Agristik lebih baik dari pada adjuvant Tween dan Miracle terutama dalam hal kesetabilan formulasi. Perlakuan ekstrak *P. retrofractum* dan *T. vogelii* di lapangan dapat menekan

perkembangan populasi *C. pavonana* sehingga kedua ekstrak tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut untuk dikombinasikan dengan ekstrak *A. squamosa* dalam upaya meningkatkan efektivitasnya. Dengan demikian hasil penelitian pada tahap ini akan memberikan evaluasi awal potensi ekstrak-ekstrak tumbuhan yang akan dikembangkan sebagai formulasi insektisida nabati.

Kata kunci: Insektisida sintetik, insektisida nabati, pengelolaan hama, sayuran sehat, hama sayuran.

PENDAHULUAN

Frekuensi penggunaan insektisida yang tinggi dan cara aplikasi yang tidak bijaksana dapat memberikan dampak negatif yang luar biasa seperti resistensi dan resurgensi, terbunuhnya organisme berguna, pencemaran lingkungan, dan kesehatan manusia (keracunan akut atau kronis). Residu insektisida (pestisida) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat menyebabkan kanker, ginjal, mutasi genetik, dan lain-lain. Kandungan residu yang tinggi dapat menurunkan nilai jual komoditi sayuran tersebut khususnya untuk keperluan ekspor sehingga secara ekonomi sangat merugikan. Sayuran dengan kandungan residu di atas ambang batas akan ditolak oleh negara pengimpor. Kemudian, sekarang ini permintaan produk sayuran organik semakin meningkat. Ini merupakan peluang bisnis yang sangat cerah terutama untuk pengembangan sarana pengendalian non insektisida sintetik apalagi penggunaan insektisida (pestisida) sintetik pada pertanian organik adalah "haram" (SNI Pangan Organik, 2002). Untuk itu, strategi pengendalian hama pada tanaman sayuran terutama sayuran untuk konsumsi segar yang ramah lingkungan dan aman amat sangat dibutuhkan. Salah satu teknologi yang harus dikembangkan adalah formulasi insektisida nabati berbahan aktif metabolit sekunder tumbuhan. Sifat-sifat dari insektisida nabati diantaranya adalah mudah terurai di alam (*biodegradable*), relatif aman terhadap musuh alami hama (*selectivity*), dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama lain (*compatibility*), dapat memperlambat laju resistensi, dan menjamin ketahanan dan keberlanjutan dalam berusaha tani (*sustainability*).

Tumbuhan memproduksi berbagai jenis metabolit sekunder seperti flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan lain-lain yang berguna sebagai pertahanan diri (Bernays & Chapman, 1994) sehingga metabolit sekunder tumbuhan berpotensi untuk digunakan sebagai agens pelindung tanaman. Mimba (*Azadirachta indica*, Meliaceae) merupakan jenis tumbuhan yang paling intensif diteliti dan di beberapa negara seperti India, Thailand dan USA telah beredar produk komersial berbahan baku ekstrak biji mimba (Knauss & Walter, 1995; Parmar, 1995). Ekstrak ranting *Aglaia odorata* mematikan hingga 98,7%

larva instar II *Crociodolomia pavonana* pada konsentrasi 0,5% (Priyono, 1999). Senyawa rokaglamida merupakan senyawa aktif yang memiliki sifat insektisida (Nugroho and Procksh, 1999). Sementara itu ekstrak biji *Swietenia mahogani* pada konsentrasi 5% menghambat makan larva instar III *P. xylostella* (Dadang and Ohsawa, 2000).

Tepung biji *Annona* sp. (Annonaceae) telah digunakan untuk pengendalian hama secara tradisional (Secoy & Smith, 1983). *A. glabra* dan *A. montana* menghambat aktivitas peneluran kumbang kacang azuki (Dadang, 1999). *Polyalthia littoralis* bersifat insektisida pada larva *Plutella xylostella* dan kumbang *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) (Hassan *et al.*, 1994, Dadang, 1999). Beberapa spesies Annonaceae juga aktif dalam bentuk ekstrak airnya (Basana & Priyono, 1994) sehingga dapat disiapkan dalam bentuk formulasi insektisida sederhana.

Serbuk *Piper nigrum* (Piperaceae) sering digunakan sebagai pelindung biji-bijian dari serangan hama di penyimpanan (Secoy & Smith, 1983) termasuk serangga *C. maculatus* (Su, 1977). Buah *P. retrofractum* pada konsentrasi 0,5% memberikan efek insektisida yang sangat tinggi yaitu kematian 100% serangga uji (Priyono *et al.*, 2004).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga dan rumah kaca, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB, dan pertanaman kubis rakyat di Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

Pemeliharaan Serangga Uji

Dalam penelitian ini akan digunakan serangga uji yang merupakan hama utama pada pertanaman kubis yaitu *Crociodolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae).

Serangga *C. pavonana* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koloni yang diperbanyak di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Faperta IPB. Imago *C. pavonana* dipelihara pada kurungan serangga (30 cm x 30 cm x 30 cm) yang ber dinding kain kasa dan plastik. Imago diberi pakan larutan madu 10%

yang diserapkan pada segumpal kapas. Batang daun brokoli bebas pestisida dimasukkan ke dalam tabung film yang berisi air kemudian diletakkan dalam kurungan sebagai tempat peletakkan telur. Kelompok telur yang didapat diletakkan dalam cawan petri berdiameter 15 cm yang dialasi kertas isap. Setelah telur menetas, larva dipindahkan ke dalam kotak plastik (35 cm x 25 cm x 5 cm) yang dialasi kertas isap dan diberikan pakan daun brokoli bebas pestisida. Larva instar tua dipindahkan ke dalam kotak plastik lain yang telah diberi serbuk gergaji steril sebagai media berpupa. Pupa-pupa yang terbentuk kemudian diletakkan dalam kurungan untuk dibiarkan menjadi imago. Untuk uji hayati digunakan larva *C. pavonana* instar II awal.

Penanaman Brokoli sebagai Pakan Serangga Uji

Benih brokoli yang digunakan adalah varietas Pilgrim. Benih brokoli terlebih dahulu disemai dalam wadah penyemaian yang berisi tanah dan pupuk kandang steril yang telah tercampur rata. Setelah berumur 3 minggu, sebanyak satu bibit dipindahkan ke tiap *polybag* berukuran besar (5 liter) yang telah berisi campuran tanah dan pupuk kandang. Pemupukan tambahan dilakukan ketika brokoli yang ditanam sudah mulai berumur 3-4 minggu melalui pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 g/tanaman. Pemeliharaan tanaman brokoli yang dilakukan meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, dan pengendalian hama secara mekanik jika ada pada tanaman. Setelah berumur 2 bulan tanaman dapat digunakan sebagai pakan larva *C. pavonana*.

Ekstraksi Bahan Tumbuhan

Ekstraksi masing-masing spesies tumbuhan yaitu biji *Annona squamosa* (Annonaceae), buah *Piper retrofractum* (Piperaceae), dan daun *Tephrosia vogelii* (Leguminosae) menggunakan pelarut metanol. Masing-masing bagian tanaman dikeringanginkan kemudian dipotong menjadi bagian-bagian kecil lalu digiling menggunakan blender hingga menjadi serbuk dan diayak menggunakan pengayak kasa berjaln 1 mm. Masing-masing serbuk spesies tumbuhan direndam dalam tiga jenis pelarut yaitu heksana, etil asetat dan metanol dengan perbandingan 1:10 (w/v) selama 48 jam. Rendaman masing-masing serbuk spesies tumbuhan kemudian disaring menggunakan corong Buchner yang dialasi kertas saring. Hasil saringan kemudian diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dan tekanan 400-450 mmHg sehingga diperoleh ekstrak kasar. Pelarut hasil penguapan yang diperoleh digunakan kembali untuk membilas

residu pada corong buchner yang dilakukan 3-4 kali. Ekstrak yang diperoleh setelah penguapan disimpan dalam lemari es (4 °C) hingga saat digunakan.

Uji Hayati terhadap *C. Pavonana*

Uji hayati yang dilakukan adalah uji kematian atau mortalitas dengan uji pengaruh residu (*residual effect*) pada daun dan perlakuan setempat (*topical application*). Pada uji dengan metode residu pada daun, potongan daun brokoli bebas insektisida (3 cm x 3 cm) dicelupkan ke dalam sediaan ekstrak pada konsentrasi tertentu kemudian dikering-anginkan. Setelah itu sebanyak 2 helai potongan daun tadi diletakkan dalam petri dish (diameter 9 cm). Sebanyak 10 larva serangga uji dimasukkan ke dalam petri dish untuk dibiarkan makan hingga potongan daun habis. Jika potongan daun berpelakuan habis, maka ke dalam petri dish ditambahkan lagi daun segar yang tidak diperlakukan.

Untuk uji perlakuan setempat, larva disemprotkan sediaan insektisida menggunakan mikro siring pada dosis tertentu. Sebanyak 10 ekor larva diperlakukan untuk masing-masing dosis dan setiap perlakuan diulang lima kali.

Pengamatan kematian serangga dilakukan pada 24, 48, dan 72 setelah perlakuan. Persen kematian untuk setiap ekstrak akan dianalisis dengan analisis probit untuk menentukan hubungan dosis/konsentrasi dengan kematian serangga uji (Finney 1971).

Uji Campuran Ekstrak

Ekstrak *T. vogelii* diuji toksisitasnya dalam bentuk campuran dengan ekstrak *P. retrofractum* atau *A. squamosa* pada perbandingan ekstrak 2:1, 1:1, dan 1:2 (b/b). Kemudian, untuk membuat formulasi yang baik, diujikan tiga bahan tambahan yaitu Agristik, Miracle dan Tween untuk dinilai penampilan formulasi dan efektivitasnya.

Pengujian Lapangan

pengujian lapangan pada tanaman brokoli dilakukan di pertanaman sayuran rakyat yang disusun berdasarkan rancangan acak kelompok. Sebanyak satu bibit brokoli berumur 4-5 minggu setelah sebar per lubang tanam ditanam pada petak-petak percobaan (5 m x 7 m) dengan jarak tanam 50 x 70 cm dan jarak antar petak percobaan 1 m.

Pupuk kandang diberikan dengan dosis 30 ton/ha dan NPK (15:15:15) dengan dosis 1 ton/ha pada waktu tanam, kemudian pupuk urea diberikan pada dosis 200 kg/ha dan 200 kg/ha pada waktu tanam dan empat minggu setelah tanam.

Aplikasi insektisida nabati dilakukan menggunakan *knapsack sprayer* dengan volume semprot 3 liter per petak. Aplikasi pertama dilakukan jika telah ditemukan tiga kelompok telur *C. pavonana* pada 10 tanaman. Aplikasi selanjutnya dilakukan dengan interval satu minggu pada sehari sesudah pengamatan dan aplikasi terakhir dilakukan satu minggu sebelum panen. Sebagai pembandingan diaplikasikan insektisida nabati komersial Pasti (*Azadirachta indica*) dan insektisida biologi Agrisal 10 WP (b.a *Bacillus thuringiensis*) yang diaplikasikan pada konsentrasi anjuran.

Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh per petak yang ditentukan secara sistematis. Pengamatan pendahuluan dilakukan pada umur 13 hari setelah tanam dengan interval satu minggu. Selanjutnya pengamatan kepadatan populasi *C. pavonana* pada tiap tanaman contoh dilakukan satu hari sebelum aplikasi insektisida.

Tingkat kerusakan tanaman yang terserang *C. pavonana* diamati pada semua tanaman kecuali tanaman pinggir pada saat panen dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

dimana, I : Tingkat kerusakan tanaman kubis
a : Jumlah tanaman yang terserang
b : Jumlah tanaman tidak terserang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Mortalitas Ekstrak

Dua ekstrak, *A. squamosa* dan *P. retrofractum* telah diuji aktivitas mortalitasnya baik dengan perlakuan residu maupun dengan perlakuan setempat, sementara ekstrak *T. vogelii* telah diuji mortalitasnya dengan metode residu pada daun. Dengan perlakuan setempat terlihat bahwa ekstrak *A. squamosa* lebih toksik dibandingkan dengan *P. retrofractum*. Perlakuan dengan ekstrak *A. squamosa* dengan dosis 5 µg/serangga menyebabkan kematian hingga 100% pada 48 jam setelah perlakuan, sementara perlakuan dengan *P. retrofractum* dengan dosis yang sama hanya memberikan persen kematian 80% (Tabel 1). Hal ini diperkuat juga dengan nilai LC₅₀, LC₉₀ dan LC₉₅ *A. squamosa* yang menunjukkan nilai lebih rendah dari pada nilai-nilai LC dari *P. retrofractum*. Nilai LC₅₀, LC₉₀ dan LC₉₅ untuk *A. squamosa* berturut-turut adalah 0,52, 2,15, dan 3,22% sementara nilai LC₅₀, LC₉₀ dan LC₉₅ *P. retrofractum* berturut-turut adalah 1,33, 6,85, dan 10,89%. Nilai LC lebih rendah

menunjukkan bahwa komponen tersebut lebih toksik dari komponen yang mempunyai nilai LC lebih tinggi.

Tabel 1. Rata-rata persentase kematian larva *C. pavonana* yang diperlakukan ekstrak *P. retrofractum* dan *A. squamosa* dengan perlakuan setempat.

Dosis (µg/serangga)	<i>P. retrofractum</i>			<i>A. squamosa</i>		
	24 JSP	48 JSP	72 JSP	24 JSP	48 JSP	72 JSP
1	36,0	36,0	36,0	50,0	76,0	76,0
2,5	70,0	78,0	80,0	80,0	86,0	86,0
5	80,0	80,0	80,0	72,0	100,0	100,0
10	86,0	86,0	90,0	100,0	100,0	100,0
20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Kontrol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Keterangan :

JSP : Jam setelah perlakuan

Pada pengujian dengan metode residu pada daun, terjadi hal yang sebaliknya. Ekstrak *P. retrofractum* menunjukkan aktivitas kematian yang lebih tinggi dari pada ekstrak *A. squamosa*. Perlakuan dengan *P. retrofractum* dengan konsentrasi 0,2% pada 48 JSP telah mengakibatkan kematian 100%, sedang ekstrak *A. squamosa* hanya memberikan kematian sebesar 76% (Tabel 2). Hal ini juga diperkuat dengan data LC₅₀, LC₉₀, dan LC₉₅ yang mana nilai-nilai LC *P. retrofractum* lebih rendah dari pada nilai-nilai LC *A. squamosa*. Nilai LC₅₀, LC₉₀, dan LC₉₅ *P. retrofractum* berturut-turut adalah 0,05, 0,15, dan 0,21, sementara nilai LC₅₀, LC₉₀, dan LC₉₅ *A. squamosa* berturut-turut adalah 0,06, 0,21, dan 0,29%.

Tabel 2. Rata-rata persentase kematian larva *C. pavonana* yang diperlakukan ekstrak *A. squamosa* dengan perlakuan residu.

Konsentrasi (%)	<i>P. retrofractum</i>			<i>A. squamosa</i>		
	24 JSP	48 JSP	72 JSP	24 JSP	48 JSP	72 JSP
0,01	10,0	12,0	12,0	0,0	12,0	18,0
0,05	20,0	24,0	26,0	0,0	24,0	32,0
0,1	26,0	64,0	64,0	2,0	36,0	62,0
0,2	86,0	100,0	100,0	24,0	76,0	94,0
0,3	Tidak dilakukan*)			16,0	100,0	100,0
0,4	Tidak dilakukan			72,0	100,0	100,0
0,5	100,0	100,0	100,0	Tidak dilakukan		
Kontrol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Keterangan:

*0 : tidak dilakukan berdasarkan hasil pada uji pendahuluan,

JSP : Jam setelah perlakuan

Untuk ekstrak *T. vogelii*, pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian racun perut yang ditunjukkan pada Tabel 3. Pada konsentrasi 0,22% menyebabkan kematian 84% pada 72 JSP, sedangkan pada konsentrasi tertinggi 0,55% menghasilkan persen kematian yang tinggi, 96,0% pada 24 JSP. Hingga konsentrasi 1%, ekstrak metanol daun tidak menyebabkan kematian pada larva *C. pavonana* (Wulan 2008).

Tabel 3. Rata-rata persen kematian larva *C. pavonana* yang diperlakukan ekstrak *T. vogelii* pada berbagai konsentrasi.

Konsentrasi (%)	Rata-rata persen kematian pada jam setelah perlakuan		
	24	48	72
0,11	40,0	57,3	64,0
0,22	52,0	76,0	84,0
0,33	62,7	69,3	70,0
0,44	86,7	94,7	98,7
0,55	96,0	100,0	100,0
Kontrol	0,0	0,0	0,0

Pengujian Pengaruh Penghambatan Makan Larva

Ekstrak *P. retrofractum* lebih mampu menghambat aktivitas makan *C. pavonana* dengan metode non-pilihan dari pada pilihan, sementara pada metode pilihan mempunyai aktivitas yang sama dengan ekstrak *A. squamosa* (Tabel 4).

Ekstrak metanol memberikan aktivitas penghambatan makan yang lebih baik jika dibanding dengan ekstrak *P. retrofractum* yang diekstrak dengan heksana. Ekstrak heksana pada konsentrasi 0,05% hanya memberikan aktivitas penghambatan makan 42,1% (Wulan 2008), sedang ekstrak metanol *P. retrofractum* memberikan aktivitas penghambatan makan 48,2% dengan metode pilihan. Pada konsentrasi uji yang lebih tinggi, ekstrak metanol *P. retrofractum* lebih baik dalam menghambat aktivitas makan larva *C. pavonana*. Hal yang sama juga terjadi untuk ekstrak *A. squamosa*. Senyawa-senyawa penghambat makan memerlukan pelarut-pelarut yang lebih polar. Pelarut heksana sendiri lebih bersifat non polar. Tingginya penghambatan aktivitas makan ini dapat memberikan pengaruh yang sinergis pada aktivitas biologi ekstrak yang mana aktivitas makan akan memperlambat atau mengurangi jumlah makanan yang dimakan oleh larva serangga sehingga akan melemahkan kondisi tubuh serangga, dan jika serangga memakan daun-daun perlakuan yang

bersifat toksik akan mengalami kematian yang lebih cepat.

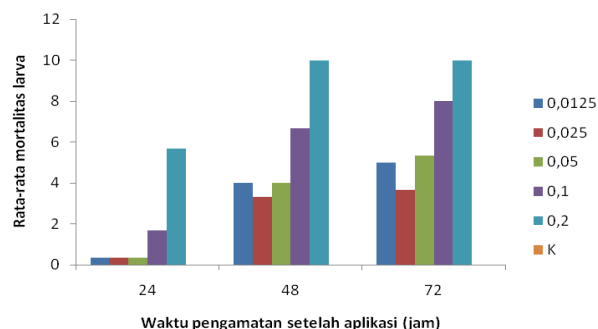
Tabel 4. Rata-rata persen penghambatan makan ekstrak *P. retrofractum* dan *A. Squamosa* pada larva *C. pavonana*.

Konsentrasi (%)	Rata-rata persen penghambatan makan (%)			
	Metode pilihan		Metode non-pilihan	
	<i>P. retrofractum</i>	<i>A. squamosa</i>	<i>P. retrofractum</i>	<i>A. squamosa</i>
0,01	23,5	18,1	23,4	10,9
0,05	48,2	42,7	39,6	37,9
0,1	64,7	69,3	78,6	62,7
0,2	81,2	83,7	91,3	83,4

Uji Campuran Ekstrak

Ekstrak *T. vogelii* diuji kompatibilitasnya dengan mencampurkannya dengan ekstrak *P. retrofractum* atau *A. squamosa* dengan serangga uji *C. pavonana* dengan perbandingan jenis ekstrak 2:1, 1:1, dan 1:2 (w/w). Pada pengujian campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* pada perbandingan 2:1 terlihat bahwa konsentrasi tertinggi yaitu 0,2% memberikan kematian larva paling baik yaitu pada 48jam setelah perlakuan memberikan kematian larva 10 ekor atau 100% (Gambar 1 dan Tabel 5).

Pada pengujian ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* perbandingan 1:1 menunjukkan pola yang hampir sama yang mana hanya konsentrasi 0,2% yang memberikan kematian larva yang tinggi terutama pada pengamatan 48 dan 72 jam setelah perlakuan/aplikasi (Gambar 2 dan Tabel 6) namun kematian pada perlakuan 0,2% pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan menunjukkan kematian larva yang lebih tinggi dibanding pada perlakuan ekstrak dengan perbandingan 2:1.

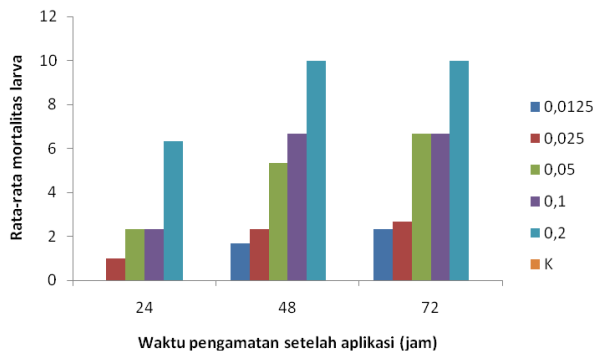


Gambar 1. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (2:1) pada berbagai konsentrasi uji.

Tabel 5. Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* pada perbandingan 2:1 (b/b).

Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	0,3 bc	4,0 bc	5,0 ab
0,025	0,3 bc	3,3 bc	3,7 b
0,05	0,3 bc	4,0 bc	5,3 ab
0,1	1,7 b	6,7 ab	8,0 ab
0,2	5,7 a	10,0 a	10,0 a
Kontrol	0 c	0 c	0 c

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%



Gambar 2. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (1:1) pada berbagai konsentrasi uji.

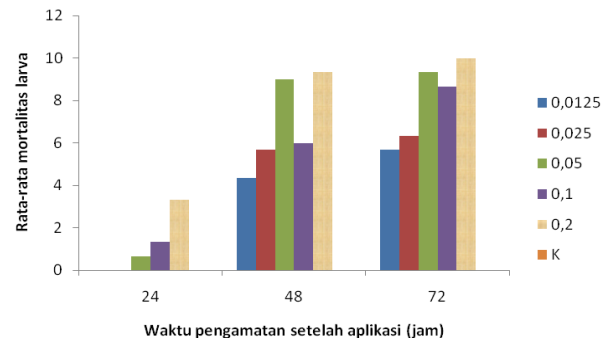
Tabel 6. Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* pada perbandingan 1:1 (b/b).

Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	0,0b	1,7cd	2,3c
0,025	1,0b	2,3cd	2,7c
0,05	2,3b	5,3bc	6,7b
0,1	2,3b	6,7ab	6,7b
0,2	6,3a	10,0a	10,0a
Kontrol	0b	0d	0c

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%.

Dengan demikian adanya peningkatan konsentrasi ekstrak *P. retrofractum* dalam campuran ekstrak memberikan penambahan atau peningkatan daya bunuh campuran ekstrak tersebut.

Pada pengujian dengan konsentrasi *P. retrofractum* dalam campuran ekstrak lebih tinggi lagi yaitu perbandingan ekstrak 1:2 menunjukkan bahwa kematian larva semakin tinggi terutama pada pengamatan setelah 48 jam (Gambar 3 dan Tabel 7).



Gambar 3. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (1:2) pada berbagai konsentrasi uji.

Tabel 7. Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* pada perbandingan 1:2 (b/b).

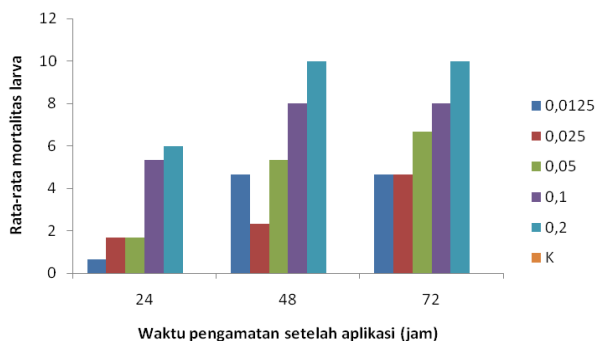
Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	0,0b	4,3ab	5,7c
0,025	0,0b	5,7a	6,3bc
0,05	0,7b	9,0a	9,3a
0,1	1,3ab	6,0a	8,7ab
0,2	3,3a	9,3a	10,0a
K	0b	0b	0d

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%.

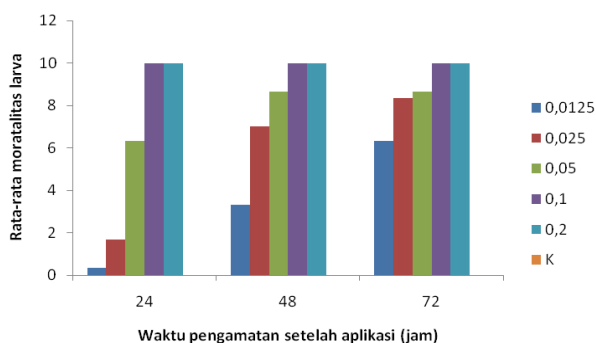
Konsentrasi campuran ekstrak lebih rendah dari 0,2% mampu memberikan kematian larva yang lebih tinggi dibanding pada kedua campuran ekstrak sebelumnya. Ini semakin menunjukkan campuran ekstrak lebih rendah dari 0,2% mampu memberikan kematian larva yang lebih tinggi dibanding pada

kedua campuran ekstrak sebelumnya. Ini semakin menunjukkan bukti bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak *P. retrofractum* dalam campuran ekstrak yang mengandung ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* akan meningkatkan daya bunuh campuran ekstrak tersebut. Tampaknya peranan ekstrak *P. retrofractum* sangat penting untuk meningkatkan daya bunuh campuran ekstrak tersebut.

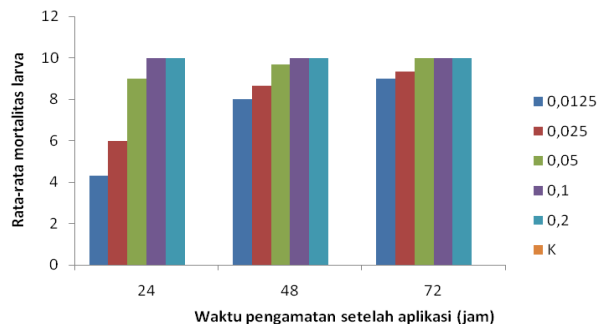
Pada pengujian campuran ekstrak *T. vogelii* dengan ekstrak *A. squamosa* tampak mempunyai pola yang sama yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak *A. squamosa* dalam campuran memberikan jumlah rata-rata larva yang semakin tinggi (Gambar 4, 5, 6 dan Tabel 8,9 dan 10).



Gambar 4. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* (2:1) pada berbagai konsentrasi uji.



Gambar 5. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* (1:1) pada berbagai konsentrasi uji.



Gambar 6. Jumlah rata-rata larva yang mati akibat perlakuan campuran ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* (1:2) pada berbagai konsentrasi uji.

Tabel 8 Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *squamosa* pada perbandingan 2:1 (b/b).

Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	0,7b	4,7bc	4,7b
0,025	1,7b	2,3cd	4,7b
0,05	1,7b	5,3b	6,7b
0,1	5,3a	8,0a	8,0ab
0,2	6,0a	10,0a	10,0a
Kontrol	0b	0d	0c

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%

Tabel 9. Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *squamosa* pada perbandingan 1:1 (b/b).

Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	0,3b	3,3b	6,3b
0,025	1,7b	7,0a	8,3ab
0,05	6,3ab	8,7a	8,7ab
0,1	10,0a	10,0a	10,0a
0,2	10,0a	10,0a	10,0a
Kontrol	0c	0b	0c

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%

Tabel 10. Rata-rata mortalitas larva *C. pavonana* akibat perlakuan ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* pada perbandingan 1:2 (b/b).

Konsentrasi (%)	Rata-rata mortalitas		
	24 jam	48 jam	72 jam
0,0125	4,3b	8,0b	9,0b
0,025	6,0b	8,7ab	9,3ab
0,05	9,0a	9,7a	10,0a
0,1	10,0a	10,0a	10,0a
0,2	10,0a	10,0a	10,0a
Kontrol	0c	0c	0c

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf kepercayaan 5%

Dari hasil pengujian ekstrak campuran ini kemudian dipilih dua campuran ekstrak yang sangat kuat dalam memberikan daya bunuh pada larva *C. pavonana* yaitu campuran ekstrak *T. vogelii* dengan *P. retrofractum* pada konsentrasi 0,2% dan campuran ekstrak *T. vogelii* dengan ekstrak *A. squamosa* pada konsentrasi 0,2% untuk dibuatkan formulasi yang lebih baik dengan menggunakan tiga jenis adjuvant yaitu Miracle, Agristik dan Tween.

Kedua campuran ekstrak tidak larut sempurna jika digunakan adjuvant Miracle. Campuran ekstrak cenderung menggumpal di dasar tabung rekasi sehingga adjuvant ini tidak terlalu baik untuk digunakan. Memang dengan bantuan pengocokan/pengadukan akan terjadi pelarutan namun jika diletakkan dalam beberapa saat akan kembali terbentuk endapan di dasar tabung reaksi (Gambar 7).

Adjuvant Tween sedikit lebih baik jika dibandingkan adjuvant Miracle namun jika diperhatikan lebih lanjut masih terdapat endapan di dasar tabung reaksi walaupun jumlah endapan tidak sebanyak yang terjadi jika menggunakan adjuvant Miracle, sehingga tampaknya jika ingin menggunakan adjuvant Tween harus diaduk secara sempurna dan dalam penggunaannya perlu terus dilakukan pengadukan untuk mencegah pengendapan jika dibiarkan dalam beberapa saat (Gambar 7).

Adjuvant Agristik memberikan kelarutan yang sangat baik. Walaupun dibiarkan dalam beberapa lama (lebih dari 1 jam) tidak menunjukkan adanya endapan di dasar tabung reaksi. Dengan demikian untuk membuat formulasi insektisida nabati yang berbahan dasar ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum*

atau yang mengandung ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *A. squamosa*, maka adjuvant Agristik dapat digunakan dengan baik.

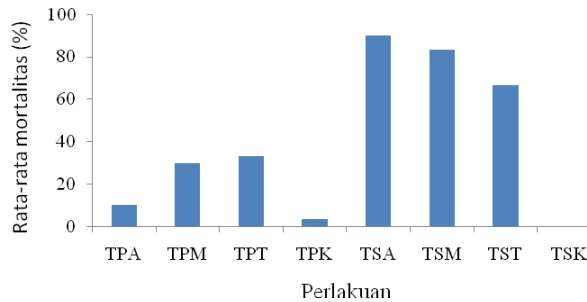


Gambar 7. Kelarutan masing-masing campuran ekstrak *T. vogelii* dengan *Piper retrofractum* (TP) dan *T. vogelii* dengan *A. squamosa* (TA) pada tiga jenis adjuvant yang berbeda.

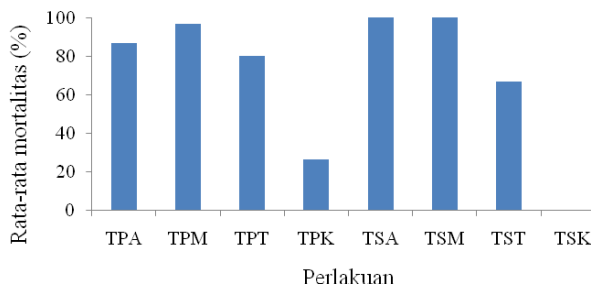
Jika dievaluasi daya bunuh atau efektivitas formulasi tampak bahwa formulasi campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *A. squamosa* dibandingkan dengan campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum* pada 24 jam setelah aplikasi menunjukkan efektivitas yang jauh lebih tinggi, sedang jika dibandingkan antar adjuvant, tampak bahwa formulasi campuran ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* yang mengandung adjuvant Agristik menunjukkan efektivitas lebih baik (Gambar 8).

Pada pengamatan 48 jam setelah aplikasi, tampak bahwa formulasi yang mengandung ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* menunjukkan efektivitas yang lebih baik dari formulasi yang mengandung ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum*. Walaupun demikian, terjadi peningkatan yang cukup tinggi persen kematian larva pada perlakuan formulasi ekstrak yang mengandung ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum*. Evaluasi dari segi adjuvant tampak formulasi dengan adjuvant Agristik dan

Miracle memberikan daya bunuh lebih baik dari pada adjuvant Tween yang mana perlakuan dengan dua adjuvant tersebut mampu memberikan 100% kematian larva (Gambar 9).

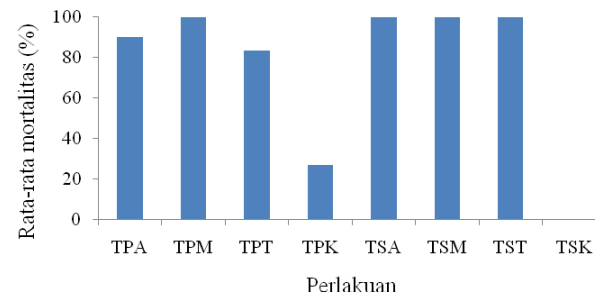


Gambar 8. Persen rata-rata mortalitas larva akibat perlakuan campuran dengan berbagai adjuvant setelah 24 jam aplikasi (TPA= *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (1:2), TS= *T. vogelii* dan *A. squamosa* (1:2), A=Agistik, M=Miracle, T=Tween, K=Kontrol).



Gambar 9. Persen rata-rata mortalitas larva akibat perlakuan campuran dengan berbagai adjuvant setelah 48 jam aplikasi (TPA= *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (1:2), TS= *T. vogelii* dan *A. squamosa* (1:2), A=Agistik, M=Miracle, T=Tween, K=Kontrol).

Pada pengamatan 72 jam setelah aplikasi, perlakuan formulasi campuran ekstrak *T. vogelii* dan *A. squamosa* memberikan 100% kematian larva untuk semua jenis adjuvant, sementara perlakuan formulasi campuran ekstrak *T. vogelii* dan *P. retrofractum* menunjukkan hanya formulasi dengan adjuvant Miracle yang memberikan 100% kematian larva (Gambar 10). Perlu diketahui bahwa dalam aplikasi formulasi ini dilakukan pengocokan yang sempurna sehingga dihasilkan campuran yang cukup baik, sedangkan dari segi kelayakan formulasi dinilai setelah dilakukan penyimpanan (*on stage*) dalam beberapa lama sehingga akan terlihat formulasi-formulasi campuran ekstrak dengan adjuvant tertentu yang akan mengalami pengendapan seperti diuraikan di depan.



Gambar 10. Persen rata-rata mortalitas larva akibat perlakuan campuran dengan berbagai adjuvant setelah 72 jam aplikasi (TPA= *T. vogelii* dan *P. retrofractum* (1:2), TS= *T. vogelii* dan *A. squamosa* (1:2), A=Agistik, M=Miracle, T=Tween, K=Kontrol).

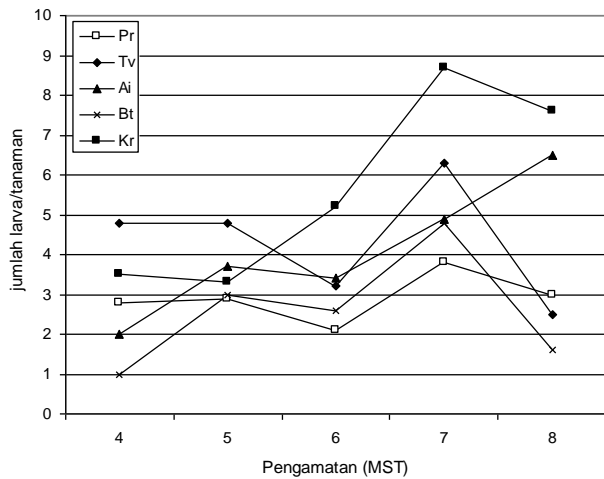
Pengujian lapangan ekstrak *P. retrofractum* dan *T. Vogelii*

Pada pengujian ini lebih ditekankan pada kemampuan ekstrak *P. retrofractum* dan *T. vogelii* dalam menekan populasi larva *C. pavonana* di lapangan dibandingkan dengan formulasi komersial Pasti yang mengandung ekstrak *A. indica* dan insektisida mikroba *Bacillus thuringiensis*. Ekstrak *A. squamosa* tidak dikutsertakan dalam pengujian ini karena telah dilakukan oleh peneliti lain sehingga untuk pengujian ekstrak tunggal ini diabaikan. Disamping itu dua ekstrak tunggal yang diuji ini mempunyai ketahanan yang relatif lebih pendek dibandingkan dengan ketahanan *A. squamosa* sehingga sangat penting untuk mempelajari kemampuan kedua ekstrak ini sebelum dilakukan uji kompatibilitas lebih jauh.

Selama pengujian di lapangan telah dilakukan sebanyak 4 kali aplikasi insektisida dengan interval satu minggu. Pada awal pengujian, populasi larva terdistribusi pada semua petak pengamatan dengan kisaran rata-rata populasi antara 1 larva/tanaman hingga 4,8 larva/tanaman (Gambar 11). Setelah aplikasi pertama, masih tampak peningkatan populasi pada beberapa perlakuan seperti perlakuan *B. thuringiensis*, *P. retrofractum*, dan Pasti. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya telur-telur serangga yang baru menetas yang tidak dapat dibunuh pada aplikasi pertama ini. Setelah aplikasi kedua tampak semua perlakuan mengalami penurunan populasi larva kecuali kontrol. Penurunan paling tajam terjadi pada pemberian ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum*, sementara formulasi Pasti hanya

memberikan penurunan yang rendah, hal yang sama terjadi pada perlakuan *B. thuringiensis*. Setelah aplikasi ketiga, tampak pada semua perlakuan mengalami peningkatan populasi walaupun secara bervariasi (Gambar 11). Terjadinya hal ini dapat dipandang dari dua hal,

1. Pada minggu ke-7 dan ke-8 merupakan puncak tertinggi perkembangan populasi *C. pavonana*. Investasi serangga hama dari tanaman kontrol ke tanaman perlakuan dapat terjadi karena tidak ada penghalang (barrier) diantara perlakuan. Ini juga membuktikan bahwa pengendalian hama tidak dapat dilakukan secara parsial namun harus dilakukan secara serempak dan dalam areal yang luas sehingga hasil aplikasi akan terlihat lebih nyata.
2. Adanya infestasi hama baru dapat dijadikan penilaian kekuatan pertahanan ekstrak atau insektisida yang diberikan. Dari pengujian ini tampak bahwa aplikasi insektisida *P. retrofractum* mampu menahan laju perkembangan polulasi hama. Pada perlakuan ini populasi larva menunjukkan peningkatan yang paling rendah diantara semua perlakuan.



Gambar 11. Perkembangan populasi *C. pavonana* yang diperlakukan beberapa insektisida (Pr (*Piper retrofractum*, Tv=*Tephrosia vogelii*, Ai = *Azadirachta indica*, Bt=*Bacillus thuringiensis*, Kr=kontrol)

Setelah aplikasi keempat tampak perlakuan ekstrak *T. vogelii*, *P. retrofractum*, dan *B. thuringiensis* memberikan penekanan populasi yang sangat baik dibandingkan dengan perlakuan formulasi Pasti dan kontrol. Ini menunjukkan bahwa

perlakuan kedua ekstrak cukup mampu untuk menekan perkembangan larva *C. pavonana* untuk menjaga tanaman brokoli dari serangan *C. pavonana*. Kedua ekstrak ini perlu dikembangkan lebih jauh untk dijadikan formulasi insektisida nabati namun perlu penambahan ekstrak lain untuk menambah efektivitas di lapangan.

Perlakuan ekstrak *P. retrofractum* dan *T. vogelii* mampu menekan intensitas kerusakan tanaman brokoli dibanding perlakuan formulasi Pasti dan kontrol walaupun masih lebih tinggi dibanding perlakuan insektisida *B. thuringiensis* (Tabel 11). Intensitas kerusakan pada perlakuan ekstrak *P. retrofractum* mencapai 32%, sedang pada perlakuan ekstrak *T. vogelii* mencapai 44%. Sementara itu intensitas kerusakan perlakuan formulasi Pasti mencapai 56% dan kontrol 52% (Tabel 11). Ini menunjukkan bahwa potensi kedua ekstrak untuk dikembangkan sebagai produk insektisida nabati komersial cukup tinggi karena mampu memberikan tekanan pada kerusakan tanaman brokoli.

Tabel 11. Intensitas kerusakan tanaman brokoli yang diperlakukan ekstrak tumbuhan dan insektisida pembeding

Perlakuan	Konsentrasi	Intensitas kerusakan (%)
<i>P. retrofractum</i>	0,15%	32,0 ± 11,0
<i>T. vogelii</i>	0,15%	44,0 ± 8,9
<i>A. indica</i>	0,8%	56,0 ± 30,5
<i>B. thuringiensis</i>	0,15%	24,0 ± 20,7
Kontrol	-	52,0 ± 14,8

KESIMPULAN

Ekstrak *A. squamosa* lebih bersifat racun kontak dari pada racun perut, sebaliknya ekstrak *P. retrofractum* lebih bersifat racun perut dari pada racun kontak. Ekstrak *P. retrofractum* dan ekstrak *A. squamosa* pada konsentrasi 0,2% mampu memberikan penghambatan aktivitas makan larva lebih dari 80%.

Campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *A. squamosa* lebih toksik/efektif dari pada campuran ekstrak *T. vogelii* dan ekstrak *P. retrofractum*. Dalam pembuatan formulasi insektisida nabati, penggunaan adjuvant Agristik lebih baik dari pada adjuvant Tween dan Miracle terutama dalam hal kesetabilan formulasi.

Perlakuan ekstrak *P. retrofractum* dan

T. vogelii di lapangan dapat menekan perkembangan populasi *C. pavonana* sehingga kedua ekstrak tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut untuk dikombinasikan dengan ekstrak *A. squamosa* dalam upaya meningkatkan efektivitasnya. Dengan demikian hasil penelitian pada tahap ini akan memberikan evaluasi awal potensi ekstrak-ekstrak tumbuhan yang akan dikembangkan sebagai formulasi insektisida nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Basana IR, Prijono D. 1994. Insecticidal activity of aqueous seed extracts of four species of *Annona* (Annonaceae) against cabbage head caterpillar, *Crociodomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Bul HPT* 7:50-60.
- Bernays EA, Chapman RF. 1994. Host Plant Selection by Phytophagous Insects. New York: Chapman & Hall.
- Dadang. 1998. Prospek dan Tantangan Pengembangan Insektisida Botani di Indonesia. Lomba Karya Tulis oleh Persatuan Pelajar di Jepang. Hiroshima. Jepang
- Dadang. 1999. Insect Regulatory Activity and Active Substances of Indonesian Plants Particularly to the Diamondback Moth. Dissertation. Tokyo: Tokyo University of Agriculture.
- Dadang, Ohsawa K. 2000. Penghambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella* (L). (Lepidoptera: Yponomeutidae) yang diperlakukan ekstrak biji *Swietenia mahogany* Jacq. (Meliaceae). *Buletin HPT*: 12(1):27-32.
- Dadang, Prijono D, Soekarno BPW, Winasa IW, Hindayana D, Munif A. 2003a. Indoxo farmer survey in Brebes and Tegal, Central Java. Report. Bogor: Department of Plant Pests and Diseases, IPB.
- Dadang, Prijono D, Soekarno BPW, Winasa IW, Santoso S, Priyambodo S, Suastika G. 2003b. Survey on insecticide use by string bean farmers in Subang, Karawang, and Indramayu.. Report. Bogor: Department of Plant Pests and Diseases, IPB.
- Finney DJ. 1971. Probit Analysis, 3rd ed. England: Cambridge University Press.
- Gusfi V. 2002. Persepsi petani sayuran di Cipanas terhadap insektisida sintetik dan botani (skripsi). Bogor: Jurusan HPT, Faperta, IPB.
- Hassan CM, Hossain MA, Rashid MA, Connolly JD. 1994. Constituents of *Polyalthia longifolia* var. *pendulla*. *Fitoterapia*. 65(3):283-284.
- Irfan B. 2008. Kerasional petani sayuran dan padi daerah sentra dan non sentra di Jawa Barat terhadap penggunaan pestisida. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman, Faperta, IPB. Bogor
- Knauss JF, Walter JF. 1995. Control of pests of ornamental plants in greenhouses in the U.S.A. with 'Margosan-O'. Dalam: Schmutterer H, editor. *The Neem Tree Azadirachta indica* A. Juss. and Other Meliaceae Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. Weinheim (Germany): VCH. hlm 437-445.
- Nugroho BW, Proksch P. 1999. Isolasi senyawa aktif insektisida botani dari tumbuhan *Aglaia* spp. (Meliaceae). Dalam: Prosiding Seminar Nasional Kimia Bahan Alam '99; Depok, 16-17 November 1999. Depok: Pusat Penelitian Sains dan Teknologi, Universitas Indonesia. hlm 63-69.
- Parmar BS. 1995. Results with commercial neem formulations produced in India. Dalam: Schmutterer H, editor. *The Neem Tree Azadirachta indica* A. Juss. and Other Meliaceae Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. Weinheim (Germany): VCH. hlm 453-470.
- Prijono D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT. Dalam: Nugroho BW, Dadang, dan Prijono D, penyunting. *Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami*. Bogor: Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, IPB. hal 1-7.
- Prijono D, Sudiar JI, Irmayetri, Suhaendah E. 2004. Insecticidal Effectiveness of Extracts of Forty Three Species of Tropical Plants against the Cabbage Head Caterpillar, *Crociodomia pavonana* (F.). Symposium held by International Association of Plant Protection Sciences. Hawaii.
- Secoy DM., Smith AE. 1983. Use of plants in control of agricultural and domestic pests. *Econ Bot* 37: 28-57.
- Standard Nasional Indonesia 2006. *Sistem Pangan Organik* No. 01-6729-2006.

- Steel RGD, Torrie JH. 1980. Principles and Procedures of Statistics: Biometrical Approach. 2nd ed. New York: McGraw Hill.
- Su, HCF. 1977. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. J. Econ. Entomol. 70(1):18-21.
- Wulan RDR. 2008. Aktivitas insektisida ekstrak daun *Tephrosia vogelii* Hook. F. (Leguminosae) terhadap larva *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Faperta IPB.