



EFIKASI INSEKTISIDA NABATI EKSTRAK DAUN *Tephrosia vogelii* Hook.
TERHADAP *Crocidolomia pavonana* (F.) dan *Plutella xylostella* (L.) SERTA
PENGARUHNYA PADA *Diadegma semiclausum* (Hellen)

Agustin Zarkani¹, Djoko Prijono², Pudjianto²

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian UNIB

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB

Jln. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A

abuiffah@yahoo.co.id

ABSTRACT

[EFICATION OF BOTANICAL INSECTICIDE OF *Tephrosia vogelii* Hook. f. LEAF EXTRACT AGAINST *Crocidolomia pavonana* (F.) AND *Plutella xylostella* (L.) AND ITS EFFECT TO *Diadegma semiclausum* (Hellen)]. The active fraction of hexane extract of *Tephrosia vogelii* (*Tv*) leaves was evaluated for this insecticidal activity on second-instar larvae of *Crocidolomia pavonana* and *Plutella xylostella* as well as for the safety to the adults of *Diadegma semiclausum* parasitoid. Fraction (fr) 2-4 of *Tv* from column chromatography (CC) had strong insecticidal activity on *C. pavonana* and *P. xylostella*. In the test with *C. pavonana*, the fraction was more active by feeding than by contact. Based on LC₅₀ at 72 hours since treatment (HST), fr 2-4 CC *Tv* was 1.8 times more toxic to *P. xylostella* than to *C. pavonana*. The fr 2-4 CC *Tv* showed strong antifeedant effect against *C. pavonana* larvae. At equal test concentrations, the treatment with fr 2-4 CC *Tv* caused much lower mortality in *D. semiclausum* parasitoid adults than in its host larvae, *P. xylostella*. In contrast, an organophosphate profenofos, included in this study as a positive control, was much more detrimental to *D. semiclausum* than to *P. xylostella*. In the semifield experiment, fr 2-4 CC *Tv* had comparable effect with profenofos and bioinsecticide *Bacillus thuringiensis* in reducing the population of *C. pavonana* larvae on broccoli plants.

Keyword: lethal effect, antifeedant effect, brassica pests, parasitoid.

ABSTRAK

Fraksi aktif dari ekstrak heksana daun *Tephrosia vogelii* (*Tv*) telah dievaluasi aktivitas insektisidanya terhadap larva instar ke-2 *Crocidolomia pavonana* dan *Plutella xylostella* serta keamanannya terhadap serangga dewasa parasitoid *Diadegma semiclausum*. Fraksi (fr) 2-4 *Tv* dari kromatografi kolom (KK) memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap *C. pavonana* dan *P. xylostella*. Pengujian terhadap *C. pavonana*, fr 2-4 *Tv* lebih aktif melalui makan dibandingkan dengan melalui kontak. Berdasarkan LC₅₀ pada 72 jam setelah perlakuan (JSP), fr 2-4 KK *Tv* 1,8 kali lebih beracun terhadap *P. xylostella* dibandingkan dengan *C. pavonana*. Fr 2-4 KK *Tv* menunjukkan efek antifeedant kuat terhadap larva *C. pavonana*. Melalui uji konsentrasi yang setara, perlakuan dengan fr 2-4 KK *Tv* menyebabkan kematian lebih rendah terhadap parasitoid dewasa *D. semiclausum* dibandingkan dengan larva inangnya, *P. xylostella*. Berbeda dengan organophosphate profenofos, sebagai kontrol positif, bersifat lebih detrimental terhadap *D. semiclausum* dibandingkan dengan *P. xylostella*. Melalui uji semilapangan, fr 2-4 KK *Tv* memiliki efek yang berbeda dengan profenofos dan bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* dalam mengurangi populasi larva *C. pavonana* pada tanaman brokoli.

Kata kunci: efek letal, efek antifeedant, hama brassica, parasitoid

PENDAHULUAN

Kendala utama dalam budidaya tanaman kubis adalah serangan ulat *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) dan *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1992; Talekar and Shelton, 1993). Serangan kedua jenis hama tersebut secara bersamaan dapat menyebabkan gagal panen jika pengendalian tidak dilakukan, khususnya pada musim kemarau (Kalshoven, 1981; Sastrosiswojo dan Setiawati, 1993).

Saat ini, pengendalian larva *C. pavonana* dan *P. xylostella* umumnya masih menggunakan insektisida sintetik. Cepatnya pertumbuhan dan perkembangan *C. pavonana* dan *P. xylostella* dengan daya makan yang tinggi serta keterbatasan keefektifan pengendalian nonkimia di tingkat petani menjadi alasan petani menggunakan insektisida sintetik dalam mengendalikannya (Smith, 1975; Setiawati dan Sastrosiswojo, 1995). Namun demikian, penggunaan insektisida sintetik secara terus-menerus dan berlebihan dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif seperti resistensi dan resurgensi hama, ledakan populasi hama sekunder, serta keracunan pada hewan ternak dan manusia (Metcalf, 1982; Matsumura, 1985; Rush *et al.*, 1997) sehingga perlu dicarikan alternatif pengendalian lain yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Salah satu sarana pengendalian hama alternatif yang layak dikembangkan ialah insektisida nabati karena senyawa insektisida dari tumbuhan mudah terurai di lingkungan (Coats, 1994; Isman, 1995; Kaufman *et al.*, 2006) dan relatif aman terhadap organisme bukan sasaran (Bentz and Neal, 1995; Schmutterer, 1997; Dono *et al.*, 1998). Selain itu, insektisida nabati tertentu juga relatif lebih murah dan mudah diperoleh dibandingkan dengan insektisida sintetik, tidak cepat menimbulkan resistensi hama bila digunakan dalam bentuk ekstrak kasar, komponen ekstrak dapat bersifat sinergis, dan penggunaannya dapat dipadukan dengan teknik pengendalian hama lainnya (Priyono, 1999).

Di antara tumbuh-tumbuhan yang memiliki potensi sebagai sumber insektisida nabati ialah *Tephrosia vogelii* Hook. f. (Fabaceae). Daun *T. vogelii* mengandung senyawa rotenoid yang bersifat insektisida termasuk rotenon, deguelin, dan tefrosin (Delfel *et al.*, 1970; Hagemann *et al.*, 1972; Marston *et al.*, 1984; Lambert *et al.*, 1993). Rotenon bekerja sebagai racun respirasi sel dengan menghambat transfer elektron dalam NADH-koenzim ubikuinon reduktase (kompleks I) dari sistem transpor elektron di dalam mitokondria (Hollingworth, 2001).

Untuk itu, evaluasi potensi *T. vogelii* sebagai insektisida nabati perlu dilakukan sebagai pertimbangan dalam pengendalian hama *C. pavonana* dan *P. xylostella*. Aspek keamanan insektisida nabati tersebut terhadap musuh alami *Diadegma semiclausum* juga perlu dievaluasi sebagai salah satu landasan penerapannya dalam pengendalian hama terpadu.

Penelitian ini bertujuan menguji (1) efek racun perut dan kontak komponen ekstrak daun *T. vogelii* (*Tv*) terhadap larva *C. pavonana*; (2) efek racun perut fraksi aktif *Tv* terhadap larva *P. xylostella*; (3) keamanan fraksi aktif *Tv* terhadap imago parasitoid *D. semiclausum*; dan (4) keefektifan fraksi aktif *Tv* terhadap larva *C. pavonana* pada tanaman brokoli dalam *polybag* di lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB dan Kebun Percobaan Cikabayan IPB. Bahan tumbuhan yang digunakan sebagai sumber ekstrak ialah daun *T. vogelii*, yang diperoleh dari Lembaga Pertanian Sehat, Dompot Dhuafa Republika di Kecamatan Caringin, Kabupaten Bogor (636 m dpl, 6° 44' 44.7" LS dan 106° 49' 57.5" BT). Sebagai insektisida pembanding digunakan formulasi yang mengandung bahan aktif *Bacillus thuringiensis* (Turex WP, delta-endotoksin *B. thuringiensis* var. *aizawai* strain GC-91 3.8 %, 25,000 IU mg⁻¹) dan profenofos (Curacron 500 EC, kadar bahan aktif 499.53 g L⁻¹), yang masing-masing diperoleh dari PT. Tanindo Subur Prima dan PT. Syngenta Indonesia, Jakarta.

Ekstraksi dan Fraksinasi T. vogelii

Simplisia bahan uji dihaluskan dengan blender dan diayak dengan pengayak bermata 0.5 mm. Ekstrak *T. vogelii* diperoleh dengan maserasi 300 g serbuk daun dengan heksana. Ekstrak *T. vogelii* (*Tv*) difraksinasi dengan kromatografi vakum cair (KVC) dengan penjerap Silica Gel 60 F₂₅₄ (40-63 µm) seperti yang dikemukakan oleh Coll and Bowden (1986). Pelarut yang digunakan adalah diklorometan dan etil asetat dengan perbandingan berturut-turut 1:0, 9:1, dan 0:1. Fraksi yang diperoleh diperiksa kehomogenannya dengan kromatografi lapisan tipis (KLT) menggunakan pelat aluminium berpenjerap Silica Gel 60 F₂₅₄, pelarut pengembang kloroform-dietil eter (19:1), dan bercak komponen dideteksi dengan penyinaran ultraviolet λ 254 nm. Fraksi

dengan *retention factor* (Rf) sama disatukan kemudian diuji terhadap larva *C. pavonana*. Kromatogram fraksi aktif *Tv* pada pelat KLT dibandingkan dengan standar rotenon.

Uji Toksisitas terhadap Larva C. pavonana dan P. Xylostella

Metode residu pada daun. Ekstrak *Tv*, fraksi aktif *Tv*, dan campurannya diuji terhadap larva *C. pavonana* pada lima taraf konsentrasi yang diharapkan dapat menyebabkan kematian serangga uji antara >0 % dan <100 % (berdasarkan uji pendahuluan). Ekstrak atau fraksi dilarutkan dalam campuran metanol, aseton, dan Tween 80 (5:5:2) kemudian diencerkan dengan akuades hingga volume yang diinginkan (konsentrasi akhir metanol + aseton + Tween 80 1.2 %) [larutan kontrol: air yang mengandung pelarut dan pengemulsi tersebut]. Larva instar II *C. pavonana* diberi makan daun brokoli perlakuan atau kontrol selama 48 jam, kemudian diberi makan daun tanpa perlakuan selama 24 jam berikutnya. Fraksi aktif *Tv* serta campurannya juga diuji terhadap larva *P. xylostella* dengan metode yang sama. Untuk setiap perlakuan dan kontrol digunakan 75 larva *C. pavonana* atau 40 larva *P. xylostella*. Jumlah larva yang mati dicatat setiap hari hingga hari ke-3. Data kematian serangga uji diolah dengan analisis probit (Finney, 1971) menggunakan program POLO-PC (LeOra Software, 1987).

Untuk campuran ekstrak yang berasal dari jenis tumbuhan yang sama, sifat aktivitas campuran dianalisis berdasarkan model kerja bersama serupa dengan menghitung nisbah ko-toksisitas (NK) pada taraf LC_{50} dan LC_{95} seperti yang dikemukakan oleh Wadley (1945 dalam Kosman and Cohen, 1996).

Metode kontak. Ekstrak kasar *Tv* dan fraksi aktif *Tv* diuji toksisitas kontakannya terhadap larva *C. pavonana* dengan metode residu pada permukaan gelas pada konsentrasi 1–4 kali LC_{95} berdasarkan hasil pengujian dengan metode residu pada daun. Insektisida sintetik profenofos digunakan sebagai pembanding positif.

Setiap bahan uji dilarutkan dalam aseton sedangkan kontrol hanya mengandung aseton. Setiap larutan uji dipipet sebanyak 0.5 mL ke dalam tabung gelas berdiameter 2.2 cm dan tinggi 5.8 cm. Setelah kering, ke dalam setiap tabung dimasukkan 15 larva instar II *C. pavonana* yang berumur sekitar 3-4 jam setelah ganti kulit. Setelah 2 jam kontak, larva uji dipindahkan ke dalam cawan petri yang dialasi tisu dan berisi potongan daun brokoli 4 cm x 4 cm tanpa perlakuan. Setiap perlakuan diulang lima kali.

Jumlah larva yang mati dihitung pada 24 jam setelah pemindahan ke cawan petri.

Uji Toksisitas Fraksi Aktif T. vogelii terhadap Imago Parasitoid D. Semiclausum

Fraksi aktif *Tv* diuji terhadap imago parasitoid *D. semiclausum* dengan metode kontak pada permukaan daun. Konsentrasi yang diuji ialah ialah 1 x LC_{95} dan 2 x LC_{95} tertinggi berdasarkan hasil pengujian terhadap larva *C. pavonana* dan *P. xylostella*. Penyiapan bahan uji dilakukan seperti pada pengujian toksisitas dengan metode residu pada daun dan sebagai pembanding digunakan insektisida sintetik profenofos (Curacron 500 EC).

Satu lembar daun brokoli bertangkai dipotong helaian daunnya sehingga menyisakan helaian daun berukuran 5 cm x 5 cm. Daun selanjutnya dicelupkan dalam suspensi bahan uji hingga membasahi permukaan secara merata, kemudian tangkai setiap helaian daun uji dimasukkan dalam botol film berisi air dan diletakkan di dalam kurungan plastik (tinggi 4.5 cm dan diameter 3.5 cm). Sebanyak 10 ekor imago betina dan jantan parasitoid *D. semiclausum* yang berumur 3-4 hari dimasukkan ke dalam setiap kurungan plastik pengujian dan diberi pakan madu 10 % yang diserapkan pada kapas. Imago parasitoid dibiarkan kontak dengan residu bahan uji pada daun brokoli selama 72 jam. Jumlah serangga uji yang mati dicatat setiap hari sampai hari ke-3.

Uji Semilapangan Fraksi Aktif T. vogelii terhadap Larva C. Pavonana

Tanaman brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) cv. Winter Harvest -yang diperoleh dari petani organik Desa Babakan, Kecamatan Darmaga, Kabupaten Bogor dan berumur 1 bulan dipindahkan ke dalam *polybag* 5 L dan dipelihara hingga memiliki 5-6 helai daun. Selanjutnya tanaman brokoli tersebut diletakkan di lahan percobaan Cikabayan, IPB.

Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan perlakuan (1) fraksi 2-4 KK *T. vogelii* 0.135 %, (2) formulasi *Bacillus thuringiensis* (TurexWP) 0.0552 %, (3) formulasi profenofos (Curacron 500 EC) 0.0900 %, dan (4) kontrol. Konsentrasi yang diuji setara dengan 3 x LC_{95} terhadap larva instar II *C. pavonana* pada pengujian dengan metode residu pada daun di laboratorium. Tiap unit perlakuan terdiri atas dua tanaman brokoli dengan empat ulangan.

Sediaan bahan uji disemprotkan pada tanaman

brokoli dengan menggunakan *hand sprayer* pada permukaan atas dan bawah daun hingga merata. Pada salah satu tanaman brokoli diinfestasikan 15 larva instar II *C. pavonana* segera setelah cairan semprot mengering dan 7 hari kemudian dilakukan infestasi ulang dengan jumlah larva uji yang sama pada tanaman brokoli kedua. Jumlah larva yang masih hidup dicatat pada 3, 4, dan 7 hari setelah infestasi pertama dan kedua. Data diolah dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan ($\alpha = 5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi dan Fraksinasi T. Vogellii

Pemisahan 9 g ekstrak heksana daun *T. vogellii* (*Tv*) dengan KVC menghasilkan fraksi CH_2Cl_2 6.79 g (75.44 %), fraksi CH_2Cl_2 -EtOAc (9:1) 0.40 g (4.44 %), fraksi EtOAc 0.41 g (4.56 %), dan fraksi

MeOH 1.29 g (14.33 %). Pemeriksaan fraksi-fraksi tersebut dengan KLT menghasilkan lima fraksi (Tabel 1). Pemurnian fraksi yang aktif (fraksi 2 dan 3) dengan kromatografi kolom (KK, eluen CH_2Cl_2 -EtOAc 9:1, EtOAc, dan MeOH) masing-masing menghasilkan lima subfraksi dengan aktivitas tertinggi terdapat pada fraksi 2-4 dan 3-3 KK (Tabel 2). Kedua fraksi tersebut memiliki *Rf* yang sama sehingga digabungkan menjadi satu fraksi dengan label fr 2-4 KK *Tv*. Hasil KLT fraksi tersebut menunjukkan bahwa fraksi tersebut lebih bersifat polar dibandingkan dengan senyawa standar rotenon.

Toksistas Fraksi Aktif Ekstrak Daun T. vogellii serta Campurannya terhadap Larva C. Pavonana

Metode residu pada daun. Hasil pengujian fr 2-4 KK *Tv* menunjukkan adanya aktivitas insektisida yang kuat dengan pola perkembangan mortalitas

Tabel 1. Hasil fraksinasi ekstrak heksana daun *T. vogellii* dengan kromatografi vakum cair dan pengaruh letalnya terhadap larva *C. Pavonana*

Fraksi	Hasil (%) ^{a)}	Faktor retensi (<i>Rf</i>)	Mortalitas larva <i>C. pavonana</i> (%) ^{b)}
1	16.82	0.93, 0.96	2.2
2	31.83	0.36, 0.57, 0.86, 0.93	100.0
3	24.72	0.36, 0.57	100.0
4	11.02	0, 0.36, 0.46, 0.54	0.0
5	14.30	0	0.0
Ekstrak kasar	-	0, 0.36, 0.46, 0.54, 0.57, 0.86, 0.93, 0.96	80.0

Keterangan : ^{a)} Bobot fraksi relatif terhadap bobot ekstrak kasar, ^{b)} Konsentrasi ekstrak/fraksi 0,14% (w/v).

Tabel 2. Hasil pemisahan fraksi 2 dan 3 dari Tabel 1 dengan kromatografi kolom dan pengaruh letalnya terhadap larva *C. Pavonana*

Fraksi	Hasil (%) ^{a)}	Faktor retensi (<i>Rf</i>)	Konsentrasi uji (%)	Mortalitas larva <i>C. pavonana</i> (%) ^{b)}
2-1	8,39	0; 0.32; 0.54; 0.64; 0.75; 0.86	0.037	35.6
2-2	13.00	0; 0.32; 0.54; 0.64; 0.75	0.057	95.6
2-3	3.41	0.32; 0.64	0.015	0.0
2-4	4.37	0.54	0.019	80.0
2-5	4.44	0	0.035	0.0
3-1	0.24	0.86	0.035	0.0
3-2	1.45	0.54; 0.64; 0.75	0.035	0.0
3-3	6.18	0.54	0.035	100.0
3-4	0.38	0.32	0.035	0.0
3-5	6.83	0	0.035	0.0

Keterangan : ^{a)} Bobot fraksi relatif terhadap bobot ekstrak kasar; ^{b)} Mortalitas pada 72 JAP, metode residu pada daun. Pada kontrol tidak ada kematian larva

larva instar II *C. pavonana* yang serupa. Kematian larva sebagian besar terjadi pada 24 dan 48 JAP (jam sejak awal perlakuan), sedangkan pada 72 JAP tingkat kematian larva umumnya hanya sedikit mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan pada 48 JAP daun perlakuan sudah diganti dengan daun tanpa perlakuan dan pada 72 JAP residu ekstrak yang tertinggal di dalam tubuh larva uji sudah tidak dapat meningkatkan kematian serangga uji secara nyata. LC₅₀ dan LC₉₅ bahan uji pada 72 JAP tidak berbeda nyata dengan LC₅₀ dan LC₉₅ pada 48 JAP (SK 95 % tumpang tindih) (Tabel 3).

Metode kontak. Perlakuan kontak dengan fr 2-4 KK *Tv* pada konsentrasi 3.6 x LC₉₅ metode residu pada daun mengakibatkan kematian larva *C. pavonana* sekitar 11%, sedangkan perlakuan dengan profenofos pada konsentrasi 1 x LC₉₅ dapat mengakibatkan kematian serangga uji sampai 100 % Rendahnya efek kontak fraksi aktif *Tv* dapat disebabkan oleh beberapa hal, di antaranya waktu pemajanan (*exposure*) tidak dapat dilakukan lebih dari 2 jam karena serangga uji akan mati kelaparan. Faktor lain mungkin karena banyaknya bahan aktif ekstrak yang masuk ke dalam tubuh serangga setelah menembus kutikula jauh lebih sedikit dibandingkan dengan banyaknya komponen aktif ekstrak yang masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan makanan.

Toksistas Fraksi Aktif T. vogelii terhadap Larva P. Xylostella

LC₅₀ dan LC₉₅ pada 72 JAP untuk setiap perlakuan tidak berbeda nyata dengan LC₅₀ dan LC₉₅ pada 48 JAP (Tabel 4), yang mencerminkan sudah tidak terjadi peningkatan kematian larva uji yang nyata antara 48 dan 72 JAP. Fraksi 2-4 KK *Tv* memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva *P. xylostella* dengan LC₉₅ pada 72 JAP hanya sekitar 0.031% (Tabel 4). Jenis bahan nabati tersebut dapat menjadi alternatif pengganti insektisida sintetik seperti profenofos yang sudah tidak efektif lagi terhadap larva *P. xylostella* (LC₉₅ 7.3% [Tabel 4], yang setara dengan > 24 kali konsentrasi anjuran formulasi).

Toksistas Fraksi Aktif T. vogelii terhadap Imago Parasitoid D. Semiclausum

Fraksi 2-4 KK *Tv* pada konsentrasi sampai 0.090 % (3 kali LC₉₅ terhadap larva inang *C. pavonana* atau 2 kali LC₉₅ terhadap larva inang *P. xylostella*) hanya mengakibatkan kematian imago betina *D. semiclausum* sekitar 13% (Tabel 5) sehingga fraksi ini cukup prospektif untuk dikembangkan sebagai bahan insektisida alternatif.

Tabel 3. Penduga parameter toksistas ekstrak/fraksi *T. vogelii* terhadap larva instar II *C. pavonana* dengan metode residu pada daun

Waktu pengamatan (JAP) ^{a)}	a ± GB ^{b)}	b ± GB ^{b)}	LC ₅₀ (SK 95%) (%) ^{b)}	LC ₉₅ (SK 95%) (%)
<i>Tv</i> 2-4				
48	4.31 ± 0.57	2.35 ± 0.31	0.015 (0.011-0.020)	0.074 (0.042-0.337)
72	5.17 ± 0.57	2.62 ± 0.30	0.011 (0.009-0.013)	0.045 (0.032-0.092)
Profenofos ^{c)}				
48	7.87 ± 0.67	4.20 ± 0.35	0.013 (0.011-0.016)	0.033 (0.025-0.053)
72	7.90 ± 0.67	4.18 ± 0.35	0.013 (0.010-0.015)	0.032 (0.024-0.054)

Keterangan : ^{a)}Kode singkatan bahan uji sudah dijelaskan di dalam teks; ^{b)}a dan b masing-masing intersep dan kemiringan regresi probit; GB = galat baku; SK = selang kepercayaan; ^{c)}Konsentrasi dalam % formulasi (v/v).

Tabel 4. Penduga parameter toksistas fraksi aktif *T. vogelii* terhadap larva instar II *P. xylostella* dengan metode residu pada daun

Waktu Pengamatan (JAP) ^{a)}	a ± GB	b ± GB	LC ₅₀ (SK 95%) (%)	LC ₉₅ (SK 95%) (%)
<i>Tv</i> 2-4				
48	0.70 ± 0.33	1.89±0.40	0.008 (0.006-0.010)	0.061 (0.031-0.253)
72	5.13 ± 0.88	2.31±0.41	0.006 (0.005-0.007)	0.031 (0.021-0.068)
Profenofos				
48	-3.77 ± 0.72	5.61±0.96	4.692 (4.001-5.17)	9.225 (7.840-12.98)
72	-4.73 ± 0.83	7.40±1.14	4.359 (3.890-4.70)	7.271 (6.600- 8.55)

Keterangan : ^{a)}Kode singkatan bahan uji seperti dan keterangan lain seperti catatan kaki Tabel 3.

Uji Semilapangan terhadap C. pavonana

Pada hari ke-3 dan 4 setelah infestasi pertama, perlakuan fr 2-4 KK *Tv* pada konsentrasi 3 x LC_{95} mengakibatkan penurunan populasi larva *C. pavonana* yang nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6). Penurunan jumlah larva secara drastis pada hari ke-7 disebabkan larva *C. pavonana* sudah berkepompong di dalam tanah sehingga sudah tidak dijumpai lagi pada tanaman.

Pada hari ke-3 setelah infestasi pertama, penurunan jumlah larva *C. pavonana* pada perlakuan fr 2-4 KK *Tv* sebesar 95%. Sedangkan, pada tanaman kontrol terjadi penurunan jumlah larva *C. pavonana* sebesar 33.3% yang mungkin diakibatkan karena faktor musuh alami dan/atau tercuci hujan. Pada tanaman yang diberi perlakuan dengan insektisida sintetik profenofos dan bioinsektiasa *B. thuringiensis*, larva *C. pavonana* sudah tidak dapat ditemukan lagi pada hari ke-3 sejak infestasi pertama. Hal ini menunjukkan bahwa profenofos dan *B. thuringiensis*

memiliki aktivitas yang kuat terhadap larva *C. pavonana*. Jumlah larva *C. pavonana* yang tersisa pada perlakuan dengan fr 2-4 KK *Tv* tidak berbeda nyata dengan perlakuan profenofos dan *B. thuringiensis* sehingga bahan nabati tersebut layak dikembangkan sebagai bahan insektisida alternatif.

Pada hari ke-4 setelah infestasi pertama, perlakuan dengan semua bahan uji tidak mengakibatkan penambahan jumlah larva yang mati per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa residu bahan uji sudah mengalami penurunan keaktifan baik karena penguraian oleh cahaya matahari, pencucian oleh hujan, atau karena larva uji sudah cukup besar dan lebih toleran. Data cuaca yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor selama berlangsungnya percobaan semilapangan menunjukkan curah hujan yang tinggi pada hari kedua dan keempat setelah infestasi pertama, masing-masing 33 dan 34 mm.

Penurunan aktivitas residu bahan uji juga ditunjukkan pada tanaman kedua yang diinfestasi dengan larva *C. pavonana* 7 hari setelah infestasi pertama.

Tabel 5. Mortalitas imago parasitoid *D. semiclausum* yang diberi perlakuan fraksi aktif *T. vogelii* dengan metode kontak daun

Bahan uji ^{a)}	Konsentrasi (%)	Mortalitas (%) imago pada waktu pengamatan (JAP)					
		Jantan			Betina		
		24	48	72	24	48	72
Tv2-4	0.090	13.3	26.7	80.0	10.0	13.33	13.3
	0.045	3.3	10.0	33.3	0.0	3.33	6.7
Profenofos	2.000	43.3	96.7	100.0	63.3	100.0	100.0
	5.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Kontrol	-	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0

Keterangan : ^{a)}Kode singkatan bahan uji seperti catatan kaki Tabel 3.

Tabel 6. Pengaruh fraksi aktif *T. vogelii* terhadap sintasan larva *C. pavonana* pada tanaman brokoli dalam pot di lapangan

Perlakuan ^{a)}	Kon-sentrasi (%)	Populasi larva (ekor/tanaman) pada pengamatan hari ke-n ^{b)}					
		Infestasi I			Infestasi II		
		3	4	7	3	4	7
Tv2-4	0.135	0.75b	0.75b	0.25a	6.25a	6.25a	0.25a
Profenofos ^{c)}	0.090	0.00b	0.00b	0.00a	4.25a	4.25a	0.25a
<i>Bt</i> ^{c)}	0.055	0.00b	0.00b	0.00a	4.25a	4.25a	0.25a
Kontrol	-	10.00c	10.00c	0.25a	6.75a	6.75a	0.25a

Keterangan : ^{a)}Kode singkatan bahan uji seperti catatan kaki Tabel 3; ^{b)}Jumlah awal larva 15 ekor/tanaman. Rataan selanjur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan ($\alpha = 5\%$); ^{c)}Konsentrasi dalam % formulasi (w/v untuk *Bt* dan v/v untuk profenofos).

Pada semua perlakuan jumlah larva *C. pavonana* yang ditemukan kembali tidak berbeda nyata dengan kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemisahan dengan kromatografi kolom (KK) ekstrak daun *T. vogelii* (*Tv*) menghasilkan fr 2-4 KK *Tv* sebagai fraksi yang aktif terhadap larva *C. pavonana* dan *P. xylostella*. Komponen fr 2-4 KK *Tv* lebih bersifat polar dibandingkan dengan standar rotenon berdasarkan KLT.

Fraksi 2-4 KK *Tv* memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva *C. pavonana* dengan efek racun perut yang kuat dan efek racun kontak yang lemah. Berdasarkan LC_{50} pada 72 JAP, toksisitas fr 2-4 KK *Tv* 1.8 kali lebih toksik terhadap larva *P. xylostella* dibandingkan terhadap *C. pavonana*.

Fraksi 2-4 KK *Tv* pada 2 x LC_{95} terhadap larva *C. pavonana* relatif aman bagi imago betina parasitoid *D. semiclausum*. Pada uji semilapangan, kemampuan fr 2-4 KK *Tv* dalam menurunkan populasi larva *C. pavonana* tidak berbeda nyata dengan insektisida sintetik profenofos dan bioinsektisida *Bt* sehingga fraksi tersebut layak dikembangkan.

Penelitian lapangan yang lebih luas dan pemilihan bentuk formulasi yang cocok masih perlu dilakukan untuk mengevaluasi lebih lanjut keefektifan sediaan *T. vogelii* sebagai insektisida alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bentz, J, and J.W. Neal. 1995. Effect of a natural insecticide from *Nicotiana gossei* on the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 88: 1611–1615.
- Coats, JR. 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 489–515.
- Coll, JC., and B.F. Bowden. 1986. The application of vacuum liquid chromatography to the separation of terpene mixtures. *J. Nat. Prod.* 49: 934–936.
- Delfel, NE., W.H. Tallent, D.G. Carlson, and I.A. Wolff. 1970. Distribution of rotenone and deguelin in *Tephrosia vogelii* and separation of rotenoid-rich fraction. *J Agric Food Chem* 188(3): 385–390.
- Dono, D., D. Prijono, S. Manuwoto, dan D. Buchori. 1998. Pengaruh ekstrak biji *Aglaia harmsiana* Perkins terhadap interaksi antara larva *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dan parasitoidnya, *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Bul HPT* 10: 38–46.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Analysis*. 3rd Ed. The University Press, Cambridge UK
- Hagemann, J.W., M.B. Pearl, J.J. Higgin, N.E. Delfel, and F.R. Earle. 1972. Rotenone and deguelin in *Tephrosia vogelii* at several stages of maturity. *J. Agric. Food Chem.* 20: 906–908.
- Hollingworth, R.M. 2001. Inhibitors and uncouplers of mitochondrial oxidative phosphorylation. *In: R. Krieger, J. Doull, D. Ecobichon, D. Gammon, E. Hogson, L. Reiter, and J. Ross (eds). Handbook of Pesticide Toxicology. Vol 2. San Diego: Academic Press. pp 1169–1227.*
- Isman, MB. 1995. Leads and prospects for development of new botanical insecticides. *Rev. Pestic. Toxicol.* 3: 1–20.
- Kalshoven, VDL. 1981. *Pests of Crops in Indonesia*. Van der Laan PA, Penerjemah. Jakarta: Ichtiar Baru-Van Hoeve. Terjemahan dari: *De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesië*.
- Kaufman, P.B., A. Kirakosyan, McKenzie, P. Dayanan, J.E. Hoyt, and C. Li. 2006. The uses of plant natural products by human and risks associated with their uses. *In: L.J. Cseke, A. Kirakosyan, P.B. Kaufman, S.L. Warber, J.A. Duke, and H.L. Brielmann (eds). Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton*
- Kosman, E., and Y. Cohen. 1996. Procedures for calculating and differentiating synergism and antagonism in action of fungicide mixtures. *Phytopathology* 86: 1255–1264.
- Lambert, N., M.F. Trouslot, C. Campa, and H. Chrestin. 1993. Production of rotenoids by heterotrophic and photomixotrophic cell cultures of *Tephrosia vogelii*. *Phytochemistry* 34: 1515–1520.
- LeOra Software. 1987. *POLO-PC User's Guide*. LeOra Software, Petaluma (CA)
- Marston, A., J.D. Msonthi, and K. Hostettmann. 1984. On the reported molluscicidal activity from *Tephrosia vogelii* leaves. *Phytochemistry* 23: 1824–1825.
- Matsumura F. 1985. *Toxicology of Insecticides*. 2nd ed. Plenum Press, New York.
- Metcalf, R.I. 1982. *Insecticides in pest management*. *In: R.L. Metcalf, W.H. Luckman (eds). Introduction to Insect Pest Management. 2nd Ed. John Wiley, New York*
- Prijono, D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT. *In: B.W. Nugroho, Dadang, Priyono D (eds). Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami; Bogor, 9 -13 Agustus 1999. Pusat Kajian PHT, Bogor*
- Rush, M., N. Rattanadilok, and N. Poapongsakorn. 1997. Pesticide use in Thai agriculture: problems and policies. *In: N. Poapongsakorn, L. Meenakanit, H. Waibel, and F. Jungbluth (eds). A Policy Workshop*

- in Hua Hin; Hua Hin, 3–5 Juli 1997. The Institute for Economics in Horticulture, Herrenhäuser, Hannover.
- Sastrosiswojo, S., dan W. Setiawati. 1992. Biology and control of *Crocidolomia binotalis* in Indonesia. *In*: N.S. Talekar (ed.). Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and other Crucifer Pests; Tainan, 10–14 Desember 1990. Tainan: AVRDC. pp 81–90.
- Sastrosiswojo B, dan W. Setiawati. 1993. Hama-hama tanaman kubis dan cara pengendaliannya. *In*: A.H. Permadi dan S. Sastrosiswojo (eds). Kubis. Balitbang Pertanian dan Balai Penelitian Hortikultura, Bandung.
- Schmutterer, H. 1997. Side-effect of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. *J Appl. Entomol.* 121: 121-128.
- Setiawati, W, Sastrosiswojo. 1995. Penerapan komponen teknologi PHT pada tanaman kubis di dataran tinggi dan dataran medium. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran; Lembang, 24 Oktober 1995. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Bandung. pp 347–354.
- Smith, D. 1975. Cabbage pest control investigations. *Queensl J Agric Anim Sci* 32: 13–18.
- Talekar, N.S., and A.M. Shelton. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275–301.