

Kompatibilitas Minyak Serai dengan Predator *Menochilus sexmaculatus* untuk Pengendalian Vektor Penyakit Virus Kuning

Setiawati, W. dan R. Murtiningsih

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung 40391

Naskah diterima tanggal 12 September 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 3 November 2011

ABSTRAK. Penggunaan insektisida kimia sintesis secara intensif di lapangan dapat mengurangi populasi musuh alami, sehingga mengakibatkan populasi hama meningkat. *Bemisia tabaci* merupakan salah satu hama penting pada tanaman cabai merah yang dapat menyebabkan kerusakan langsung dengan cara menghisap cairan tanaman dan tidak langsung menularkan penyakit virus kuning. Cara pengendalian yang ramah lingkungan merupakan faktor penting dalam menekan kehilangan yang diakibatkan oleh serangan *B. tabaci*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kompatibilitas insektisida nabati yang berasal dari minyak serai dengan predator *Menochilus sexmaculatus* dalam menekan populasi *B. tabaci*. Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran mulai bulan Juni sampai dengan Desember 2009. Penelitian menggunakan metode pencelupan (*dipping method*) untuk kutukebul, film kering (*dry film*), dan *odor effect* untuk predator *M. sexmaculatus*. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok terdiri atas enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah enam konsentrasi minyak serai yaitu 5.000, 4.000, 3.000, 2.000, 1.000, dan 0 ppm sebagai kontrol. Untuk menentukan nilai LC_{50} dan LT_{50} digunakan analisis Probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi minyak serai pada konsentrasi 2.000-5.000 ppm efektif menekan populasi nimfa *B. tabaci* instar I dan II, sedangkan untuk instar III dan IV pada konsentrasi 3.000-5.000 ppm dengan nilai penekanan sebesar 92-98% bila dibandingkan dengan kontrol. Nilai LC_{50} untuk nimfa *B. tabaci* instar I-IV berturut-turut sebesar 1.266,48, 1.755,81, 2.305,46, dan 2.343,59 ppm. Pada konsentrasi 2.000 ppm, LT_{50} minyak serai untuk nimfa *B. tabaci* ialah sekitar 2,95 hari setelah perlakuan. Minyak serai yang aman untuk larva predator *M. sexmaculatus* ialah pada konsentrasi 1.000 ppm bila diaplikasikan secara kontak dan 1.000-2.000 ppm bila diaplikasikan sebagai *odor effect*. Minyak serai pada konsentrasi 1.000-5.000 ppm aman terhadap imago *M. sexmaculatus*. Konsentrasi 2.000 ppm minyak serai merupakan konsentrasi yang sesuai diaplikasikan sebagai insektisida alami untuk pengendalian *B. tabaci*, aman dan kompatibel dengan predator *M. sexmaculatus*. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa minyak serai dan *M. sexmaculatus* memiliki potensi dalam mengendalikan *B. tabaci* pada cabai.

Katakunci: *Bemisia tabaci*; *Menochilus sexmaculatus*; Minyak serai; Pengendalian; Kompatibilitas

ABSTRACT. Setiawati, W. and R. Murtiningsih. 2011. **Compatibility of Citronella Oils with *Menochilus sexmaculatus* for Controlling Vector of Yellow Virus Disease.** There is a tendency of diminishing the number of natural enemies caused by utilization of non-selective insecticides that lead to serious consequences for pest population dynamics. *Bemisia tabaci* is an extremely polyphagous pest that causes direct damage and can act as a viral vector on hot peppers causing yellow virus disease. The activity of natural enemies can be exploited by employing proper conservation and augmentation techniques. Natural enemies might play roles to control of *B. tabaci* on hot peppers. The study was conducted in the Laboratory and Screenhouse of IVEGRI from June to December 2009. The objective of this study was to determine compatibility of citronella oil with *M. sexmaculatus* to control *B. tabaci*. Dipping methods, dry film, and odor effect were used in this study. Randomized completely block design with six treatments and four replications was used in this study. The treatments were citronella oils at different concentration 5,000, 4,000, 3,000, 2,000, 1,000, and 0 ppm as a control and stages of *B. tabaci* (1st, 2nd, 3rd, and 4th instars) and *M. sexmaculatus*. Probit analysis was used to determine LC_{50} and LT_{50} value. The results indicated that citronella oils at concentration of 2,000-5,000 ppm was effective to control nymphs of *B. tabaci* at 1st and 2nd instar, while 3,000-5,000 ppm for 3rd and 4th instar. The first two nymphal stages were more susceptible to citronella oil compared to the third and fourth nymphal stage. LC_{50} value for first to fourth nymphal stage was 1,266.48; 1,755.81; 2,305.46, and 2,343.59 ppm respectively. The LT_{50} occurred at 2.95 days in all instar stages. *Menochilus sexmaculatus* predators were highly susceptible to the essential oil vapours and the selective toxicity ratio varied depending on the methods and stages. Citronella oil at 1,000-2,000 ppm was compatible with *M. sexmaculatus* larvae on odor effect and 1,000 ppm on dry film method. *Menochilus sexmaculatus* adult more tolerant to citronella oil compared to larvae stage at concentration 1,000-5,000 ppm. Concentration 2,000 ppm of citronella oil was the appropriate concentration applied as bioinsecticide for *B. tabaci*, safety and compatibility for *M. sexmaculatus*. Based on the study known citronella oil and *M. sexmaculatus* had potential to be incorporated in controlling *B. tabaci* on hot peppers.

Keywords: *Bemisia tabaci*; *Menochilus sexmaculatus*; Citronella oil; Controlling; Compatibility

Kutukebul, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman cabai merah yang dapat menyebabkan kerusakan langsung dengan menghisap cairan tanaman dan tidak langsung menularkan penyakit virus kuning (Gerling *et al.* 2001, Naranjo *et al.* 2002). Gejala serangan kutukebul berupa bercak nekrotik dan klorosis pada daun, yang disebabkan oleh rusaknya sel-sel dan jaringan daun akibat serangan nimfa dan serangga dewasa. Dalam keadaan populasi tinggi, serangan kutukebul dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Embun madu yang dikeluarkannya dapat menimbulkan serangan cendawan embun jelaga yang berwarna hitam dan menyerang pada berbagai stadia tanaman (Setiawati *et al.* 2008). Namun demikian, kerusakan yang disebabkan oleh penyakit virus kuning yang ditularkan lebih merugikan dibandingkan dengan kerusakan yang disebabkan oleh hama kutukebul sendiri. Kehilangan hasil yang diakibatkannya dapat mencapai 20-100% (Setiawati *et al.* 2007).

Direktorat Perlindungan Hortikultura (2011) melaporkan bahwa penyakit virus kuning menyebar ke berbagai sentra produksi cabai merah di 15 provinsi di Indonesia dan enam provinsi yang mempunyai serangan terluas yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, NAD, Bali, dan Bengkulu. Setiap tahun serangan penyakit virus kuning cenderung meningkat. Pada tahun 2003 luas serangan virus kuning mencapai 884 ha, tahun 2006 tercatat sekitar 1.125, 5 ha, dan tahun 2010 meningkat tajam hingga mencapai 4.299,1 ha.

Persentase infeksi virus kuning berkorelasi positif dengan populasi serangga vektor, terutama serangga yang viruliferus. Selain itu keragaman serangga vektor juga memengaruhi persentase infeksi. Perpindahan dan pergerakan kutukebul menentukan penularan penyakit virus kuning, walaupun cabai merah bukan termasuk tanaman inang preferensi. Virus kuning dapat bertahan dalam tubuh kutukebul sepanjang hidupnya (persisten) (Lapidot dan Friedmann 2002).

Sosromarsono dan Untung (2006) melaporkan bahwa terjadinya serangan hama antara lain dapat disebabkan oleh terganggunya keseimbangan populasi organisme pada jenjang populasi tertentu. Penyebabnya ialah faktor lingkungan dan juga faktor dalam populasi sendiri yang mengendalikan perkembangan populasi tersebut.

Salah satu faktor lingkungan yang mengendalikan populasi hama ialah musuh alami, baik predator, parasitoid, maupun patogen. Musuh alami dikenal sebagai faktor pengatur dan pengendali populasi serangga hama yang efektif karena sifat pengaturannya yang bergantung pada kepadatan populasi.

Zang *et al.* (2007) melaporkan bahwa terdapat sembilan jenis predator yang memangsa kutukebul yaitu *Propylaea japonica*, *Harmonia axyridis*, *Scymus hoffmanni*, *Orius sauteri*, *Chrysopa pallens*, *Chrysopa formosa*, *Erigonidium graminicolum*, *Neoscona doenitzi*, dan *Menochilus sexmaculatus*. Predator *M. sexmaculatus* Fabr. (Coleoptera: Coccinellidae) merupakan salah satu predator yang sangat potensial untuk pengendalian kutukebul secara hayati (Setiawati *et al.* 2005, Mohamad *et al.* 2005, Eusebio 2005, Nopempeth 2005). Predator tersebut tersebar luas pada berbagai jenis tumbuhan yang berbunga (sumber polen) dan terserang kutu (sumber mangsa) dengan sebaran dari dataran rendah sampai dengan dataran tinggi. Imago *M. sexmaculatus* mampu bertahan hidup tanpa makan selama 4 hari. Selain itu *M. sexmaculatus* termasuk predator generalis, memangsa *Aphis cracivora*, *Myzus persicae*, *Nilaparvata lugens*, *B. tabaci*, *Thrips parvispinus*, dan *Aspidiotus destructor*. Dalam 1 hari predator *M. sexmaculatus* mampu memangsa *B. tabaci* sebanyak 51,50 ekor, sedangkan pada *M. persicae* mampu memangsa sebanyak 168,75 ekor (Muharam dan Setiawati 2007). Khan dan Khan (2002) menyatakan *M. sexmaculatus* mampu memangsa sebanyak 240 ekor aphid.

Stern *et al.* (1957 dalam Naranjo dan Akey 2005) menyatakan bahwa, dalam konsep pengendalian hama terpadu (PHT) yang paling penting ialah kompatibilitas penggunaan insektisida dan pengendalian secara hayati. Namun demikian, biaya pengendalian menggunakan musuh alami secara tunggal lima kali lebih mahal dibandingkan dengan penggunaan insektisida (Parrella 1995). Oleh sebab itu, masih diperlukan komponen pengendalian lainnya seperti penggunaan insektisida yang aman terhadap musuh alami.

Penggunaan insektisida selektif tanpa mengganggu musuh-musuh alami dapat dilakukan dengan cara (1) penggunaan pestisida selektif

dengan dosis minimal, (2) penggunaan pestisida pada daerah/tempat pertanaman secara terbatas, yaitu tempat terjadinya ledakan hama, (3) penggunaan umpan beracun, dan (4) aplikasi pestisida berdasarkan ambang pengendalian hama sasaran. Salah satu insektisida yang diketahui selektif terhadap *B. tabaci* dan predator *M. sexmaculatus* antara lain teflubenzuron 50 EC, imidakloprid 200 SL, dan metidation 25 WP (Setiawati *et al.* 2007).

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) merupakan tumbuhan yang banyak digunakan sebagai insektisida nabati. Setiawati *et al.* (2011) melaporkan bahwa kandungan yang terdapat pada minyak serai terdiri atas 37 jenis senyawa. Kandungan yang paling besar ialah sitronela (35,97%), nerol (17,28%), sitronelol (10,03%), *geranyle acetate* (4,44%), elemol (4,38%), limonene (3,98%), dan *citronnellyle acetate* (3,51%). Senyawa sitronela mempunyai sifat racun dehidrasi (*desiccant*). Racun tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus menerus. Dengan demikian, serangga yang terkena racun tersebut dapat mati karena mengalami kekurangan cairan. Serai wangi dilaporkan efektif untuk mengendalikan berbagai jenis hama. Pada konsentrasi 3.000-5.000 ppm efektif untuk mengendalikan *H. armigera* pada tanaman cabai merah (Hasyim *et al.* 2010). Namun demikian, selektivitasnya terhadap musuh alami belum banyak diketahui.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kompatibilitas minyak serai dengan predator *M. sexmaculatus* untuk pengendalian kutukebul pada tanaman cabai merah. Hipotesis yang diajukan ialah penggunaan minyak serai efektif terhadap *B. tabaci* namun aman terhadap predator *M. sexmaculatus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang, pada suhu $27 \pm 2^\circ\text{C}$ dan kelembaban 75-80%, mulai Juni sampai dengan Desember 2009. Metode penelitian yang digunakan untuk kutukebul ialah metode pencelupan (*dipping method*), sedangkan untuk predator *M. sexmaculatus* film kering (*dry film*) dan *odor effect*.

Rancangan penelitian yang digunakan pada setiap kegiatan ialah acak kelompok terdiri atas enam perlakuan termasuk kontrol dengan empat ulangan. Data peubah pengamatan dianalisis dengan sidik ragam, jika terdapat perbedaan pengaruh perlakuan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut LSD pada taraf nilai kepercayaan 5%.

Perbanyak Serangga

Bemisia tabaci dan *M. sexmaculatus* yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari hasil perbanyakan di Rumah Kasa Balitsa. Stadia yang digunakan untuk *B. tabaci* ialah nimfa instar I, II, III, dan IV, serta untuk *M. sexmaculatus* ialah larva dan serangga dewasa (imago).

Metode Pengujian

Metode pencelupan (*Dipping method*)

1. Konsentrasi minyak serai yang digunakan ialah (5.000, 4.000, 3.000, 2.000, dan 1.000 ppm, masing-masing ditambah dengan 0,05% Tween 20 sebagai pengemulsi dan perata), dan kontrol (air + 0,05% Tween 20).
2. Daun terung yang terinfestasi oleh nimfa *B. tabaci* (instar I, II, III, dan IV) dicelupkan ke dalam larutan minyak serai sesuai dengan perlakuan selama 10 detik dengan empat kali ulangan, kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan, lalu diletakkan ke dalam cawan petri (\emptyset 10 cm) kemudian ditutup (Prabhaker *et al.* 1985).
3. Jumlah masing-masing nimfa yang digunakan ialah 20 ekor.
4. Pada 48 jam setelah perlakuan (JSP), jumlah nimfa yang mati dihitung.

Metode film kering (*Dry film method*)

1. Konsentrasi minyak serai yang digunakan ialah (5.000, 4.000, 3.000, 2.000, dan 1.000 ppm ditambah masing-masing dengan 0,05% Tween 20 sebagai pengemulsi dan perata) dan kontrol (air + 0,05% Tween 20).
2. Dengan menggunakan pipet mikro, ditetaskan masing-masing 1 ml larutan minyak serai yang diuji (ad 1) ke dalam tabung reaksi berukuran panjang 20 cm, diameter 3 cm, dan disebarkan secara merata ke seluruh tabung reaksi.

3. Setelah kering, ke dalam tabung reaksi tersebut dimasukkan masing-masing 10 ekor larva/imago *M. sexmaculatus*. Tiap perlakuan diulang empat kali (40 ekor/perlakuan).
4. Pengamatan mortalitas larva dan imago dilakukan pada 1, 3, 6, 12, 24, dan 48 JSP.

Odor effect method

1. Konsentrasi minyak serai yang digunakan ialah (5.000, 4.000, 3.000, 2.000, dan 1.000 ppm masing-masing ditambah dengan 0,05% Tween 20) dan kontrol (air + 0,05% Tween 20).
2. Dengan menggunakan pipet mikro, ditetaskan masing-masing 1 ml larutan minyak serai yang diuji (ad 1) ke dalam kapas kemudian digantungkan pada mulut tabung reaksi.
4. Ke dalam tabung reaksi dimasukkan masing-masing 10 ekor larva/imago *M. sexmaculatus*. Tiap perlakuan diulang empat kali (40 ekor/perlakuan).
5. Pengamatan mortalitas larva dan imago dilakukan pada 1, 3, 6, 12, 24, dan 48 JSP.

Penentuan Nilai LT_{50}

Untuk menentukan nilai LT_{50} minyak serai pada nimfa *B. tabaci* digunakan metode pencelupan. Konsentrasi yang digunakan disesuaikan dengan hasil penelitian penentuan nilai LC_{50} (penelitian tahap I). Pengamatan mortalitas *B. tabaci* dilakukan pada 1-6 hari setelah perlakuan (HSP).

Menentukan Nilai LC_{50}

Data hasil pengamatan digunakan untuk menghitung nilai LC_{50} untuk tiap insektisida yang diuji terhadap larva *B. tabaci* dan *M. sexmaculatus*, dengan cara sebagai berikut :

1. Persentase kematian (mortalitas) nimfa *B. tabaci* dan *M. sexmaculatus*, untuk tiap perlakuan insektisida yang diuji dan kontrol, dihitung pada 48 JSP dengan cara membandingkan jumlah serangga yang mati dengan jumlah serangga uji yang digunakan dikalikan 100%.
2. Rerata persentase kematian serangga dikoreksi menggunakan rumus Abbot (Busvine 1971) sebagai berikut :

$$P = \frac{po - pc}{100 - pc} \times 100\%$$

di mana:

P = Persentase jumlah serangga yang mati setelah dikoreksi,

Po = Persentase jumlah serangga yang mati karena perlakuan minyak serai,

Pc = Persentase jumlah serangga yang mati pada kontrol (mortalitas alami).

3. Mencari garis regresi probit, yaitu hubungan antara logaritma konsentrasi dengan probit mortalitas untuk tiap perlakuan minyak serai yang diuji, baik terhadap masing-masing nimfa *B. tabaci* maupun terhadap larva dan imago *M. sexmaculatus*.
4. Penghitungan nilai LC_{50} tiap insektisida yang diuji terhadap masing-masing serangga uji dilakukan dengan analisis probit menurut Busvine (1971).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap mortalitas nimfa *B. tabaci* akibat perlakuan minyak serai disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak serai dan stadia nimfa yang digunakan sangat memengaruhi mortalitas nimfa. Hal itu menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak serai yang digunakan, maka semakin tinggi mortalitas *B. tabaci* yang terjadi. Minyak serai pada konsentrasi 2.000-5.000 ppm merupakan konsentrasi yang paling efektif membunuh nimfa *B. tabaci* pada berbagai stadia dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol ($P > 0,05$). Hasil serupa dilaporkan oleh Abramson *et al.* (2006) bahwa minyak serai pada konsentrasi 3.000-7.000 ppm efektif terhadap menekan populasi kutudaun (*Hyadaphis foeniculi*).

Tabel 2 menunjukkan bahwa LC_{50} minyak serai terhadap nimfa *B. tabaci* instar I sampai dengan instar IV berturut-turut sebesar 1.266,48, 1.755,81, 2.305,46, dan 2.343,59 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kepekaan nimfa *B. tabaci* terhadap minyak serai berbeda berdasarkan konsentrasi minyak serai

Tabel 1. Mortalitas nimfa *B. tabaci* pada beberapa stadia akibat perlakuan berbagai konsentrasi minyak serai (*Mortality of B. tabaci nymphs at various stages after treatment of citronella oil at various concentrations*)

Konsentrasi (Concentrations), ppm	Mortalitas (Mortality), %			
	Instar I (1 st instar)	Instar II (2 nd instar)	Instar III (3 rd instar)	Instar IV (4 th instar)
0 (Kontrol/control)	4,30 ± 2,6 b	3,17 ± 1,1 b	2,50 ± 1,8 b	1,10 ± 0,9 b
1.000	12,83 ± 7,1 ab	10,00 ± 2,7 b	20,65 ± 6,3 b	28,75 ± 3,1 ab
2.000	59,43 ± 4,0 a	43,55 ± 1,3 a	36,75 ± 2,0 b	37,50 ± 15,1 ab
3.000	77,81 ± 3,7 a	62,27 ± 6,3 a	64,52 ± 2,2 a	43,75 ± 8,1 a
4.000	85,00 ± 9,0 a	70,10 ± 5,2 a	50,00 ± 7,9 a	53,75 ± 6,7 a
5.000	86,76 ± 8,1 a	87,64 ± 3,0 a	74,19 ± 3,0 a	77,70 ± 10,7 a
KK (CV), %	7,07	6,50	18,82	12,94

Tabel 2. Nilai LC₅₀ minyak serai pada berbagai stadia nimfa *B. tabaci* (*LC₅₀ of citronella oil on four stage of nymphs of B. tabaci at various stages*)

Nimfa (Nymph)	LC ₅₀ , ppm	Fiducial limit, ppm	Slope
Instar I (1 st instar)	1.266,48	1.029,18 – 2.130,21	3,47 ± 0,15
Instar II (2 nd instar)	1.755,81	1.318,10 – 2.922,12	6,24 ± 0,46
Instar III (3 rd instar)	2.305,46	1.956,17 – 18.091,76	8,20 ± 0,18
Instar IV (4 th instar)	2.343,59	1.731,67 – 42.713,19	1.41 ± 0,26
Rerata (Mean)	1.917,84		

dan stadianya. Konsentrasi minyak serai yang diperlukan untuk menyebabkan kematian nimfa instar muda (I dan II) lebih rendah dibandingkan dengan nimfa instar tua (III dan IV). Berdasarkan kenyataan tersebut, maka pengendalian *B. tabaci* dengan minyak serai sebaiknya dilakukan pada nimfa instar muda. Oleh karena itu perlu ada monitor hama di lapangan.

Dilihat dari nilai kemiringan garis regresi (*slope*), nimfa *B. tabaci* instar II dan III memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan instar I ataupun instar IV. Semakin besar nilai kemiringan, maka tanggap populasi terhadap insektisida semakin homogen. Pada populasi yang homogen kepekaan setiap individu terhadap insektisida relatif sama (Himawati 2003).

Tabel 3. LT₅₀ minyak serai terhadap berbagai stadia nimfa *B. tabaci* (*Lethal time of citronella oil on four stage of nymphs of B. tabaci at various stages*)

Nimfa (Nymph)	LT ₅₀ , Hari (Days)
Instar I (1 st instar)	2,46
Instar II (2 nd instar)	3,02
Instar III (3 rd instar)	2,87
Instar IV (4 th instar)	3,43
Rerata (Mean)	2,95

Berdasarkan nilai LT₅₀ terlihat adanya perbedaan waktu untuk mematikan 50% nimfa *B. tabaci* (instar I-IV). Nilai LT₅₀ berhubungan dengan instar nimfa yang digunakan, semakin lanjut instar *B. tabaci* yang digunakan, maka nilai LT₅₀ semakin tinggi kecuali untuk instar III. Hal ini kemungkinan terjadi karena jumlah makanan yang diambil oleh instar III lebih banyak, sehingga minyak serai yang diserap juga semakin banyak. Waktu yang paling singkat ditemukan pada instar I sebesar 2,46 hari dan tertinggi terdapat pada instar IV sebesar 3,43 hari dengan rerata sebesar 2,95 hari (Tabel 3). Coudriet *et al.* (1985) melaporkan bahwa pada perlakuan yang menggunakan pestisida nabati yang berasal dari tanaman nimba, mortalitas nimfa *B. tabaci* terjadi pada 2-5 HSP. Kumar dan Poehling (2007) melaporkan bahwa mortalitas *B. tabaci* mencapai 100% terjadi pada hari keempat setelah perlakuan, sedangkan bila menggunakan insektisida abamektin mortalitas 100% terjadi pada 24 JSP.

Hassan (1985) menetapkan bahwa kategori hasil evaluasi pengaruh samping insektisida di laboratorium terhadap keamanan musuh alami, yaitu aman (mortalitas <50%), sedang (mortalitas 50-79%), berbahaya (mortalitas 80-99%), dan sangat berbahaya (>99%). Hasil

Tabel 4. Pengaruh beberapa konsentrasi minyak serai terhadap mortalitas larva dan imago predator *M. sexmaculatus* (*The effect of citronella oil on mortality larvae and adult of M. sexmaculatus at various concentrations*)

Minyak serai (<i>Citronella oil</i>), ppm	Larva (<i>larvae</i>)		Imago (<i>Adult</i>)	
	<i>Dry film</i>	<i>Odor effect</i>	<i>Dry film</i>	<i>Odor effect</i>
5.000	90,00 ± 5,36 a	87,50 ± 1,87 a	50,00 ± 3,7 a	27,50 ± 3,0 a
4.000	80,00 ± 0,77 a	62,50 ± 2,88 ab	20,50 ± 2,2 ab	20,00 ± 0,9 a
3.000	70,00 ± 1,27 a	70,00 ± 1,08 a	17,65 ± 1,3 ab	17,50 ± 5,0 a
2.000	70,00 ± 2,78 a	50,00 ± 1,7 ab	11,75 ± 3,2 ab	15,00 ± 1,3 a
1.000	50,00 ± 1,90 a	27,50 ± 4,0 b	8,75 ± 1,8 b	10,00 ± 0,37 a
KK (<i>CV</i>) (%)	11,40	10,04	13,23	14,69

penelitian pengaruh minyak serai terhadap larva *M. sexmaculatus* dengan metode film kering menunjukkan bahwa mortalitas akibat kontak dengan minyak serai berkisar antara 50-90%. Peningkatan konsentrasi minyak serai dari 1.000 ppm sampai dengan 5.000 ppm tidak menunjukkan peningkatan mortalitas yang berbeda nyata (Tabel 4).

Pada metode *odor effect* mortalitas larva *M. sexmaculatus* berkisar antara 27,50-87,50%. Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LC_{50} untuk larva *M. sexmaculatus* masing-masing sebesar 1.658,55 ppm (*odor effect*) dan 1.001,310 (*dry film*). Berdasarkan hasil percobaan, minyak serai mempunyai pengaruh sedang terhadap larva *M. sexmaculatus*. Konsentrasi minyak serai yang aman untuk larva ialah 1.000 ppm bila diaplikasikan secara kontak dan 1.000-2.000 ppm bila diaplikasikan sebagai *odor effect*.

Mortalitas imago *M. sexmaculatus* pada kedua metode yang digunakan (*dry film* dan *odor effect*) lebih rendah dibandingkan dengan pada larva. Mortalitas berkisar antara 8,75-50%, dengan nilai LC_{50} masing-masing sebesar 28.293,84 ppm dengan *fiducial limit*nya sebesar 2.811,34-284.754,86 ppm (*odor effect*) dan 9.353,683 ppm dengan *fiducial limit*nya sebesar 3.479,889-25.142,001 ppm (*dry film*) (Tabel 5).

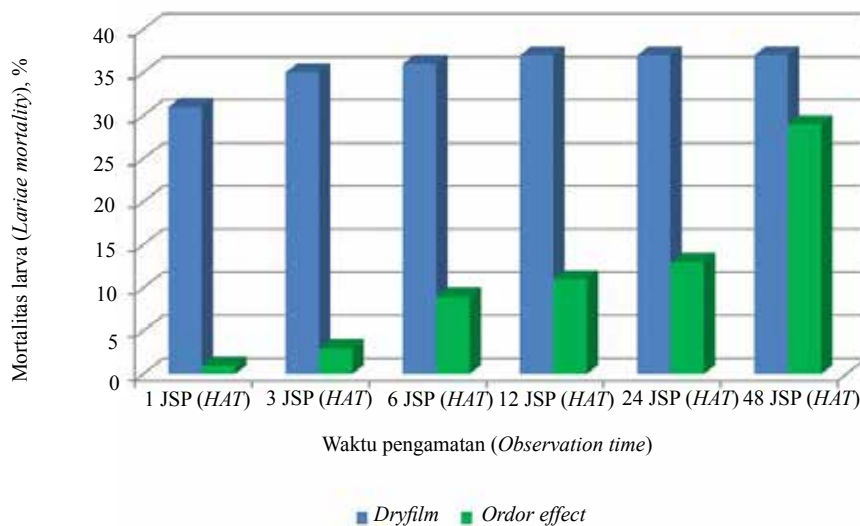
Hal ini menunjukkan bahwa minyak serai pada konsentrasi 1.000-5.000 ppm aman terhadap imago *M. sexmaculatus*. Hasil serupa dilaporkan oleh Kimbaris *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa *essential oil* aman terhadap predator *M. sexmaculatus* dan *Adalia bipunctata*. Abransom *et al.* (2006) melaporkan bahwa minyak serai pada konsentrasi 1.000-5.000 ppm aman terhadap predator *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae).

Rendahnya imago *M. sexmaculatus* yang mati menunjukkan bahwa imago tersebut tidak sensitif terhadap minyak serai yang digunakan. Insektisida dapat meracuni serangga apabila masuk ke dalam tubuh serangga tersebut melalui difusi jaringan inang dan diteruskan melalui kutikula dan trakhea. Apabila serangga sensitif terhadap minyak serai, maka serangga mengalami kematian (Stark *et al.* 1992).

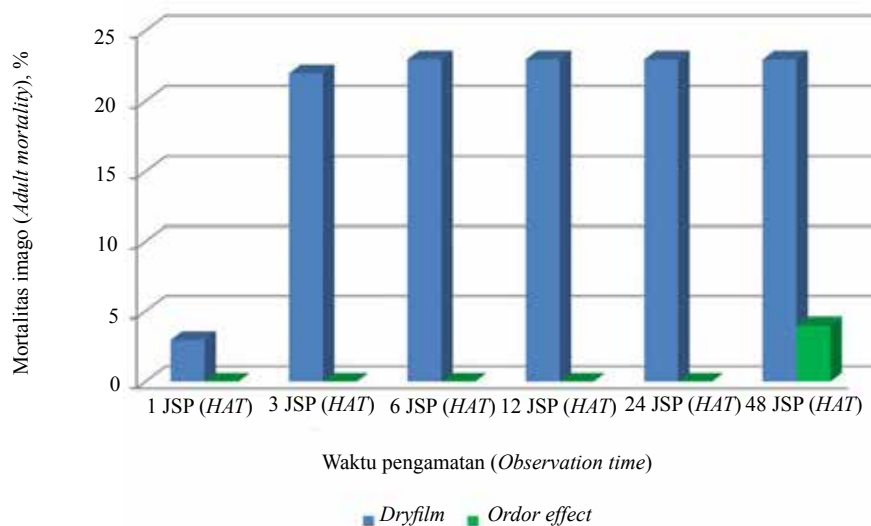
Berdasarkan konsep pengendalian secara alami, populasi hama tidak harus dimusnahkan, namun ditekan sampai di bawah ambang pengendalian agar musuh alami dapat berkembang. Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 2.000 ppm (LC_{50} rerata nimfa *B. tabaci*) mortalitas *M. sexmaculatus* sangat dipengaruhi oleh stadia *M. sexmaculatus* dan teknik aplikasi yang digunakan. Larva *M.*

Tabel 5. Nilai LC_{50} minyak serai terhadap larva dan imago predator *M. sexmaculatus* (LC_{50} of *citronella oil* to *larvae* and *adult of M. sexmaculatus* at various stages)

Metode/stadia (<i>Methods/stages</i>)	LC_{50} , ppm	<i>Fiducial limit</i> , ppm	<i>Slope</i>
<i>Odor effect</i>			
Larva (<i>Larvae</i>) <i>M. sexmaculatus</i>	1.658,55	525,544 – 5.234,192	1,25
Imago (<i>Adult</i>) <i>M. sexmaculatus</i>	28.293,84	2.811,34 – 284.754,86	0,91
<i>Dry film</i>			
Larva (<i>Larvae</i>) <i>M. sexmaculatus</i>	1.001,310	380,975 – 2.631,726	0,81
Imago (<i>Adult</i>) <i>M. sexmaculatus</i>	9.353,683	3.479,889 – 25.142,001	1,50



Gambar 1. Pengaruh aplikasi minyak serai pada konsentrasi 2.000 ppm terhadap mortalitas larva *M. sexmaculatus* (*The effect of application of citronella oils on larvae of M. sexmaculatus at 2,000 ppm*)



Gambar 2. Pengaruh aplikasi minyak serai pada konsentrasi 2.000 ppm terhadap mortalitas imago *M. sexmaculatus* (*The effect of application of citronella oils on adult of M. sexmaculatus at 2,000 ppm*)

sexmaculatus lebih peka dibandingkan dengan imago *M. sexmaculatus*. Metode *dry film* lebih membahayakan predator *M. sexmaculatus* dibandingkan dengan *odor effect*. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan minyak serai lebih aman bila aromanya (*odor effect*) yang digunakan atau sebagai penolak serangga dibandingkan bila diaplikasikan pada tanaman.

KESIMPULAN

1. Aplikasi minyak serai pada konsentrasi 2.000-5.000 ppm efektif untuk menekan populasi nimfa *B. tabaci* instar I dan II, sedangkan untuk instar III dan IV pada konsentrasi 3.000-5.000 ppm.

2. Nilai LC₅₀ untuk nimfa *B. tabaci* instar I-IV berturut-turut ialah sebesar 1266,48, 1.755,81, 2.305,46, dan 2.343,59 ppm. Pada konsentrasi 2.000 ppm, LT₅₀ minyak serai adalah sekitar 2,95 HSP.
3. Minyak serai yang aman untuk larva predator *M. sexmaculatus* ialah pada konsentrasi 1.000 ppm bila diaplikasikan secara kontak dan 1.000-2.000 ppm bila diaplikasikan sebagai *odor effect*.
4. Minyak serai pada konsentrasi 1.000-5.000 ppm aman terhadap imago *M. sexmaculatus*.
5. Aplikasi minyak serai pada konsentrasi 2.000 ppm yang diaplikasikan sebagai *odor effect* dapat digunakan sebagai insektisida alami untuk pengendalian *B. tabaci* dan aman serta kompatibel dengan predator *M. sexmaculatus*.
8. Hassan, S.A. 1985. Standard Methods to Test the Side Effects of Pesticides on Natural Enemies of Insect and Mite Developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organism". *Bulletin OEPP/EPPO*. 15:214-255.
9. Hasyim, A., W. Setiawati, dan R. Murtiningsih. 2010. Efikasi dan Persistensi Minyak Serai sebagai Biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera : Noctuidae). *J. Hort.* 20(4):377-386.
10. Himawati, M.K. 2003. Toksisitas Metoksifenozida terhadap *Helicoverpa armigera*. *Agrosains*. 5(1):40-47.
11. Khan, M.R and M.R. Khan. 2002. Mass Rearing of *Menochilus sexmaculatus* Fabricum (Coccinellidae) on Natural and Artificial Diets. *Int. J. Agri. & Biol.* 04:107-109.
12. Kimbaris, A.C., D. P. Papachristos, A. Michaelakis, A. F. Martinou, and M. G. Polissiou. 2010. Toxicity of Plant Essential oil Vapours to Aphid Pests and Their Coccinellid Predators. *Biocontrol Sci. and Technol.* 20(4):411-422.
13. Kumar, P and H.M. Poehling. 2007. Effects of Azadirachtin, Abamectin, and Spinosad on Sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on Tomato Plants Under Laboratory and Greenhouse Conditions in the Humid Tropics. *J. Econ. Entomol.* 100:411-420.
14. Lapidot, M. and M. Friedmann. 2002. Breeding for Resistance to Whitefly-transmitted Geminiviruses. *Ann. Appl. Biol.* 140:109-127.
15. Lima, L.H.C., D. Navia, P.W. Inglis., and M.R.V. Oliveria. 2000. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotypes in Brazil Using RAPD Markers. *Gen. and Molecular Biol.* 23:781-785.
16. Mohamad Roff, M.N., S.A.N. Khalid, A.B. Idris, R.Y. Othman, and S. Jamaludin. 2005. Status of whiteflies as Plant Pest and Virus Vector on Vegetables and Prospect for Control in Malaysia. In Te-Yeh Ku and Ching-Ling Wang (Eds.). *Proceeding of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy*. Taichung, Taiwan. Oct 3-8, 2005. pp. 229-241.
17. Morales, F.J. and P.K. Anderson. 2001 The Emergence and Dissemination of Whitefly-transmitted Geminiviruses in Latin America - Brief Review. *Archives of Virol.* 146: 415-441.
18. Muharam, A. dan W. Setiawati. 2007. Teknik Perbanyakkan Masal Predator *Menochilus sexmaculatus* Pengendali Serangga *Bemisia tabaci* Vektor Virus Kuning pada Tanaman Cabai Merah. *J. Hort.* 17(4):365-373.
19. Naranjo, S. E., P. C. Ellsworth., C.C. Chu, and T.J. Henneberry. 2002. Conservation of Predatory Arthropods in Cotton: Role of Action Thresholds for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 95(4): 682-691.
20. _____ and D.H. Akey. 2005. Conservation of Natural Enemies in Cotton: Comparative Selectivity of Acetamiprid in the Management of *Bemisia tabaci*. *Pest. Manag. Sci.* 61(6):555-566.
21. Nopempeth, B. 2005. Management of White Flies of Economic Important in Thailand. In Te-Yeh Ku and Ching-Ling Wang (Eds.). *Proceeding of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy*. Taichung, Taiwan. Oct 3-8, 2005. pp. 157-170.

PUSTAKA

1. Abramson, C.L, P.A. Wanderley, M. J. A. Wanderley, A. J. S. Mina, and O. B. de Souza. 2006. Effect of Essential Oil from Citronella and Alfazema on Fennel Aphids *Hyadaphis foeniculi* Passerini (Hemiptera: Aphididae) and its Predator *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae). *Am. J. Environ. Sci.* 3(1):9-10.
2. Barro, D.E, P.J., A. Bourne, S.A. Akhan, and V.A.L. Brancatini. 2006. Host Plant and Biotype Density Interactions - Their Role in the Establishment of the Invasive B Biotype of *Bemisia tabaci*. *Biol. Invasions*. 8:287-294.
3. Busvine, J.R. 1971. *A Critical Review of the Techniques for Testing Insecticides*. Commonwealth Agricultural Bureau, London. 345. pp.
4. Coudriet, D.L., N. Prabhaker, and D. E. Meyerdirk, 1985. Sweet Potato Whitefly (Homoptera, Aleyrodidae) - Effects of Neemseed Extract on Oviposition and Immature Stages. *Environ Entomol.* 14:776-779.
5. Eusebio, E.A.J. 2005. Developments in White Fly Management in the Philippines. In Te-Yeh Ku and Ching-Ling Wang (Eds.). *Proceeding of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy*. Taichung, Taiwan. Oct 3 - 8, 2005. Pp. 173-182.
6. Fernandes, M.E.S., F.L. Fernandes, M.C. Picanço, R.B. Queiroz, R.S. Silva, and A.A.G. Huertas. 2008. Physiological Selectivity of Insecticides to *Aphis mellifera* (Hymenoptera: Aphidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in Citrus. *Sociobiol.* 51:765-774.
7. Gerling, D., O. Alomar, and J. Arno. 2001. Biological Control of *Bemisia tabaci* Using Predator and Parasitoids. *Crop Protec.* 20(9):779-799.

22. Parrella, M. P. 1995. Managing the Silverleaf Whitefly. In Bannar, W. and M. Klopmeier (Eds.). *Proceedings for the Eleventh Conference on Insect and Disease Management on Ornamentals*, 18-20 February, 1995, Fort Meyers, FL. Society of American Florists, Alexandria, VA, pp. 131-150.
23. Pinheiro, P. V., E. D. Quintela, J. P. de Oliveira, and J. C. Seraphin. 2009. Toxicity of Neem Oil to *Bemisia tabaci* Biotype B Nymphs Reared on Dry Bean. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia*. 44(4):354-360.
24. Prabhaker, N., D.L. Coudriet, and D.E. Meyerdirk. 1985. Insecticide Resistance in the Sweet Potato Whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 78:748-752.
25. Setiawati, T.A. Soetiarso, and A.S. Duriat. 2005. Whitefly and its Control in Indonesia. In Te-Yeh Ku and Ching-Ling Wang (Eds.). *Proceeding of the International Seminar on Whitefly Management and Control Strategy*. Taichung, Taiwan. Oct 3-8, 2005. Pp. 211-225.
26. _____, W., K. Udiarto, dan T.A. Soetiarso. 2007. Selektivitas Beberapa Insektisida terhadap Hama Kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn.) dan Predator *Menochilus sexmaculatus* Fabr. *J. Hort.* 17(2):168-174.
27. _____. 2008. Pengaruh Varietas dan Sistem Tanam Cabai Merah terhadap Penekanan Populasi Hama Kutukebul. *J. Hort.* 18(1):55-61.
28. _____, W., A. Hasyim, and, R. Murtiningsih. 2011. Laboratory and Field Evaluation of Essential Oils from *Cymbopogon nardus* as Oviposition Deterrent and Ovicidal Activities Against *Helicoverpa armigera* Hubner on Chili Pepper. *IJAS*. 12(1):9-16
29. Sosromarsono, S dan K. Untung. 2006. Keanekaragaman Hayati Arthropoda Predator dan Parasitoid di Indonesia dan Pemanfaatannya. <http://kasumbogo.staff.ugm.ac.id/detailarticle> [4 Agustus 2011].
30. Stark, J.D., T.Y. Wong, Roger, and R.K. Thalman. 1992. Survival, Longevity, and Reproduction of Tephritid Fruit Fly Parasitoid (Hymenoptera : Braconidae) Reared from Fruit Flies Exposed to Azadirachtin. *J. Econ. Entomol.* 58:1125-1130.
31. Zhang, G.F., L.Z. Chuang, and W.F. Hao. 2007. Detection of *Bemisia tabaci* Remains in Predator Guts Using a Sequence Characterized Amplified Region Marker. *Entomol. Experimentalis et Applicata*. 123(1):81-90.