

Perkembangan dan Kemampuan Reproduksi Tungau *Panonychus citri* McGregor (Acarina:Tetranychidae) yang Resisten dan Peka terhadap Akarisida

Istianto, M.

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km. 8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 5 Juni 2006 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 4 Desember 2006

ABSTRAK. *Panonychus citri* adalah salah satu hama penting tanaman jeruk. Perbedaan sifat kepekaan tungau ini terhadap pestisida diduga menyebabkan perubahan karakter tungau ini. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* yang resisten dan peka terhadap akarisida pada saat tanpa dan dengan perlakuan minyak atsiri jeruk. Populasi tungau diambil dari kebun jeruk Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Batu, Malang dan kebun jeruk Kusuma Agrowisata Batu, Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2003-Februari 2004 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung. Tingkat kepekaan tungau *P. citri* terhadap akarisida dianalisis dengan analisis probit. Untuk mengetahui perbedaan perkembangan dan kemampuan reproduksi dan pengaruh minyak atsiri terhadap tungau *P. citri* asal kedua kebun tersebut dilakukan menggunakan analisis uji-T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk dapat membunuh 50-95% populasi *P. citri* asal Kusuma Agrowisata diperlukan konsentrasi propargite dan amitraze yang lebih tinggi dibanding *P. citri* asal Tlekung. Perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* dari kedua lokasi tersebut tidak menunjukkan perbedaan nyata ketika tidak dipelakukan dengan minyak atsiri jeruk. Pada perlakuan minyak atsiri jeruk, tungau *P. citri* asal Kusuma Agrowisata relatif lebih toleran dibanding tungau asal Tlekung. Tungau asal Kusuma Agrowisata menghasilkan jumlah telur dan larva yang lebih banyak dibanding tungau asal Tlekung. Fakta ini menunjukkan bahwa resistensi hama sangat merugikan, karena selain hama tidak dapat dikendalikan dengan bahan kimia, sistem kekebalan yang dimiliki tanaman melalui metabolit sekunder juga menjadi tidak efektif. Oleh sebab itu aplikasi pestisida harus dilakukan hati-hati agar resistensi hama dapat dicegah.

Katakunci: *Panonychus citri*; Resistensi; Perkembangan; Reproduksi; Akarisida

ABSTRACT. Istianto, M. 2007. The Development and Reproductive Capacity of *Panonychus citri* McGregor (Acarina:Tetranychidae) that is Resistance and Susceptible to Acaricides. *Panonychus citri* mite is one of the most economically important citrus pests in Indonesia. The different status of mite susceptibility to acaricides is suspected causing the characters of *P. citri* change. The objectives of this research were to understand the differences of development and reproductive capacity of *P. citri* that was resistance and susceptible to acaricides with or without citrus essential oil treatment. Samples of *P. citri* were collected from citrus orchards of Kusuma Agrowisata and Indonesian Citrus and Subtropic Fruit Research Institute, Tlekung. The studies were conducted from October 2003 to February 2004 in Indonesian Citrus and Subtropic Fruit Research Institute, Tlekung, Batu, Malang and Gadjah Mada University, Yogyakarta. The susceptibility level of *P. citri* populations to acaricides were analysed by probit analyses while development and reproductive capacity due to citrus essential oil application were analysed by T-test. The results showed that higher concentration of propargite and amitraze acaricides were needed to kill 50-95% of *P. citri* population from Kusuma Agrowisata than those from Tlekung. The development and reproductive capacity of *P. citri* from both locations were not significantly different in the condition without citrus essential oil treatment. Citrus essential oil treatment indicated that *P. citri* population collected from Kusuma Agrowisata was more tolerant than from Tlekung. The number of eggs laid and larva of *P. citri* from Kusuma Agrowisata were higher than those from Tlekung. This facts indicated that resistance incidence could cause more disadvantage effects. Resistance of mites to pesticides also caused secondary metabolites as resistance agent of plant to pests not effective. Pesticides must be applied at exact time, target, and concentration to avoid extended disadvantages.

Keywords: *Panonychus citri*; Resistancy; Development; Reproduction; Acaricide

Tungau *Panonychus citri* merupakan salah satu hama penting yang menyerang daun dan buah tanaman jeruk. Serangan pada daun menimbulkan gejala bercak berwarna keputih-putihan sehingga menyebabkan gangguan pada proses fotosintesis

(Sances *et al.* 1982). Kerusakan pada daun tersebut dapat menyebabkan penurunan produksi buah jeruk sampai 11% (Hare *et al.* 1990, dan 1992). Serangan tungau pada buah menyebabkan gejala bercak pucat pada kulit dan bila parah

berwarna kecoklatan sehingga kualitas buah menurun. Kerusakan akibat tungau umumnya tidak disebabkan oleh tingkat kemampuan makan per individu, tetapi oleh jumlah tungau yang banyak karena laju pertumbuhan populasi yang tinggi pada kondisi optimal. Hal ini karena tungau memiliki kemampuan reproduksi tanpa melakukan perkawinan (partenogenesis) (Helle dan Pijnaker 1985).

Usaha pengendalian terhadap tungau sampai saat ini masih bertumpu pada penggunaan akarisisida karena perkembangan tungau relatif cepat dan alternatif teknologi pengendalian masih belum tersedia. Pengendalian cara kimia ini telah menimbulkan masalah resistensi tungau terhadap akarisisida akibat aplikasi yang intensif dan kurang bijaksana (Flexner *et al.* 1995). Kasus resistensi ini lebih banyak terjadi karena faktor seleksi, yaitu terbunuhnya populasi tungau peka dan berkembangnya populasi tungau resisten terhadap akarisisida. Hal ini bisa terjadi karena umumnya suatu populasi tungau terdiri dari kumpulan kelompok yang peka dan resisten. Dengan terbunuhnya kelompok tungau yang peka akan meminimalkan kompetitor bagi kelompok tungau resisten sehingga populasinya meningkat. Sifat resisten terhadap akarisisida tersebut diduga menimbulkan perubahan pada beberapa sifat lain dari tungau *P. citri*, di antaranya lama hidup dan kemampuan reproduksi. Hal seperti ini terjadi pada hama *Leptinotarsa decemlineata* (Say.), yang sangat resisten terhadap pestisida *B. thuringiensis*, mempunyai perkembangan larva yang lambat, viabilitas telur yang lebih panjang, dan periode oviposisi lebih pendek dibanding individu yang peka terhadap pestisida tersebut (Trisyono dan Whalon 1997). Selain hal tersebut di atas, yang lebih mengkhawatirkan adalah hama yang resisten terhadap biopestisida cenderung kurang dipengaruhi oleh metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman (Trisyono dan Whalon 1999, Mulrooney *et al.* 1993). Dengan demikian penggunaan bahan nabati untuk mengendalikan populasi hama yang resisten terhadap pestisida sintetik juga menjadi kurang efektif. Tanaman jeruk menghasilkan metabolit sekunder di beberapa bagian tanaman, termasuk pada kulit buah yang merupakan salah satu tempat berkembangnya populasi tungau *P. citri*. Metabolit sekunder pada kulit buah tersebut

adalah limonen yang telah diketahui mempunyai pengaruh negatif terhadap tungau *P. citri* (Istianto *et al.* 2001).

Sampai saat ini informasi tentang sifat/karakter tungau *P. citri* yang resisten terhadap akarisisida masih belum banyak diketahui, termasuk kepekaannya terhadap senyawa limonen. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan perkembangan, kemampuan reproduksi, dan pengaruh limonen terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* yang resisten dan yang peka terhadap akarisisida. Informasi ini sangat diperlukan untuk mengetahui efek negatif dari penggunaan pestisida yang kurang tepat dan juga sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun strategi manajemen resistensi dan pengendalian hama *P. citri* pada tanaman jeruk.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap kegiatan, yaitu pembiakan *P. citri*, uji kepekaan tungau *P. citri* terhadap akarisisida yang biasa digunakan, evaluasi perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri*, ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk, dan uji pengaruh minyak atsiri jeruk terhadap tungau *P. citri*. Ekstraksi minyak atsiri jeruk dilakukan di Laboratorium Analisa Kimia dan Fisika Pusat (LAKFIP) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. pembiakan, uji kepekaan *P. citri* terhadap akarisisida, evaluasi perkembangan dan kemampuan reproduksi, dan uji pengaruh minyak atsiri jeruk terhadap tungau *P. citri* dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Batu, Malang yang berada pada ketinggian 900 m dpl.

Pembiakan *P. citri*

Pembiakan *P. citri* dilakukan di rumah kaca menggunakan bibit tanaman jeruk varietas manis Pacitan berumur 1 tahun. Bibit tanaman jeruk yang dipilih memiliki pertumbuhan normal serta mempunyai banyak daun yang telah berwarna hijau sempurna. Jumlah bibit yang dibutuhkan sebanyak 5 tanaman. Tungau *P. citri* dewasa dikumpulkan dari tanaman jeruk di kebun Kusuma Agrowisata Batu dan Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika Tlekung Batu. Tungau

dewasa yang sudah dikumpulkan dari lapang kemudian dipindahkan ke bibit tanaman jeruk secara terpisah menggunakan kuas kecil. Bibit jeruk diusahakan agar tumbuh baik sehingga mampu mendukung perkembangan tungau. Kegiatan perawatan meliputi pemberian pupuk NPK sebanyak 10 g/bulan, penyiraman, dan penyiangan.

Uji Kepekaan Tungau *P. citri* terhadap Akarisida

Akarisida yang digunakan untuk mengetahui tingkat kepekaan tungau *P. citri* berbahan aktif propargite dan amitraze. Akarisida berbahan aktif tersebut dipilih untuk bahan pengujian karena paling banyak digunakan oleh petani untuk mengendalikan tungau di lapang. Konsentrasi yang diuji adalah 0,5 R, 1R, 1,5 R, dan 2 R, di mana R adalah dosis anjuran formulasi (2 ml/liter). Perlakuan tersebut diujikan pada populasi tungau asal kebun Kusuma Agrowisata dan Tlekung secara terpisah.

Daun jeruk manis Pacitan, masing-masing daun dicelupkan ke dalam larutan kedua akarisida dengan konsentrasi perlakuan di atas selama 1 menit, kemudian daun dikeringanginkan. Daun jeruk tersebut kemudian diletakkan di atas kapas basah dalam cawan petri. Untuk mencegah agar tungau tidak hilang, seluruh tepi daun ditutup dengan kapas basah. Tungau dewasa betina turunan pertama dari lapang diletakkan pada daun tersebut. Tiap cawan petri berisi 20 tungau dewasa. Masing-masing perlakuan konsentrasi akarisida diulang 4 kali (4 cawan petri). Pengamatan dilakukan pada 2, 4, 8, 24, dan 48 jam setelah perlakuan terhadap jumlah individu tungau *P. citri* yang mati. Untuk mengetahui status kepekaan tungau *P. citri* asal 2 lokasi di atas terhadap akarisida yang diuji, dilakukan analisis probit untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50% (LC_{50}), 90% (LC_{90}), dan 95% (LC_{95}) serangga uji. Berdasarkan uji ini diharapkan akan diperoleh populasi tungau resisten dan peka terhadap akarisida yang akan diamati karakter perkembangan dan kemampuan reproduksi sesuai dengan tujuan penelitian ini.

Evaluasi Reproduksi Tungau *P. citri* yang Resisten dan Peka terhadap Akarisida

Daun jeruk manis Pacitan yang telah dipetik diletakkan di atas kapas basah dalam cawan

petri. Tungau dewasa betina yang merupakan turunan pertama dari lapangan diletakkan pada daun tersebut. Tiap cawan petri berisi 1 individu betina. Untuk mencegah agar tungau tidak hilang, seluruh bagian tepi daun ditutup dengan kapas basah. Setelah bertelur, tungau diambil, sedangkan telur tungau tetap berada dalam cawan petri. Setelah telur menetas, nimfa yang muncul diambil dan disisakan 1 ekor pada tiap cawan petri. Masing-masing perlakuan diulang 15 kali. Parameter yang diamati adalah perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau, meliputi umur stadia pradewasa dan dewasa setiap individu tungau, jumlah telur yang diletakkan, serta jumlah telur yang menetas. Untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan terhadap parameter umur pradewasa dan dewasa serta jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas dari *P. citri* dilakukan analisis uji-T.

Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk

Metode yang digunakan adalah distilasi uap (Guillet *et al.* 1998). Bahan yang digunakan untuk mendapatkan minyak atsiri adalah kulit buah jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan umur 4 bulan. Kulit buah jeruk dipisahkan dari daging buah kemudian dipotong menggunakan pisau menjadi berukuran ± 4 mm². Potongan kulit buah jeruk tersebut dimasukkan ke dalam labu kaca sebanyak separuh dari volume labu tersebut (± 250 g berat basah kulit). Mulut samping labu ditutup dengan penutup yang diberi lubang. Lubang tersebut diberi pipa kaca dan dihubungkan dengan ketel yang berisi air mendidih. Uap air dari ketel tersebut digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri yang ada dalam kulit jeruk. Uap air bersama uap minyak atsiri dalam labu dialirkan ke pendingin, berupa tabung kaca yang dikelilingi aliran air, dan uap yang terkondensasi ditampung dalam corong pemisah. Dalam corong pemisah tersebut akan diperoleh campuran ekstrak minyak atsiri dan air. Lapisan atas adalah ekstrak minyak atsiri dan lapisan bawah adalah air. Untuk memisahkan air dari minyak atsiri, kran dari corong pemisah dibuka sehingga air yang ada di lapisan bawah terbuang. Minyak yang ada dalam corong pemisah kemudian ditampung dalam gelas ukur. Minyak atsiri kemudian diambil menggunakan pipet agar air yang masih tersisa tidak terambil.

Uji Minyak Atsiri Jeruk terhadap Tungau *P. citri* yang Resisten dan Peka terhadap Akarisida

Daun jeruk manis Pacitan yang telah dipetik diletakkan di atas kapas basah dalam cawan petri. Tungau dewasa betina yang merupakan turunan pertama dari lapangan diletakkan pada daun tersebut. Tiap cawan petri berisi 1 individu betina. Untuk mencegah agar tungau tidak hilang, seluruh tepi daun ditutup dengan kapas basah. Setelah bertelur, tungau diambil, sedangkan telur tungau tetap berada dalam cawan petri. Setelah telur menetas, nimfa yang muncul diambil dan disisakan 1 ekor pada tiap cawan petri.

Larutan minyak atsiri sebanyak 1 ml di dalam cawan kecil (*syracus*) diletakkan ke dalam cawan petri tersebut. Untuk mencegah agar uap ekstrak minyak atsiri tidak hilang, daun dan larutan minyak atsiri dalam cawan petri diberi sungkup gelas plastik volume 250 ml. Guna mencegah kelembaban pada ruang di dalam sungkup tidak terlalu tinggi, gelas plastik tersebut diganti tiap hari. Penggantian larutan minyak atsiri dilakukan setiap hari hingga penelitian berakhir \pm 1 bulan. Konsentrasi minyak atsiri dari kulit buah jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan yang diuji adalah 40 ppm. Pada tiap pengujian minyak atsiri terhadap tungau asal Tlekung (peka) dan asal Agrowisata (resisten) diulang 15 kali. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh minyak atsiri jeruk terhadap tungau *P. citri* asal kedua lokasi tersebut digunakan uji-T.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kepekaan Tungau *P. citri* terhadap Akarisida

Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa populasi tungau *P. citri* asal kebun jeruk Kusuma Agrowisata memiliki tingkat resistensi terhadap akarisida lebih tinggi bila dibanding populasi tungau tersebut asal kebun Tlekung. Berdasarkan nilai LC terlihat bahwa aplikasi akarisida propargite dan amitraze membutuhkan konsentrasi lebih tinggi untuk dapat membunuh 50-95% populasi *P. citri* asal kebun Agrowisata daripada untuk membunuh *P. citri* asal kebun Tlekung (Tabel 1). Pada populasi tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata, konsentrasi akarisida yang diperlukan untuk membunuh 50, 90, dan 95% populasi tungau berturut-turut

adalah 3,45, 47,37, dan 98,90 ml/l untuk bahan aktif propargite dan 2,72, 19,44, dan 33,80 untuk bahan aktif amitraze. Sebaliknya untuk populasi tungau *P. citri* asal kebun Tlekung, konsentrasi akarisida yang diperlukan untuk membunuh 50, 90, dan 95% populasi tungau berturut-turut adalah 1,39, 6,60, dan 10,23 ml/l untuk bahan aktif propargite dan 1,23, 5,93, dan 9,23 untuk bahan aktif amitraze.

Adanya perbedaan tingkat kepekaan kedua populasi tungau tersebut terhadap akarisida yang diuji, terlihat dari nilai LC yang berbeda, disebabkan oleh adanya perbedaan pola aplikasi akarisida pada kedua kebun jeruk tersebut. Pada kebun Kusuma Agrowisata, aplikasi akarisida dilakukan secara rutin, yaitu 1 kali/minggu. Akibat adanya tekanan yang kuat dari lingkungan tersebut maka populasi tungau peka akan terbunuh dan populasi tungau resisten yang sebelumnya sedikit akan berkembang. Adanya siklus hidup yang pendek, jumlah generasi yang banyak dalam 1 tahun, dan jumlah keturunan yang tinggi menyebabkan populasi tungau *P. citri* resisten semakin cepat berkembang. Pada kebun Tlekung, aplikasi akarisida dilakukan bila dianggap perlu. Rerata aplikasi akarisida dilakukan 1 kali/2 bulan. Aplikasi akarisida yang relatif rendah menyebabkan populasi tungau yang peka terhadap bahan kimia tersebut masih dominan sehingga populasi secara keseluruhan masih relatif peka terhadap aplikasi kedua akarisida yang diuji.

Perkembangan dan Kemampuan Reproduksi Tungau *P. citri* yang Resisten dan Peka terhadap Akarisida

Pengamatan terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi menunjukkan bahwa umur pradewasa, dewasa, jumlah telur yang diletakkan dan menetas dari tungau *P. citri* yang peka (Tlekung) dan resisten (Agrowisata) terhadap akarisida tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Dengan kata lain perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau dari 2 sifat yang berbeda tersebut hampir sama (Tabel 2).

Adanya dugaan perbedaan sifat kepekaan terhadap akarisida berpengaruh juga terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* tidak terbukti dalam percobaan ini. Dugaan tersebut muncul berdasarkan hasil penelitian sebelumnya pada serangga yang menunjukkan sifat resisten biasanya memiliki

Tabel 1. Tingkat kepekaan populasi tungau *P. citri* asal kebun jeruk Kusuma Agrowisata dan Tlekung terhadap akarisisida propargite dan amitraze berdasarkan nilai konsentrasi letal untuk waktu 72 jam (*The susceptibility of P. citri from Kusuma Agrowisata and Tlekung orchards to propargite and amitraze acaricides based on lethal concentration for 72 hours*)

Asal <i>P. citri</i> (Origin of <i>P. citri</i>)	Populasi tungau (Mite population) Ekor (Individual)	Konsentrasi akarisisida (<i>Acaricides concentration</i>) ml/l formulasi (<i>ml/l formulation</i>)					
		Propargite			Amitraze		
		LC ₅₀	LC ₉₀	LC ₉₅	LC ₅₀	LC ₉₀	LC ₉₅
Agrowisata	240	3,45	47,37	98,90	2,72	19,44	33,80
Tlekung	240	1,39	6,60	10,23	1,23	5,93	9,23
Signifikansi		n (s)	n (s)	n (s)	n (s)	n (s)	n (s)

s = Menunjukkan ada perbedaan nyata konsentrasi akarisisida yang dibutuhkan untuk membunuh 50, 90, 95% populasi tungau asal Agrowisata dan Tlekung melalui analisis probit (*The concentration of acaricides needed to kill 50, 90, 95% of mite population from Agrowisata and Tlekung was different significantly using probit analysis*).

pola perkembangan yang berbeda dibanding serangga yang peka terhadap pestisida (Trisyono dan Whalon 1997). Penyebab tidak berbedanya biologi antara tungau *P. citri* yang peka dan resisten terhadap akarisisida masih belum diketahui. Kemungkinan adalah adanya perbedaan karakter antarorganisme. Antara tungau, termasuk *P. citri*, dan serangga memiliki karakter atau proses fisiologi yang berbeda sehingga pola yang berlaku pada serangga kemungkinan tidak sama dengan yang berlaku pada tungau. Salah satu contoh yang bisa digunakan sebagai analogi adalah adanya perbedaan proses fisiologi antara serangga dan tungau dalam mekanisme diapause (Ruberson *et al.* 1991, Takeda dan Skopik 1997).

Uji Pengaruh Minyak Atsiri Jeruk terhadap Tungau *P. citri* yang Resisten dan Peka terhadap Akarisisida

Hasil uji menunjukkan bahwa tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata dan Tlekung memberikan respons yang berbeda terhadap perlakuan minyak atsiri asal jeruk besar Nambangan dan manis Pacitan. Pada perlakuan tersebut, perbedaan respons terlihat pada jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas. Tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata menghasilkan jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas lebih banyak dibanding tungau asal Tlekung (Tabel 3), padahal perkembangan dan kemampuan reproduksi kedua tungau tersebut tidak menunjukkan perbedaan nyata ketika tidak diperlakukan (Tabel 2). Tungau *P. citri* asal kebun

Kusuma Agrowisata yang mendapat perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan besar Nambangan menghasilkan telur sebanyak 19,53 dan 18,67 butir, sedangkan jumlah yang menetas sebanyak 15,60 dan 14,25 butir. Jumlah ini hampir sama dengan jumlah telur yang diletakkan dan menetas pada saat tanpa perlakuan (Tabel 2). Sebaliknya, tungau *P. citri* asal kebun Tlekung yang mendapat perlakuan sama menghasilkan telur sebanyak 14,87 dan 10,73 butir, sedangkan jumlah yang menetas sebanyak 11,53 dan 9,67 butir. Jumlah ini lebih sedikit bila dibandingkan pada saat tanpa perlakuan minyak atsiri (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata relatif lebih toleran terhadap pengaruh minyak atsiri jeruk dibanding tungau asal Tlekung.

Salah satu penyebab berbedanya respons tersebut adalah adanya perbedaan karakter dari kedua populasi tungau *P. citri* tersebut dalam merespons perlakuan. Diduga perbedaan sifat kepekaan terhadap akarisisida menyebabkan perbedaan respons terhadap metabolit sekunder tanaman jeruk tersebut. Populasi tungau yang peka terhadap akarisisida kemungkinan memiliki sifat yang peka terhadap minyak atsiri jeruk. Sebaliknya, populasi tungau yang resisten terhadap akarisisida memiliki tanggapan kurang peka terhadap perlakuan minyak atsiri jeruk. Hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa hama *tobacco budworm* (*Heliothis virescens* F) yang resisten terhadap insektisida piretroid mempunyai sifat lebih toleran terhadap senyawa metabolit sekunder *gossipol*

Tabel 2. Perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata dan Tlekung (The development and reproductive capacity of *P. citri* from Kusuma Agrowisata and Tlekung orchards)

Asal <i>P. citri</i> (Origin of <i>P. citri</i>)	Pradewasa (Preadult) Hari (Days)	Dewasa (Adult) Hari (Days)	Jumlah telur diletakkan (Number of eggs laid) Butir (Individual)	Jumlah telur menetas (Number of eggs hatched) Butir (Individual)
Agrowisata	9,07	18,47	18,60	15,47
Tlekung	8,73	19,40	18,40	14,67
Signifikansi	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)	tn (ns)

tn (ns) : tidak berbeda nyata antarperlakuan pada uji T (The treatments were not different significantly at 5% level of T- analysis)

Tabel 3. Perbedaan perkembangan dan kemampuan reproduksi antara tungau *P. citri* asal kebun Agrowisata dengan kebun Tlekung pada perlakuan minyak atsiri jeruk (The difference of development and reproduction capacity of *P. citri* from Kusuma Agrowisata and Tlekung orchards in citrus essential oil treatment)

Asal <i>P. citri</i> (Origin of <i>P. citri</i>)	Minyak atsiri ^{^)} (Essential oil)							
	Jeruk manis Pacitan (Pacitan sweet orange)				Jeruk besar Nambangan (Nambangan pumello)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Agrowisata	10,20	18,40	19,53	15,60	9,93	18,87	18,67	14,25
Tlekung	9,67	18,67	14,87	11,53	11,07	16,87	10,73	9,67
Signifikansi	tn (ns)	tn (ns)	n (s)	n (s)	tn (ns)	tn (ns)	n (s)	n (s)

^{^)} Minyak atsiri hasil ekstraksi kulit buah jeruk umur 4 bulan (Essential oil extracted from the peels of 4th month citrus fruit)

s) Menunjukkan ada perbedaan signifikan pengaruh perlakuan minyak atsiri terhadap tungau asal kebun Kusuma Agrowisata dan kebun Tlekung pada taraf 5% uji T (The citrus essential oil treatments show significantly different effects to *P. citri* from Kusuma Agrowisata and Tlekung orchards at 5% T- test)

ns) Menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antarperlakuan terhadap tungau asal kebun Kusuma Agrowisata dan kebun Tlekung (There are no significantly different effects between treatments to *P. citri* from Kusuma Agrowisata and Tlekung orchards)

1. Umur pradewasa (Preadult age), hari (days))
2. Umur dewasa (Adult age), hari (days))
3. Jumlah telur yang diletakkan oleh tungau dewasa (The number of eggs laid by adult) butir (ones)
4. Jumlah telur yang menetas (The number of eggs hatched), butir (ones)

yang dihasilkan tanaman tembakau (Mulrooney et al. 1993). Nilai LC₅₀ metabolit sekunder azadiracthin terhadap *L. decemlineata* (Say) yang resisten *B. thuringiensis* lebih tinggi dibanding terhadap *L. decemlineata* yang peka terhadap *B. thuringiensis* (Trisyono dan Whalon 1999).

Dari keseluruhan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini terlihat bahwa perbedaan kepekaan populasi *P. citri* terhadap akarisisida menyebabkan perubahan karakter tungau tersebut terutama kepekaannya terhadap metabolit sekunder yang dihasilkan jeruk, yaitu minyak atsiri jeruk yang didominasi oleh senyawa limonen.

Hal ini terlihat pada parameter reproduksi. Populasi tungau yang resisten terhadap akarisisida lebih toleran terhadap perlakuan minyak atsiri dibanding populasi tungau yang peka terhadap akarisisida. Terhadap tingkat perkembangan, umur pradewasa dan dewasa, tidak menunjukkan perbedaan antarkelompok populasi tungau *P. citri* tersebut. Dengan demikian terlihat semakin jelas bahwa munculnya resistensi hama sangat merugikan, karena selain hama tidak dapat dikendalikan dengan bahan kimia, perlawanan dari tanaman sendiri juga menjadi tidak efektif.

KESIMPULAN

1. Tungau *P. citri* asal kebun Kusuma Agrowisata menunjukkan tingkat resistensi lebih tinggi terhadap akarisisida propargite dan amitraze dibanding spesies tungau yang sama asal kebun Tlekung.
2. Perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* yang resisten dan peka terhadap akarisisida tidak menunjukkan perbedaan nyata.
3. Tungau *P. citri* yang resisten terhadap akarisisida memiliki sifat lebih toleran terhadap minyak atsiri jeruk, yang merupakan metabolit sekunder tanaman, dibanding tungau *P. citri* yang peka terhadap akarisisida.

PUSTAKA

1. Flexner, J.L., P.H. Westigard, R. Hilton, & B.A. Croft. 1995. Experimental Evaluation of Resistance Management for Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) on Southern Oregon Pear. *J. Econ. Entomol.* 88:1517-1524.
2. Guillet, G., A. Belanger, and J. Arnason. 1998. Volatile Monoterpenes in *Porophyllum gracile* and *P. ruderale* (Asteraceae): Identification, Localization, and Insecticidal Synergism With α -Terthienyl. *J. Phytochemi.* 49:423-429.
3. Hare, J.D., J.E. Pehrson, T. Clemens, J.A. Menger, C.W. Coggins, Jr, T.W. Embleton, and J.L. Meyer. 1990. Effect of Managing Citrus Red Mite (Acari: Tetranychidae) and Cultural Practices on Total Yield, Fruit Size, and Crop Value of Mavel Orange. *J. Econ. Entomol.* 83:976-984.
4. _____ 1992. Effect of Citrus Red Mite (Acari: Tetranychidae) and Cultural Practices on Total Yield, Fruit Size, and Crop Value of Navel Orange: Years 3-4. *J. Econ. Entomol.* 85:486-495.
5. Helle, W. and L.P. Pijnaker. 1985. Parthenogenesis, Chromosomes, and Sexes. In W. Helle and M.W. Sabelis (Eds.), *Spider Mites: Their biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam. pp. 129-138.
6. Istianto, M., Mulyadi, E. Martono, dan L. Setyobudi. 2001. Pengaruh Senyawa Limonen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan *Panonychus citri* Mc. Gregor (Acarina: Tetranychidae) pada Kondisi Laboratorium. *J. Agrosains* 14(1):45-58.
7. Mulrooney, J.E., W.L. Parrot, and J.N. Jenkins. 1993. Tolerance of Pyrethroid-Resistant Tobacco Budworm (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae to Gossypol and Piperonyl Butoxide. *J. Econ. Entomol.* 86(4):1014-1018.
8. Ruberson, J.R., L. Bush, and T.J. Kring. 1991. Photoperiodic Effect on Diapase Induction and Development in the Predator *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocaridae). *Environ. Entomol.* 20(3):786-789.
9. Sances, F.V., N.C. Toscano, E.R. Oatman, L.F. Lapre, M.W. Johnson, and V. Voth. 1982. Reduction in Plant Processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Feeding on Strawberry. *Environ. Entomol.* 11:733-737.
10. Takeda, M. and A.D. Skopik. 1997. Photoperiodic Time Measurement and Related Physiological Mechanisms in Insects and Mites. *Ann. Rev. Entomol.* 42:323-349
11. Trisyono, A. and M.E. Whalon. 1997. Fitness Costs of Resistance to *Bacillus thuringiensis* in Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 90(2):267-271.
12. _____ 1999. Toxicity of Neem Applied Alone and in Combinations with *Bacillus thuringiensis* to Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 92(6):1281-1288.