

Komposisi dan Konsentrasi Senyawa dalam Minyak Atsiri Jeruk Manis dan Jeruk Besar terhadap Perkembangan Tungau *Panonychus citri* McGregor

Istianto, M.,¹⁾ K. Untung²⁾, Mulyadi²⁾, Y. A. Trisyono²⁾, dan T. Yuwono²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Buah, Jl. Raya Solok-Aripin Km. 8, Solok 27301

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Sekip Unit 1 Yogyakarta

Naskah diterima tanggal 10 Mei 2005 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 26 Juli 2005

ABSTRAK. Tungau *Panonychus citri* (Acarina: Tetranychidae) adalah salah satu hama penting yang menyerang tanaman jeruk di Indonesia. Salah satu kunci sukses untuk mengendalikan populasi *P. citri* adalah memahami interaksi hama ini dengan inangnya. Namun demikian, informasi dalam bidang ini masih sangat terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengaruh minyak atsiri dari kulit buah jeruk manis dan jeruk besar terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* serta mengidentifikasi faktor penyebabnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Loka Penelitian Jeruk, Tlekung-Batu, Malang dan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta mulai bulan Februari sampai Juli 2003. Perlakuanannya adalah beberapa konsentrasi minyak atsiri, yaitu 10, 20, 40, 80 ppm, serta parafin dan kontrol. Tiap perlakuan diulang 15 kali menggunakan rancangan acak lengkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan mampu menghambat perkembangan dan menurunkan kemampuan reproduksi tungau *P. citri* pada kondisi laboratorium. Perkembangan yang terhambat terlihat pada umur pradewasa yang menjadi lebih lama dan umur dewasa lebih pendek dibanding perlakuan parafin dan kontrol. Penurunan kemampuan reproduksi terlihat pada lebih sedikitnya telur yang diletakkan dan menetas dibanding perlakuan parafin dan kontrol. Pengaruh negatif ini disebabkan oleh adanya senyawa limonene yang merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk. Minyak atsiri jeruk besar Nambangan mempunyai pengaruh negatif yang lebih kuat terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi *P. citri* dibanding minyak atsiri dari jeruk manis Pacitan. Perbedaan pengaruh tersebut karena perbedaan kandungan senyawa linalool, di mana pada minyak atsiri jeruk besar kandungannya lebih sedikit dibanding pada minyak atsiri jeruk manis. Linalool berperan mengurangi pengaruh negatif yang disebabkan oleh senyawa limonene. Hasil ini mengungkapkan ada peluang lain dalam mengendalikan tungau *P. citri*, yaitu memanfaatkan senyawa atsiri yang dihasilkan oleh tanaman itu sendiri dengan komposisi tertentu.

Kata kunci: *Citrus sinensis*; *Citrus grandis*; Minyak atsiri; *Panonychus citri*; Perkembangan; Kemampuan reproduksi

ABSTRACT. Istianto, M., K. Untung, Mulyadi, Y. A. Trisyono, and T. Yuwono. 2006. Composition and concentration of sweet orange and pummelo essential oils to the development of *Panonychus citri* McGregor. *Panonychus citri* is one of the most economically important citrus pests in Indonesia. One of the key success for controlling the population of the pest is understanding the relationship between this mite and its host. However, information in this area is not well understood. The objectives of this research were to evaluate the influences of essential oil extracted from sweet orange and pummelo fruit peels on the development and reproductive capacity of *P. citri* and to understand the mechanism responsible for the different effects that will be useful to develop management program. The research was conducted in the laboratory from February to July 2003 in Tlekung-Batu, Malang and Gadjah Mada University Yogyakarta. The treatments were 10, 20, 40, 80 ppm of essential oil, parafin and control. Each treatment was replicated 15 times and arranged in a completely randomized design. The results showed that the essential oil extracted from Pacitan sweet orange and Nambangan pummelo fruit peels could inhibit the development and reduced the reproductive capacity of *P. citri*. The essential oils prolonged the life cycle and reduced the fecundity of *P. citri*. These negative effects were caused by limonene, a dominant compound in the citrus essential oil. The negative effects of essential oil extracted from Nambangan pummelo were found to be more pronounced than that from Pacitan sweet orange. Concentration of linalool was found to be responsible for the differences, and it worked oppositely with limonene by reducing the negative effects of limonene on *P. citri*. Essential oil of Pacitan sweet orange contained more linalool than pummelo. This result gives an alternative technology to control *P. citri* by using volatile compounds produced by the plant itself with certain composition.

Keywords: *Citrus sinensis*; *Citrus grandis*; Essential oil; *Panonychus citri*; Development; Reproductive capacity.

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; 1992). Serangan tungau pada buah menyebabkan gejala bercak pucat pada kulit dan bila parah berwarna kecoklatan sehingga kualitas buah menurun. Umumnya tungau bersifat hama bukan disebabkan oleh kemampuan makan per individu, tetapi karena laju pertumbuhan populasi yang tinggi pada kondisi optimal. Hal ini karena sistem reproduksi tungau merah terutama adalah partenogenesis (reproduksi tanpa kawin) yang terdiri atas tiga tipe, yaitu *arrhenotoky*, *telyotoky*, dan *deuterotoky*. *Arrhenotoky* menghasilkan turunan jantan, *telyotoky* menghasilkan turunan betina, dan *deuterotoky* menghasilkan turunan jantan dan betina (Helle dan Pijnaker 1985).

Usaha pengendalian terhadap tungau sampai saat ini masih bertumpu pada penggunaan akarsida dan insektisida karena perkembangan tungau relatif cepat dan alternatif teknologi pengendalian masih belum tersedia. Pengendalian cara kimia ini telah menimbulkan masalah lain, yaitu munculnya kasus resistensi pada tungau sebagai akibat penggunaan pestisida yang intensif dan kurang bijaksana (Flexner *et al.* 1995). Untuk mengurangi penggunaan pestisida, dibutuhkan alternatif teknologi pengendalian yang lebih aman terhadap lingkungan. Teknologi tersebut diharapkan mampu menekan populasi tungau di bawah ambang ekonomi sehingga intensitas penggunaan pestisida dapat ditekan seminimal mungkin. Pemahaman interaksi antara tungau *P. citri* dengan tanaman jeruk sangat diperlukan untuk mengembangkan alternatif teknologi pengendalian dalam program pengelolaan populasi hama ini.

Beberapa hasil penelitian dilaporkan bahwa minyak atsiri jeruk dapat menghambat perkembangan populasi tungau *P. citri*. Senyawa limonen yang merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk dapat menimbulkan efek negatif terhadap tungau (Istianto *et al.* 2001). Sifat senyawa limonen yang mempunyai pengaruh negatif tersebut juga terlihat terhadap kehidupan serangga, di antaranya adalah *Halotydeus destructor* Tucker (Wang *et al.* 1999), kumbang batang *Dendroctonus rufipennis* (Kirbi) (Werner 1995), *Peridroma saucia* (Hubner) (Harwood *et al.* 1990), dan hama gudang (Tripathi *et al.* 2003). Namun demikian pengaruh minyak atsiri

tersebut terhadap hama tungau ini menunjukkan tingkat yang berbeda bergantung pada varietas buah jeruk di mana minyak atsiri tersebut berasal (Istianto *et al.* 2000).

Populasi tungau *P. citri* lebih banyak ditemukan pada buah jeruk manis dibanding buah jeruk besar (Istianto *et al.* 2000). Salah satu penyebab perbedaan tersebut adalah perbedaan komposisi kimia dalam minyak atsiri jeruk manis dan jeruk besar. Kandungan limonen dalam minyak atsiri jeruk manis dan jeruk besar diketahui hampir sama sehingga kemungkinan komposisi senyawa lain yang berbeda menjadi penyebab perbedaan pengaruh kedua minyak atsiri tersebut (Istianto *et al.* 2004). Identifikasi kemungkinan senyawa lain yang menjadi penyebab berbedanya pengaruh negatif minyak atsiri terhadap kehidupan tungau tersebut perlu dilakukan. Dengan demikian pemahaman terhadap faktor-faktor pengendali kehidupan *P. citri* dapat menjadi lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi senyawa atsiri jeruk besar Nambangan dan jeruk manis Pacitan pada beberapa konsentrasi dengan harapan bahwa pada konsentrasi tersebut jumlah senyawa yang terdeteksi semakin sedikit dibanding komposisi sebelum pengenceran. Dengan semakin sedikitnya senyawa yang terdeteksi diharapkan dapat mengarahkan jawaban kemungkinan senyawa yang menjadi penyebab perbedaan pengaruh minyak atsiri jeruk dari varietas yang berbeda terhadap individu *P. citri*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri atas 3 tahapan, yaitu pembiakan *P. citri*, ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk, dan uji pengaruh minyak atsiri terhadap individu tungau *P. citri*. Ekstraksi dan analisis kandungan minyak atsiri jeruk dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia dan Fisika Pusat (LAKFIP) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Uji pengaruh minyak atsiri terhadap individu tungau *P. citri* dilaksanakan di laboratorium Loka Penelitian Jeruk Tlekung, Batu, Malang yang berada pada ketinggian 900 m dpl. Penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai Juli 2003.

Pembiakan *P. citri*

Pembibitan *P. citri* dilakukan di rumah kasa menggunakan bibit tanaman jeruk varietas manis Pacitan berumur 1 tahun. Bibit tanaman jeruk dipilih yang memiliki pertumbuhan normal serta mengandung banyak daun yang telah berwarna hijau sempurna. Jumlah bibit yang dibutuhkan sebanyak 5 tanaman. Tungau *P. citri* dewasa, yang dikumpulkan dari tanaman jeruk di lapangan, kemudian dipindahkan pada bibit tanaman jeruk tersebut dengan 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.

Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk

Metode yang digunakan adalah distilasi uap (Guillet *et al.* 1998). Bahan yang digunakan untuk mendapatkan ekstrak minyak atsiri adalah kulit buah jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan umur 4 bulan. Komposisi senyawa dalam minyak atsiri jeruk manis dan jeruk besar diketahui dengan cara menganalisis minyak tersebut dengan *gas liquid chromatography* (GLC). Kondisi alat GLC untuk analisis adalah kolom yang digunakan *carbowax* dengan panjang 2 m dan diameter 0,5 cm, suhu injektor 230°C, suhu detektor 230°C, suhu kolom 90–210°C/10°C/menit, volume injeksi 1ml, range 10^3 , *attenuation* 16, N_2 35 ml/menit, H_2 0,9 kg/cm², udara 1,8 kg/cm², dan detektor *flame ionisation detector* (FID). Selanjutnya minyak atsiri dianalisis dengan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) untuk mengidentifikasi jenis senyawa yang terdeteksi. Kondisi alat GC-MS untuk analisis adalah kolom yang digunakan adalah intersil *AG27162 TC-wax* dengan panjang 17 meter, suhu kolom 250°C, suhu injektor 280°C, gas pembawa adalah Helium dengan laju alir konstan 0,7 ml/menit.

Pengaruh uap minyak atsiri terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi *P. citri* di laboratorium

Kegiatan percobaan dimulai dengan mengambil daun jeruk manis Pacitan yang telah berwarna hijau sempurna dari lapangan dan ditempatkan

ke dalam cawan petri yang berdiameter 100 mm. 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 yang merupakan turunan pertama dari lapangan, dengan umur yang relatif seragam, diletakkan pada daun tersebut. Tiap cawan petri berisi 1 individu betina. Setelah bertelur, tungau diambil, sedangkan telur tungau tetap berada dalam cawan petri. Setelah telur menetas, nimfa yang muncul diambil dan disisakan satu 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 agar 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 selama 5 bulan). Konsentrasi minyak atsiri yang berasal dari kulit buah jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan yang diuji adalah 10, 20, 40, 80 ppm, tanpa pemberian minyak atsiri (kontrol), dan parafin cair karena parafin digunakan sebagai pengencer minyak atsiri.

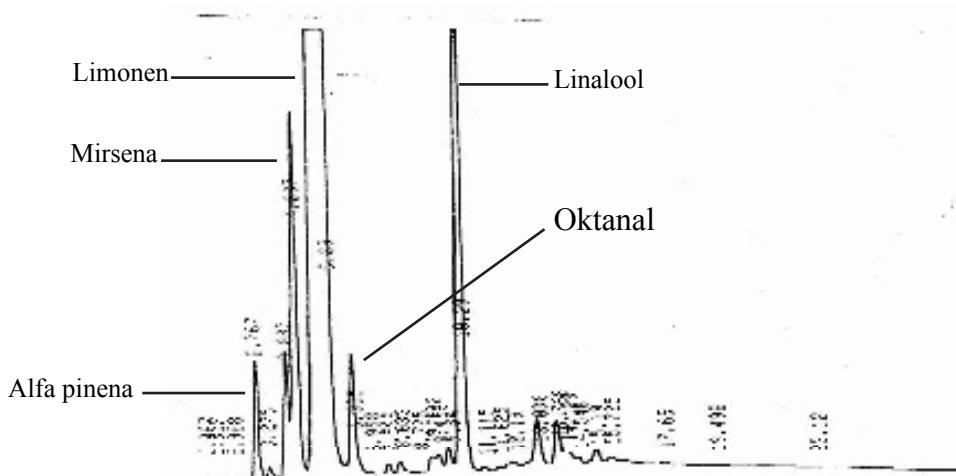
Pengamatan dilakukan terhadap umur stadia pradewasa dan dewasa setiap individu tungau, jumlah telur yang diletakkan, serta jumlah telur yang menetas. Pengamatan dilakukan setiap hari. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan ulangan 15 kali. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antarperlakuan terhadap parameter umur pradewasa dan dewasa serta jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas dari *P. citri* dilakukan analisis Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan terhadap tungau *P. citri* digunakan uji-t. Program yang digunakan untuk analisis statistik adalah SPSS 10.

HASIL DAN PEMBAHASAN

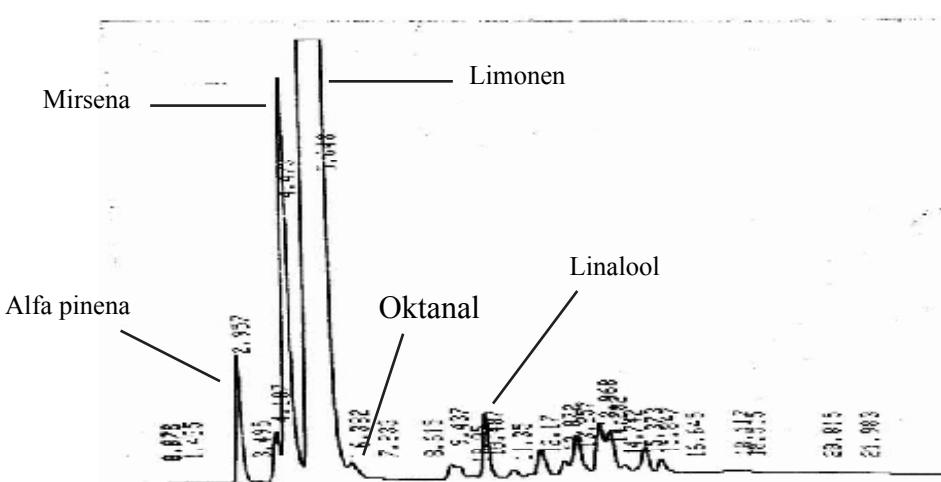
Komposisi minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan hasil distilasi uap

Hasil analisis dengan kromatografi gas terhadap komposisi senyawa dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan

menunjukkan bahwa kedua minyak atsiri tersebut mengandung banyak senyawa, walaupun begitu memiliki pola yang hampir sama. Senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan juga sama, yaitu limonen. Fakta ini didukung oleh penelitian sebelumnya



Gambar 1. Kromatogram komponen senyawa atsiri jeruk manis Pacitan hasil analisis dengan kromatografi gas (*Chromatogram of volatile compounds of Pacitan sweet orange oil analyzed by gas chromatography*)



Gambar 2. Kromatogram komponen senyawa atsiri jeruk desar Nambangan nashi analisis dengan kromatografi gas (*Chromatogram of volatile compounds of Nambangan pummelo oil analyzed by gas chromatography*)

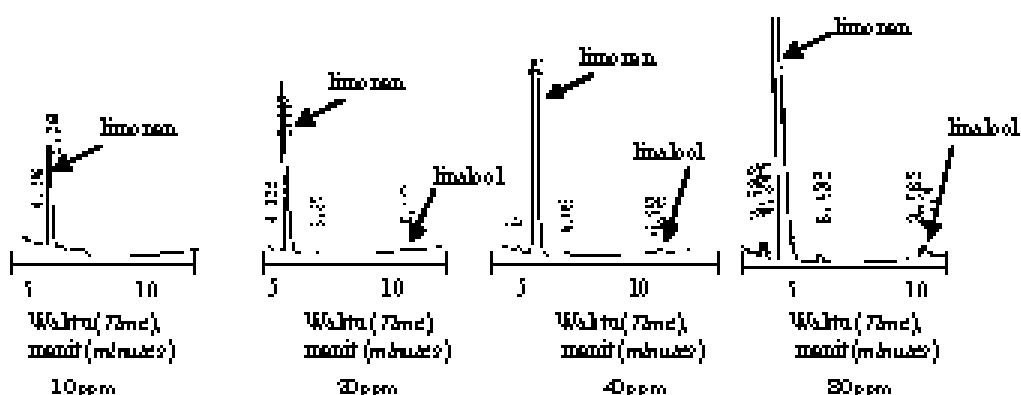
yang membuktikan bahwa limonen merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk (Sawamura *et al.* 1991; Werner 1995; Ruberto *et al.* 1997; Orav dan Kann 2001). Perbedaan terutama terletak pada kandungan senyawa linalool. Pada minyak atsiri jeruk manis Pacitan kandungan senyawa linalool sebesar 2,7% atau 27 kali lebih tinggi (Gambar 1) dibanding pada minyak atsiri jeruk besar Nambangan yang kandungannya hanya 0,1% (Gambar 2). Rasio senyawa linalool dibanding limonen pada jeruk manis Pacitan adalah 0,029, sedangkan pada jeruk besar Nambangan adalah 0,001.

Komposisi minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan besar Nambangan sesudah pengenceran

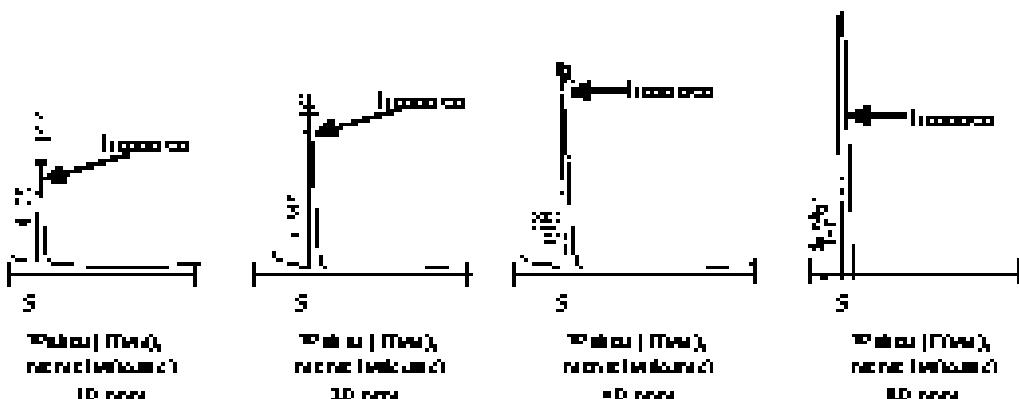
Hasil analisis dengan kromatografi gas terhadap komposisi senyawa dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan yang telah diencerkan menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10-80 ppm, jumlah senyawa atsiri selain limonen yang terdeteksi menjadi lebih sedikit. Hal ini karena pada konsentrasi tersebut senyawa-senyawa atsiri yang kandungannya sedikit saat sebelum pengenceran akan menjadi semakin sedikit sehingga tidak terdeteksi secara kromatografi. Dengan semakin sedikitnya jumlah senyawa yang terdeteksi akan semakin memudahkan usaha untuk mengetahui komponen senyawa atsiri yang berpengaruh terhadap kehidupan tungau *P. citri*.

Pada konsentrasi 10-80 ppm terlihat bahwa komposisi senyawa dalam kedua minyak atsiri jeruk tersebut menunjukkan perbedaan terutama pada keberadaan senyawa linalool. Perbedaan tersebut terlihat pada munculnya senyawa linalool pada minyak atsiri jeruk manis Pacitan (Gambar 3), sedangkan pada minyak atsiri jeruk besar Nambangan senyawa tersebut tidak terdeteksi (gambar 4). Hal ini dapat terjadi karena kandungan senyawa linalool dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan sebelum pengenceran lebih tinggi dibanding dalam minyak atsiri jeruk besar Nambangan.

Kandungan senyawa limonen dalam minyak atsiri asal kulit buah jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan pada konsentrasi 10-80 ppm hampir sama. Keadaan ini juga sesuai dengan kandungan limonen dalam kedua minyak atsiri jeruk tersebut sebelum pengenceran, yakni kandungan limonen dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan hampir sama, berturut-turut sebesar 92,7 dan 95,8%. Dengan demikian perhatian dapat difokuskan pada keberadaan senyawa limonen, yang merupakan senyawa dominan dan mempunyai efek negatif terhadap tungau, serta senyawa linalool yang terdeteksi pada minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan tidak terdeteksi pada minyak atsiri jeruk besar Nambangan pada konsentrasi perlakuan. Adanya perbedaan rasio antara linalool dan limonen yang



Gambar 3. Komposisi senyawa atsiri kulit buah jeruk manis racikan pada konsentrasi 10; 20; 40; dan 80 ppm hasil analisis dengan kromatografi gas (*The composition of volatile compounds of Pacitan sweet orange peel oil on concentration 10;20; 40;and 80 ppm analyzed by gas chromatography*)



Gambar 4. Komposisi senyawa atsiri kulit buah jeruk besar Nambangan pada konsentrasi 10; 20; 40; dan 80 ppm hasil analisis dengan kromatografi gas (*The composition of volatile compounds of Nambangan pummelo peel oil on concentration 10; 20; 40; and 80 ppm analyzed by gas chromatography*)

menyolok antara kedua minyak atsiri tersebut diduga menyebabkan pengaruh yang berbeda terhadap kehidupan tungau.

Pengaruh uap minyak atsiri jeruk terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi *P. citri* di laboratorium

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan minyak atsiri jeruk menyebabkan perkembangan tungau *P. citri* menjadi terhambat dan kemampuan reproduksinya menurun. Terhambatnya perkembangan terlihat dari makin panjangnya umur pradewasa dan makin pendeknya umur dewasa. Menurunnya kemampuan reproduksi terlihat dari berkurangnya jumlah telur yang diletakkan atau jumlah telur menetas.

Pada perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan, perkembangan stadia pradewasa *P. citri* terhambat pada konsentrasi 80 ppm, di mana pada konsentrasi tersebut umur pradewasa menjadi lebih lama dibanding kontrol/parafin. Sebaliknya, umur dewasa pada semua konsentrasi perlakuan tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol/parafin (Tabel 1). Untuk parameter reproduksi terlihat bahwa perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan konsentrasi 20-80 ppm secara umum, kecuali pada perlakuan 40 ppm, tidak menyebabkan perbedaan nyata terhadap jumlah telur yang diletakkan bila dibandingkan dengan kontrol/parafin. Sebaliknya, perlakuan minyak atsiri tersebut pada konsentrasi 20-80

ppm menyebabkan jumlah telur yang menetas menjadi lebih sedikit dibanding pada kontrol/parafin (Tabel 1).

Pada perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan, perkembangan stadia pradewasa *P. citri* terhambat pada konsentrasi 20-80 ppm dan stadia dewasa terhambat pada konsentrasi 40 dan 80 ppm. Pada konsentrasi tersebut umur pradewasa menjadi lebih lama dan umur dewasa menjadi lebih pendek dibanding pada kontrol/parafin (Tabel 2). Untuk parameter reproduksi terlihat bahwa perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan konsentrasi 20-80 ppm selain menyebabkan jumlah telur yang diletakkan menurun juga menurunkan jumlah telur yang menetas dibanding pada kontrol/parafin (Tabel 2).

Pengaruh negatif minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan terhadap individu tungau *P. citri* disebabkan oleh adanya senyawa limonen yang merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk tersebut. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa minyak atsiri jeruk pada konsentrasi perlakuan, terutama 40 dan 80 ppm, yang memiliki kandungan utama limonen dengan senyawa ikutan minimal mampu menghambat perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *P. citri*. Selain itu, hasil penelitian sebelumnya juga telah membuktikan bahwa limonen mempunyai efek negatif bagi kehidupan beberapa serangga hama (Raffa et al. 1985; Harwood et al. 1990; Werner 1995).

Tabel 1. Umur pradewasa dan dewasa, jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas dari *P. citri* pada perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan (*The age of pre adult and adult, the number of eggs laid and hatched of *P. citri* on the treatment of Pacitan sweet orange essential oil*)

Konentrasi/ Concentration ppm	Umur pradewasa/ Age of preadult Hari / Day	Umur dewasa/ Age of adult Hari / Day	Jumlah telur yang diletkan Number of eggs laid	Jumlah telur yang menetas Number of eggs hatched
0	9,27 ab	13,15ab	17,27 b	13,27 a
20	10,27 a	17,00a	17,73 b	12,33 b
40	10,07 bc	16,15a	21,37 a	11,93 a
80	11,37 a	16,20a	15,37 a	9,13 c
Rata-rata	9,97 abcd	17,53abc	18,27 b	13,13 a
Rata-rata	9,73 d	17,00a	18,00 b	13,67 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% (*Number followed by the same letter in the same column were not significantly different at 5% Test DMRT*)

Tabel 2. Umur pradewasa dan dewasa, jumlah telur yang diletakkan dan yang menetas dari *P. citri* pada perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan (*The age of preadult and adult, the number of eggs laid, and hatched of *P. citri* on the treatment of Nambangan pummelo essential oil*)

Konentrasi/ Concentration ppm	Umur pradewasa/ Age of preadult Hari / Day	Umur dewasa/ Age of adult Hari / Day	Jumlah telur yang diletkan Number of eggs laid Batu (individual)	Jumlah telur yang menetas Number of eggs hatched Batu (individual)
0	9,97 bc	17,20bc	16,00 a	14,53 a
20	10,93 a	16,00abc	13,00 b	10,53 b
40	10,93 a	15,47d	12,87 b	8,87 bc
80	11,40 a	15,73dc	12,33 b	6,93 c
Rata-rata	9,97 b	17,53b	18,27 b	13,13 a
Rata-rata	9,73 c	17,00a	18,00 b	13,67 a

Pengaruh negatif minyak atsiri jeruk tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan mekanisme. Kemungkinan pertama adalah sifat penolak dari minyak atsiri tersebut. Senyawa golongan monoterpane, termasuk limonen, merupakan bahan yang dapat bersifat sebagai penolak (*repellent*) pada konsentrasi tertentu. Adanya sifat penolak tersebut dapat mempengaruhi perilaku reproduksi dewasa tungau *P. citri* (Sabelis 1985). Pada kondisi yang kurang menguntungkan, seperti adanya senyawa limonen, dewasa *P. citri* akan meletakkan telur lebih sedikit. Kemungkinan kedua adalah senyawa limonen dalam minyak atsiri jeruk bersifat sebagai penghambat makan (*deterrent*). Hal ini didasarkan pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa limonen yang berasal dari tanaman pepermint mampu menghambat pembentukan pupa larva *P. saucia* melalui mekanisme penghambatan makan (Harwood *et al.* 1990). Kemungkinan ketiga adalah senyawa atsiri, termasuk limonen, bekerja secara sinergis terhadap masuknya metabolit sekunder tertentu ke dalam tubuh organisme. Senyawa atsiri yang dikandung tanaman *P. ruderale* mampu meningkatkan akumulasi senyawa α terthienil, suatu

metabolit sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan *Ostrinia nubilalis* (Hubner). Hasil analisis dengan kromatografi gas menunjukkan senyawa atsiri tersebut adalah limonen, mirsena, dan sabinena (Guillet *et al.* 1998).

Kemungkinan-kemungkinan mekanisme ini lah yang menyebabkan terjadinya penghambatan bagi individu tungau, yaitu terjadinya antibiosis dan penghambat makan, untuk memenuhi kebutuhan gizi minimal yang digunakan untuk kegiatan ganti kulit maupun reproduksi. Kurang terpenuhinya gizi minimal tersebut akan menyebabkan perkembangan menjadi terhambat dan proses reproduksi terganggu. Dengan demikian senyawa limonen dalam tanaman jeruk bersifat sebagai faktor pembatas bagi perkembangan populasi tungau. Perkembangan populasi tungau yang umumnya cepat menjadi terhambat bahkan dapat menurun.

Walaupun minyak atsiri asal jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan mempunyai pengaruh negatif terhadap kehidupan tungau *P. citri*, namun apabila dibandingkan antarkeduanya terlihat adanya perbedaan kekuatan efek

negatif tersebut. Minyak atsiri asal jeruk besar Nambangan mempunyai pengaruh negatif lebih kuat dibanding minyak atsiri asal jeruk manis Pacitan terhadap tungau *P. citri* (Tabel 3). Pada perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan, umur pradewasa lebih lama dan umur dewasa lebih pendek dibanding pada perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan pada konsentrasi yang sama. Demikian juga pada parameter reproduksi, jumlah telur yang diletakkan dan menetas lebih sedikit pada perlakuan jeruk besar Nambangan dibanding pada perlakuan jeruk manis Pacitan, terutama pada konsentrasi 40 dan 80 ppm.

Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi senyawa dalam kedua minyak atsiri jeruk tersebut. Hal ini karena komposisi senyawa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku tungau (Dickey dan Loon 2000). Perbedaan mencolok terlihat pada kandungan senyawa linalool. Pada minyak atsiri jeruk manis Pacitan, kandungan senyawa linalool 27 kali lebih tinggi dibanding dalam minyak atsiri jeruk besar Nambangan (Gambar 1 dan 2). Dugaan bahwa perbedaan pengaruh disebabkan oleh kandungan limonen yang berbeda dapat diabaikan. Hal ini karena kandungan limonen pada kedua minyak atsiri jeruk tersebut relatif sama, dengan rasio kandungan pada jeruk besar dibanding jeruk manis berkisar 1,03-1,08.

Hasil kromatogram minyak atsiri jeruk konsentrasi 10, 20, 40, dan 80 ppm memperkuat

dugaan peran senyawa linalool. Pada konsentrasi tersebut, pola kromatogram minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan hampir sama. Perbedaan yang ada terlihat pada munculnya senyawa linalool yang terdapat pada semua konsentrasi minyak atsiri jeruk manis Pacitan (Gambar 3), sedangkan pada minyak atsiri jeruk besar Nambangan tidak terdeteksi (Gambar 4). Pada konsentrasi tersebut, minyak atsiri jeruk besar Nambangan yang kandungan senyawa linalool tidak terdeteksi mempunyai efek negatif lebih besar dalam menghambat perkembangan dan reproduksi tungau *P. citri*. Sebaliknya, minyak atsiri jeruk manis Pacitan yang kandungan senyawa linalool terdeteksi mempunyai efek negatif yang lebih kecil.

Linalool diduga kuat mempunyai sifat mengeurangi pengaruh negatif senyawa limonen terhadap individu *P. citri*. Hal ini didasarkan pada sifat linalool yang berperan sebagai penarik bagi kehadiran serangga dalam suatu pertanaman. Pada tanaman anggrek genus *Ophrys*, kehadiran beberapa serangga penyebuk disebabkan oleh beberapa senyawa yang dilepaskan tanaman, di antaranya adalah linalool (Borg-Karlson 1990). Kedatangan hama kumbang Jepang pada tanaman *maple* disebabkan oleh sejumlah senyawa yang dilepaskan tanaman tersebut, seperti linalool dan farnesen (Loughrin *et al.* 1997). Senyawa atsiri yang dilepaskan tanaman *G. jamesonii* akibat adanya serangan hama tungau *T. urticae*

Tabel 3. Perbandingan pengaruh minyak atsiri jeruk manis Pacitan dan jeruk besar Nambangan terhadap tungau *P. citri* (Comparasion the effect of Pacitan sweet orange essential oil and Nambangan pummelo essential oil to *P. citri*)

Konsentrasi (Concentration) PPM	Umur dewasa Umur dewasa Grafik pada Hari/Day		Umur dewasa Umur dewasa Grafik pada Hari/Day		Jumlah telur yang dihasilkan Grafik pada Bucir/Individual		Jumlah telur yang menetas Grafik pada Bucir/Individual	
	P	N	P	N	P	N	P	N
10	9,27	9,27	12,13	12,20	12,07	12,00	15,27	14,53
20	10,27	10,93 ¹	10,40	10,07 ¹	12,93	15,00 ¹	12,20	10,53
40	10,07	10,93 ¹	10,13	15,47	21,87	12,27 ¹	11,93	2,87 ¹
80	11,27	11,40	10,20	15,23	15,87	12,25 ¹	9,13	0,93 ¹
Rata-rata	9,47	9,47	12,53	12,53	18,27	18,27	15,13	15,13
Rata-rata	8,73	8,73	10,40	10,40	18,40	18,40	14,07	14,07

P = Minyak atsiri jeruk manis Pacitan (Essential oil of Pacitan sweet orange)

N= Minyak atsiri jeruk besar Nambangan (Essential oil of Nambangan pummelo)

*= Berbeda nyata antar perlakuan pada konsentrasi yang sama menurut uji t (*Significantly different among two treatments on the same concentration at t- Test*)

dapat menarik kehadiran predator *P. persimilis*. Komposisi senyawa tersebut didominasi oleh golongan terpenoid, yaitu (E)-4,8-dimetil-1, 3, 7-nonatriene, (E)-b-ocimene, dan linalool (Gols et al. 1999). Senyawa linalool mempunyai sifat sebagai perangsang peletakan telur terhadap hama *O. nubilalis* (Binder dan Robinson 1997).

Adanya sifat penarik yang dimiliki senyawa linalool tersebut mampu mengurangi sifat penghambat makan terhadap individu tungau *P. citri* akibat pengaruh dari senyawa limonen. Senyawa linalool dapat menyebabkan kondisi ekologi kimia tungau *P. citri* menjadi lebih cocok sehingga perkembangan dan kemampuan reproduksinya menjadi lebih baik. Dengan demikian kandungan senyawa linalool yang lebih tinggi dalam minyak atsiri jeruk manis Pacitan menyebabkan sifat penghambat makan dari senyawa limonen menjadi berkurang dan membuat kondisi lingkungan menjadi lebih baik bagi *P. citri*.

KESIMPULAN

1. Komposisi senyawa dalam minyak atsiri asal kulit buah jeruk besar Nambangan berbeda dengan asal kulit buah jeruk manis Pacitan. Perbedaan terutama terletak pada kandungan senyawa linalool.
2. Minyak atsiri asal kulit buah jeruk besar Nambangan dan jeruk manis Pacitan mempunyai pengaruh negatif terutama terhadap jumlah telur yang diletakkan tungau dewasa dan yang menetas. Penyebab efek negatif tersebut adalah adanya senyawa limonen yang merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk.
3. Minyak atsiri asal kulit jeruk besar Nambangan mempunyai pengaruh negatif lebih kuat terhadap tungau *P. citri* dibanding minyak atsiri asal jeruk manis Pacitan.

PUSTAKA

1. Binder, B.F. and J.C. Robbins. 1997. Effect of terpenoids and related compounds on the oviposition behaviour of the european corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Agric. Food. Chem.* 45:980-984.
2. Borg-Karlson, A.K. 1990. Chemical and ethological studies of pollination in the genus *Ophrys* (Orchidaceae). *J. Phytochem.* 29:1359-1387.
3. Dickey, M. and J. J. A. van Loon. 2000. Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *J. Entom. Experi. et Appli.* 97:237-249.
4. Flexner, J.L., P.H. Westigard, R. Hilton, and 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.
5. Gols, R., M.A. Posthumus, and M. Dicke. 1999. Jasmonic acid induces the production of Gerbera volatiles that attract the biological control agent *Phytoseiulus persimilis*. *J. Entomol. Experi. Appli.* 93:77-86.
6. 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. Phytochem.* 49:423-429.
7. 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 navel orange. *J. Econ. Entomol.* 83:976-984.
8. _____ . 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.
9. Harwood, S.H, A.F. Moldenke, and R.E. Berry. 1990. Toxicity of peppermint monoterpenes to The variegated cutworm (Lepidoptera:Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 83:1761-1767.
10. Helle, W. and L.P. Pijnaker. 1985. Phartenogenesis, Chromosomes, and Sexes. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam. pp. 129-138.
11. Istianto, M., Mulyadi, E. Martono, and L. Setyobudi. 2000. Pengaruh senyawa limonen terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Panonychus citri* Mc. Gregor (Acarina:Tetranychidae) pada Jeruk. Tesis Magister Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 59 hlm.
12. _____ . 2001. Pengaruh senyawa limonen terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Panonychus citri* Mc. Gregor (Acarina: Tetranychidae) pada kondisi laboratorium. *J. Agrosains* 14(1):45-58.
13. _____ , K. Untung, Y.A. Trisono, Mulyadi, and T. Yuwono. 2004. Pengaruh minyak atsiri asal kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) dan jeruk besar (*Citrus maxima*) terhadap perkembangan dan kemampuan reproduksi tungau *Panonychus citri* (Acarina: Tetranychidae). Disertasi S-3 Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 130 hlm.
14. Loughrin, J.H., D.A. Potter, T.R. Hamilton-Kemp, and M.E. Byers. 1997. Response of japanese beetle (Coleoptera:Scarabidae) to leaf volatile of susceptible and resistant maple species. *Environ. Entomol.* 26:334-342.

15. Orav, A. and J. Kann. 2001. Determination of peppermint and orange aroma compounds in food and beverage. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.* 50(4):217-225
16. Raffa, K.F., A.A. Beeryman, J. Simasko, W. Teal, and B.L. Wong. 1985. Effects of grand fir monoterpenes on the fir engraver, *Scolytus ventralis* (Coleoptera:Scolytidae), and its symbiotic fungus. *Environ. Entomol.* 14:552-556.
17. Ruberto,G., A. Renda, M. Piattelli, P. Rapisarda, and A. Starrantino. 1997. Essential oil of two new pigmented citrus hybrids, *Citrus clementina* x *Citrus sinensis*. *J. Agric. Food. Chem.* 14:467-471.
18. Sabelis, M.W. 1985. Reproductive strategies. In W. Helle, and M.W. Sabelis (eds.), *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam. pp. 265-278.
19. 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.
20. Sawamura, M., K. Shichiri, Y. Ootani, and X. Hong Zheng. 1991. Volatile constituents of several varieties of pummelos and characteristics among citrus species. *J. Agric. Biol. Chem.* 55(10):2571-2578
21. Tripathi,A.K., V. Prajapati, S. Preet, Khanuja, and Sushil Kumar. 2003. Effect of d-limonene on three stored-product beetles. *J. Econ. Entomol.* 96(3):990-995.
22. Wang, S., E.L. Ghisalberti, and J.K. Smith. 1999. Volatile from trifolium as feeding deterrent of redlegged earth mites. *J. Phytochem.* 52:601-605.
23. Werner, R.A. 1995. Toxicity and repellency of 4-allylanisole and monoterpenes from white spruce and tamarack to the spruce beetle and eastern larch beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Environ. Entomol.* 24:372-379.