

**PENGARUH MINYAK ATSIRI ASAL KULIT JERUK MANIS DAN BESAR  
TERHADAP PERKEMBANGAN TUNGAU *PANONYCHUS CITRI*  
(ACARINA: TETRANYCHIDAE)**

***THE EFFECTS OF ESSENTIAL OIL EXTRACTED FROM THE PEEL OF SWEET  
ORANGE AND PUMELLO ON THE DEVELOPMENT OF PANONYCHUS CITRI  
(ACARINA: TETRANYCHIDAE)***

**Mizu Istianto**

**Balai Penelitian Tanaman Buah Solok Sumatera Barat  
Kasumbogo Untung, Y. Andi Trisyono, dan Triwibowo Yuwono  
Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta**

**ABSTRACT**

*P. citri* (Acarina: Tetranychidae) is one of the economically important citrus pests in Indonesia. However, the association of this pest with its host is not well understood.

The objective of this research was to evaluate the effects of essential oil extracted from sweet orange and pumello fruit peels on the development of *P. citri*. The research was conducted in the laboratory of IP2TP Tlekung Malang, using a complete random design consisted of six treatments. Fifteen mites were used for each treatment. The treatments were concentrations 10, 20, 40, and 80 ppm of essential oil. Parafin was used as a positive control because it was a diluting solution for the essential oil. The control received no application.

The result showed that the main content of essential oil extracted from sweet orange and pumello was limonene. The essential oils prolonged the life cycle and reduced the fecundity of *P. citri*. The effects of essential oil extracted from pumello were found to be more pronounced than were from sweet orange. These differences might be due to the differences in the composition of the volatile compounds other than limonene.

**Keywords:** essential oil, sweet orange and pumello, *P. citri*

**INTISARI**

*P. citri* (Acarina: Tetranychidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman jeruk di Indonesia. Namun, interaksi hama ini dengan inangnya masih belum banyak diketahui.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh minyak atsiri dari kulit buah jeruk manis dan besar terhadap perkembangan individu *P. citri*. Penelitian dilakukan di laboratorium IP2TP Tlekung Malang dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas enam perlakuan. Masing-masing perlakuan terdiri atas 15 tungau yang berfungsi sebagai ulangan. Perlakuan adalah konsentrasi minyak atsiri 10, 20, 40, dan 80 ppm. Parafin digunakan sebagai kontrol positif karena bahan ini digunakan sebagai larutan pengencer minyak atsiri. Kontrol tidak mendapat perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan utama minyak atsiri yang diekstrak dari kulit buah jeruk manis dan besar adalah limonen. Minyak atsiri tersebut memperpanjang siklus hidup dan menurunkan fekunditas individu *P. citri*. Efek minyak atsiri asal jeruk besar terhadap *P. citri* lebih kuat dibanding dengan asal jeruk manis. Perbedaan pengaruh ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi kandungan senyawa atsiri selain limonen.

**Kata kunci:** minyak atsiri, jeruk manis dan besar, *P. Citri*

## PENGANTAR

Jeruk merupakan salah satu komoditas buah-buahan yang mempunyai peranan penting di pasaran dalam negeri dan dunia, baik dalam bentuk segar maupun olahan. Di Indonesia, produksi dan permintaan jeruk menduduki urutan kedua teratas setelah pisang (Soeroyo, 1991). Produktivitas jeruk nasional masih belum optimal yaitu sekitar 6 - 9 ton/Ha, sedangkan potensi produksi dapat mencapai 20 - 30 ton/Ha (Winarno, 1991). Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas tanaman jeruk tersebut adalah kehilangan hasil akibat serangan hama, penyakit, dan keterbatasan teknologi pengendaliannya (Partoatmodjo *et al.*, 1983).

Salah satu hama penting jeruk adalah tungau merah *P. citri* (Acarina: Tetranychidae) (Nurhadi, 1991; Setyobudi *et al.*, 1994). Tungau ini menyerang daun dan buah tanaman jeruk. Serangan pada daun menimbulkan gejala bercak berwarna keputih-putihan. Kerusakan pada daun menyebabkan gangguan pada proses fotosintesis sehingga berpengaruh terhadap kuantitas produksi buah (Hare *et al.*, 1992). Serangan tungau pada buah menyebabkan gejala bercak pucat pada kulit dan bila parah berwarna kecoklatan sehingga menurunkan kualitas buah (Smith, 1997). Di Jawa, warna kulit buah yang kurang menarik akibat serangan tungau menyebabkan penurunan pendapatan petani sampai 30%.

Usaha pengendalian terhadap tungau ini masih bertumpu pada penggunaan akarisida dan insektisida karena alternatif teknologi pengendalian masih belum tersedia dan perkembangan tungau relatif cepat. Pengendalian cara kimia ini telah menimbulkan masalah lain yaitu munculnya kasus resistensi pada tungau sebagai akibat penggunaan pestisida yang kurang bijaksana (Shinkaji, 1979; Djatmiadi *et al.*, 1995).

Untuk mengatasi masalah resistensi tungau jeruk terhadap pestisida, dibutuhkan adanya alternatif pengendali yang lebih aman terhadap lingkungan. Salah satu aspek yang perlu dipelajari untuk mendapatkan alternatif pengendalian adalah pemahaman interaksi tungau *P. citri* dan inangannya. Bhumannavar *et al.* (1984), Mu *et al.* (1997) dan Istianto *et al.* (2000) melaporkan adanya perbedaan kecepatan perkembangan tungau baik pada daun maupun buah pada beberapa varietas jeruk. Pengamatan yang dilakukan pada beberapa varietas jeruk uji, yaitu jeruk besar, manis siem, menunjukkan bahwa populasi tungau *P. citri* mengalami semakin tua. Walau penurunan pada umur buah jeruk yang demikian perbedaan tingkat populasi *P. citri* pada buah ketiga varietas jeruk tersebut tidak teramati. Populasi *P. citri* tertinggi terdapat pada buah jeruk manis dan terendah terdapat pada jeruk besar (Istianto *et al.*, 2000).

Beberapa kasus menunjukkan bahwa senyawa kimia, berupa metabolit sekunder yang terkandung pada tanaman merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan populasi tungau (Larson Berry, 1984; Singh, 1986; Luczynski *et al.*, 1990). Istianto *et al.* (2001) juga melaporkan bahwa minyak atsiri yang berasal dari kulit buah jeruk menghambat perkembangan dan menurunkan potensi reproduksi *P. citri*. Efek negatif tersebut terutama disebabkan oleh adanya senyawa limonen yang merupakan senyawa dominan dalam minyak atsiri jeruk. Efek negatif limonen terhadap kehidupan serangga juga telah dilaporkan sebelumnya oleh Tripathi *et al.* (2003), Howard *et al.* (1990), Werner (1995), dan Ware (1999).

Fakta lapangan yang menunjukkan adanya perbedaan tingkat populasi tungau *P. citri* pada buah jeruk manis dan besar perlu dicatat jawabannya. Perbedaan tingkat populasi tungau tersebut dapat disebabkan karena perbedaan kuantitas dan jenis senyawa

limonen atau adanya senyawa-senyawa lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh minyak atsiri yang berasal dari kulit buah jeruk manis dan besar terhadap individu tungau *P. Citri*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu ekstraksi minyak atsiri kulit jeruk, uji pengaruh minyak atsiri terhadap individu tungau *P. citri*, dan deteksi komponen senyawa atsiri dengan kromatografi gas. Ekstraksi dan analisis kandungan minyak atsiri jeruk dilakukan di Laboratorium Analisa Kimia dan Fisika Pusat (LAKFIP) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Uji pengaruh minyak atsiri terhadap individu tungau *P. citri* dilaksanakan di laboratorium IP2TP Tlekung-Batu Malang yang berada pada ketinggian 900 m di atas permukaan laut.

**Pembiakan *P. citri*.** Pembiakan *P. citri* dilakukan di rumah kaca dengan menggunakan bibit tanaman jeruk varietas manis Pacitan berumur satu tahun. Bibit tanaman jeruk yang dipilih memiliki pertumbuhan normal serta mengandung banyak daun yang telah berwarna hijau sempurna. Jumlah bibit yang dibutuhkan sebanyak lima tanaman. Tungau *P. citri* dewasa, yang dikumpulkan dari tanaman jeruk di lapangan, kemudian dipindahkan pada bibit tanaman jeruk tersebut dengan menggunakan kuas kecil. Bibit jeruk diusahakan agar tumbuh baik sehingga mampu mendukung perkembangan tungau. Kegiatan perawatan meliputi pemberian pupuk NPK sebanyak 10 gram/bulan, penyiraman, dan penyiangan.

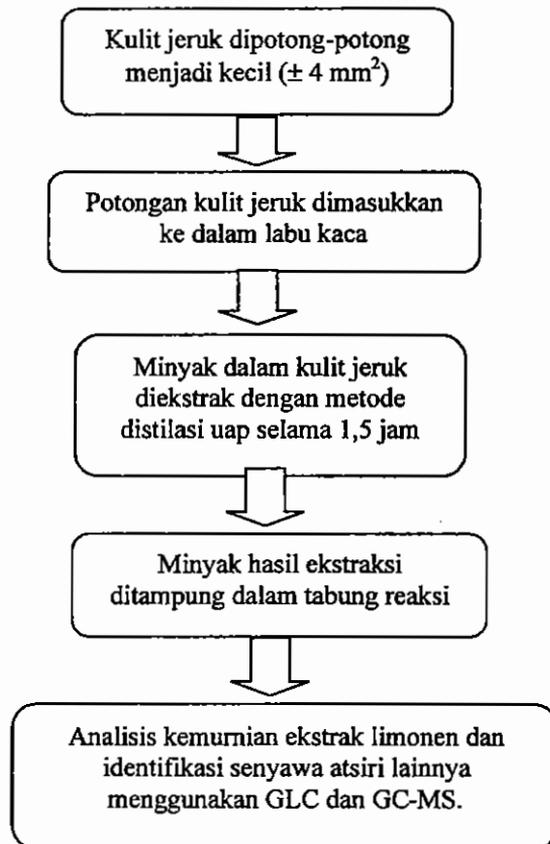
**Ekstraksi minyak atsiri dari kulit jeruk.** Metode yang digunakan adalah distilasi uap (Guenther, 1990; Guillet *et al.*, 1998). Bahan

yang digunakan untuk mendapatkan ekstrak minyak atsiri adalah kulit buah jeruk manis Pacitan dan besar Nambangan umur empat bulan. Komposisi senyawa dalam minyak atsiri jeruk manis dan 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 meter dan diameter 0,5 cm, suhu injektor 230 °C, suhu detektor 230 °C, suhu kolom 90 - 210 °C/10 °C/menit, volume injeksi 1 µL, range 10<sup>3</sup>, attenuation 16, N<sub>2</sub> 35 ml/menit, H<sub>2</sub> 0,9 kg/cm<sup>2</sup>, udara 1,8 kg/cm<sup>2</sup>, 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 DB1 dengan panjang 30 meter, suhu kolom 70 - 200 °C, suhu injektor 280 °C, Helium 10 Kpa. Untuk lebih jelasnya, prosedur ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 1.

**Pengaruh uap minyak atsiri terhadap perkembangan dan potensi reproduksi *P. citri* di laboratorium.** Kegiatan percobaan dimulai dengan mengambil daun jeruk varietas 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 diletakkan pada daun tersebut. Tiap cawan petri berisi satu 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

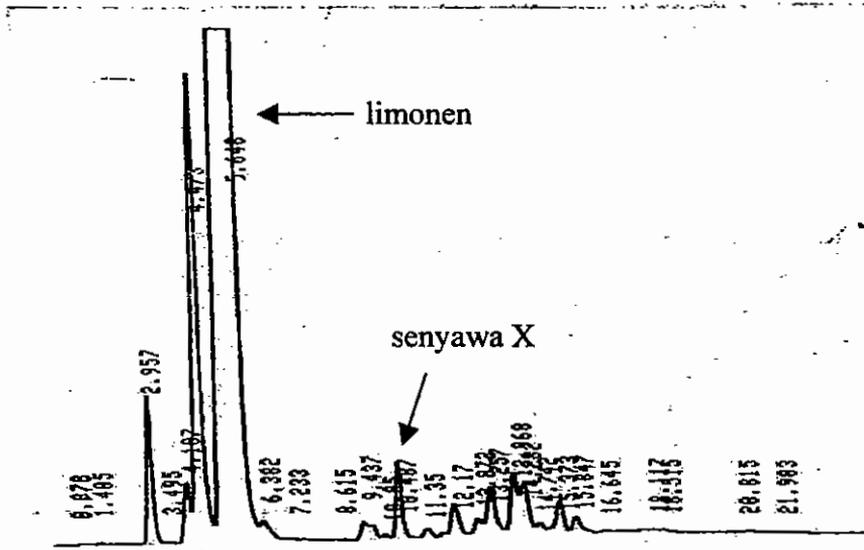
cawan petri. Larutan minyak atsiri sebanyak 1 ml di dalam cawan kecil (*syracus*) diletakkan ke dalam cawan petri tersebut. Untuk mencegah agar uap ekstrak minyak atsiri tidak hilang, daun dan larutan minyak atsiri dalam cawan petri diberi sungkup dengan gelas plastik bervolume 250 mL. Guna mencegah agar kelembaban pada ruang di dalam sungkup tidak terlalu tinggi, gelas plastik tersebut diganti tiap hari. Penggantian larutan minyak atsiri juga dilakukan setiap hari. 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 (RAL) dengan ulangan sebanyak 15 kali. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan terhadap parameter perkembangan dan potensi reproduksi *P. citri* dilakukan analisis Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Program yang digunakan untuk analisis statistik adalah SPSS 10.



Gambar 1. Prosedur ekstraksi minyak astiri dari kulit jeruk





Gambar 3. Kromatogram komponen senyawa atsiri jeruk Besar Nambangan Hasil analisis dengan Gas Liquid Chromatografi (GLC).

Tabel 1. Pengaruh minyak atsiri yang diekstrak dari kulit buah jeruk manis Pacitan dan besar Nambangan terhadap umur stadia pradewasa dan dewasa *P. Citri*

Konsentrasi (ppm)	Manis Pacitan		Besar Nambangan	
	Pradewasa (hari)	Dewasa (hari)	Pradewasa (hari)	Dewasa (hari)
10	9,00 bc	18,33 ab	9,33 b	17,73 ab
20	9,93 a	18,93 ab	9,40 b	18,00 ab
40	9,67 a	18,67 ab	11,07 a	16,87 b
80	9,73 a	18,00 ab	10,80 a	11,60 c
Parafin	9,47 ab	17,53 b	9,47 b	17,53 b
Kontrol	8,73 c	19,40 a	8,73 b	19,40 a

Keterangan : - Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

- Jumlah ulangan dalam tiap perlakuan (n) sebanyak 15.

Tabel 2. Pengaruh minyak atsiri yang diekstrak dari kulit buah jeruk manis Pacitan dan besar Nambangan terhadap potensi reproduksi dewasa *P. Citri*

Konsentrasi (ppm)	Manis Pacitan		Besar Nambangan	
	Jumlah telur diletakkan (butir)	Jumlah telur menetas (butir)	Jumlah telur diletakkan (butir)	Jumlah telur menetas (butir)
10	18,13 ab	16,07 a	17,33 a	15,00 a
20	19,20 a	13,47 bc	18,60 a	11,13 b
40	16,87 ab	11,53 c	12,73 b	9,67 b
80	15,27 b	11,93 c	8,67 c	5,13 c
Parafin	18,27 a	15,13 ab	18,27 a	15,13 a
Kontrol	18,40 a	14,67 ab	18,40 a	14,67 a

Keterangan : - Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

- Jumlah ulangan dalam tiap perlakuan (n) sebanyak 15.

Pada perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan, konsentrasi 80 ppm menyebabkan penurunan jumlah telur yang diletakkan secara nyata dibanding dengan perlakuan parafin atau kontrol. Sebaliknya pada perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan, penurunan secara nyata jumlah telur yang diletakkan oleh tungau dewasa terjadi pada konsentrasi 40 dan 80 ppm (Tabel 2). Pada parameter jumlah telur menetas, perlakuan minyak atsiri asal jeruk besar Nambangan konsentrasi 20, 40, dan 80 ppm mampu menekan telur yang menetas secara nyata dibanding kontrol atau parafin, sedangkan pada perlakuan minyak atsiri asal jeruk manis Pacitan perbedaan nyata dengan kontrol terjadi pada konsentrasi 40 dan 80 ppm (Tabel 2).

Dari hasil pengujian tersebut dapat juga dilihat bahwa minyak atsiri asal kulit jeruk besar Nambangan mempunyai efek negatif yang lebih kuat terhadap individu *P. citri* dibanding minyak atsiri asal kulit jeruk manis Pacitan. Efek negatif minyak atsiri jeruk besar Nambangan terhadap individu tungau

terjadi lebih awal dibanding minyak atsiri jeruk manis Pacitan. Efek negatif minyak atsiri jeruk besar Nambangan terjadi sejak fase pradewasa hingga fase reproduksi, sedangkan efek negatif jeruk manis Pacitan baru terjadi pada fase reproduksi (Tabel 1 dan 2). Selain itu pada konsentrasi minyak atsiri yang sama, perlakuan minyak atsiri jeruk besar Nambangan menyebabkan umur pradewasa lebih lama, umur dewasa lebih singkat, jumlah telur yang diletakkan dan menetas lebih sedikit dibanding pada perlakuan minyak atsiri jeruk manis Pacitan.

Penyebab perbedaan pengaruh tersebut kemungkinan besar karena perbedaan senyawa ikutan. Berdasarkan jenisnya, limonen minyak atsiri pada kedua varietas jeruk tersebut sama, yaitu D- limonen dan konsentrasinya juga hampir sama. Perbedaan kemungkinan terjadi pada senyawa ikutan, terutama senyawa "X" (Gambar 2 dan 3). Senyawa ikutan tersebut diduga menetralkan efek negatif limonen terhadap individu *P. citri*.

Efek negatif minyak atsiri jeruk, yang kandungan utamanya adalah limonen, dapat disebabkan oleh beberapa mekanisme. Kemungkinan pertama adalah sifat penolak dari minyak atsiri tersebut. Panda dan Kush (1995) menyatakan bahwa senyawa golongan monoterpen, termasuk limonen, merupakan bahan yang pada konsentrasi tertentu dapat bersifat sebagai penolak. Kemungkinan kedua adalah senyawa limonen dalam minyak atsiri jeruk bersifat sebagai penghambat makan. Harword *et al.* (1990) menyebutkan bahwa limonen yang berasal dari tanaman peppermint mampu menghambat pembentukan pupa larva *Peridroma saucia* melalui mekanisme penghambatan makan. Kemungkinan ketiga adalah senyawa atsiri, termasuk limonen, bekerja secara sinergis terhadap masuknya suatu metabolit sekunder ke dalam tubuh organisme. Guillet *et al.* (1998) melaporkan bahwa senyawa atsiri yang dikandung tanaman *Porophyllum ruderale* mampu meningkatkan akumulasi senyawa  $\alpha$  terthienil, suatu metabolit sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan *Ostrinia nubilalis*. Hasil analisis dengan kromatografi gas menunjukkan senyawa atsiri tersebut adalah limonen, mirsena, dan sabinena. Kemungkinan-kemungkinan mekanisme inilah yang menyebabkan terjadinya penghambatan bagi individu tungau *P. citri*, yaitu terjadinya antibiosis dan penghambat makan untuk memenuhi kebutuhan gizi minimal yang digunakan untuk ganti kulit maupun reproduksi.

## KESIMPULAN

Minyak atsiri asal kulit jeruk besar Nambangan dan manis Pacitan dapat memperpanjang umur pradewasa, mempersingkat umur dewasa, menurunkan jumlah telur yang diletakkan dan telur yang menetas dari *P. citri*. Pengaruh tersebut lebih

kuat terjadi bila individu *P. citri* diperlakukan dengan minyak atsiri asal kulit jeruk besar Nambangan dibanding dengan minyak atsiri asal jeruk manis Pacitan. Perbedaan pengaruh tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi senyawa dalam kedua minyak atsiri tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhumannavar, B.S., S.P. Singh, & V.V. Sulladmath. 1988. Evaluation of Citrus Germplasm for Resistance to The Oriental Red Mite, *Eutetranychus orientalis* Under Tropical Humid South Indian Condition. *Tropic. Pest Manag.* 34: 193 - 198.
- Djatmiadi, D., M. Istianto, O. Endarto, & L. Setyobudi. 1995. *Uji Resistensi dan Resurgensi Tungau Jeruk terhadap Beberapa Akarisida dan Fungisida*. Laporan Tahunan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 1994/1995 Sub Balai Penelitian Hortikultura Tlekung-Batu Malang.
- Guenther, E. 1990. *Minyak Atsiri, Jilid III A*. Diterjemahkan oleh R.S. Keteran. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Guillet, G., A. Belanger, & J. Arnason. 1998. Volatile Monoterpenes in *Porophyllum gracile* and *P. ruderale* (Asteraceae): Identification, Localization, and Insecticidal Synergism with  $\alpha$ -Terthienyl. *Phytochemistry* 49: 423 - 429.
- Hare, J.D., J.E. Pehrson, T. Clemens, J.A. Menger, C.W. Coggins, Jr, T.W. Embleton, & J.L. Meyer. 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.
- Harword, S.H., A.F. Moldenke, & R.E. Berry. 1990. Toxicity of Peppermint Monoterpenes to The Variegated Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1761 - 1767.

- Istianto, M., Mulyadi, E. Martono, & L. Setyobudi. 2000. *Pengaruh Senyawa Limonen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan P. citri* Mc. Gregor (Acarina:Tetranychidae) pada Jeruk. Tesis Magister Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Istianto, M., Mulyadi, E. Martono, & L. Setyobudi. 2001. Pengaruh Senyawa Limonen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan *P. citri* Mc. Gregor (Acarina:Tetranychidae) pada Kondisi Laboratorium. *Agrosains* 14(1): 45-57.
- Larson, K.C. & R.E. Berry. 1984. Influence of Peppermint Phenolics and Monoterpenes on Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *Environ. Entomol.* 13:282 - 285.
- Luczynski, A., M.B. Isman, & D.A. Raworth. 1990. Strawberry Foliar Phenolics and Their Relationship to Development of The Twospotted Spider Mite. *J. Econ. Entomol.* 83: 557-563.
- Muryati, M. Istianto, & L. Setyobudi. 1997. *Evaluasi Siklus Hidup dan Potensi Reproduksi Tungau (Tetranychus urticae Koch) pada Enam Kultivar Jeruk*. Laporan Tahunan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Buah Solok Tahun Anggaran 1996/1997.
- Nurhadi. 1991. Status Beberapa Hama pada Jeruk Keprok (*Citrus nobilis* Meyer) dan Jeruk Manis (*Citrus sinensis* Osbeck). *J. Hort.* 1: 49 -56.
- Panda, N. & G.S. Kush. 1995. *Host Plant Resistance to Insect*. CAB International and IIRI.
- Partoatmodjo, S. & C. Budiman. 1983. *Rehabilitasi Jeruk di Indonesia*. Risalah Lokakarya Penyakit CVPD dan Rehabilitasi Jeruk di Indonesia.
- Setyobudi, L., O. Endarto, C. Hermanto, L. Rosmahani, C. Mahfud, M. Suria, & M. Istianto. 1994. Base Line Survey: *Status Beberapa Hama Penting Tanaman Jeruk di Indonesia*. Laporan Tahunan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 1993/1994 Sub Balai Penelitian Hortikultura Tlekung-Batu Malang.
- Shinkaji, N. 1979. Development of Acaricide Resistance in Mite in Citrus Growers. *FFTC* 14: 124-131.
- Singh, D.P. 1986. *Breeding for Resistance to Disease and Insect Pest*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Smith, D., A. Beattie, & R. Broadley. 1997. *Citrus Pests and Their Natural Enemies*. Department of Primary Industry, Brisbane Australia.
- Soeroyo, R. 1991. *Situasi Perkembangan Jeruk: Kendala, Tantangan dan Prospek*. Risalah Lokakarya Perencanaan Program Pengembangan Jeruk. Jakarta, 18 - 19 Januari 1991. hal 3-32.
- Tripathi, A.K., V. Prajapati, S. Preet, Khanuja, & S. Kumar. 2003. Effect of d-Limonene on Three Stored-Product Beetles. *J. Econ. Entomol.* 96(3): 990-995.
- Ware, G.W. 1999. *An Introduction to Insecticides (3<sup>rd</sup> edition)*. University of Minnesota.
- 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.
- Winarno, M. 1991. *Pembibitan Jeruk Bebas Penyakit dan Penelitian untuk Mendukung Pengembangan Industri Jeruk di Indonesia*. Risalah Lokakarya Perencanaan Program Pengembangan Jeruk. Jakarta, 18 - 19 Januari 1991. hal 33-43.