

Makalah Pendukung
RESPON PARASITOID GENERALIS *Trichogramma japonicum* TERHADAP
SENYAWA *VOLATILE* YANG DIHASILKAN TANAMAN JERUK

Mofit Eko Poerwanto dan R.R. Rukmowati Brotodjojo
Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
mofit.eko@upnyk.ac.id, brotodjojo@upnyk.ac.id

Abstract

*The attractiveness of citrus plant treated with an nC21 horticultural mineral oil to *Trichogramma japonicum* (Hemiptera: Trichogrammatidae) was evaluated under laboratory conditions. Responses of *T. japonicum* to *Diaphorina citri*-infested citrus plant volatiles paired with volatiles emanating from leaves dipped in 2%, 1% and 0.5% v/v aqueous emulsions horticultural mineral oil or clean air were determined in Y-tube olfactometers. The results indicated that application of the oils attracted the parasitoid and the increase of oil concentration would increase the attractiveness. This showed that detection of specific plant volatiles as if infested by *D. citri* contributed to their response to oil deposits on the citrus leaves. The presence of oil may lead to the release of attractant volatiles for parasitoid from citrus leaves.*

Keywords: *citrus, horticultural mineral oil, plant volatile, *Trichogramma japonicum*, *Diaphorina citri**

PENDAHULUAN

Serangga herbivora menggunakan senyawa *volatile* dengan jenis dan intensitas yang spesifik sebagai sumber penanda kimia untuk menentukan lokasi tanaman inangnya (Campbell and Borden, 2006), dan menemukan bagian tanaman yang masih bebas dari serangga lain yang merupakan pesaingnya (Pallini *et al.*, 1997). Senyawa *volatile* tersebut akan ditangkap oleh neuron reseptor pada antena. Responnya tergantung pada jenis dan intensitas senyawa yang tertangkap (Bichao *et al.*, 2005; Ulland *et al.*, 2006). Aplikasi minyak mineral pada tanaman jeruk untuk pengelolaan penyakit CVPD, disamping mampu menurunkan jumlah *Diaphorina citri* sebagai vektor CVPD, juga mampu meningkatkan jumlah musuh alaminya (predator) relatif lebih tinggi dari pada tanaman yang tidak diperlakukan (kontrol) (Poerwanto, 2010).

Minyak mineral merupakan minyak berjenis parafin dengan rantai atom karbon (C) non siklik yang tersusun oleh 21 sampai dengan 25 atom karbon. Bahan ini tidak bersifat toksik, baik terhadap herbivora maupun tanaman. Cara kerja dari minyak mineral adalah melapisi permukaan tanaman sehingga *volatile* yang digunakan sebagai penanda keberadaan inang oleh herbivora tidak dapat dikeluarkan oleh tanaman. Hal tersebut mengakibatkan herbivora tidak dapat menemukan inangnya sehingga tanaman terbebas dari serangan herbivora (Beattie *et al.* 2002).

Pola perilaku pencarian inang yang paling umum dan banyak dijadikan acuan meliputi 3 tahap sederhana. Pertama, parasitoid harus dapat menemukan lokasi tempat inang herbivoranya berada, tahap ini dikenal sebagai pencarian habitat inang (*host habitat location*). Untuk dapat menemukan lokasi habitat inangnya parasitoid menggunakan penanda fisik dan kimia (Nordlund, 1994). Setelah memasuki habitat inang, parasitoid secara khusus mencari inangnya, proses ini disebut pencarian inang (*host location*). Pada waktu menemukan serangga herbivora, parasitoid akan memeriksa herbivora dengan antenanya (*antennating*), kemudian akan menusukkan ovipositornya untuk mengetahui apakah herbivora tersebut cocok untuk meletakkan telur dan/atau sumber makanan (*host feeding*). Apabila tidak cocok, maka ovipositor akan ditarik dan parasitoid akan meninggalkan herbivora tersebut. Apabila dianggap cocok, maka akan dilanjutkan ke tahap ketiga yaitu penerimaan inang, yang ditunjukkan dengan parasitoid meletakkan telur dalam tubuh herbivora (Doutt, 1964; Nordlund *et al.*, 1981; Godfray, 1994; Nordlund, 1994; Schmidt, 1994; van Alphen & Jervis, 1996).

Pola sederhana herbivora dalam pencarian inang, dapat dikembangkan dengan memasukkan faktor fisiologis dan mekanisme yang terkait dengan proses pencarian inang, dengan mengacu pada fungsi atau peran spesifik dalam konteks mekanisme pencarian inang secara menyeluruh dan kondisi lingkungan saat proses tersebut berlangsung (Walter, 2003). Model kedua ini lebih spesifik dan meliputi beberapa tahap yang masing-masing bersifat fungsional sebagai respon parasitoid terhadap situasi tertentu. Model tersebut merefleksikan kondisi fisiologis dan perilaku parasitoid dalam mendeteksi, menemukan dan mengenali tanda-tanda yang berkaitan dengan inang. Urutan pemilihan inang lebih bersifat dinamis daripada statis, karena perbedaan stimuli dan kondisi fisiologis akan mempengaruhi perilaku parasitoid dalam menemukan inangnya. Tahap pencarian habitat inang menjadi kurang penting apabila parasitoid dapat menemukan inang secara langsung (Lewis *et al.*, 1990; Vet *et al.*, 1990), atau jika parasitoid dapat menemukan area khusus (misalnya tanaman inang) tempat inang berada. Jika penanda yang berasal dari inang diterima langsung oleh parasitoid, seperti dalam area kecil di laboratorium atau pada beberapa kondisi khusus di lapang, maka tahap pertama dapat dilewati dan langsung ke tahap berikutnya dengan memanfaatkan seluruh data lingkungan untuk menemukan inang. Senyawa kimia yang berasal dari tanaman dan serangga inang merupakan penanda penting yang digunakan parasitoid dalam proses pencarian inang (Vinson, 1976; Noldus, 1989; Rutledge, 1996). Tanaman memproduksi senyawa kimia *volatile* dan *semi-volatile* dengan konsentrasi yang berbeda sepanjang hari dan pada kondisi cuaca tertentu. Senyawa tersebut berfungsi sebagai pemikat jarak jauh (*long-range attractant*) bagi parasitoid untuk mendekati tanaman inang (Charron & Cantliffe, 1995). Senyawa *volatile* tanaman digunakan parasitoid untuk menemukan daerah tempat inangnya berada (Vinson, 1985). Senyawa kimia tersebut disebut sinomon (*synomones*) (Nordlund *et al.*, 1981).

Respon parasitoid terhadap senyawa *volatile* tanaman bervariasi tergantung spesies parasitoid. Parasitoid larva biasanya memberikan respon yang kuat terhadap senyawa *volatile* yang timbul karena tanaman dirusak oleh herbivora (Turling *et al.*, 1990, 1991; Geervliet *et al.*, 1994; Guerrieri *et al.*, 1999; Neveu *et al.*, 2002). Beberapa parasitoid telur diketahui ada yang memberikan respon terhadap senyawa *volatile* yang berasosiasi dengan kegiatan makan inang atau kerusakan jaringan tanaman akibat peletakan telur (misalnya

Meiners & Hilker, 2000; Hilker *et al.*, 2002; Collazza *et al.*, 2004). Parasitoid telur generalis, misalnya *Trichogramma*, dianggap akan memberikan respon terhadap senyawa *volatile* yang umum terdapat pada banyak tanaman dibanding senyawa *volatile* spesifik yang hanya terdapat pada tanaman tertentu (Romeis *et al.*, 2005). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari apakah *Trichogramma japonicum* akan memberikan respon terhadap *volatile* yang dihasilkan oleh tanaman jeruk yang diinfeksi oleh *D. Citri* dan tanaman jeruk yang diperlakukan dengan minyak mineral yang biasa digunakan untuk pengendalian hama pada tanaman jeruk.

METODE PENELITIAN

1. Pembiakan masal *Diaphorina citri*

Diaphorina citri dibiakkan pada tanaman kemuning. Telur *D. citri* diperoleh dari tanaman jeruk di lapangan dan dibiakkan pada tanaman kemuning. Telur yang diperoleh ditetaskan pada tunas-tunas pucuk kemuning yang ditanam dalam pot (\varnothing 17 cm, tinggi 12 cm dan \varnothing 25 cm, tinggi 18 cm) yang ditutup dengan kain kasa (panjang 100 cm, lebar 100 cm, tinggi 100 cm). Kemuning selanjutnya secara berkala dipupuk, dibersihkan dari sisa-sisa ekskresi nimfa *D. citri* dan dipangkas untuk menumbuhkan tunasnya untuk tempat peletakan telur *D. citri*.

2. Pembiakan masal parasitoid *Trichogramma* sp.

Trichogramma sp. yang merupakan parasitoid telur yang bersifat generalis, diperoleh dari PG. Madukismo, Yogyakarta. Parasitoid tersebut dibiakkan menggunakan telur *Corcyra cephalonica* yang direkatkan pada pias kertas (1x10 cm) menggunakan gom arab. Pias yang berisi telur inang terparasit dimasukkan dalam tabung gelas (3x15 cm), setelah imago parasitoid muncul pias baru dimasukkan dan dibiarkan selama 24 jam untuk parasitisasi. Pias baru diganti setiap hari. Pias yang sudah terparasit dimasukkan dalam tabung gelas dan diinkubasikan dalam temperatur kamar. Telur yang terparasit akan berubah warna menjadi hitam. Imago parasitoid diberi pakan madu pekat yang dioleskan tipis merata pada sepotong kertas manila (1x5 cm).

3. Minyak mineral

Minyak mineral yang digunakan dari golongan HMO (nC21 Horticultural Mineral Oil, Sunspray UltraFine®), dengan nilai UR (unsulfonated residue) \geq 92%. Karakteristik penggunaan minyak tersebut terinci dalam Beattie *et al.* (2002), sedangkan sifat kimia dan klasifikasinya dijelaskan Agnello (2002) dan Kuhlmann & Jacques (2002).

4. Pengujian ketertarikan parasitoid terhadap *volatile* tanaman jeruk

Olfaktometer tabung Y terbuat dari tabung gelas transparan berdiameter dalam 10 mm dengan panjang masing-masing batang dan lengannya 100 mm dengan sudut antar lengannya 45°. Pipa plastik berdiameter dalam 2,3 mm menghubungkan lengan olfaktometer dengan sumber stimulus, dan batang olfaktometer dengan pompa hisap. Sumber stimulus ditempatkan pada tabung gelas transparan, berdiameter dalam 47 mm dengan panjang 264 mm. Ujung tabung ditutup dengan karet busa yang dihubungkan dengan lengan olfaktometer melalui pipa plastik. Pangkal tabung ditutup dengan karet busa yang dihubungkan dengan tabung plastik berisi arang aktif.

Udara dari luar tabung sumber stimulus dihisap masuk tabung melalui pipa plastik teflon yang berisi kapas basah dan arang aktif, untuk menyaring udara yang masuk. Udara

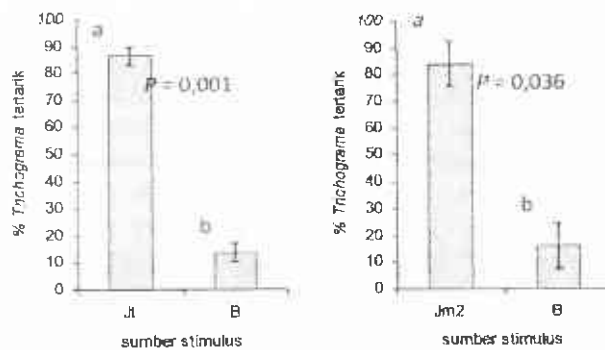
dalam tabung selanjutnya dihisap keluar melalui pipa plastik teflon disambungkan dengan lengan olfaktometer. Respon parasitoid terhadap sumber stimulus diuji secara berpasangan seperti tertera pada Tabel 1. Sepuluh parasitoid dimasukkan dalam batang olfaktometer. Diamati jumlah parasitoid yang bergerak dan sampai pada masing-masing ujung lengan selama 30 menit. Percobaan diulang sepuluh kali dengan menggunakan parasitoid baru. Tanaman jeruk diganti dengan yang baru setelah dipakai untuk lima ulangan. Posisi sumber stimulus diganti bergiliran pada lengan olfaktometer kanan dan kiri, untuk menghindari bias posisi. Data respon parasitoid *Trichogramma japonicum* terhadap sumber stimulus dianalisis dengan uji t.

Tabel 1. Uji olfaktometer secara berpasangan terhadap berbagai sumber stimulus

Uji	Sumber volatile yang dibandingkan		
I	Tanaman jeruk mengandung telur <i>D. citri</i> (Jt)	dengan	Tanpa tanaman jeruk (blank) (B)
II	Tanaman jeruk diaplikasi minyak 2% (Jm2)	dengan	Tanpa tanaman jeruk (blank) (B)
III	Tanaman jeruk diaplikasi minyak 2% (Jm2)	dengan	Tanaman jeruk mengandung telur <i>D. citri</i> (Jt)
IV	Tanaman jeruk diaplikasi minyak 1% (Jm1)	dengan	Tanaman jeruk mengandung telur <i>D. citri</i> (Jt)
V	Tanaman jeruk diaplikasi minyak 0,5% (Jm05)	dengan	Tanaman jeruk mengandung telur <i>D. citri</i> (Jt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji olfaktometer pada parasitoid *Trichogramma japonicum* (Gambar 1.) menunjukkan bahwa sebagian besar parasitoid secara nyata tertarik bergerak menuju sumber stimulus tanaman jeruk, baik diaplikasi dengan minyak mineral ($84,09 \pm 8,51$ %) maupun tanpa minyak ($86,36 \pm 3,45$ %).

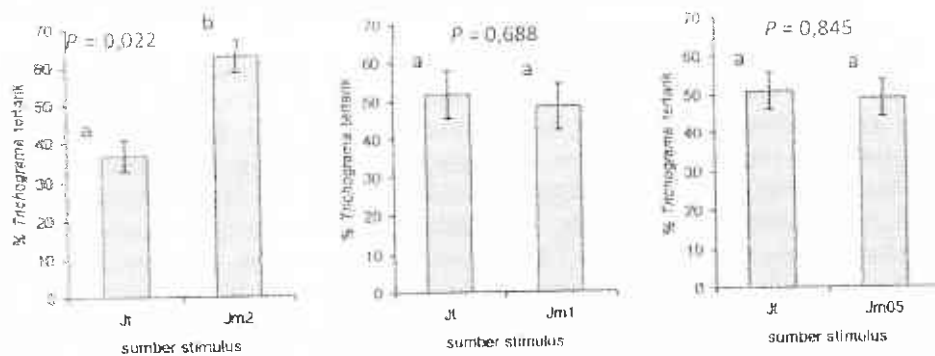


Gambar 1. Persentase *Trichogramma japonicum* yang tertarik pada sumber stimulus tanaman jeruk mengandung telur *D. citri* (Jt), tanaman jeruk diaplikasi minyak 2% (Jm2), dibandingkan dengan tanpa tanaman jeruk (blank) (B)

pada uji olfaktometer secara berpasangan. Kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji t.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parasitoid *T. japonicum* mampu mengenali tanaman jeruk sebagai habitat inangnya, meskipun telur *D. citri* tidak tercatat sebagai inangnya. *Trichogramma japonicum* merupakan parasitoid telur yang bersifat generalis sehingga dianggap memberikan respon terhadap senyawa volatile yang umum dihasilkan oleh tanaman seperti yang dikemukakan oleh Romeis *et al.*, 2005. Namun demikian penelitian menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Penelitian menggunakan olfaktometer menunjukkan bahwa *T. chilonis* Ishii betina memberikan respon terhadap dua senyawa volatile tanaman (*Z*)-3-hexenyl acetate and hexyl acetate (Reddy *et al.*, 2002), yang terdapat pada banyak tanaman (Charron & Cantliffe, 1995). Rekaman electroantennogram menunjukkan bahwa parasitoid tersebut juga memberikan respon yang kuat terhadap citronellal, phytol, caryophyllene, *R*-(+)-limonene, linalool, carvacrol and citronellol, semua adalah senyawa volatile yang umum terdapat pada tanaman (Sen *et al.*, 2005). Meskipun demikian penelitian lain menunjukkan bahwa *Trichogramma chilonis* memberikan respon yang berbeda terhadap senyawa volatile yang berasal dari tanaman yang beda. *T. chilonis* lebih tertarik pada bau tanaman cabai dari pada tembakau, terong atau wortel (Boo & Yang, 1998), sedangkan *T. pretiosum* Riley tertarik pada bau tanaman inang (tomat, kobis dan jagung) dan bau sisik ngengat *Helicoverpa armigera* Hübner dan *Spodoptera litura* Fabricius yang merupakan inang parasitoid tersebut, tetapi tidak tertarik bau tanaman bukan inang (*Ochra serrata* (Hochst.) Walp.) (Brotodjojo, 2007). Pada percobaan menggunakan terowongan udara (*wind tunnel*), *Trichogramma pretiosum* (Riley) terpicat oleh seks feromon *Helicoverpa zea* tetapi tidak tertarik oleh seks feromon *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) yang tercatat sebagai inang *T. pretiosum* tapi tingkat parasitasi di lapang sangat rendah (Sa & Parra, 1994).

Aplikasi minyak mineral pada tanaman jeruk ternyata tetap mampu menarik parasitoid *T. japonicum* (Gambar 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa volatile tanaman jeruk yang digunakan sebagai penanda habitat inangnya oleh parasitoid masih dilepaskan oleh tanaman, meskipun tanaman jeruk tidak diinfestasi oleh serangga hama apapun. Efek aplikasi minyak mineral ternyata sama dengan efek tanaman jeruk yang diinfestasi dengan serangga hama *D. citri* (Gambar 2.). Efek tersebut semakin tinggi dengan semakin meningkatnya konsentrasi minyak mineral.



Gambar 2. Persentase *Trichogramma japonicum* yang tertarik pada sumber stimulus tanaman jeruk diaplikasi minyak 2% (Jm2), 1% (Jm1), dan 0,5% (Jm05) dibandingkan dengan tanaman jeruk mengandung telur *D. citri* (Jt) pada uji olfaktometer secara berpasangan. Kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji t.

Ketertarikan *T. japonicum* terhadap tanaman jeruk yang diaplikasi dengan minyak konsentrasi 0,5% ($49,04 \pm 4,71$ %) dan terhadap tanaman jeruk yang mengandung telur *D. citri* ($50,96 \pm 4,71$ %) adalah sama. Efek tersebut meningkat dengan aplikasi minyak konsentrasi 1% ($51,64 \pm 6,14$ %) meskipun tidak berbeda nyata dengan tanaman jeruk yang mengandung telur *D. citri* ($48,36 \pm 6,14$ %). Tanaman jeruk yang diaplikasi dengan minyak konsentrasi 2% secara nyata meningkatkan ketertarikan *T. japonicum* ($62,98 \pm 4,17$ %), lebih tinggi dibandingkan pada tanaman jeruk yang mengandung telur *D. citri* ($37,02 \pm 4,17$ %). Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak mineral memicu peningkatan stres pada tanaman dan akan melepaskan *volatile* peranda serangan serangga herbivora relatif lebih banyak. Senyawa *volatile* tersebut akan ditangkap oleh neuron reseptor pada antena serangga. Respon serangga akan semakin tinggi dengan semakin meningkatnya intensitas senyawa *volatile* yang tertangkap (Bichao *et al.*, 2005; Ulland *et al.*, 2006). Xue (2007), melaporkan bahwa tanaman kacang *Phaseolus vulgaris* L. yang disemprot dengan minyak mineral memproduksi senyawa *volatile* dengan intensitas lebih tinggi. Senyawa tersebut diduga sejenis dengan senyawa *volatile* yang secara alami dilepaskan saat tanaman tersebut terserang hama tungau *Tetranychus urticae* Koch. Penyemprotan minyak mineral tersebut juga meningkatkan populasi *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot yang merupakan predator tungau tersebut. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Liu *et al.* (2002), Nguyen & Beattie (2005), dan Nguyen *et al.* (2007) pada lalat buah Queensland (*Bactrocera tryoni* Froggatt) yang diduga ditimbulkan oleh proses *mimicry* senyawa C6 dan C8 *volatile* daun.

KESIMPULAN

Aplikasi minyak mineral pada tanaman jeruk mampu menarik kehadiran parasitoid generalis *T. japonicum*, seperti saat tanaman jeruk diinfeksi oleh *D. citri*. Ketertarikan parasitoid meningkat dengan peningkatan konsentrasi minyak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional atas dukungan dana penelitian melalui program Penelitian Fundamental tahun 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnello, A.M. (2002) Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. *Spray Oils Beyond 2000* (eds. G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Hart). pp. 2-18. Sydney: University of Western Sydney.
- Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M.L., Rae D.J. and R.N. Spooner-Hart. (2002) *Spray Oils Beyond 2000*. Sydney: University of Western Sydney.
- Bichao H, Borg-Karlson AK, Araujo J, Mustaparta H. 2005. Five types of olfactory receptor neurons in the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi*: selective responses to inducible host-plant volatiles. *Chemical Senses* 30, 153-170
- Boo, K.S., Yang, J.P. 1998. Olfactory response of *Trichogramma chilonis* to *Capsicum annuum*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 1, 123-129.
- Brotodjojo, R.R.R. 2007. Host-searching Behaviour of a Generalist Egg Parasitoid – Responses to Alternative Hosts With Different Physical Characteristics. Thesis. The University of Queensland, Australia. 180p.
- Campbell, S.A., Borden, J.H. 2006. Close-range, in-flight integration of visual and olfactory information by a host-seeking bark beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 120, 91-98.
- Charron, C.S., Cantliffe, N.J. 1995. Volatile emissions from plants. *Horticultural Reviews* 17, 43-72.
- Colazza, S., Fucarino, A., Peri, E., Salerno, G., Conti, E., Bin, F. 2004. Insect oviposition induces volatile emission in herbaceous plants that attracts egg parasitoids. *Journal Experimental Biology* 207, 47-53.
- Geervliet, J. B. F., Vet, L. E. M. & Dicke, M., 1994. Volatiles from damaged plants as major cues in long-range host-searching by the specialist parasitoid *Cotesia rubecula*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73, 289-297.
- Godfray, H.C.J. 1994. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, Princeton.
- Guerrieri, E., Poppy, G. M., Powell, W., Tremblay, E., Pennacchio, F. 1999. Induction and Systemic Release of Herbivore-Induced Plant Volatiles Mediating In-Flight Orientation of *Aphidius ervi*. *Journal of Chemical Ecology* 25, 1247-1261.
- Hilker, M., Kobs, C., Varama, M., Schrank, K. 2002. Insect deposition induces *Pinus sylvestris* to attract egg parasitoids. *Journal of Experimental Biology* 205, 455-461.
- Kuhlmann, B. and Jacques, D.F. 2002. Classifications, standards and nomenclature— mineral oils, agricultural mineral oils and horticultural mineral oils. *Spray Oils Beyond 2000* (eds. G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Hart). pp. 29–38. Sydney: University of Western Sydney.

- Lewis, W.J., Vet, L.E.M., Tumlinson, J.H., van Lenteren, J.C., Papaj, D.R. 1990. Variations in parasitoid foraging behavior: Essential element of a sound biological control theory. *Environmental Entomology* 19, 1183-1193.
- Liu, Z.M., Beattie, G.A.C, Johnson D., Spooner-Hart, R. 2002. Influence of deposits of a horticultural mineral oil and selected fractions of paraffinic and naphthenic petroleum-derived oils on oviposition by Queensland fruit fly on tomato fruit. *In: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae and Spooner-Hart (eds). Spray oils beyond 2000 sustainable pest and disease management*, pp. 142-146.
- Meiners, T. & Hilker, M. 2000. Induction of plant synomones by oviposition of a phytophagous insect. *Journal of Chemical Ecology* 26, 221-231.
- Neveu, N., Grandgirard, J., Nenon, J.P., & Cortesero, A.M., 2002. Systemic release of herbivore-induced plant volatiles by turnips infested by concealed root-feeding larvae *Delia radicum* L. *Journal of Chemical Ecology* 28, 1717-1732.
- Nguyen VL, Beattie GAC. 2005. Use of white mineral oils in IPM, with special emphasis on behavioural effects of oil deposits on arthropods. Proceedings of the 5th Việt Nam National Conference on Entomology, Ha Noi, Việt Nam, 11-12 April 2005 (eds. Vu Quang Con et al.) pp. 428-434.
- Nguyen VL, Meats A, Beattie GAC, Spooner-Hart, Liu ZM, Jiang L. 2007. Behavioural responses of female Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni*, to mineral oil deposits. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 122, 215-221.
- Noldus, L.P.J.J. 1989. Semiochemicals, foraging behaviour and quality of entomophagous insects for biological control. *Journal of Applied Entomology* 108, 425-451.
- Nordlund, D.A., Lewis, W.J., Gross, H.R.Jr. 1981. Elucidation and employment of semiochemicals in the manipulation of entomophagous insects. *In: Mitchell E.R. (Ed). Management of Insect Pests with Semiochemicals*. Plenum Press. New York. pp. 463-475.
- Pallini, A., Jansen, A., Sabelis, M.W. 1997. Odour-mediated responses of herbivores mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia*. 110, 179-185.
- Poerwanto, M.E. 2010. The impact of mineral oils to the feeding and oviposition behaviour of *Diaphorina citri* Kuwayama. Dissertation. Gadjah Mada University. 110 pp.
- Reddy, G.V.P., Holopainen, J.K., Guererro, A. 2002. Olfactory responses of *Plutella xylostella* natural enemies to host pheromone, larval frass, and green leaf cabbage volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 28, 131-143.
- Romeis, J., Babendreier, D., Wäckers, F.L., Shanower, T.G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoid-underlying mechanisms and implications. *Basic and Applied Ecology* 6, 215-236.
- Rutledge, C.E. 1996. A survey of identified kairomones and synomones used by insect parasitoids to locate and accept their hosts. *Chemoecology* 7, 121-131.
- Sa, L.A.N. de & Parra, J.R.P. 1994. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Florida Entomologist* 77, 185-188.

- Schmidt, J.M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In: Wajnberg, E. & Hassan, S.A. (Eds). *Biological Control with Egg Parasitoids*. CAB International. Wallingford. pp. 165-200.
- Sen, A., Raina, R., Joseph, M., Tungikar, V.B. 2005. Response of *Trichogramma chilonis* to infochemicals: an SEM and electrophysiological investigation. *BioControl* 50, 429-447.
- Turling, T.C.J., Tumlinson, J.H. & Lewis, W.J. 1990. Exploitation of Herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250, 1251-1253.
- Turlings, T. C. J., Tumlinson, J. H., Eller, F. J. & Lewis, W. J. 1991. Larval-damaged plants: source of volatile synomones that guide the parasitoid *Cotesia marginiventris* to the micro-habitat of its hosts. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 58, 75-82.
- Ulland S, Iand E, Borg-Karlson AK, Mustaparta H. 2006. Discrimination between enantiomers of linalool by olfactory receptor neurons in the cabbage moth *Mamestra brassicae* (L.). *Chemical Senses* 31, 325-334
- van Alphen, J.J.M., Jervis, M.A. 1996. Foraging behaviour. In: Jervis, M. & Kidd, N. (Eds). *Insect Natural Enemies: Practical approaches to their study and evaluation*. Chapman & Hall. London. pp. 1-62.
- Vet, L.E.M., Lewis, W.J., Papaj, D.R., van Lenteren, J.C. 1990. A variable response model for parasitoid foraging behavior. *Journal of Insect Behaviour* 3, 471-491.
- Vinson, S.B. 1976. Host selection by insect parasitoids. *Annual Review of Entomology* 21, 109-133.
- Walter, G.H. 2003. *Insect Pest Management and Ecological Research*. Cambridge University Press. Cambridge. 387pp.
- Xue, YG. 2007. Effects of an nC24 agricultural mineral oil on tritrophic interactions between French bean (*Phaseolus vulgaris* L.), two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Koch) and its predator, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. PhD thesis. Sydney: University of Western Sydney. 210 pp.

HASIL DISKUSI

1. *Pertanyaan: Mahargono (BPTP Yogyakarta)*
Apakah minyak mineral berperan sebagai repellent bagi hama?

Jawaban:

Tujuan penggunaan minyak mineral adalah untuk mengurangi residu, karena sifatnya mudah menguap, pada suhu 28-32 °C dapat hilang setelah 1 minggu.

2. *Pertanyaan: Sutardi (BPTP Yogyakarta)*
Apa sebenarnya tujuan penggunaan minyak mineral?

Jawaban:

Sifat minyak mineral bukan mematikan hama, tetapi mengacaukan sensor hama sehingga tidak dapat menemukan tanaman. Sifat minyak mineral lainnya adalah menutup bau yang dikeluarkan oleh tanaman, namun mungkin juga mengusir hama

3. *Pertanyaan: Bambang Nugroho (Faperta UM Purwokerto)*

- a. Ada berapa banyak minyak mineral ?
- b. Bagaimana penerapan minyak mineral di lapangan ?

Jawaban:

Contoh minyak mineral adalah minyak bayi. Minyak mineral sulit diencerkan, dalam bentuk emulsi hanya bertahan 5 menit dan setelah itu akan terpisah kembali, dalam penerapannya perlu pengocokan. Aplikasi di dataran tinggi dapat bertahan lebih lama, namun beresiko menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman