

LALAT PENGOROK DAUN, *Liriomyza* sp. (DIPTERA: AGROMYZIDAE), HAMA BARU PADA TANAMAN KEDELAI DI INDONESIA

Yuliantoro Baliadi dan Wedanimbi Tengkanu

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Jalan Raya Kendalpayak, Kotak Pos 66 Malang 65101
Telp. (0341) 801468, Faks. (0341) 801496, E-mail: blikabi@telkom.net

Diajukan: 26 Mei 2009; Diterima: 11 Januari 2010

ABSTRAK

Lalat pengorok daun (*Liriomyza* sp.) ditemukan menginfestasi tanaman kedelai pada tahun 2007. Larva lalat pengorok daun merusak daun kedelai dengan membuat liang korokan beralur warna putih bening pada bagian mesofil daun dan berpotensi menurunkan hasil hingga 20%. Selain pada kedelai, gejala serangan yang sama juga ditemukan pada kacang hijau, kacang tunggak, kacang panjang, komak, kacang adzuki, buncis, dan 42 jenis tanaman lainnya termasuk gulma. Empat spesies lalat pengorok daun yang diketahui menginfestasi tanaman kedelai adalah *L. sativae*, *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, dan *L. bryoniae*. Pengendalian kimia dapat menimbulkan masalah karena lalat memiliki kemampuan genetik yang tinggi untuk menjadi tahan terhadap insektisida kimia. Pada habitat aslinya (subtropis), *Liriomyza* sp. tergolong serangga berstrategi-r, yaitu memiliki kemampuan reproduksi tinggi, cepat mengkoloni habitat, dan kisaran inangnya luas. Habitat tropis dengan ketersediaan tanaman inang sepanjang tahun dan penggunaan insektisida kimia yang kurang bijaksana memungkinkan lalat pengorok daun menjadi hama penting pada kedelai. Pada habitat alaminya, populasi lalat pengorok daun rendah akibat pengendalian alami oleh parasitoid dan predator, salah satunya adalah parasitoid *Hemiptarsenus varicornis*. Oleh karena itu, perlu disiapkan teknologi pengendalian yang lebih memberdayakan peran musuh alami daripada insektisida kimia. Makalah ini menelaah gejala dan akibat serangan lalat pengorok daun, spesies dan biologi, tanaman inang, musuh alami, pemantauan, dan rekomendasi pengendaliannya.

Kata kunci: Kedelai, lalat pengorok daun, *Liriomyza*, spesies, biologi, musuh alami, PHT

ABSTRACT

Leafminer, Liriomyza sp. (Diptera: Agromyzidae), a new pest of soybean in Indonesia

Leaf miner flies (*Liriomyza* sp.) have been found infesting soybean crops in Indonesia since 2007. The larvae damage leaves by making serpentine tunnels while feeding on leaf palisade tissues, which may cause reductions in soybean yield up to 20%. Beside soybean, such symptoms were also found on mungbean, cowpea, yard long bean, lablab, adzuki bean, common bean, and 42 other crops included weeds. Four species reported attack soybean were *L. sativae*, *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, and *L. bryoniae*. Chemical control causes problem due to the high genetic capability of the miner becoming resistant against insecticide. Naturally, *Liriomyza* sp. employed the r-strategy, i.e. high reproduction, fast habitat colonization, and poses many alternate hosts. Tropical agroecosystem which continuously provides a diverse host plant and unwisely of the insecticide application probably will induce the leaf miner become an important pest on soybean. Under natural habitat, the population of leaf miner is controlled by their natural enemies (parasitoid and predator). *Hemiptarsenus varicornis* is one of local parasitoid which effective and adaptive in Indonesia. The habitat management that increases the natural enemies function is recommended for avoiding the occurrence of insecticide resistance. The present report discusses the leaf miner as a new pest on soybean in Indonesia completed with review of symptoms and damages, species and biology, hosts, natural enemies, monitoring, and its integrated control measures.

Keywords: Soybean, *Liriomyza*, species, biology, hosts, natural enemies, IPM

Gejala berupa liang korokan beralur warna putih bening pada bagian mesofil daun, belakangan ini banyak ditemukan pada daun tanaman kedelai di

Indonesia. Jumlah alur korokan pada satu daun kedelai bervariasi, bergantung pada jumlah larva yang menetas. Pada serangan lanjut, liang korokan berubah warna

menjadi kecoklatan dan di dalamnya larva berkembang. Gejala tersebut merupakan ciri khas serangan lalat pengorok daun, *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae)

(Oscar dan van Lanteren 1986; Hofsvang *et al.* 2005).

Daerah endemis *Liriomyza* sebelumnya hanya terbatas di California, kemudian menyebar ke Amerika Selatan (Spencer 1973). Pada habitat aslinya, *Liriomyza* sp. mengembangkan strategi reproduksi-r. Menurut Tarumingkeng (1994) dan Price (1997), serangga jenis ini menghasilkan keturunan yang banyak dalam waktu singkat karena cepat menggunakan sumber makanan, beradaptasi baik terhadap lingkungan, dan mempunyai kemampuan mengkolonisasi habitat. Penggunaan insektisida kimia yang berlebihan mendorong serangga ini menjadi tahan terhadap insektisida kimia (Parrella dan Keil 1984). Keturunan hama yang tahan kemudian menyebar ke berbagai negara di Afrika, Eropa, dan Asia melalui perdagangan bunga potong dan sayuran segar (Rauf 1995). Rauf (1997) memperkirakan *Liriomyza* sp. sebagai hama pendatang baru di Indonesia juga masuk melalui pengiriman bunga potong pada awal tahun 1990-an (Rauf 1997).

Pada tahun 1994, *Liriomyza* sp. pertama kali ditemukan menyerang pertanaman kentang di daerah Cisarua, Bogor (Rauf 1995). Hama ini kemudian menyebar ke beberapa daerah di Jawa, Sumatera, dan Sulawesi dan menimbulkan kerusakan berat pada tanaman lain, seperti mentimun, buncis, dan kacang merah (Rauf *et al.* 2000; Rosa 2002). Kehilangan hasil pada tanaman kentang akibat hama ini mencapai 34% (Setiawati *et al.* 1997) dan pada tanaman buncis 70% (Shepard *et al.* 1996). Penurunan hasil disebabkan oleh korokan larva pada jaringan mesofil daun (Oscar dan van Lanteren 1986).

Untuk mengendalikan *Liriomyza* sp., petani kentang umumnya menggunakan insektisida 1–2 kali seminggu (Rauf *et al.* 2000). Penyemprotan insektisida yang tidak selektif diduga sebagai penyebab utama terjadinya ledakan lalat pengorok daun, karena musuh alami lalat ini sangat rentan terhadap insektisida (Johnson *et al.* 1980). Selain itu, pengendalian dengan insektisida dapat mengakibatkan komplikasi pada biologi lalat pengorok daun, seperti mobilitas imago menjadi tinggi dan populasi telur dan larva yang terlindung dalam jaringan daun meningkat (Parrella 1987).

Hingga tahun 2007, *Liriomyza* sp. belum dinyatakan sebagai hama pada tanaman kedelai di Indonesia (Tengkano dan Soehardjan 1985; Marwoto dan

Hardiningsih 2007; Baliadi *et al.* 2008), walaupun pada tahun 2005 gejala serangannya pada tanaman kedelai telah ditemukan di Sumatera Selatan (Tengkano *et al.* 2006), Jawa Timur, Jawa Barat, Bali, dan Lombok (Tengkano *et al.* 2006; Tengkano 2007). Empat spesies lalat pengorok daun yang menginfestasi tanaman kedelai di Asia Tenggara adalah *L. sativae*, *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, dan *L. bryoniae* (Tokumaru dan Abe 2006). Hofsvang *et al.* (2005) menyatakan bahwa *L. sativae* adalah spesies yang invasif pada tanaman kedelai di Asia Tenggara. Tanaman kedelai yang terserang pada stadia awal rentan terhadap penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*. Serangan berat dapat menyebabkan daun kedelai gugur lebih dini (Baliadi 2009). Laju fotosintesis daun yang terserang *Liriomyza* sp. menjadi rendah (Trumble *et al.* 1985) dan liang korokan berfungsi sebagai prekursor serangan patogen cendawan (Price dan Harbaugh 1981) dan virus (Zitter dan Tsai 1977). Oleh karena itu, *Liriomyza* sp. berpotensi menjadi hama penting pada tanaman kedelai.

Saat ini, informasi mengenai dampak serangan lalat pengorok daun pada tanaman kedelai di Indonesia sangat terbatas. Kurangnya penelitian tentang lalat pengorok daun pada tanaman kedelai menyebabkan belum diketahuinya tingkat kerusakan serangan hama ini dan pengaruhnya terhadap hasil panen. Kombinasi pengaruh buruk insektisida terhadap musuh alami dan munculnya ketahanan hama terhadap insektisida memerlukan strategi pengendalian yang lebih baik. Tulisan ini mendiskusikan gejala dan akibat serangan lalat pengorok daun, spesies dan tanaman inang, musuh alami, dan pengendalian secara terpadu lalat pengorok daun.

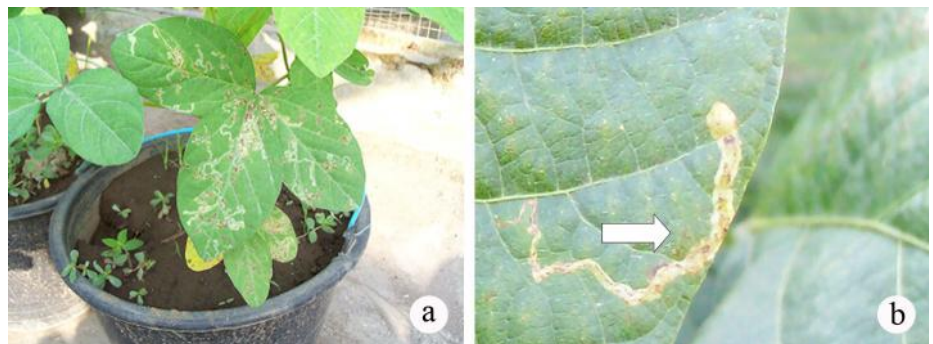
GEJALA DAN AKIBAT SERANGAN

Gejala serangan lalat pengorok daun pada tanaman kedelai mudah dikenali dengan adanya liang korokan beralur warna putih bening pada bagian mesofil daun (Gambar 1). Apabila liang korokan tersebut dibuka, akan terlihat larva yang aktif bergerak. Larva hidup dan makan di dalam liang korokan. Pada satu helaian daun kedelai dapat dijumpai lebih dari satu liang korokan. Pada serangan lanjut, warna liang korokan berubah menjadi kecoklatan, daun layu, dan gugur (Gambar 2).

Imago lalat pengorok daun menusukkan opovisitornya pada daun-daun muda, walaupun gejala juga muncul pada daun-daun yang muncul berikutnya (Baliadi 2009). Reed *et al.* (1989) menyatakan, serangan imago *L. cicerina* pada kacang arab (*Cicer arietinum*) menimbulkan gejala bintik-bintik pada daun.

Gejala serangan larva lalat pengorok daun menyebar pada semua bagian tajuk tanaman kedelai, baik tajuk atas, tengah, maupun bawah. Namun, gejala serangan lebih banyak dijumpai pada daun/tajuk bagian bawah. Jumlah dan umur daun mempengaruhi kepadatan larva pada tanaman (Baliadi 2009). Purnomo *et al.* (2003) mengemukakan bahwa larva lebih banyak dijumpai pada tajuk bagian bawah tanaman kacang endul.

Kerusakan yang disebabkan oleh *Liriomyza* sp. pada tanaman dibedakan menjadi dua, yakni kerusakan langsung dan tidak langsung. Kerusakan langsung disebabkan oleh perilaku makan larva. Aktivitas larva dapat menurunkan kapasitas fotosintesis tanaman (Trumble *et al.* 1985). Kerusakan tersebut terjadi pada jaringan palisade daun saat larva membuat liang korokan serpentin. Serangan berat



Gambar 1. Karakteristik gejala serangan awal (a) dan liang korokan larva lalat pengorok daun (*Liriomyza* sp.) (b) pada daun tanaman kedelai.



Gambar 2. Gejala serangan lalat pengorok daun (*Liriomyza* sp.) pada berbagai stadia pertumbuhan daun tanaman kedelai.

mengakibatkan desikasi dan pengguguran daun lebih dini. Kehilangan hasil akibat korokan pada kedelai berkisar antara 15–20% (Baliadi 2009). Kerusakan tidak langsung terjadi karena tusukan-tusukan pada permukaan daun menyebabkan tanaman kedelai rentan terhadap serangan patogen tular tanah. Hal serupa terjadi pada tanaman kacang hijau (Baliadi 2009). Price dan Harbaugh (1981) melaporkan bahwa serangan *Pseudomonas cichorii* meningkat pada tanaman krisan yang terserang *L. trifolii*. Sementara itu Zitter dan Tsai (1977) menyatakan virus mosaik kedelai juga dapat ditularkan oleh *Liriomyza*.

Data tentang tingkat kerusakan pada tanaman kedelai diperlukan sebagai dasar dalam menentukan tindakan pengendalian. Penentuan nilai ambang ekonomi atau ambang merusak cukup sulit karena

hubungan antara kepadatan populasi lalat dan kerusakan daun dengan penurunan hasil panen dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu musim, cara budi daya, dan kerentanan tanaman inang. Ambang merusak *L. bryoniae* pada tanaman tomat adalah 15 liang korokan per daun (Ledieu dan Heyler 1982). Jumlah liang korokan 30 dan 60 buah/daun dapat menurunkan hasil tomat masing-masing 10% dan 20%.

SPEKIES DAN BIOLOGI *LIRIOMYZA*

Lalat pengorok daun termasuk genus *Liriomyza*, ordo Diptera, famili Agromyzidae. *Liriomyza* adalah salah satu dari lima genus lalat pengorok daun (*Agro-*

myza, *Japanagromyza*, *Liriomyza*, *Phytomyza*, dan *Tropicomyza*) yang berasosiasi dengan tanaman leguminosa (Talekar 1990). Genus *Liriomyza* terdiri atas banyak spesies. Lalat dengan tipe makan polifag ini dapat ditemukan pada berbagai jenis tanaman, sehingga memungkinkan terbentuknya banyak spesies akibat adaptasi, mutasi, dan evolusi. Kemampuan tersebut menyebabkan hama dapat meretensi satu jenis insektisida, sehingga *effective life* satu jenis insektisida hanya sekitar 3 tahun. Ini membuktikan adanya kemampuan adaptasi/mutasi tingkat sel/gen yang luar biasa. Hingga saat ini sedikitnya telah diidentifikasi 26 spesies *Liriomyza* (Tabel 1). Identifikasi tingkat spesies lalat pengorok daun sulit dilakukan karena ukuran tubuhnya kecil (1,50–2 mm) (Reed *et al.* 1989) dan adanya kemiripan antarspesies (Parrella 1987; Shiao *et al.* 1991).

Imago lalat pengorok daun berukuran sekitar 2 mm. Bagian dorsal berwarna gelap, namun skutelumnya kuning terang (Gambar 3). Imago betina *L. trifolii* memiliki ovipositor yang berkembang sempurna, dan alat ini merupakan ciri pembeda dengan lalat jantan (Karel dan Autrique 1989). Lalat betina membuat beberapa tusukan, sama seperti lalat kacang *O. phaseoli*, pada bagian atas permukaan daun yang diawali pada daun bagian atas.

Telur hanya diletakkan pada beberapa aktivitas penusukan, sedangkan aktivitas penusukan lainnya adalah perilaku makan. Bekas tusukan baik untuk makan maupun peletakan telur dengan jelas terlihat berupa bintik-bintik putih. Saat menetas, larva mengorok bagian jaringan palisade. Larva mengalami tiga instar, larva instar akhir berukuran 2–3 mm berwarna kuning. Larva dewasa jatuh ke tanah dan membentuk pupa pada serasah tanaman. Imago terbang saat ke luar dari pupa. Siklus hidup dari stadia telur sampai imago berlangsung sekitar 21 hari pada buncis (Katundu 1980).

Dalam satu musim pertanaman kedelai dapat berkembang beberapa generasi lalat pengorok daun (Baliadi 2009). Masing-masing spesies memiliki kisaran siklus hidup yang berbeda, misalnya *L. sativae* berkisar antara 24–28 hari dan *L. huidobrensis* 17–25 hari, yaitu 2–3 hari stadia telur, 7–10 hari stadia larva, dan 5–7 hari stadia pupa. Serangga dewasa bertahan hidup 3–6 hari (Espinosa-G dan Sanches-V 1982).

Tabel 1. Spesies *Liriomyza* dan tanaman inang utama.

Spesies <i>Liriomyza</i>	Tanaman inang	Pustaka
<i>L. pictella</i>	Melon	Oatman (1959)
<i>L. bryoniae</i>	Tomat, kedelai	Brower dan van Offeren (1967); Hofsvang <i>et al.</i> (2005)
<i>L. solani</i>	Tomat	Brower dan van Offeren (1967)
<i>L. munda</i>	Mentimun	Perez Perez (1973)
<i>L. congesta</i>	Kacang tunggak	Hafez <i>et al.</i> (1974)
<i>L. trifoliarum</i>	-	Hendrickson dan Barth (1978)
<i>L. brassicae</i>	Polifagus	Tavormina (1982); Talekar (1990)
<i>L. huidobrensis</i>	Kentang, krisan, aster, kapri	Parrella dan Bethke (1984)
<i>L. trifolii</i>	Krisan, buncis, kedelai	Vercambre dan Thiery (1983)
<i>L. langei</i>	-	-
<i>L. cicerina</i>	Kacang arab	Reed <i>et al.</i> (1989)
<i>L. horticola</i>	Kacang arab	Reed <i>et al.</i> (1989)
<i>L. strigata</i>	Leguminosa	Talekar (1990)
<i>L. taraia</i>	Leguminosa	Talekar (1990)
<i>L. asterivora</i>	<i>Artemisia</i> sp.	Shiao <i>et al.</i> (1991)
<i>L. chinensis</i>	Bawang	Shiao <i>et al.</i> (1991)
<i>L. viticola</i>	-	Shiao <i>et al.</i> (1991)
<i>L. sativae</i>	Tomat, buncis, kacang kratok dan kedelai	Pettitt dan Wietlisbach (1994); Hofsvang <i>et al.</i> (2005)
<i>L. helianthi</i>	Bunga matahari	Gratton dan Welter (2001)
<i>L. katoi</i>	Krisan	Malipatil <i>et al.</i> (2004)
<i>L. yasumatsui</i>	Krisan	Malipatil <i>et al.</i> (2004)
<i>L. variegata</i>	-	http://www.insectimages.org/browse
<i>L. taraxaci</i>	-	http://www.insectimages.org/browse
<i>L. pusilla</i>	-	http://www.insectimages.org/browse
<i>L. pascuum</i>	-	http://www.insectimages.org/browse
<i>L. melampyga</i>	-	http://www.insectimages.org/browse



Gambar 3. Imago lalat pengorok daun (*Liriomyza* sp.) sedang meletakkan telur pada daun kedelai.

TANAMAN INANG

Hasil survei di Nusa Tenggara Barat menunjukkan bahwa *Liriomyza* sp. ditemukan di 11 lokasi dari 30 lokasi survei. Lalat ini dapat menyerang 10 tanaman budidaya, yaitu kedelai, kacang panjang, tomat, mentimun, kacang tanah, kacang tunggak, kecipir, labu merah, blonceng, dan komak. Pada tanaman kacang-kacangan, lalat ini ditemukan di dua lokasi pertanaman kedelai, dua lokasi pertanaman

kacang tunggak, satu lokasi pertanaman kacang tanah, lima lokasi pertanaman kacang panjang, dan satu lokasi pertanaman komak (Tengkano *et al.* 2006). Temuan tersebut hanya sebagian dari tanaman inang lalat pengorok daun yang telah dilaporkan.

Lalat pengorok daun tergolong serangga polifagus dengan kisaran tanaman inang yang luas, meliputi tanaman hias, sayuran, palawija, dan gulma. Inang berbagai spesies Agromyzidae di Indo-

nesia antara lain adalah *Crotalaria juncea*, *C. mucronata*, kacang gude, kedelai, *Phaseolus lunatus*, *P. semierectus*, *P. vulgaris*, *Vigna hosei*, *V. mungo*, kacang hijau, *V. radiata* var *sepiaria*, *V. radiata* var *sublobata*, *V. umbellata*, *V. umbellata* var *trinervis*, *V. tribolata*, kacang tunggak, *Centrocema pubescens*, *Tephrosia candida*, *T. vogelli*, *Aeschynomene indica*, *Flemingia* sp., *Indigofera suffrutinosa*, *I. sumatrana*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Pueraria javanica* (Zoebisch *et al.* 1984; Oscar dan van Lanteren 1986). Tengkano (2007) melaporkan *Liriomyza* sp. dijumpai di tujuh lokasi di Sumatera Selatan dan menginfestasi lima jenis tanaman, yaitu kacang panjang, kedelai, kacang hijau, mentimun, dan buncis. Selanjutnya Baliadi (2008) menyatakan bahwa selain pada kedelai, gejala serangan lalat pengorok daun juga ditemukan pada 42 spesies tanaman lain termasuk gulma, yaitu:

- *Phaseolus radiatus* L. Wilczek (kacang hijau)
- *Vigna unguiculata* L. Walp. (kacang tunggak)
- *Lablab purpureus* L. Sweet (komak)
- *Phaseolus vulgaris* L. (buncis)
- *Vigna sinensis* L. Hassk (kacang panjang)
- *Phaseolus lunatus* L. (koro)
- *Vigna angularis* (Willd) Ohwi dan Ohashi (kacang merah)
- *Emilia sonchifolia* L. DC. Ex Wight
- *Lycopersicum esculentum* Mill. (tomat)
- Pegagan
- *Celosia argentea* L.
- *Crotalaria* sp. (orok-orok)
- *Synedrella nodiflora* L. Gaertn.
- *Ocimum basilicum* (kemangi)
- *Amaranthus gracilis* Desf. (bayam)
- *Physalis angulata* L. (ceplukan)
- *Capsicum* sp. (cabai)
- *Cleome rutidosperma* DC.
- *Rorippa indica* L. Hiern
- *Solanum mammosum* (terung)
- *Solanum tuberosum* L. (kentang)
- *Ricinus communis* (jarak)
- *Murraya paniculata* (kemuning)
- *Passiflora* sp. (markisa)
- *Cucumis melo* L. (melon)
- *Cucumis* sp. (timun emas)
- *Amaranthus spinosus* L. (bayam)
- *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore
- Gambas
- *Euphorbia* sp.
- *Brassica rugosa* (sawi)

- *Gulma* sp 1
- *Gulma* sp 2
- *Gulma* sp 3
- *Gulma* sp 4
- *Gulma* sp 5
- *Gulma* sp 6
- *Tagetes erecta* (kenikir)
- Melinjo
- *Gossypium obtuse* (kapas)
- *Ipomoea batatas* (L.) Lam (ubi jalar)
- Waru

MUSUH ALAMI

Di Indonesia, diidentifikasi terdapat 17 spesies parasitoid, yaitu *Hemiptarsenus varicornis* (Shepard *et al.* 1998; Rosa 2002; Warsito 2004), *Asecodes delucchii*, *Asecodes* sp., *C. pentheus*, *Cirrospilus ambiguus*, *Closterocerus* sp., *Gromotoma micromorpha*, *Kleidotoma* sp., *Neochyrsocharis formosa*, *N. okazakii*, *Quadrastichus liriomyzae*, *Opius* sp., *Pnigalio* sp., *Stenomesus* sp., dan *Zagrmamosoma latilineatum* (Samsudin 2008), serta *Euderus* sp. dan *Eucolidea* sp. Parasitoid *H. varicornis* telah dimanfaatkan secara luas untuk mengendalikan lalat pengorok daun di Indonesia. Parasitoid tersebut ditemukan pada setiap daerah endemis *Liriomyza* di Indonesia dengan tingkat populasi cukup tinggi (Samsudin 2008).

Pada kondisi alami, larva *Liriomyza* terparasit oleh berbagai jenis parasitoid dan imago dimangsa oleh predator (Oscar dan van Lanteren 1986). Jenis parasitoid lalat pengorok daun berbeda untuk setiap tanaman dan daerah geografi. Oscar dan van Lanteren (1986) menjelaskan keberadaan 38 spesies parasitoid *L. bryoniae* dan *L. trifolii* dari famili Braconidae, Eulophidae, dan Pteromalidae, yaitu:

- *Chorebus misella* (Marshall)
- *Chorebus daimenes* (Nixon)
- *Dacnusa maculipes* Thomson
- *Dacnusa hospital* (Forster)
- *Dacnusa sibirica* Telenga
- *Dacnusa areolaris* (Ness)
- *Oenonogastra microrhopalae* (Ashmead)
- *Opius diminatus* (Ashmead)
- *Opius dissitus* (Muesebeck)
- *Opius pallipes* Wesmael
- *Mirzagrammosoma lineaticeps* (Girault)
- *Chrysocharis parksi* Crawford
- *Chrysocharis pubicornis* (Zetterstedt)

- *Chrysocharis pentheus* (Walker)
- *Chrysocharis caribea* (Boucek)
- *Chrysonotomyia formosa* (Westwood)
- *Chrysonotomyia punctiventris* (Crawford)
- *Closterocerus cinctipennis* (Ashmead)
- *Cyrtogaster vulgaris* Walker
- *Halticoptera circulus* (Walker)
- *Halticoptera patellana* (Dalman)
- *Halticoptera crius* (Walker)
- *Diaulinopsis callichroma* (Crawford)
- *Closterocerus purpureus* (Howard)
- *Hemiptarsenus semialbiclava* (Girault)
- *Hemiptarsenus zilahisebessi* Erdos
- *Hemiptarsenus dropian* (Walker)
- *Diglyphus isaea* (Walker)
- *Diglyphus crassinervis* (Erdos)
- *Diglyphus begini* (Ashmead)
- *Diglyphus intermedius* (Girault)
- *Diglyphus pulchripes* (Crawford)
- *Diglyphus websteri* (Crawford)
- *Ratzeburgiola incomplete* (Boucek)
- *Pnigalio soemius* (Walker)
- *Pediobius acanthi* (Walker)
- *Pnigalio soemius* (Walker)
- *Halticoptera crius* (Walker)

Di Swedia, *D. areolaris*, *P. soemius*, dan *C. vulgaris* merupakan parasit pupa dari *L. bryoniae* (Oscar dan van Lanteren 1986). *C. parksi* telah dibiakkan secara massal dan digunakan pada rumah-rumah kaca di Eropa. Freidberg dan Gijswijt (1983) menemukan 10 parasitoid tersebut pada *L. trifolii* di Israel.

Predator alami lalat pengorok daun adalah semut, kumbang, *Chrysopa* sp., dan spesies Diptera lain seperti *Drapetis subaenescens*, *Tachydromia annulata*, *Coenosia attenuata* (Freidberg dan Gijswijt 1983), *Draperis* sp. (Vercambre dan Thiery 1983), *Oxyopes* sp. (Prieto dan Chaco de Ulloa 1982), *Cyrtopeltis modestus* (Parrella dan Bethke 1983), dan nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* (Parrella *et al.* 1982).

PEMANTAUAN POPULASI LIRIOMYZA DAN PARASITOIDNYA

Pemantauan populasi imago maupun larva lalat pengorok daun sangat penting dalam pengambilan keputusan tindakan pengendalian. Banyaknya larva yang teramati berkaitan erat dengan jumlah imago yang

tertangkap dengan perangkap kuning berperekat. Persamaan $Y = 0,315 X$ menggambarkan setiap penambahan satu ekor imago (X) akan menambah 0,315 ekor larva (Y) pada pengamatan minggu berikutnya (Purnomo *et al.* 2003) dan penambahan satu ekor larva akan meningkatkan intensitas kerusakan tanaman 4,49%.

Kelimpahan populasi imago dapat dipantau dengan menggunakan perangkap kuning berperekat. Perangkap berbentuk silinder terbuat dari potongan pipa paralon (garis tengah 6 cm dan tinggi 12 cm) dan permukaan luarnya dicat kuning. Pipa paralon dibungkus plastik bening, dan permukaan plastik diolesi perekat serangga. Dengan demikian, setiap kali pemantauan dapat dilakukan penggantian pembungkus pipa paralon.

Empat perangkap dipasang pada ketinggian 50 cm di atas permukaan tanah. Ketinggian pemasangan perangkap mempengaruhi hasil tangkapan serangga. Trumble (1984) menyatakan bahwa pemasangan perangkap pada ketinggian 30 cm lebih efektif. Namun menurut Supartha (1998), pemasangan perangkap pada ketinggian 15 cm memberikan hasil tangkapan serangga lebih banyak dibandingkan pada ketinggian di atasnya. Perbedaan hasil tersebut kemungkinan disebabkan oleh jenis tanaman yang berbeda. Informasi tersebut bermanfaat dalam pemantauan serangga (Chavez dan Raman 1987). Perangkap dipasang selama satu minggu untuk setiap kali pemantauan, dimulai sejak tanaman berumur 7 hari.

Efektivitas penggunaan perangkap kuning dilaporkan oleh Supartha (1998) yaitu mendapatkan 170 ekor lalat/perangkap/24 jam pada pertanaman kentang dan Purnomo *et al.* (2003) yang memperoleh 4–29 ekor lalat/perangkap/minggu pada tanaman kacang endul. Keduanya mengemukakan bahwa kelimpahan populasi imago lalat yang tertangkap menyebabkan kepadatan larva dan intensitas kerusakan daun yang juga rendah. Jumlah imago yang tertangkap meningkat dengan bertambahnya umur tanaman.

Pemantauan kelimpahan populasi larva diamati setiap minggu terhadap 10 tanaman contoh. Pengambilan tanaman contoh dilakukan secara sistematis disesuaikan dengan luas pertanaman kedelai. Dengan menggunakan metode ini, Purnomo *et al.* (2003) memperoleh data pemantauan jumlah larva berkisar antara 2–8 larva/tanaman sejak umur 3–11

minggu setelah tanam pada pertanaman yang tidak disemprot insektisida. Pada pertanaman yang disemprot insektisida, jumlah larva berkisar antara 2–9 larva/tanaman.

Pengamatan parasitoid dilakukan dengan mengumpulkan daun yang memperlihatkan gejala terserang larva instar-2 atau instar-3 sebanyak 25 daun. Setiap daun contoh disimpan pada wadah plastik berdiameter dan tinggi 5 cm. Imago parasitoid yang muncul kemudian dihitung.

KOMPONEN PENGENDALIAN

Pada awalnya, lalat pengorok daun bukan hama yang penting karena populasinya dapat dikendalikan oleh musuh alaminya (predator, parasitoid, dan patogen serangga). Namun pada awal tahun 1970-an, lalat ini berubah menjadi hama yang sangat merugikan karena musuh alaminya banyak yang mati akibat penggunaan insektisida yang intensif (Ewel *et al.* 1990). Oleh karena itu, perlu disiapkan upaya pengendalian untuk menghindari penurunan hasil akibat serangan pengorok daun. Pada buncis, persamaan $Y = 0,860X + 3,626$ menggambarkan bahwa setiap penambahan satu ekor larva lalat (X) akan meningkatkan intensitas kerusakan tanaman (Y) 4,49% (Purnomo *et al.* 2003).

Pengendalian hama terpadu (PHT) mengedepankan masalah kelestarian lingkungan, sehingga tindakan pengendalian hendaknya diputuskan melalui analisis ekosistem antara lain pemantauan populasi hama. Pada tomat, ambang ekonomi *L. bryoniae* adalah 15 larva/daun (Ledieu dan Heyler 1982), artinya tindakan pengendalian, khususnya penggunaan insektisida diperkenankan apabila populasi lalat pengorok daun telah mencapai 15 larva/daun. Namun, nilai ambang ekonomi masih belum pasti, karena penentuannya melibatkan banyak faktor, termasuk jenis tanaman, varietas, dan nilai ekonominya. Di Peru, nilai ambang ekonomi *Liriomyza* sp. pada buncis ditetapkan 1–2 larva/daun (Espinosa-G dan Sanches-V 1982). Jumlah liang korokan pada tanaman kedelai berkisar antara 2–18 buah/daun, artinya dalam satu daun terdapat 2–18 larva lalat pengorok daun (Baliadi 2009). Penelitian untuk menentukan nilai ambang ekonomi lalat pengorok daun pada tanaman kedelai penting dilakukan.

Secara umum, upaya pengendalian lalat pengorok daun dapat dilakukan dengan varietas tahan, kultur teknis, musuh alami, dan insektisida serta melakukan pemantauan populasi imago secara rutin.

Varietas Tahan

Pendekatan pengendalian yang paling menjanjikan dan menguntungkan adalah penanaman varietas tahan (Reed *et al.* 1989). Perakitan varietas tahan untuk lalat pengorok daun telah dirintis di banyak negara. Kriteria ketahanan didasarkan pada sebaran dan kepadatan trikoma daun (Quiring *et al.* 1992) selain status nutrisi (Karel dan Autrique 1989). Tingkat serangan dan jumlah imago *L. trifolii* pada buncis bergantung pada kepadatan trikoma. Kepadatan trikoma bervariasi, bergantung pada lokasi di permukaan daun, ukuran daun, tipe daun (daun primer atau sekunder), dan varietas buncis (Quiring *et al.* 1992). Trikoma yang rapat merupakan penolak fisik (*deterrent*) bagi lalat pengorok daun, dan daun yang menguning kurang disukai oleh *Liriomyza* sp. (Fagoonee dan Toory 1983). Memendeknya lama hidup imago betina menyebabkan penurunan periode bertelur (Quiring *et al.* 1992). Berdasarkan informasi tersebut maka upaya penemuan sumber gen untuk perakitan varietas kedelai tahan lalat pengorok daun sebaiknya ditekankan pada kepadatan trikoma daun.

Kultur Teknis

Hingga saat ini belum tersedia varietas kedelai yang tahan terhadap lalat pengorok daun. Pada kentang dan buncis, teknik pengendalian lalat pengorok daun secara kultur teknis antara lain dilakukan dengan pemasangan plastik lembaran sebagai penutup tanah, penanaman serentak, pergiliran tanaman, dan pembajakan dangkal. Pemakaian plastik lembaran untuk penutup tanah terbukti efektif menurunkan populasi lalat dewasa. Pertanaman yang ditanam lebih akhir akan menderita serangan yang lebih berat. Oleh karena itu, penanaman kedelai lebih awal dan serentak direkomendasikan sebagai salah satu teknik pengendalian yang efektif. Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan inang, misalnya jagung efektif mengendalikan populasi lalat pengorok daun. Pengolahan tanah ringan

atau pembajakan dangkal dapat menekan laju penetasan pupa yang ada di dalam tanah atau serasah tanaman.

Penggunaan Musuh Alami

Sampai saat ini di Indonesia diketahui ada 19 spesies parasitoid yang berasosiasi dengan *L. sativae* dan ada 6 spesies yang berasosiasi dengan *L. huidobrensis* (Warsito 2004). Efektivitas penggunaan musuh alami terhadap lalat pengorok daun berkisar antara 39–50% (Purnomo *et al.* 2003).

Tingkat parasitasi parasitoid tertekan pada petak yang setiap minggu diaplikasi insektisida profenofos. Tingkat parasitasi *H. varicornis* berbeda pada tanaman inang yang berbeda, tertinggi pada tanaman buncis dan kubis, yaitu 5,80–99,13% (Rosa 2002). Aplikasi insektisida berdampak buruk terhadap perkembangan musuh alami lalat pengorok daun (Ewel *et al.* 1990), terutama pada parasitoid (Johnson *et al.* 1980; Thang 1999).

Meskipun upaya pengendalian lalat pengorok daun menggunakan parasitoid lokal *H. varicornis* telah dilakukan dan berhasil baik, pada tahun 1998, pemerintah melalui Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 698/Kpts/TP.120/8/1998 berencana memasukkan beberapa jenis parasitoid, yaitu *D. begini*, *D. intermedius*, *C. oscinidus*, *Ganaspidium utilis*, dan *H. circulus* dari Hawaii. Kebijakan tersebut perlu dikaji mengingat biaya yang dibutuhkan besar, dampak negatifnya pada keseimbangan biologi, dan risiko kegagalannya tinggi.

Penggunaan Insektisida

Insektisida berspektrum luas masih sering digunakan untuk mengendalikan lalat pengorok daun. Namun secara beriringan upaya untuk memperoleh insektisida selektif yang efektif terus dilakukan. Awalnya, insektisida hidrokarbon klorin dan organofosfat direkomendasikan untuk mengendalikan lalat pengorok daun. Karel dan Autrique (1989) menyatakan, *L. trifolii* pada buncis dapat dikendalikan dengan 1–2 kali aplikasi insektisida diazinon, monokrotofos, atau dimetoat. Reed *et al.* (1989) menganjurkan pemakaian monokrotofos dosis rendah (0,025 kg bahan aktif/ha) pada tanaman kacang arab dan diaplikasikan pada stadia

vegetatif untuk mencegah peningkatan infestasi lalat pengorok daun. Namun insektisida jenis monokrotofus tidak dipasarkan lagi di Indonesia. Insektisida terbukti menjadi pemicu populasi tinggi dan ledakan populasi (Spencer 1973). Akhir-akhir ini banyak dilaporkan timbulnya resistensi lalat pengorok daun terhadap insektisida, termasuk hidrokarbon klorin, organofosfat, karbamat, dan piretroid. Untuk mencegah terjadinya resistensi dibutuhkan kebijakan penggunaan insektisida (Keil dan Parrella 1983), misalnya merotasi jenis insektisida (Trumble *et al.* 1985).

Di Indonesia, untuk mengatasi lalat pengorok daun, petani sayuran umumnya melakukan aplikasi insektisida setiap minggu, bahkan kadang-kadang seminggu dua kali. Salah satu jenis insektisida yang banyak digunakan adalah yang berbahan aktif profenofos. Insektisida masih belum mampu menekan kerapatan populasi larva maupun intensitas kerusakan daun. Namun, insektisida dimetoat dinyatakan cukup efektif mengendalikan *L. huidobrensis* dan *L. trifolii* di California (Parrella dan Bethke 1984). Oscar dan van Lanteren (1986) mengemukakan bahwa pengendalian *Liriomyza* membutuhkan insektisida piretroid, metomil, dan yang berbahan aktif lainnya.

Ketidakefektifan insektisida karena larva lalat pengorok daun tinggal di dalam jaringan daun. Selain itu, juga dilaporkan bahwa *L. huidobrensis* toleran terhadap insektisida golongan organofosfat dan resisten terhadap golongan piretroid (McDonald 1991). Hingga saat ini belum diperoleh jenis insektisida yang efektif mengendalikan lalat pengorok daun. Petani sayuran tidak puas dengan hasil pengendalian yang telah dilakukan (Rauf *et al.* 2000). Oleh karena itu, masih terbuka peluang untuk mengkaji insektisida yang efektif untuk mengendalikan larva lalat pengorok daun yang terdapat di dalam liang korokan. Selain itu, perlu untuk mengkaji dinamika populasi musuh alami lalat pengorok daun pada pertanaman yang disemprot dan tidak disemprot insektisida.

PENGENDALIAN TERPADU

Berdasarkan komponen pengendalian yang tersedia dan telah diuji kelayakannya pada tanaman hias dan sayuran, rekomendasi PHT untuk lalat pengorok daun pada

tanaman kedelai dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Tanam serentak pada hamparan dengan kisaran waktu tanam 14 hari. Pertanaman lebih awal dapat berfungsi sebagai perangkap imago lalat pengorok daun dan akan menjadi sumber infestasi bagi pertanaman berikutnya. Oleh karena itu, pertanaman lebih awal perlu dipantau lebih intensif.
- 2) Pergiliran tanaman dengan padi atau jagung untuk lahan sawah dan dengan jagung, ubi kayu, atau ubi jalar untuk lahan kering.
- 3) Pemupukan berimbang dan pengairan yang cukup.
- 4) Sanitasi selektif terhadap tanaman inang lain, termasuk gulma yang adaptif di sekitar lahan pertanaman kedelai hingga radius 200 m.
- 5) Pemantauan lalat pengorok daun mulai 6–30 HST.
- 6) Keputusan pengendalian berdasarkan hasil pemantauan dengan populasi ambang kendali 1–2 larva/daun/rumpun.
- 7) Sanitasi terhadap daun kedelai terserang dan ditimbun.
- 8) Pemasangan perangkap likad berwarna kuning (16 cm x 15 cm) sebanyak 80–100 perangkap/ha. Perangkap likad dapat dibuat dari kertas atau plastik berwarna kuning (ukuran disesuaikan dengan kebutuhan), kemudian dilekatkan pada papan triplek yang berukuran sama. Permukaan perangkap diolesi minyak atau oli bekas, lalu diletakkan pada tiang bambu mengikuti tinggi permukaan tanaman kedelai saat pemasangan perangkap.
- 9) Pemiakan massal dan pelepasan parasitoid lokal Indonesia *H. varicornis*. Pelepasan parasitoid akan lebih efektif pada budi daya kedelai yang menerapkan teknologi ramah lingkungan, seperti penggunaan pupuk organik, bahan nabati, dan pengelolaan habitat yang lebih banyak menyediakan refugia yang berfungsi sebagai pelindung bagi kelangsungan hidup parasitoid dan predator lainnya.
- 10) Aplikasi insektisida nabati, serbuk biji mimba (50 g/l). Serbuk biji mimba juga efektif mengendalikan lalat kacang (*O. phaseoli*), kutu cabuk (*Aphis glycines*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), ulat grayak (*Spodoptera litura*), dan pemakan polong (*Helicoverpa armigera*).

- 11) Apabila populasi lalat pengorok daun belum bisa diatasi dengan pelepasan parasitoid dan bahan nabati, dilakukan penyemprotan insektisida yang terdaftar dan diizinkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Lalat pengorok daun berpotensi menjadi hama utama pada tanaman kedelai di Indonesia mengingat daerah penyebarannya luas, kisaran tanaman inangnya mencakup tanaman budi daya dan gulma, serta tergolong hama berstrategi-r. Larva lalat pengorok daun saat menyerang berada di dalam liang korokan sehingga sulit dikendalikan dengan insektisida nabati maupun kimia.

Parasitoid *H. varicornis* berpotensi sebagai agens hayati lalat pengorok daun di Indonesia, di samping pertimbangan faktor fekunditas dan lama hidup imago betina dan parasitoid lokal yang sudah beradaptasi di agroekosistem Indonesia. Pengelolaan habitat diharapkan dapat melestarikan dan memberdayakan musuh alami lalat pengorok daun agar tingkat populasi lalat pengorok daun senantiasa tetap di bawah ambang kendali.

Hasil penelitian mengenai *Liriomyza* sp. pada tanaman kedelai di Indonesia belum memadai untuk menyusun teknologi PHT lalat pengorok daun yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk lebih memahami bioekologi dan status hama tersebut pada tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Baliadi, Y. 2008. Keanekaragaman hama, penyakit, dan musuh alamnya pada tanaman kacang-kacangan di Jawa Timur, Bali, dan Lombok. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan, dan Umbi-umbian, Malang. 18 hlm.
- Baliadi, Y., W. Tengkan, Bedjo, dan Purwantoro. 2008. Validasi rekomendasi pengendalian hama terpadu kedelai di lahan sawah dengan pola tanam padi-kedelai-kedelai. Agritek 16 (3): 492–500.
- Baliadi, Y. 2009. Fluktuasi populasi lalat pengorok daun, *Liriomyza* sp. pada tanaman kedelai di kebun percobaan Kendalpayak dan pengaruh serangannya terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

- Brower, W.M. Th. J. de and A.L. van Offeren. 1967. De mineervlieg *Liriomyza solani* Her. Bij tomaat. Annu. Rep. GCREs 1966, Naaldwijk 150–155.
- Chavez, G.L. and K.V. Raman. 1987. Evaluation of trapping and trap types to reduce damage to potatoes by the leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Insect Sci. Appl. 8(3): 369–372.
- Espinosa-G, O. and J. Sanches-V. 1982. El “minador” del frijol *Liriomyza* sp. (Agromyzidae-Diptera), una plaga de interes economico en el Valle del Catamayo. An. Fac. Cienc. Agropecu. Univ. Nac. Loja (Ecuador) 10(1): 81–92.
- Ewel, P.T., H. Fano, K.V. Raman, J. Alcazar, M. Placios, and J. Carhuamaca. 1990. Farmer Management of Potato Insect Pest in Peru. CIP, Lima, Peru.
- Fagoonee, I. and V. Toory. 1983. Preliminary investigations of host selection mechanism by leafminer, *Liriomyza trifolii*. Insect Sci. Appl. 4(4): 337–341.
- Freidberg, A. and M.J. Gijswijt. 1983. A list and preliminary observations on natural enemies of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Israel. Isr. J. Entomol. 17: 115–116.
- Gratton, C. and S.C. Welter. 2001. Parasitism of natural populations of *Liriomyza helianthi* Spencer and *Calycomyza platyptera* (Thompson) (Diptera: Agromyzidae). Biological Control 22(1): 81–97.
- Hafez, M., A.H. El-Kifl, M.N. Donia, and A.E.A. Wahab. 1974. Studies on parasites of *Liriomyza congesta* (Becker) in Egypt. Bull. Soc. Ent. Egypte 58: 249–259.
- Hendrickson, R.M. Jr. and S.E. Barth. 1978. Notes on the biology of *Diglyphus intermedius* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasite of the alfalfa clover leafminer, *Agromyza frontella* (Diptera: Agromyzidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 80: 210–215.
- Hofsvang, T., S. Berit, A. Arild, H. Heidi, and L.N. Anh. 2005. *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), an invasive species in South-East Asia: Studies on its biology in northern Vietnam. Int'l. J. Pest Manag. 51(1): 71–80.
- Johnson, M.W., E.R. Oatman, and J.A. Wyman. 1980. Effects of insecticides on populations of vegetable leafminer and associated parasites on fall pole tomatoes. J. Econ. Entomol. 73: 67–71.
- Karel, A.K. and A. Autrique. 1989. Insects and other pests in Africa, p. 455–504. In H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales (Eds). Bean Production Problems in The Tropics. CIAT, Columbia.
- Katundu, J.M. 1980. Agromyzid leafminer: a new insect pest to Tanzania. Trop. Grain Legume Bull. 20: 8–10.
- Keil, C.B. and M.P. Parrella. 1983. *Liriomyza trifolii* on chrysanthemums and celery: managing an insecticide resistant population. In S.L. Poe (Ed). Proc. 3rd Ann. Ind. Conf. Leafminer. San Diego, California.
- Ledieu, M.S. and N.L. Heyler. 1982. Effect of tomato leaf miner on yield of tomatoes. Annu. Rep. GCRI 1981, Littlehampton, 106.
- Malipatil, M.B., P.M. Ridland, A. Rauf, J. Watung, and D. Kandowanko. 2004. New records of *Liriomyza* Mik (Agromyzidae: Diptera) leafminer from Indonesia. Formosan Entomol. 24: 287–292.
- Marwoto dan S. Hardiningsih. 2007. Pengendalian hama terpadu pada tanaman kedelai. hlm. 296–318. Dalam Sumarno, Suyanto, A. Widjono, Hermanto, dan H. Kasim (Ed.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- McDonald, O.C. 1991. Responses of the alien leafminers *Liriomyza trifolii* and *L. huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) to some pesticides scheduled for their control in the UK. Crop Protect 10: 509–513.
- Oatman, E.R. 1959. Natural control studies of the melon leaf miner, *Liriomyza pictella* (Thompson). J. Econ. Entomol. 52: 895–898.
- Oscar, P.J.M.M. and J.C. van Lanteren. 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 50 pp.
- Parrella, M.P. and J.A. Bethke. 1983. Biological studies with *Cyrtopeltis modestus* (Hemiptera: Miridae): a facultative predator of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). p. 180–185. In. S.L. Poe (Ed.). Proc. 3rd Ann. Ind. Conf. Leafminer. San Diego, California.
- Parrella, M.P. and J.A. Bethke. 1984. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster, and pea. J. Econ. Entomol. 77(2): 342–345.
- Parrella, M.P., K.L. Robb, D.G. Christie, and J. A. Bethke. 1982. Control of *Liriomyza trifolii* with biological agents and insect growth regulators. Calif. Agric. 36: 17–19.
- Parrella, M.P. and C.B. Keil. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. Bull. Entomol. Soc. Am. 30: 22–25.
- Parrella, M.P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32: 201–224.
- Perez Perez, R. 1973. *Liriomyza munda* Frick (Diptera: Agromyzidae) attacking beans and cucumbers in Puerto Rico. J. Agric. Univ. Puerto Rico 57: 350.
- Petitt, F.L. and D.O. Wietlisbach. 1994. Laboratory rearing and life history of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on lima bean. Environ. Entomol. 23(6): 1416–1421.
- Price, P.W. 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto. 874 pp.
- Price, J.F. and B.K. Harbaugh. 1981. Effect of cultural practices on *Liriomyza*. p. 156–167. In. D.J. Schuster (Ed.). Proc. IFAS–Ind. Conf. Biol. Cont. *Liriomyza* Leafminers. Lake Buena Vista, Florida.
- Prieto, M. and P. Chaco de Ulloa. 1982. Biología ecología de *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) minador del crisantemo en el departamento del Valle del Cauca. Rev. Colombia Entomol. 6: 77–84.
- Purnomo, A. Rauf, S. Sosromarsono, dan T. Santoso. 2003. Pengaruh aplikasi insektisida profenofos terhadap perkembangan populasi lalat pengorok daun, kerusakan tanaman, dan parasitoid pada tanaman kacang endul di Ciloto Jawa Barat. Agrotek 11: 602–606.
- Quiring, D.T., P.R. Timmins, and S.J. Park. 1992. Effect of variations in hooked trichome densities of *Phaseolus vulgaris* on longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) adults. Environ. Entomol. 21(6): 1357–1361.
- Rauf, A. 1995. *Liriomyza*: hama pendatang baru di Indonesia. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan 8(1): 46–48.
- Rauf, A. 1997. *Liriomyza*: datang menantang PHT kentang. Makalah disajikan pada Rapat Komisi Perlindungan Tanaman, Cisarua-Bogor, 10–12 Maret 1997. 10 hlm.
- Rauf, A., B.M. Shepard, and M.W. Johnson. 2000. Leafminer in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: surveys of host crops, species compositions and parasitoids. Intl. J. Pest Manag. 46(4): 257–266.
- Reed, W., S.S. Lateef, S. Sithanatham, and C.S. Pawar. 1989. Pigeonpea and Chickpea Insect Identification Handbook. Information Bulletin No. 26. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India. 120 pp.
- Rosa, H.O. 2002. Sebaran *Liriomyza* spp. dan parasitoidnya pada beberapa tanaman dan gulma di Sulawesi Selatan. Agroscentia 9 (3): 139–144.
- Samsudin, H. 2008. Sebaran *Hemiptarsus varicornis* (Girault) (Hymenoptera: Eulopidae) parasitoid larva *Liriomyza* spp. Lembaga Pertanian Sehat. <http://www.pertaniansehat.or.id> [2 April 2009].
- Setiawati, W., R.E. Soeriatmadja, dan Laksana-wati. 1997. Inventarisasi dan pencarian hama *Liriomyza* sp. dan musuh alaminya pada tanaman kentang. Laporan Percobaan Proyek APBN Tahun Anggaran 1996/1997. 18 hlm.
- Shepard, B.M., A. Braun, A. Rauf, and Samsudin. 1996. *Liriomyza huidobrensis*: A newly introduced pest of vegetables. Palawija/vegetables IPM Newsletter, No.1: Vol. 1,2.
- Shepard, B.M., Samsudin, and A.R. Braun. 1998. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on vegetable in Indonesia. Intl. J. Pest Manag. 44(1): 43–47.
- Shiao, S.F., F.J. Lin, and W.J. Wu. 1991. Redescription of four *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) from Taiwan. Chinese J. Entomol. 11(1): 65–74.

- Spencer, K.A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance. Dr. W. Junk BV. The Hague. 418 pp.
- Supartha, I.W. 1998. Bionomi *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) pada Tanaman Kentang. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 149 hlm.
- Talekar, N.S. 1990. Agromyzid Flies of Food Legumes in the Tropics. Wiley Eastern Limited, New Delhi. 297 pp.
- Tarumingkeng, R.C. 1994. Dinamika Populasi. Kajian Ekologi Kuantitatif. Pustaka Sinar Harapan dan Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta. 284 hlm.
- Tavormina, S.J. 1982. Sympatric genetic divergence in the leaf-mining insect *Liriomyza brassicae* (Diptera: Agromyzidae). Evolution 36: 523–534.
- Tengkano, W. 2007. Daerah penyebaran hama kedelai dan musuh alaminya di lahan kering masam Sumatera Selatan. hlm. 369–383. Dalam D. Harnowo, D. Harnowo, A.A. Rahmiana, Suharsono, M. Adie, F. Rozi, Subandi, dan K. Makarim (Ed.). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Tengkano, W., Bedjo, Purwantoro, dan Y. Baliadi. 2006. Daerah penyebaran hama kedelai dan musuh alaminya di Jawa Timur dan Lombok. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.
- Tengkano, W. dan M. Soehardjan. 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. hlm. 295–318. Dalam Somaatmadja, M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, dan Yuswadi (Ed.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Thang, V.T. 1999. Surveys of leafminer (*Liriomyza*) and their parasitoids on vegetable in Vietnam. Paper presented at the Workshop on Leafminer of Vegetables in Southeast Asia, Cameron Highlands, Malaysia, 2–5 February 1999.
- Tokumaru, S. and Y. Abe. 2006. Effects of host plants on the development and host preference of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). CABI Abstract 2006. <http://www.cababstractplus.org>. [15 Juni 2009]
- Trumble, J.T., I.P. Ting, and L. Bates. 1985. Analysis of physiological, growth, and yield responses of celery to *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 38: 15–21.
- Vercambre, B. and A. Thiery. 1983. Donneés bio-écologiques sur *Liriomyza trifolii* Burges (Dipt., Agromyzidae) et de son principal parasite *Hemiptarsenus semialbiclava* Girault (Hym., Eulophidae). 9th Africa Hort. Symp., Les Seychelles.
- Warsito. 2004. Keanekaragaman, Kelimpahan dan Peranan Musuh Alami Lalat Pengorok daun *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) pada Tanaman Kentang *Solanum tuberosum* L. Tesis, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Zehnder, G.W. and J.T. Trumble. 1984. Spatial and diel activity of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Environmental Entomologist 13: 1411–1416.
- Zitter, T.A. and J.H. Tsai. 1977. Transmission of three potyvirus by the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). Plant Dis. Rep. 61: 1025–1029.
- Zoebisch, T.G., D.G. Schuster, and J.P. Gilreath. 1984. *Liriomyza trifolii*: oviposition and development in foliage of tomato and common weed hosts. Fla. Entomol. 67: 250–253.