

@ 2004 Rusli Rustam
Makalah Pribadi
Pengantar Falsafah Sains (PPs 702)
Sekolah Pascasarjana/ S3
Institut Pertanian Bogor
Desember 2004
Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng (Penanggung jawab)
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto
Dr. Ir. Hardjanto

Posted 14 December 2004

POTENSI PARASITOID *Opilus* sp. (Hymenoptera; Braconidae) DALAM MENEKAN POPULASI HAMA PENGOROK DAUN *Liriomyza* sp. (Diptera; Agromyzidae)

Oleh:

RUSLI RUSTAM

A461040021

rusli_r11@yahoo.co.uk

Pendahuluan

Lalat pengorok daun kentang, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), merupakan hama eksotik yang diperkirakan tiba di Indonesia pada awal tahun 1990-an (Rauf 1995), dan sekarang sudah ditemukan hampir di semua dataran tinggi di Indonesia. Lalat pengorok daun merupakan hama yang sangat polifag yang ditunjukkan dengan banyaknya tanaman yang dapat diserang. Menurut Rauf dan Shepard (1999), hama ini ditemukan pada 45 spesies tanaman dari Famili Cruciferae, Liliaceae, Cucurbitaceae, Umbelliferae, Compositae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Basellaceae dan Labitaceae.

Serangan hama ini dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman karena tusukan ovipositor imago dan korokan larva pada jaringan daun sehingga menurunkan kemampuan fotosintesis tanaman. Serangan berat mengakibatkan daun mengering dan gugur sebelum waktunya, sehingga kuantitas dan kualitas umbi kentang menurun. Serangan hama ini dapat menurunkan hasil antara 30% sampai 70% (Rauf & Shepard 1999).

Upaya pengendalian yang umum dilakukan petani adalah penggunaan insektisida dengan frekuensi penyemprotan 2-3 kali per minggu (Rauf 1999). Namun tindakan tersebut sering tidak mampu menurunkan tingkat serangan, karena lalat pengorok daun yang menyebar ini diduga berasal dari populasi yang telah resisten (Parrella & Keil 1984), dan karena larva berada dalam jaringan tanaman sehingga terlindung dari pengaruh insektisida (Parrella 1987). Di pihak lain, penggunaan insektisida yang berlebihan dikhawatirkan dapat menimbulkan dampak buruk seperti resistensi dan resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami, dan pencemaran lingkungan secara umum (CEQ 1972). Untuk mengurangi dampak negatif insektisida, diperlukan upaya pengendalian melalui pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT).

Di antara rentetan penelitian yang telah dilakukan untuk mendukung pengendalian hama terpadu lalat pengorok daun adalah survei musuh alami. Hingga kini di Indonesia dilaporkan terdapat 13 jenis parasitoid yang berasosiasi dengan larva *Liriomyza* spp. yaitu *Ascecodes deluchii* (Baucek), *Crysocharis* sp., *Cirroptillus ambiguus* (Hanson and LaSalle), *Closterocerus* sp., *Hemiptarsenus varicornis* (Girault), *Neochrysocharis formosa* (Westwood), *Neochrysocharis* sp., *PNigalio* sp., *Quadrastichus* sp., *Zagrammosoma* sp. (semuanya Hymenoptera: Eulophidae), *Gronotoma* sp. (Hymenoptera: Eucoilidae), *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) dan *Sphegigaster* sp. (Hymenoptera: Pteromalidae) (Rauf *et al.* 2000). Pada pertanaman sayuran dataran tinggi, salah satu jenis parasitoid yang paling dominan adalah *Opius* sp. yang merupakan jenis parasitoid endoparasitoid larva-pupa.

Keberhasilan pemanfaatan parasitoid dalam pengendalian hama terpadu lalat pengorok daun sangat ditentukan oleh tersedianya pengetahuan dasar tentang berbagai aspek biologi parasitoid tersebut dan hubungan antara parasitoid dengan inangnya. Agar pengendalian dengan parasitoid ini lebih efektif dan efisien, maka potensi dari parasitoid *Opius* sp. dalam menekan populasi hama *L. huidobrensis* perlu diketahui. Pengetahuan mengenai berbagai aspek biologi yang diperlukan antara lain meliputi perilaku, siklus hidup, perkembangan, fisiologi, reproduksi dan cara pembiakan parasitoid tersebut.

Tujuan

Makalah ini bertujuan untuk mengkaji potensi biologi parasitoid *Opius* sp. yang meliputi masa perkembangan, keperidian, masa hidup, nisbah kelamin, dan preferensi terhadap inang.

Gejala Serangan *Liriomyza*

Lalat pengorok daun *L. huidobrensis* menyebabkan kerusakan pada daun tanaman karena tusukan ovipositor dan pengisapan cairan daun oleh imago. Kerusakan yang lebih parah lagi akibat korokan larva *Liriomyza* dalam daun tanaman menyebabkan daun menjadi kecoklatan karena matinya jaringan tanaman (Cisneros & Mujica 2000). Sedangkan serangan pada daun kentang menyebabkan tanaman mengering seperti gejala penyakit busuk daun (Rauf 1999).

Gejala serangan dimulai pada daun bagian bawah, kemudian daun bagian tengah, dan serangan lebih parah dapat menyerang bagian pucuk (Cisneros & Mujica 2000). Chavez dan Raman (1987) melaporkan bahwa di Amerika Serikat dan Peru, serangan *L. huidobrensis* dapat mengakibatkan kehilangan hasil pada kentang sekitar 35% sedangkan di Lembang kehilangan hasil sekitar 34% (Soeriaatmadja & Udiarto 1996). Lebih lanjut dikemukakan oleh Rauf *et al.* (2000) bahwa berdasarkan hasil survei di Bandung dan Garut (Jawa Barat), Banjar Negara dan Wonosobo (Jawa Tengah), Alahan Panjang (Sumatera Barat), dan Karo (Sumatera Utara), petani setempat melaporkan kehilangan hasil akibat serangan *Liriomyza* pada tanaman kentang sekitar 30 – 70%.

Biologi Parasitoid Braconidae

Famili Braconidae merupakan salah satu kelompok utama parasitoid yang terdiri dari spesies-spesies yang sangat efektif untuk menekan kenaikan populasi hama penting tanaman (Wharton 1993). *Opius fletcheri* Silv. dan *Opius tryoni* Cam. merupakan spesies dari Famili Braconidae yang mempunyai nilai tinggi dalam pengendalian hayati lalat buah di Hawaii. Parasitoid Braconidae dapat bersifat endoparasitoid atau ektoparasitoid. Umumnya parasitoid endoparasitoid terdapat pada inang yang hidup terbuka (Clausen 1940).

Menurut Goulet dan Huber (1933), serangga Famili Braconidae umumnya merupakan serangga kecil yang berukuran jarang melebihi 15 mm. Sayap depan

serangga famili ini tidak mempunyai sel costa dan vena 2m-cu. Ciri-ciri lain dari Famili Braconidae adalah tergum ke-2 metasoma bergabung dengan tergum ke-3.

Siklus hidup sebagian besar anggota Braconidae relatif singkat. Salah satu contoh spesies pada Subfamili Microgasterinae, dalam setahun dapat menghasilkan keturunan hingga beberapa generasi dengan stadia telur 2 sampai 5 hari, stadia larva 6 sampai 15 hari, dan stadia pupa 5 sampai 10 hari (Clausen 1940).

Telur. Pada umumnya bentuk telur Famili Braconidae sederhana mulai dari bentuk oval sampai hampir silindris, kadang-kadang seperti buah pir atau bentuk yang memanjang dan menyempit kedua ujungnya yang termasuk ke dalam tipe himenopteriforma. Empat tipe telur yang lain dari lima tipe telur Famili Braconidae adalah tipe mikro, pedikulat, bertangkai dan ensitiforma (Clausen 1940).

Larva. Menurut Hagen (1973), jumlah instar larva parasitoid mulai dari instar pertama sampai instar terakhir sangat beragam tergantung dengan genus dan spesiesnya. Selanjutnya Clausen (1940) mengelompokkan larva instar pertama dalam 5 tipe yaitu himenopteriforma, mandibulata, kaudata, vesikulata dan polipodeiforma. Pada umumnya tubuh larva terdiri atas 13 ruas.

Larva instar terakhir spesies-spesies yang tergolong Braconidae memiliki bentuk umum dengan beberapa ciri yang membedakan. Bentuk umum larva instar terakhir itu adalah tipe himenopteriforma (Clausen 1940)

Pupa. Pupa Hymenoptera parasitoid bertipe eksarata yang berkokon atau tidak berkokon. Parasitoid yang larvanya hidup di dalam inang atau pada inang yang hidup tersembunyi membuat atau tidak membuat kokon sedang parasitoid yang menyerang inang yang hidupnya terbuka umumnya membuat kokon (Clausen 1940; Hagen 1973).

Imago. Hymenoptera parasitoid jantan dan betina yang baru keluar dari pupa dapat segera melakukan kopulasi bila keluar secara bersamaan (Doutt 1973). Namun pada beberapa spesies kopulasi kadang-kadang terjadi setelah beberapa hari keluar dari pupa.

Beberapa spesies Hymenoptera parasitoid mengalami periode praoviposisi, yaitu selang waktu sejak imago betina keluar dari pupa hingga saat

peletakkan telur pertama (Doutt 1973). Periode praoviposisi umumnya singkat, hanya beberapa hari. Menurut Clausen (1940) spesies dari Famili Braconidae dapat meletakkan telurnya pada saat hari yang sama setelah imago betina keluar dari pupa.

Pemilihan Inang oleh Parasitoid

Sebagian besar parasitoid Hymenoptera dapat memarasit beberapa jenis inang dan hanya sedikit spesies yang spesifik memarasit satu spesies inang. Parasitoid yang spesifik tersebut, pada kondisi laboratorium bahkan juga sering dapat dipelihara pada inang lain yang secara alamiah bukan merupakan inang karena adanya hambatan waktu dan ruang yang memisahkannya. Kenyataan bahwa parasitoid dapat dibiakkan di laboratorium dengan serangga bukan inang alamiah menjadi penting dalam pembiakkan masal parasitoid (Doutt 1959).

Menurut Doutt (1959) terdapat empat tahapan yang harus dilewati agar parasitoid berhasil memarasit inangnya, yaitu 1) penemuan habitat inang, 2) penemuan inang, 3) penerimaan inang, dan 4) kesesuaian inang. Selanjutnya Vinson (1976) menambahkan pengaturan inang sebagai tahap yang kelima karena keberhasilan parasitisme juga ditentukan oleh kemampuan parasitoid dalam mengatur fisiologi inangnya.

Dalam penemuan habitat inang, parasitoid terutama dipandu oleh rangsangan kimia yang berasal dari senyawa-senyawa volatil. Rangsangan tersebut dapat berupa bau yang berasal dari makanan atau tanaman yang terluka atau yang rusak, organisme yang berasosiasi dengan inang atau inang itu sendiri. Tanaman merupakan isyarat utama karena tanaman mempunyai peran yang dominan dalam mendukung suatu habitat yang khas. Akibatnya, suatu parasitoid kadang-kadang tertarik pada tanaman tertentu meskipun di situ tidak terdapat inang. Parasitoid kadang-kadang juga memarasit inang yang terdapat pada jenis tanaman tertentu dan tidak pada jenis tanaman yang lain (Vinson 1981).

Penemuan inang oleh parasitoid dipandu oleh rangsangan fisik dan kimia. Rangsangan fisik yang berperan terutama suara dan gerakan. Rangsangan kimia dapat dibagi menjadi dua kelompok. Pertama, rangsangan kimia yang dapat diterima dari jarak jauh misalnya bau inang. Rangsangan yang diterima

memungkinkan parasitoid untuk melokalisasi areal pencarian inang. Kedua, rangsangan kimia yang dapat dideteksi hanya dari jarak dekat, yaitu setelah terjadi kontak fisik. Rangsangan ini biasanya berasal dari senyawa-senyawa padat atau cair misalnya kotoran inang, sekresi dari kelenjar labium inang, produk inang lain dan bekas parasitoid lain. Adanya rangsangan ini memungkinkan terjadinya kontak antara parasitoid dengan inangnya yang dicirikan oleh perilaku pengujian oleh parasitoid berupa pergerakan memutar dengan cepat dan perubahan kecepatan pergerakan. Faktor lain yang ikut menentukan penemuan inang adalah pengalaman dan perilaku orientasi parasitoid (Weseloh 1981).

Penerimaan inang atau pengenalan inang adalah proses diterima atau ditolaknya inang untuk peletakkan telur setelah terjadi kontak (Arthur 1981). Proses tersebut dibagi dalam empat fase yaitu: 1) kontak dan pemeriksaan, 2) penusukan dengan ovipositor, 3) pemasukan ovipositor dan 4) peletakan telur. Keempat fase tersebut harus lengkap dan berurutan sehingga bila terjadi hambatan pada salah satu fase, proses dimulai lagi dari awal.

Seperti halnya tahap sebelumnya, penerimaan inang juga dipandu terutama oleh rangsangan fisik dan kimia. Selain itu, pengalaman parasitoid sebelumnya, termasuk tempat perkembangan parasitoid, juga akan berpengaruh pada proses penerimaan inang. Rangsangan fisik yang berperan adalah kondisi fisik inangnya seperti ukuran, bentuk, tekstur atau bentuk permukaan, warna dan kandungan air. Rangsangan lainnya adalah pergerakan inang misalnya kegiatan makan inang dan perkembangan embrio dalam telur. Rangsangan kimia dapat berasal dari senyawa-senyawa yang terdapat di luar dan di dalam tubuh inang yang dapat dideteksi dengan antena, tarsi atau ovipositor. Senyawa-senyawa tersebut dapat disekresikan melalui kutikula, diekskresikan bersama-sama kotoran atau terdapat pada jaringan-jaringan tertentu dalam tubuh inang (Arthur 1981).

Kesesuaian inang yang menentukan keberhasilan perkembangan parasitoid sampai menjadi imago tergantung pada beberapa faktor, yaitu: 1) kemampuan parasitoid dalam menghindari atau melawan sistem pertahanan inang, 2) kompetisi dengan parasitoid lain, 3) adanya toksin yang mengganggu atau merusak telur atau larva parasitoid, dan 4) kesesuaian makanan parasitoid. Faktor lain yang

berpengaruh adalah infeksi patogen, kerentanan inang, faktor lingkungan, pengaruh hormon-hormon pengendali serangga (Vinson dan Iwantsch 1980).

Potensi Biologi *Opius* sp.

Fase Pradewasa

Telur Telur *Opius* sp. berbentuk lonjong, dengan salah satu bagian ujungnya sedikit lebih membesar dibandingkan ujung yang lain. Bentuk telur yang demikian tergolong tipe himenopteriforma (Hagen 1973). Telur berukuran panjang $0,26 \pm 0,03$ mm (Tabel 1), dan berwarna bening transparan. Telur mengalami pertumbuhan dan perkembangan setelah diletakkan dalam inang. Telur *Opius* sp. pada hari ke dua mengalami pertumbuhan dan perkembangan dengan pertambahan panjang 1,5 kali dan penambahan lebar 1,7 kali bandingkan hari pertama telur diletakkan.

Tabel 1. Ukuran dan masa perkembangan pradewasa *Opius* sp.

Fase perkembangan	Panjang (mm)	Masa perkembangan (hari)
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Telur	$0,26 \pm 0,03$	$2,00 \pm 0,00$
Larva (instar-1)	$0,61 \pm 0,02$	$1,33 \pm 0,48$
Larva (instar -2 s/d -4)	$1,55 \pm 0,15$	$4,33 \pm 0,75$
Pupa	$1,62 \pm 0,17$	$5,93 \pm 0,59$

Larva

Larva instar-1 transparan dan bersifat motil. Bagian kepala tersklerotisasi dengan baik dan dalam rongga mulut terlihat jelas adanya sepasang mandibel. Bagian kepala ini tampak jelas berbeda dengan bagian abdomen. Ruas-ruas abdomen tampak jelas, dengan ruas terakhir menyempit menyerupai ekor dan tergolong tipe kaudata. Larva instar-1 berukuran panjang $0,61 \pm 0,02$ mm, dan masa perkembangannya $1,33 \pm 0,48$ hari.

Instar berikutnya memiliki bentuk yang sangat berbeda dengan instar-1. Bagian kepala kecil dan tidak tampak jelas, serta pada ujung abdomen tidak terdapat kauda. Secara umum larva instar lanjut berwarna putih susu. Masa perkembangan larva lanjut (instar-2 s/d -4) berlangsung selama $4,33 \pm 0,75$ hari.

Pupa

Pupa berukuran panjang $1,62 \pm 0,17$ mm. Sebelum membentuk pupa, tubuh larva mengkerut dan diikuti dengan munculnya tonjolan pada bagian kepala dan toraks yang merupakan bakal embelan tubuh parasitoid. Mula-mula pupa berwarna kuning, kemudian berubah menjadi kuning kecoklatan. Setelah pupa terbentuk sempurna, warna tubuh berubah menjadi coklat kehitaman. Masa perkembangan pupa berlangsung $5,93 \pm 0,59$ hari. Dengan demikian, waktu yang diperlukan sejak telur diletakkan hingga imago parasitoid muncul sekitar 13,59 hari.

Masa Hidup Imago dan Keperidian

Imago parasitoid keluar dengan cara merobek puparium inang. Rataan ukuran panjang imago jantan berturut-turut adalah $1,72 \pm 0,13$ mm dan $1,80 \pm 0,11$ mm. Imago betina dapat dibedakan dari jantan dengan adanya ovipositor ($0,20 \pm 0,01$ mm) yang mencuat dari ujung abdomen.

Kepala, mesosoma dan metasoma berwarna hitam. Pada bagian kepala terdapat antena berwarna hitam kecuali pada bagian pangkal ruas pertama flagelum yang berwarna kuning kecoklatan. Maksila berwarna kuning kecoklatan. Antena imago jantan terdiri dari 23 ruas sedangkan antena betina terdiri dari 25 ruas dengan tipe antena filiforma.

Tungkai berwarna kuning kecoklatan namun pada bagian tarsus warnanya sedikit lebih gelap. Sayap mempunyai ciri tidak mempunyai costa dan vena 2m-cu. Bagian metasoma terdiri dari 7 ruas dengan ruas tergum 2 dan 3 menyatu. Imago jantan umumnya muncul lebih awal dari pada imago betina.

Masa hidup imago jantan dan imago betina hampir sama dan masa praoviposisi berlangsung 0-3 hari dengan rata-rata 0,70 hari. Masa oviposisi berlangsung antara 4-17 hari dengan rata-rata $9,30 \pm 4,22$ hari. Keperidian berkisar antara 49-187 dengan rata-rata $109,20 \pm 51,35$ butir, dan laju peletakan telur adalah $11,78 \pm 1,75$ butir per hari.

Banyaknya Keturunan dan Nisbah Kelamin

Banyaknya imago keturunan yang dihasilkan per induk betina parasitoid berkisar antara 67-182 dengan rata-rata $113,0 \pm 43,06$ ekor dan tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata banyaknya telur yang diletakkan (109,2).

Pada keadaan jumlah inang yang tidak mencukupi untuk diparasit terjadi superparasitisme pada parasitoid *Opius* sp. Dari pembedahan larva terparasit ditemukan jumlah larva parasitoid instar -1 sebanyak 2 - 4 larva per inang, bahkan ditemukan juga 11 larva per inang.

Nisbah kelamin, yang dinyatakan dengan persentase jantan, berkisar antara 11,94-45,86% dengan rata-rata $26,53 \pm 12,27\%$ yang mengindikasikan bahwa keturunan *Opius* sp didominasi oleh betina. Nisbah kelamin ini dipengaruhi sistem reproduksi arenotoki pada betina yang kawin.

Preferensi Terhadap Instar Larva

Pemilihan inang seperti ditunjukkan oleh banyaknya telur yang diletakkan dipengaruhi oleh fase perkembangan inang. Banyaknya telur yang diletakkan oleh betina *Opius* sp. secara nyata lebih tinggi pada larva instar-3 (6,25 butir) dibandingkan pada instar-2 (1,63 butir), sedangkan pada larva instar-1 sama sekali tidak ditemukan telur parasitoid .

Tabel 2. Rataan banyaknya telur parasitoid yang diletakkan pada tiga instar inang

Instar larva	Rataan banyaknya telur yang diletakkan (butir)
1	0,00 a
2	1,63 b
3	6,25 c

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (DMRT, $\alpha = 0,05$); data ditransformasi dengan $V(x+0,5)$ sebelum dilakukan analisis

Perbedaan preferensi peletakan telur ini dapat disebabkan oleh perbedaan stimulus fisik yang dihasilkan oleh setiap instar inang. Beberapa penelitian membuktikan peranan stimulus vibrasi yang dihasilkan oleh larva pengorok daun dalam penemuan inang oleh parasitoid (Meyhofer *et al.* 1994, Casas *et al.* 1998). Dilaporkan bahwa rendahnya vibrasi yang dihasilkan oleh larva pengorok daun

Phytomyza ranunculi Schrank (Diptera: Agromyzidae) yang berukuran kecil menyebabkan inang lebih sulit ditemukan oleh parasitoid *Kratochviliana* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) (Sugimoto 1977). Selain itu, secara visual ukuran korokan yang besar dari larva instar-3 diduga lebih mudah dijumpai oleh parasitoid daripada korokan yang kecil (Petitt & Wietlisbach 1993). Stimulus kimia juga dilaporkan berperan dalam penemuan inang. Parasitoid *O. dissitus* lebih tertarik pada tanaman kacang yang terinfeksi *L. sativae* Blanchard daripada yang tidak (Petitt *et al.* 1992). Preferensi *Opius* sp. terhadap instar lanjut *L. huidobrensis* diduga berhubungan dengan konsentrasi kairomon yang lebih tinggi.

Peluang Pemanfaatan *Opius* sp. dalam Pengendalian Hayati *Liriomyza* spp.

Opius sp. merupakan salah satu parasitoid yang dominan ditemukan pada areal pertanian kentang yang diserang oleh lalat pengorok daun *Liriomyza* spp. Pengamatan biologi yang dilakukan terhadap *Opius* sp. dengan menggunakan inang larva *L. huidobrensis* telah memperlihatkan potensi besar dari *Opius* sp. dalam penggunaan parasitoid ini untuk mengendalikan lalat pengorok daun di lapangan.

Menurut DeBach (1973) ciri-ciri parasitoid yang efektif adalah: a) daya mencari inang yang tinggi, b) spesifik terhadap inang, c) daya berkembang biak yang tinggi, d) kisaran toleransi terhadap lingkungan yang lebar serta kemampuan memarasit terhadap berbagai instar inang dan f) dapat dikembangbiakan di laboratorium secara ekonomis. Siklus hidup *Opius* sp. yang pendek (14,29 hari) tidak jauh berbeda dengan siklus hidup inangnya yakni *L. huidobrensis* (28,31 hari), sehingga parasitoid dapat menjaga keseimbangan populasi inangnya di lapangan. Melihat potensi *Opius* sp. yang baik dengan keperidian yang tinggi (109,20 butir), dan nisbah kelamin keturunan yang bias betina (73,47 %), memberinya peluang parasitoid ini untuk dikembangkan sebagai agens pengendali lalat pengorok daun.

Opius sp. dapat memarasit larva instar -1, -2 dan -3 lalat pengorok daun sehingga inang dapat dikendalikan lebih awal dan larva tidak berkembang menjadi imago. Populasi lalat pengorok daun pada musim selanjutnya akan

berkurang sehingga kerugian yang ditimbulkan oleh serangan hama ini dapat ditekan sampai batas ambang ekonomi.

Perbanyakan parasitoid secara massal di laboratorium merupakan kendala besar dalam pemanfaatan parasitoid untuk pengendalian hayati. Namun permasalahan ini tidak menjadi kendala bagi *Opius* sp. karena parasitoid ini sudah bisa dibiakkan secara massal di laboratorium dengan menggunakan tanaman kacang merah sebagai tanaman inang bagi lalat pengorok daun dan larva instar –3 untuk perbanyakan *Opius* sp. Keberhasilan ini telah menjaga kelimpahan populasi *Opius* sp. di laboratorium sehingga ketersediaan populasi *Opius* sp. untuk pengendalian hayati baik secara augmentasi maupun introduksi tersedia secara terus menerus.

Kesimpulan dan Saran

Opius sp sangat potensi sekali sebagai sebagai agens pengendalian hayati lalat pengorok daun. Siklus hidup yang singkat, keperidian yang tinggi, serta nisbah kelamin yang bias betina merupakan karakteristik biologi yang diharapkan mampu mengimbangi populasi lalat pengorok daun di lapangan. Dari segi praktis pembiakan massal, penggunaan inang instar-3 yang selama ini dilakukan mendukung ketiga karakteristik tadi, sehingga kelimpahan parasitoid dapat terpelihara. Pemanfaatan *Opius* sp. dalam pengendalian hayati masih perlu ditunjang dengan melakukan penelitian yang meliputi kapasitas pencarian inang, kemampuan memencar, tanggap fungsional dan numerik, serta interaksi dengan tanaman inang.

Daftar Pustaka

- Arthur AP. 1981. Host acceptance by parasitoids. In: Nordlund DA, Jones RL, Lewis WJ, editor. Semiochemicals, Their Role in Pest Control. New York: John Wiley and Sons. p 97-120.
- Casas J, Bacher S, Tautz J, Meyhofer R, Piere D. 1998. Leaf vibrations and air movements in a leafminer-parasitoid system. Biological Control 11: 147-153.
- CEQ [Council of Environmental Quality]. 1972. Integrated pest management. Washington: US Gov Printing Office.

- Chavev GL, Raman KV. 1987. Evaluation of trapping and trap types to reduce damage to tomato by the leaf-miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera:Agromyzidae). *Insect Sci Appl* 8 (3):369-372
- Cisneros F, Mujica N 2000. Developing IPM component for leafminer fly in the Canete Valley of Peru. <http://www.cipotato.org/market/PgmRprts/pr95-96/prpgram> 4/prog 44.htm. 03 Mei 2000.
- Clausen RF. 1940. Entomophagous insect. New York and London: Mc Graw-Hill Book Company, Inc.
- DeBach P. 1973. The scope of biological control. In: DeBach P, editor. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. London: Chapman and Hall. p 3-20.
- Goulet H, Huber JT. 1933. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Ottawa: Canada Communication Group-Publishing .
- Hagen KS. 1973. Development stages of parasites. In: DeBach P, editor. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. London: Chapman & Hall. p 168-246.
- Meyhofer R, Casas J, Dorn S. 1994. Host location by a parasitoid using leafminer vibrations: Characterizing the vibrational signals produced by the leafmining host. *Physiol Entomol* 19: 349-359.
- Parrella MP. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Annu Rev Entomol* 32:201-24.
- Parrella MP, Keil CB. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. *Bull Entomol Soc Amer* 30:22-25.
- Petitt FL, Wietlisbach DO. 1993. Effects of host instar and size on parasitization efficiency and life history parameters of *Opius dissitus*. *Entomol Exp Appl*. 66:227-236.
- Petitt FL, Turlings TCJ, Wolf SP. 1992. Adult experience modifies attraction of the leafminer parasitoid *Opius dissitus* (Hymenoptera: Braconidae) to volatile semiochemicals. *J Insect Behavior* 5: 623-634.
- Rauf A. 1995. *Liriomyza*: hama pendatang baru di Indonesia. *Bull HPT* 8 (1): 46-48.
- Rauf A. 1999. Persepsi dan tindakan petani kentang terhadap lalat pengorok daun, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Bul HPT* 11: 1-13.
- Rauf A, Shepard M. 1999. Leafminers in vegetables in Indonesia: surveys of host crops. Species composition, parasitoids and control practices.

Workshop on Leafminers of Vegetables in Southeast Asia; Selangor, 2-5 February 1999. Selangor: CAB International, Southeast Asia Regional Center.

- Rauf A, Shepard BM, Johnson MW. 2000. Leafminers in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: Surveys of host crops, species composition and parasitoids. *Int J Pest Manag* 46: 257-266.
- Soeriaatmadja RE, Udiarto BK. 1996. Kehilangan hasil kentang oleh *Liriomyza* spp. Laporan Percobaan Proyek APBN TA. 1995/1996. Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran. hlm165-168.
- Sugimoto T. 1977. Ecological studies on the relationship between the Ranunculus leaf mining fly, *Phytomyza ranunculi* Schrank (Diptera: Agromyzidae) and its parasite, *Kratochviliana* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) from the viewpoint of spatial structure I. Analysis of searching and attacking behaviors of the parasite. *Appl Entomol Zool* 12 (2): 87-103.
- Vinson SB. 1981. Habitat location. In: Nordlund DA, Jones RL, Lewis WJ, editor. *Semiochemicals, Their Role in Pest Control*. New York: John Wiley and Sons. p 51-57.
- Vinson SB, Iwantsch GF. 1980. Host suitability for insect parasitoids. *Annu Rev Entomol* 25:397-419.
- Weseloh RM. 1981. Host location by parasitoid. In: Nordlund DA, Jones RL, Lewis WJ, editor. *Semiochemicals, Their Role in Pest Control*. New York: John Wiley and Sons. p 79-95.
- Wharton RA. 1993. Bionomic of the Braconidae. *Annu Rev Entomol* 38: 121-143.