

Bionatura

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik
Journal of Life and Physical Sciences

Analisis Urutan Nukleotida Daerah Hipervariabel I (HVI) DNA Mitokondria Pada Suku Baduy untuk Menentukan Motif Populasi Suku Sunda
oleh : Iman P. Maksum, Dian S. Kamara, dan Yeni W. Hartati

Penghentian Pendedahan HaNPV terhadap *Helicoverpa armigera* Hubner
oleh : Yayan Sanjaya, Wardono Niloperbowo, Tjandra Anggraeni, dan Agus Susanto

Penghambatan Enkapsulasi Pradewasa Parasitoid Eriborus *argenteopilosus* (CAMERON) oleh Larva *Crociodolomia pavonana* (F.) Menggunakan Rokaglamida
oleh : Danar Dono, Djoko Prijono, Syafrida Manuwoto, Damayanti Buchori, Dadang, dan Hasim)

Uji Kemangkusan Moluskosida Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) di Laboratorium dan Lapangan
oleh : Musri Musman

Elevated Aluminium Concentrations in Soil Reduce Growth and Function of External Hyphae of Gigaspora Margarita in Growth of Cowpea Plants
oleh : Agus Rohyadi

Efek Sifat Fisik Terhadap Permeabilitas dan *Suction Head* Tanah (Kajian Empirik Untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi)
oleh : Indratmo Soekarno dan Dede Rohmat

Budidaya Kuda Laut (*Hyppocampus Barbourie*) : Upaya Perbenihan di Laboratorium dan Penangkaran dalam Karamba Apung
oleh : A. Niartiningsih, Irfan Ambas dan Syafiuddin

Efektifitas Penggunaan Ulang Mulsa Plastik Hitam Perak dengan Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai
oleh : Fahrurrozi, Nanik Setyowati dan Sarjono

**PENGHAMBATAN ENKAPSULASI PRADEWASA PARASITOID
Eriborus argenteopilosus (CAMERON) OLEH LARVA *Crociodolomia
pavonana* (F.) MENGGUNAKAN ROKAGLAMIDA**

Danar Dono¹⁾, Djoko Prijono²⁾, Syafrida Manuwoto²⁾, Damayanti Buchori²⁾,
Dadang²⁾, dan Hasim³⁾

¹⁾Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,
Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Bandung

²⁾Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan,
Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

³⁾Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Insektisida dapat mempengaruhi interaksi herbivora-parasitoid, misalnya menekan sintasan, mempengaruhi tingkat parasitisasi dan pertahanan herbivora terhadap serangan parasitoidnya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh senyawa rokaglamida terhadap parasitisasi larva inang (*Crociodolomia pavonana*) dan penghambatan enkapsulasi pradewasa parasitoid *Eriborus argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan rokaglamida terhadap larva *C. pavonana* tidak mengakibatkan penurunan parasitisasi bahkan dapat menekan kemampuan larva inang mengenkapsulasi pradewasa endoparasitoid *E. argenteopilosus*. Jumlah hemosit larva *C. pavonana* yang mendapat perlakuan rokaglamida dan terparasit cenderung lebih rendah dibandingkan dengan larva kontrol dan terparasit. Hemosit larva inang tersebut berperan dalam proses enkapsulasi telur dan larva parasitoid. Rendahnya jumlah hemosit larva inang yang diberi perlakuan rokaglamida tersebut dapat menurunkan kemampuan larva inang untuk mengenkapsulasi telur dan larva parasitoid. Oleh karena itu penggunaan senyawa rokaglamida untuk pengendalian *C. pavonana* berpotensi meningkatkan sintasan parasitoid, sehingga rokaglamida merupakan insektisida botani yang berpotensi baik untuk digunakan dalam sistem pengendalian hama terpadu pada tanaman kubis-kubisan.

Kata kunci: rokaglamida, hemosit, imunitas, enkapsulasi

**ENCAPSULATION INHIBITION OF IMMATURE PARASITOID OF *Eriborus
argenteopilosus* (CAMERON) BY *Crociodolomia pavonana* (F.) LARVAE
USING ROKAGLAMIDE**

ABSTRACT

Insecticides can influence interaction of herbivore-parasitoid, e.g. : depressing survival of parasitoid, affecting parasitization rate of host, and defending of herbivore to parasitoid attack. This research was conducted to study the influence of rocaglamide to parasitization of host larvae (*Crociodolomia pavonana*) and encapsulation inhibition of immature parasitoid of *Eriborus argenteopilosus* by *C. pavonana* larvae. The results indicated that rocaglamide treatment on *C. pavonana* larvae did not decrease the parasitization rate, was able to suppress host larvae to encapsulate endoparasitoid of *E. argenteopilosus*. Hemocyte account of *C. pavonana* larvae treated with rocaglamide and parasitized tended to lower compared with control larvae and parasitized. The lower of hemocyte account of host larvae treated with rocaglamide could decrease ability of host larvae to encapsulate egg and larvae of parasitoid. Therefore, the used of rocaglamide for controlling cabbage crop caterpillar *C. pavonana* has a good potency to improve survival of parasitoid, hence, rocaglamide can be used in integrated pest management system on pest of brassicaceae.

Key words: rocaglamide, hemocyte, immunity, encapsulation.

PENDAHULUAN

Serangga mengalami serangan parasitoid secara terus menerus, akan tetapi kenyataan di alam hanya sedikit yang menghasilkan infeksi. Serangga memiliki sistem pertahanan/imunitas yang kompleks dan efisien terhadap serangan parasitoid. Sistem pertahanan tersebut meliputi: 1) pertahanan perilaku (Gross 1993), 2) integumen sebagai penghambat fisik (pertahanan primer), 3) respons yang terkoordinasi dari populasi hemosit, dan 4) induksi sintesis peptida dan protein (pertahanan sekunder) (Gillespie *et al.* 1997).

Pertahanan primer meliputi karakter morfologi, perilaku menghindar dan perilaku agresif. Pertahanan primer serangga inang terhadap parasitoid bekerja semakin efektif sejalan dengan tingkat perkembangan larva inang (Gross 1993).

Pertahanan/imunitas sekunder diperankan oleh hemolimfa yang meliputi sistem imunitas humoral dan seluler (Dunn 1986; Gupta 1991a, 1991b; Marmaras *et al.* 1996). Enkapsulasi merupakan salah satu proses pertahanan seluler larva serangga inang melalui pembentukan beberapa lapis sel yang menyelimuti telur dan larva parasitoid. Enkapsulasi sering pula diikuti oleh proses melanisasi (Gupta 1991a, 1991b; Chapman 1998). Pada larva *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae), reaksi enkapsulasi seluler terhadap pradewasa parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae) sangat tinggi sehingga menarik untuk dipelajari.

E. argenteopilosus merupakan endoparasitoid yang penting dalam menekan populasi ulat krop kubis *C. pavonana*, tetapi keberhasilan parasitoid tersebut menjadi imago hanya 7,23% (Othman 1982; Kasno & Pudjianto 1986) walaupun tingkat parasitisasinya di lapangan cukup tinggi. Rendahnya tingkat kemunculan imago disebabkan oleh karena adanya enkapsulasi terhadap parasitoid pradewasa di dalam tubuh larva *C. pavonana*. Enkapsulasi terhadap telur dan larva parasitoid oleh larva *C. pavonana* yang diparasitkan saat instar 1 dan 2 pada kondisi laboratorium berturut-turut mencapai 69% dan 97% sehingga menekan perkembangan parasitoid pradewasa menjadi imago (Dono dkk. 1998). Enkapsulasi merupakan pertahanan larva inang terhadap invasi parasitoid sehingga dapat mengakibatkan kematian pradewasa parasitoid. Enkapsulasi biasanya mulai terjadi dalam 24 jam setelah telur parasitoid diletakkan. Telur atau larva parasitoid dapat terhindar dari proses enkapsulasi karena adanya racun yang dikeluarkan pada saat peletakan telur oleh imago betina parasitoid. Racun tersebut mengubah atau merusakkan sel-sel hemosit inangnya (Rizki & Rizki 1984). Selain itu, beberapa spesies Ichneumonidae dan Braconidae (Hymenoptera) mengandung *polydnavirus* (PDV) pada bagian kaliks dari ovarinya yang dapat menghambat proses enkapsulasi (Vinson 1977; Strand & Noda 1991; Lavine & Beckage 1995; Strand & Pech 1995).

Jika proses enkapsulasi pradewasa parasitoid dapat ditekan, maka tingkat kemunculan *E. argenteopilosus* dapat ditingkatkan. Karena itu, sarana pengendalian hama yang ramah lingkungan yang sekaligus dapat meningkatkan kinerja parasitoid di lapangan perlu dikembangkan untuk menunjang penerapan pengendalian hama terpadu (PHT). Saiah satu alternatif yang layak dipelajari dan memenuhi persyaratan tersebut adalah bahan insektisida dari tanaman *Aglaiia odorata* Lour. (Meliaceae).

Nugroho *et al.* (1997a, 1997b, 1999), Gussregen *et al.* (1997) dan Nugroho & Procks (1999) telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa rokaglamida dan turunannya dari bunga, daun dan ranting *A. odorata*, buah *A. elliptica*, dan ranting *A. duperreana*. Senyawa-senyawa tersebut mempunyai aktivitas insektisida dan penghambat pertumbuhan pada larva *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). Dono dkk. (2004) melaporkan bahwa Rokaglamida efektif terhadap larva *C. pavonana* dengan LC₉₅ 69,24 ppm dan relatif tidak toksik pada konsentrasi 300 ppm terhadap imago betina parasitoid *E. argenteopilosus*. Meskipun pengaruh senyawa rokaglamida telah sering diteliti terhadap beberapa spesies serangga hama, pengaruh terhadap musuh alami hama secara langsung atau melalui interaksi inang-parasitoid masih belum diteliti secara mendalam.

Dono dkk. (1998) mengungkapkan bahwa sifat toksik dan sifat penghambat perkembangan ekstrak biji *A. harmsiana* Perkins (Meliaceae) berperan dalam menekan enkapsulasi telur dan larva *E. argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana*. Perlakuan fraksi etil asetat ekstrak metanol ranting *A. odorata* pada daun makanan pada LC₂₅, LC₅₀ dan LC₇₀ tidak mempengaruhi tingkat parasitisasi larva

inang bahkan mampu menekan enkapsulasi pradewasa parasitoid (Sudarmo dkk. 2001). Penekanan terhadap proses enkapsulasi tersebut memperbesar peluang keberhasilan *E. argenteopilosus* berkembang dalam tubuh larva *C. pavonana* sehingga proses parasitisme meningkat dan dapat menekan populasi hama inang secara lebih baik. Namun demikian penelitian yang dilakukan oleh Dono dkk. (1998) dan Sudarmo dkk. (2001) menggunakan ekstrak yang belum dimurnikan sehingga untuk memahami penghambatan enkapsulasi dengan lebih baik maka dalam penelitian ini digunakan senyawa murni rokaglamida yang diisolasi dari tanaman *A. odorata*.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari 1) pengaruh rokaglamida terhadap parasitisasi larva *C. pavonana* oleh imago betina *E. argenteopilosus*, 2) pengaruh rokaglamida terhadap enkapsulasi jenjang pra dewasa parasitoid *E. argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana* dan 3) pengaruh rokaglamida dan pemaparan terhadap jumlah dan tipe hemosit larva *C. pavonana*.

BAHAN DAN METODE

Senyawa rokaglamida yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari ekstrak daun dan ranting *A. odorata* yang dilakukan oleh Nugroho *et al.* (1999).

Pemeliharaan serangga *C. pavonana* dilakukan menurut metode yang dikemukakan oleh Prijono & Hassan (1992). Imago dipelihara dalam kurungan plastik-kasa dan diberi makan cairan madu 10%, sedangkan larvanya dipelihara dengan makanan daun brokoli bebas pestisida. Pemeliharaan parasitoid *E. argenteopilosus* mengikuti prosedur yang diuraikan oleh Sudarmo dkk. (2001). Imago *E. argenteopilosus* yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari pertanaman kubis di daerah Ciloto, kabupaten Bogor. Imago parasitoid dipelihara dalam kurungan plastik-kasa dan diberi makan cairan madu 20% yang diserapkan pada segumpal kapas. Imago parasitoid tersebut diberi umpan larva *C. pavonana* instar 1 akhir. Inang yang telah diparasit dipindahkan ke dalam kotak plastik dan diberi makanan daun brokoli sampai imago parasitoid muncul.

Percobaan 1 Pengaruh Rokaglamida terhadap Parasitisasi Larva *C. pavonana* oleh Parasitoid *E. argenteopilosus*

Larva instar 2 *C. pavonana* diberi perlakuan rokaglamida pada konsentrasi subletal (LC₂₅, LC₅₀ dan LC₇₀) sesuai hasil percobaan Dono dkk. (2004). Rokaglamida dilarutkan dalam aseton untuk memperoleh larutan dengan konsentrasi yang diinginkan. Setiap larutan rokaglamida pada konsentrasi tersebut disebarkan secara merata sebanyak 25 µl pada setiap permukaan bundaran daun brokoli berdiameter 3 cm dengan sonde mikro (*microsyringe*). Daun kontrol diberi perlakuan aseton saja dengan volume yang sama. Dua bundaran daun perlakuan atau kontrol ditempatkan dalam cawan petri berdiameter 9 cm yang dialasi kertas isap. Larva yang bertahan hidup setelah siap ganti kulit ke instar 3 dipaparkan secara massal pada sepasang imago

parasitoid. Parasitisasi inang diamati dengan cara membedah larva inang di bawah mikroskop binokuler. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Untuk setiap konsentrasi dan kontrol digunakan 30 larva per ulangan. Data persentasi parasitisasi ditransformasi ke arksin \sqrt{y} yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji Tukey. Untuk mengetahui keeratan hubungan antara perlakuan rokaglamida dengan tingkat parasitisasi dilakukan dengan analisis regresi-korelasi (Steel & Torrie 1993).

Percobaan 2 Pengaruh Rokaglamida terhadap Enkapsulasi Parasitoid *E. argenteopilosus* oleh Larva *C. pavonana*

Cara perlakuan rokaglamida terhadap larva inang seperti pada Percobaan 1. Larva yang bertahan hidup dan akan berganti kulit ke instar 3 dipaparkan satu per satu pada imago betina parasitoid. Larva tersebut segera dikeluarkan dari kurungan setelah tampak diparasit yaitu jika imago betina parasitoid telah menusukkan ovipositornya. Setelah pamarasitan, larva *C. pavonana* dipindahkan ke dalam cawan petri berdiameter 9 cm yang berisi makanan daun brokoli tanpa perlakuan. Untuk setiap konsentrasi dan kontrol digunakan 30 larva per ulangan dengan 3 ulangan.

Pengamatan enkapsulasi dilakukan dengan cara membedah larva inang di bawah mikroskop binokuler 2 hari setelah pamarasitan dan menghitung jumlah telur dan larva parasitoid yang terenkapsulasi. Persentase enkapsulasi parasitoid dihitung dengan rumus: $E = (\Sigma x / \Sigma y) \times 100\%$; Σx = jumlah telur dan/atau larva *E. argenteopilosus* yang terenkapsulasi, Σy = jumlah total telur dan/atau larva parasitoid yang ditemukan dalam tubuh larva inang yang dibedah. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Data persentasi enkapsulasi ditransformasi ke arksin \sqrt{y} yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji Tukey. Untuk mengetahui keeratan hubungan antara perlakuan rokaglamida dengan tingkat enkapsulasi dilakukan dengan analisis regresi-korelasi (Steel & Torrie 1993).

Percobaan 3 Pengaruh Rokaglamida dan Parasitoid terhadap Jumlah dan Tipe Hemosit Larva *C. pavonana*

Cara perlakuan rokaglamida dan pamarasitan adalah seperti pada Percobaan 2. Setelah pemberian perlakuan dengan rokaglamida dan pamarasitan, larva *C. pavonana* dipelihara dalam cawan petri berdiameter 9 cm dan diberi makan daun brokoli tanpa perlakuan hingga berkembang menjadi instar 4.

Untuk setiap perlakuan, pengambilan hemolimfa dilakukan dari tiga kelompok larva yang telah berumur 16-18 jam setelah ganti kulit menjadi instar 4. Larva dijepit pada bagian anterior dan posteriornya dengan pinset, sepasang tungkai palsu bagian depan digunting, kemudian hemolimfa yang keluar diisap dengan mikropipet kapiler dan ditampung dalam tabung reaksi. Pada setiap

kelompok larva dikoleksi 10 μ l hemolimfa. Contoh hemolimfa diencerkan dengan perbandingan 1:10 dalam buffer fosfat klorida (0,15 M NaCl, 0,5 mM KH_2PO_4 , pH 6,5) (Stoltz & Guzo 1986), kemudian jumlah total dan jumlah setiap tipe hemosit dalam contoh hemolimfa tersebut dihitung menggunakan *Neubauer improved haemocytometer* di bawah mikroskop fase kontras dengan perbesaran 400 kali.

Percobaan disusun sebagai percobaan faktorial dalam rancangan acak lengkap dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan rokaglamida dengan 4 taraf, yaitu 0% (kontrol), LC_{25} , LC_{50} dan LC_{75} , dan faktor kedua adalah parasitoid dengan 2 taraf, yaitu tanpa atau dengan pamarasitan. Data jumlah hemosit ditransformasi ke $\log(x + 1)$ yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji Tukey. Untuk mengetahui keeratan hubungan perlakuan pamarasitan dan rokaglamida dengan jumlah hemosit dilakukan dengan analisis regresi-korelasi (Steel & Torrie 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Rokaglamida terhadap Parasitisasi larva *C. pavonana* oleh Parasitoid *E. argenteopilosus*

Secara umum perlakuan rokaglamida mengakibatkan peningkatan persentase parasitisasi larva *C. pavonana* oleh parasitoid *E. argenteopilosus* dibandingkan kontrol, walaupun secara statistik (uji *F*) tidak berbeda nyata (Tabel 1). Hasil analisis korelasi diperoleh koefisien korelasi $r = 0,27$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,011$. Hal ini menunjukkan bahwa 1,1% peningkatan parasitisasi disebabkan oleh perlakuan rokaglamida. Larva *C. pavonana* yang mendapat perlakuan rokaglamida selain aktivitasnya menurun juga perkembangannya terhambat. Kondisi larva inang yang demikian tampaknya lebih sesuai bagi parasitoid untuk memarasit karena larva inang yang diberi perlakuan tidak dapat atau kurang mampu mengadakan pertahanan secara perilaku dengan cara aktif menghindar atau aktif bergerak terhadap serangan imago parasitoid saat meletakkan telur. Kualitas pertahanan perilaku tersebut meningkat sesuai dengan tingkat perkembangan dan tingkat kebugaran/kesehatan larva inang yaitu larva instar 1 *C. pavonana* lebih mudah diparasit oleh imago *E. argenteopilosus*, sedangkan instar 2 dan instar 3 kurang terparasit karena aktif bergerak (Hadi 1985; Dono dkk. 1998). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sudarmo dkk. (2001) bahwa perlakuan fraksi etil asetat ekstrak tanaman *A. odorata* tidak menurunkan tingkat parasitisasi larva *C. pavonana* oleh imago parasitoid *E. argenteopilosus*.

Tabel 1. Parasitisasi oleh imago betina parasitoid *E. argenteopilosus* pada larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan rokaglamida

Perlakuan	Parasitisasi ± SB (%) (n) ¹
Kontrol	67,8 ± 31,9 (90)
LC ₂₅ (14,99 ppm)	82,2 ± 8,8 (90)
LC ₅₀ (23,39 ppm)	63,3 ± 21,8 (90)
LC ₇₀ (33,06 ppm)	78,9 ± 6,3 (90)
Regresi - korelasi	Y = 69,79 + 0,175X r = 0,1049 R ² = 0,0110

¹Hasil sidik ragam (uji *F*, $\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa rataan antar perlakuan tidak berbeda nyata.

Pengaruh Rokaglamida terhadap Enkapsulasi *E. argenteopilosus* oleh Larva *C. pavonana*

Secara umum terdapat kecenderungan yang hampir sama di antara ketiga peubah yang diamati, yaitu enkapsulasi telur, larva dan enkapsulasi total jengjang pradewasa parasitoid oleh larva *C. pavonana* cenderung lebih rendah pada perlakuan rokaglamida dibandingkan kontrol. Hasil analisis regresi-korelasi antara konsentrasi rokaglamida dengan tingkat enkapsulasi telur, larva dan enkapsulasi total diperoleh koefisien korelasi dan determinasi berturut-turut $r = -0,7598$ dan $R^2 = 0,5772$, $r = -0,7185$ dan $R^2 = 0,5163$, serta $r = -0,778$ dan $R^2 = 0,6053$. Hal ini menunjukkan bahwa kontribusi perlakuan rokaglamida terhadap penurunan enkapsulasi telur, larva dan enkapsulasi total masing-masing sebesar 57,72%, 51,53% dan 60,53% (Tabel 2).

Senyawa rokaglamida diduga dapat menekan pertahanan seluler inang sehingga kemampuan inang untuk mengenkapsulasi parasitoid pradewasa di dalam tubuhnya menurun. Hal ini bisa terjadi akibat menurunnya jumlah hemosit yang berperan dalam pertahanan seluler larva inang. Enkapsulasi juga melibatkan peranan protein yang dapat merangsang adhesi antara hemosit dengan benda-benda asing. Gugus protein hemaglutinin (heteroaglutinin, lektin, aglutinin) sangat berperan dalam sistem pertahanan tubuh serangga, karena protein ini diketahui berfungsi sebagai antibodi juga sebagai molekul pengenalan dan penyebab ketertarikan granulosit dan plasmatosit pada benda asing termasuk telur dan larva parasitoid (Gupta 1991a, 1991b; Strand & Pech, 1995).

Rendahnya enkapsulasi telur dan larva parasitoid tersebut kemungkinan juga disebabkan perlakuan rokaglamida mengakibatkan hemosit larva inang kehilangan kemampuan mengenali telur dan larva parasitoid sebagai benda asing. Richards & Edwards (2002) melaporkan bahwa larva *L. oleracea* yang terparasit oleh ektoparasitoid *E. pennicornis* mengalami penurunan kemampuan mengenkapsulasi

partikel sephadex DEAE A-25 karena hemosit larva inang kehilangan kemampuannya mengenali partikel tersebut.

Enkapsulasi larva cenderung lebih rendah daripada enkapsulasi telur (Tabel 2). Hal ini diduga karena larva parasitoid aktif bergerak sehingga hemosit tidak mampu menyelesaikan pembentukan kapsul. Woodring (1985) dan Chapman (1998) mengemukakan bahwa beberapa larva Hymenoptera parasitoid dapat menghindari proses enkapsulasi karena larva aktif bergerak. Selain itu, larva parasitoid dapat menghindari sistem imunitas inangnya dengan menghasilkan sekresi protein tertentu. Larva *Eulophus pennicornis* mengekresikan protein 27 kDa yang diasumsikan mengganggu sistem imunitas inangnya *Lacanobia oleracea* (Lepidoptera: Noctuidae) (Richards & Edwards 1999a).

Secara alamiah, telur dan larva beberapa spesies parasitoid dapat terhindar dari proses enkapsulasi karena mempunyai sifat-sifat permukaan yang menyerupai jaringan ikat dari inangnya sehingga tidak menimbulkan respons dari sel-sel hemosit (Woodring 1985; Chapman 1998). Telur atau larva parasitoid juga dapat terhindar dari proses.

Tabel 2. Enkapsulasi pradewasa parasitoid *E. argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan rokaglamida

Perlakuan	Enkapsulasi ± SB (%) ¹		
	Telur	Larva	Telur dan larva
Kontrol	74,3 ± 5,4 b	44,4 ± 7,9 b	84,8 ± 4,4 b
LC ₂₅ (14,99 ppm)	31,9 ± 12,9 a	17,4 ± 4,5 a	44,4 ± 8,0 a
LC ₅₀ (23,39 ppm)	16,6 ± 4,0 a	21,1 ± 5,3 a	32,8 ± 5,2 a
LC ₇₀ (33,06 ppm)	32,0 ± 4,2 a	19,3 ± 5,0 a	45,2 ± 4,2 a
Regresi - Korelasi	Y = 64,17 + 1,43X r = 0,7598 R ² = 0,5772	Y = 38,7 + 0,7352X r = 0,7185 R ² = 0,5163	Y = 75,26 + 1,313X r = 0,778 R ² = 0,6053

¹Rataan selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (uji Tukey, $\alpha = 0,05$).

enkapsulasi karena racun yang dikeluarkan pada saat peletakan telur oleh imago betina parasitoid. Racun ini mengubah atau merusakkan sel-sel hemosit inangnya (Rizki & Rizki 1984). Selain itu, beberapa spesies Ichneumonidae dan Braconidae (Hymenoptera) mengandung *polydnavirus* (PDV) pada bagian kaliks dari ovarium yang dapat menghambat proses enkapsulasi (Vinson 1977; Gupta 1991a; Strand & Noda 1991; Lavine & Beckage 1995; Strand & Pech 1995). Dalam kasus interaksi *C. pavonana*-*E. argenteopilosus*, kenyataan menunjukkan bahwa tingkat enkapsulasi pradewasa parasitoid sangat tinggi (mencapai 97%) (Dono dkk. 1998). Secara alamiah parasitoid *E. argenteopilosus* tidak memiliki

faktor-faktor penekan proses enkapsulasi seperti tersebut diatas, atau larva inang *C. pavonana* memiliki sistem imunitas yang efektif mematahkan kinerja faktor-faktor penekan enkapsulasi dari parasitoid tersebut. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa rokaglamida menekan sistem imunitas larva *C. pavonana* terhadap parasitoid *E. argenteopilosus*.

Selain itu, kematian telur atau larva parasitoid yang terenkapsulasi melalui sistem imunitas humoral ataupun melalui sistem imunitas seluler dapat disebabkan kekurangan oksigen atau zat makanan dan adanya senyawa toksik yang disekresikan ke dalam kapsul (Quicke 1997). Gupta (1991a, 1991b) menyebutkan bahwa aktivasi profenoloksidase tidak hanya menghasilkan desinfektan dalam bentuk quinon toksik, tetapi sistem fenoloksidase juga mempunyai pengaruh toksik dan merupakan prasyarat bagi kemampuan berikatan hemosit pada jaringan/benda asing. Melanin dan produk antara aktivitas fenoloksidase mempunyai pengaruh sitotoksik antimikroba. Lisozim, β -glukoronidase dan β -glukosaminidase juga berperan mengakibatkan kematian parasit/parasitoid. Turunan quinon mempunyai kontribusi dalam memproduksi jenis oksigen reaktif seperti anion superoksida dan radikal hidroksi memberikan kontribusi terhadap kematian patogen atau parasitoid (Gillespie *et al.* 1997).

Pengaruh Rokaglamida terhadap Jumlah dan Tipe Hemosit Larva *C. pavonana*

Pengamatan terhadap hemolimfa larva *C. pavonana* dengan merujuk pada Gupta (1991a) dan Ribeiro *et al.* (1996) berhasil mengelompokkan hemosit berdasarkan bentuk, ukuran dan ada tidaknya partikel sitoplasma ke dalam 4 kelompok, yaitu prohemosit, granulosit, plasmatosit, dan oenositoid (Tabel 4). Prohemosit merupakan hemosit yang akan berkembang menjadi hemosit tipe lain. Granulosit dan plasmatosit merupakan hemosit yang terutama berperan dalam imunitas seluler. Sedangkan peran fisiologis oenositoid masih kurang diketahui.

Tabel 4. Jumlah dan tipe hemosit larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan rokaglamida dan pamarasitan oleh parasitoid *E. argenteopilosus*

Perlakuan		Jumlah hemosit (rata-rata \pm SB [$10^3/\text{mm}^3$]) ¹			
		Prohemosit	Plasmatosit	Granulosit	Total
Kontrol	Terparasit	0,73 \pm 0,34 ab	4,22 \pm 0,72 b	19,43 \pm 4,07 b	24,38 \pm 4,93 b
	Tidak terparasit	0,28 \pm 0,39 a	1,56 \pm 1,28 a	8,16 \pm 2,92 a	9,99 \pm 3,71 a
LC ₂₅ (14,99 ppm)	Terparasit	4,49 \pm 1,32 c	2,20 \pm 2,55 ab	11,64 \pm 4,54 ab	18,33 \pm 8,35 ab
	Tidak terparasit	2,84 \pm 1,91 bc	0,55 \pm 0,39 a	15,40 \pm 4,16 ab	18,79 \pm 2,36 ab
LC ₅₀ (23,39 ppm)	Terparasit	2,93 \pm 1,44 bc	2,75 \pm 0,45 ab	15,22 \pm 4,95 ab	20,90 \pm 4,87 b
	Tidak terparasit	2,29 \pm 1,49 abc	1,38 \pm 1,03 a	13,75 \pm 1,94 ab	17,42 \pm 2,26 ab
LC ₇₀ (33,06 ppm)	Terparasit	2,02 \pm 0,34 ab	1,83 \pm 1,11 ab	13,20 \pm 4,75 ab	17,05 \pm 5,87 ab
	Tidak terparasit	1,28 \pm 0,57 ab	1,65 \pm 0,59 a	12,74 \pm 5,93 ab	15,68 \pm 5,73 ab
Regresi - Korelasi		Y = 1,07 + 0,87X ₁ + 0,034X ₂ r = 0,473 R ² =0,2232	Y = 1,82 + 1,46X ₁ - 0,03X ₂ r = 0,8004 R ² =0,6406	Y = 12,8 + 2,36X ₁ - 0,013X ₂ r = 0,3913 R ² =0,1531	Y = 15,64 + 4,69X ₁ - 0,009X ₂ r = 0,606 R ² =0,3671

¹Rataan selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (Uji Tukey, $\alpha = 0,05$).

Tabel 4 menunjukkan bahwa larva *C. pavonana* terparasit mempunyai jumlah hemosit lebih banyak dibandingkan larva tidak terparasit. Peningkatan jumlah hemosit pada larva terparasit mencerminkan respons pertahanan seluler. Hasil percobaan ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Stoltz & Guzo (1986), yaitu larva *Malacosoma disstria* (Hübner) (Lepidoptera: Lasiocampidae) yang diparasit oleh *Hyposoter fugitipus* (Viereck) (Hymenoptera: Ichneumonidae) yang mempunyai jumlah total hemosit lebih banyak daripada larva tidak terparasit. Demikian pula halnya dengan larva *L. oleraceae* terparasit *E. pennicornis* mempunyai jumlah hemosit lebih banyak daripada larva tidak terparasit (Richards & Edwards 1999b).

Secara umum perlakuan rokaglamida menurunkan jumlah total hemosit larva inang terparasit (Tabel 4). Hasil percobaan ini mendukung hasil percobaan Dono dkk. (1998) yang menunjukkan bahwa perlakuan fraksi aktif *A. harmsiana* pada LC₂₅ menurunkan jumlah total hemosit larva *C. pavonana* sehingga menekan kemampuan larva tersebut untuk mengenkapsulasi parasitoid. Diasumsikan bahwa penurunan jumlah total hemosit tersebut sebanding dengan penurunan jumlah hemosit yang berperan dalam enkapsulasi. Penelitian yang dilakukan oleh Sudarmo dkk. (2001) juga menunjukkan hasil yang sejalan, bahwa perlakuan

fraksi etil asetat dari ekstrak metanol ranting *A. odorata* pada konsentrasi 0,053% (LC₂₅), 0,08% (LC₅₀) dan 0,1% (LC₇₀) menurunkan tingkat enkapsulasi pradewasa parasitoid *E. argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana* berturut-turut 66,92%, 65,99% dan 67,96% terhadap kontrol. Rendahnya jumlah total hemosit larva *C. pavonana* yang diberi perlakuan rokaglamida diduga berkaitan dengan sifat sitotoksik dan penghambat sintesis protein dari rokaglamida. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa rokaglamida dan turunannya (golongan benzofuran) dari tanaman marga *Aglaia* bersifat toksik terhadap sel tumor/kanker tertentu (King *et al.* 1982; Dumontet *et al.* 1996; Cui *et al.* 1997). Bohnenstenge! *et al.* (1999) melaporkan didesmetilrokaglamida merupakan senyawa yang paling aktif menghambat proliferasi sel kanker MONO-MAC-6 (*human acute monocytic leukemia cell line*) dan MEL-JUSO (*human melanoma cell line*). Selain itu, turunan rokaglamida aglaiastatin dapat menghambat sintesis protein yang berperan dalam pembentukan dan perkembangan sel (Ohse *et al.* 1996). Sifat tersebut kemungkinan juga dapat menurunkan jumlah sel hemosit dan kadar protein atau enzim yang berperan dalam proses enkapsulasi.

Sedikitnya jumlah total hemosit akibat perlakuan rokaglamida menekan kemampuan larva *C. pavonana* untuk mengenkapsulasi telur dan larva parasitoid. Menurut Gupta (1991a, 1991b), pada saat granulosit mengalami lisis setelah kontak dengan telur atau larva parasitoid, hemaglutinin, faktor pertumbuhan dan profenoloksidase dilepaskan. Hemaglutinin berperan menarik kelompok granulosit dan plasmatisit yang lain beragregasi disekitar telur atau larva parasitoid tersebut. Faktor pertumbuhan merangsang proliferasi sel dan profenoloksidase setelah diaktivasi berperan dalam proses enkapsulasi dan melanisasi kapsul. Sedikitnya jumlah hemosit pada larva *C. pavonana* yang mendapat perlakuan rokaglamida mengurangi faktor-faktor yang dilepaskan oleh hemosit tersebut sehingga proses enkapsulasi terganggu. Lebih lanjut Gupta (1991a) mengemukakan fungsi hemaglutinin yang berkaitan dengan sistem imunitas serangga yaitu sebagai molekul pengenalan benda asing (antigen), merangsang proliferasi granulosit dan plasmatisit, reseptor permukaan sel, pergerakan sel dan fagositosis. Mekanisme molekuler enkapsulasi banyak melibatkan proses-proses yang saling berkaitan, oleh karena itu berbagai penelitian dengan metode-metode spesifik diperlukan untuk memahami proses penghambatan enkapsulasi oleh rokaglamida secara seluler maupun molekuler.

Rokaglamida dapat menurunkan enkapsulasi secara tidak langsung dapat meningkatkan keberhasilan parasitoid berkembang di dalam tubuh inang. Dengan demikian rokaglamida tidak hanya selektif terhadap hama sasaran seperti ditunjukkan hasil percobaan sebelumnya (Dono dkk. 2004), tetapi juga dapat meningkatkan sintasan parasitoid *E. argenteopilosus* yang bertahan hidup dan berkembang dalam tubuh larva inang *C. pavonana* setelah mendapat perlakuan insektisida botani tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perlakuan rokaglamida melalui daun makanan meningkatkan parasitisme karena mampu menekan tingkat enkapsulasi telur dan larva *E. argenteopilosus* oleh larva *C. pavonana* melalui penekanan jumlah hemosit larva inang. Rokaglamida berpotensi menekan mekanisme kekebalan larva *C. pavonana* terhadap pradewasa parasitoid *E. argenteopilosus* sehingga dapat meningkatkan peluang keberhasilan parasitoid tersebut untuk mengendalikan ulat krop kubis *C. pavonana*. Dengan demikian rokaglamida memiliki harapan yang baik untuk dikembangkan menjadi insektisida yang kompatibel dengan pengendalian hayati dalam sistem pengendalian hama terpadu pada tanaman kubis-kubisan.

Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh rokaglamida terhadap molekul target dalam proses enkapsulasi, kompatibilitas dengan teknik pengendalian lainnya, serta kelayakan penggunaannya di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Dr. Bambang Wahyu Nugroho, Ir., MSc. (alm) disampaikan terima kasih atas penyediaan senyawa rokaglamidanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohnenstengel, FI, KG Steube, C Meyer, BW Nugroho, PD Hung, LC Kiet, and P Procks. 1999. Structure activity relationships of antiproliferative rocaglamide derivatives from *Aglaia* spp. (Meliaceae). *J Biosciences (Z Naturforsch.)* 54C: 55.
- Chapman, RF. 1998. *The Insects: Structure and function*, 3rd ed. Massachusetts: Cambridge University Press.
- Cui, B, H Chai, T Santisuk, V Reutrakul, NR Farnsworth, GA Cordell, JM Pezzuto, and AD Kinghorn. 1997. Novel cytotoxic 1*H*-cyclopenta[*b*]benzofuran lignans from *Aglaia elliptica*. *Tetrahedron* 35: 17625-17632.
- Dono, D, D Priyono, S Manuwoto, dan D Buchori. 1998. Pengaruh ekstrak biji *Aglaia harmsiana* Perkins terhadap interaksi antara larva *Crociodolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dan parasitoidnya, *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Bul HPT* 1: 38-46.