

Tanggap Fungsional Parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) terhadap *Crocidolomia pavonana* (Fabricius) pada Suhu yang Berbeda

Functional Response of the Parasitoid Eriborus argenteopilosus (Cameron) to Crocidolomia pavonana (Fabricius) under Different Temperature

NOVRI NELLY^{1*}, TRIMURTI HABAZAR¹, RAHMAT SYAHNI¹,
BANDUNG SAHARF², DAMAYANTI BUCHORF³

¹Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang 25163

²Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

³Center for Conservation and Insect Studies, Perum Alam Sinar Sari, Jalan Kecipir 2 A-33, Cibereum Darmaga, Bogor 16680

Diterima 29 Maret 2004/Disetujui 1 Desember 2004

The functional response of the parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae) were studied using *Crocidolomia pavonana* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae as host at different densities. All larvae were exposed to one *E. argenteopilosus* female for three hours at three different temperatures, i.e 20 °C, 25 °C, and 30 °C. Data were analyzed using logistic regression to determine the type of functional response. At 20 °C *E. argenteopilosus* showed type II functional response, while at 25 °C and 30 °C the functional response is type III. Based on surface analysis, the optimal parasitism rate occurred at 22.24 °C with 10.12 larvae parasitized/hour. The larvae density to achieve optimal parasitism rate was 69.38 larvae. The optimal oviposition rate was 12.59 eggs/hour which occurred at 24.41 °C, using a density of 94.54 larvae.

PENDAHULUAN

Parasitoid *Eriborus argenteopilosus* (Cameron) (Hymenoptera: Ichneumonidae) di Indonesia banyak dijumpai menyerang hama tanaman kubis *Crocidolomia pavonana* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae). Parasitoid ini juga dapat menyerang *Spodoptera litura* (Fabr.) dan *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Kalshoven 1981; Hadi 1985). Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai parasitoid tersebut antara lain adalah studi biologi dan perilaku (Othman 1982; Hadi 1985), dan studi enkapsulasi sebagai pertahanan inang (Anindhita 1999; Sahari 1999).

Keefektifan parasitoid sangat tergantung pada kemampuan mencari dan menangani inangnya pada keadaan lingkungan tertentu, misalnya keadaan suhu, kelembaban, curah hujan, serta kualitas, jumlah, dan kerapatan inang (Godfray 1994). Kerapatan inang sebagai aspek penting yang mempengaruhi tingginya parasitisasi perlu dipelajari (Collins *et al.* 1981; Tillman 1996; Wang & Ferro 1998, Montoya *et al.* 2000; Jones *et al.* 2003). Laju parasitisasi pada kerapatan inang yang berbeda akan mempengaruhi kinerja parasitoid itu sebagai agens pengendali hayati.

Tanggap fungsional merupakan salah satu ukuran untuk menentukan keefektifan suatu parasitoid atau predator dalam pengendalian hayati. Pada awalnya tanggap fungsional dikembangkan dari model pemangsaan predator (Rogers 1972). Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh Solomon di tahun

1949 (Sharov 1996) untuk menyatakan perubahan jumlah mangsa yang diserang oleh predator pada kerapatan populasi mangsa per satuan waktu. Tanggap fungsional merupakan komponen yang sangat esensial dalam dinamika interaksi antara parasitoid dan inang (Oaten & Murdoch 1975), karena dapat memberikan gambaran mengenai potensi parasitoid tersebut dalam mengendalikan populasi inangnya (Hassel 2000). Tanggap fungsional dibedakan atas tiga tipe. Tipe I atau tipe tanggap fungsional linier, yaitu laju pemangsaan meningkat atau menurun sehubungan dengan peningkatan atau penurunan kerapatan inang. Tipe I ini biasanya ditemukan pada predator yang bersifat pasif seperti laba-laba. Jumlah lalat yang terperangkap pada jaring laba-laba sebanding dengan kerapatan populasi lalat (Sharov 1996). Pada tipe II atau tanggap fungsional hiperbolik, laju parasitisasi parasitoid menurun dengan meningkatnya kerapatan inang; mortalitas inang maksimal terjadi pada kerapatan inang yang rendah. Sedangkan tipe III atau tanggap fungsional sigmoid, pada awalnya peningkatan pemangsaan berlangsung lambat, diikuti dengan peningkatan yang lebih cepat, kemudian konstan (Hassel 2000).

Suhu habitat mempengaruhi tanggap fungsional parasitoid dalam mengendalikan populasi inang. Laju parasitisasi *Trichogramma ostriniae* (Pang & Chen) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) terhadap *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) pada suhu 20 °C adalah tanggap fungsional tipe II dan tipe III pada suhu 27 °C (Wang & Ferro 1998). Hasil pengamatan Jones *et al.* (2003) terhadap tanggap fungsional parasitoid *Aphidius colemani* (Viereck) (Hymenoptera: Aphidiidae) dan *Lysiphlebus testaceipes*

*Penulis untuk korespondensi, Tel./Fax. +62-751-72702,
E-mail: novrinelly@yahoo.com

(Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) pada suhu 14-26 °C menunjukkan tanggap fungsional tipe II atau III, bergantung pada suhu lingkungannya.

Belum banyak informasi dan laporan tentang keefektifan parasitoid *E. argenteopilosus* sebagai agens pengendali hayati yang dinilai dari tanggap fungsionalnya. Dalam hubungan itu telah dilakukan penelitian yang bertujuan mempelajari tanggap fungsional parasitoid *E. argenteopilosus* terhadap *C. pavonana* sebagai inang pada suhu yang berbeda. Selain itu penelitian ini juga mempelajari laju parasitisasi dan peletakan telur optimal oleh parasitoid tersebut pada suhu dan kerapatan *C. pavonana* yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Perbanyak Serangga Inang *C. pavonana*. Larva inang *C. pavonana* dikoleksi dari pertanaman kubis di daerah Cibodas, Jawa Barat. Larva tersebut dibiakkan di laboratorium dalam kotak plastik pemeliharaan berukuran 35 x 27 x 7 cm. Pada dasar kotak diberi alas kertas stensil dan diberi daun kubis sebagai pakan larva. Ketika larva sudah mencapai instar empat, diberi serbuk gergaji untuk tempat berpupa. Semua imago jantan dan betina yang muncul dari pupa dipelihara dalam kurungan kain kasa berbingkai kayu berukuran 50 x 50 x 50 cm. Imago tersebut diberi pakan larutan madu 10% (madu:air = 1:9 v/v) yang diserapkan pada segumpal kapas dan digantung dalam kurungan. Untuk tempat peletakan telur bagi imago digunakan daun kubis yang ditaruh dalam kurungan tersebut. Telur dipanen setiap hari dan disimpan dalam cawan petri sampai menetas. Larva instar dua siap dijadikan inang untuk percobaan.

Persiapan Parasitoid *E. argenteopilosus*. Parasitoid *E. argenteopilosus* dikoleksi dari tempat yang sama dengan asal inangnya. Imago parasitoid di lapangan ditangkap dengan menggunakan jaring serangga, dan dipelihara di laboratorium dalam kurungan plastik berbentuk tabung (tinggi 23 cm, diameter 12 cm). Sebagai pakan diberikan larutan madu 10%. Untuk perbanyak parasitoid, larva inang dipaparkan pada parasitoid selama 24 jam. Inang itu kemudian dipelihara dalam wadah plastik (diameter 10 cm dan tinggi 12 cm) sampai pupa parasitoid terbentuk. Pupa parasitoid tersebut kemudian dikumpulkan dalam kurungan plastik (tinggi 27 cm, diameter 12 cm) sampai imago muncul. Imago betina yang muncul digunakan untuk percobaan atau untuk perbanyak berikutnya. Pupa parasitoid juga dikoleksi langsung dari larva *C. pavonana* yang dikumpulkan dari lapangan dan dipelihara di laboratorium. Imago yang muncul dari pupa tersebut juga digunakan langsung untuk percobaan.

Tanggap Fungsional *E. argenteopilosus* pada Suhu Berbeda. Larva inang *C. pavonana* instar dua dengan kerapatan berbeda (15, 30, 60, 90, dan 120 larva), masing-masing diletakkan pada sehelai daun brokoli, yang ditancapkan pada tabung film yang diberi air untuk menjaga kesegaran daun. Larva *C. pavonana* dipaparkan pada satu betina *E. argenteopilosus* (berumur 4-6 hari) dalam kurungan plastik (tinggi 27 cm, diameter 12 cm), selama 3 jam. Sebagai pakan parasitoid diberi madu 10% yang diserapkan pada kapas dan

diletakkan di bagian atas kurungan. Kurungan ini diletakkan dalam inkubator (tipe MRL 250) dengan suhu sesuai perlakuan (20, 25, dan 30 °C). Setiap perlakuan diulang masing-masing 10 kali. Larva *C. pavonana* yang telah dipaparkan pada parasitoid diambil dan dibedah di bawah mikroskop stereo, untuk memeriksa larva yang terparasit dan jumlah telur yang diletakkan parasitoid.

Analisis Statistik. Bentuk tanggap fungsional pada tiap suhu dianalisis dengan regresi logistik antara proporsi inang yang diparasit (N_e) dan kerapatan inang yang tersedia (N_o). Data diuji dengan fungsi polinomial yaitu hubungan antara N_e/N_o dan N_o dengan menggunakan persamaan (Juliano 1993):

$$\frac{N_e}{N_o} = \frac{\exp(P_o + P_1 N_o + P_2 N_o^2 + P_3 N_o^3)}{1 + \exp(P_o + P_1 N_o + P_2 N_o^2 + P_3 N_o^3)}$$

dengan P_o , P_1 : intersep koefisien linier, P_2 : intersep koefisien kuadratik, P_3 : intersep koefisien kubik. Keempat parameter ini diduga menggunakan metode kemungkinan maksimum dengan prosedur PROC CATMOD SAS (SAS Institute 1990). Tipe tanggap fungsional ditentukan dengan melihat nilai P_1 (koefisien linier) dan P_2 (kuadratik). Tanggap fungsional tipe II, dinyatakan dengan nilai P_1 dan P_2 negatif, yang menggambarkan proporsi inang yang terparasit menurun seiring dengan menurunnya kerapatan inang. Sedangkan tanggap fungsional tipe III dengan nilai P_1 positif dan P_2 negatif, menggambarkan proporsi parasitisasi meningkat pada kisaran kerapatan inang tertentu. Proporsi inang yang diparasitisasi awalnya meningkat dengan peningkatan kerapatan, kemudian menurun walaupun kerapatan inang meningkat (Juliano 1993).

Untuk memperoleh nilai penduga waktu penanganan (*handling time*, T_h) dan laju pencarian atau laju parasitisasi (a) digunakan model persamaan cakram Holling (*disc equation*), yaitu:

Tanggap fungsional tipe II persamaannya adalah:

$$N_e = aTN_o / (1 + aThN_o) \quad \text{dan}$$

Tanggap fungsional tipe III persamaannya adalah:

$$N_e = bTN_o^2 / (1 + cN_o + dThN_o^2)$$

dengan N_e : jumlah inang yang diparasit; T : lama inang tersedia untuk diserang (3 jam); N_o : kerapatan inang; T_h : waktu yang digunakan parasitoid untuk menangani satu inang; a : laju parasitisasi; b , c , d : konstanta yang diturunkan dari parameter a (Hassel 2000).

Nilai penduga parameter diperoleh melalui regresi nonlinier menggunakan program PROC NLIN. Sedangkan nilai a dihitung dengan menggunakan persamaan (Juliano 1993):

$$a = d + bN_o / (1 + cN_o)$$

dengan a : laju parasitisasi; b , c , d : konstanta; N_o : kerapatan inang.

Untuk mempelajari hubungan perlakuan suhu dan kerapatan dengan laju parasitisasi, dilakukan analisis permukaan respons (Meyer 1971), dan laju parasitisasi optimal dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Y = \beta_o + \beta_1 N_o + \beta_2 t + \beta_{11} N_o^2 + \beta_{22} t^2 + \beta_{12} N_o t$$

dengan Y : pamarasitan maksimal, yaitu jumlah maksimal larva terparasit atau jumlah maksimal telur; N_o : populasi inang yang

dipaparkan (kerapatan inang); t : suhu; β_0 : konstanta; β_1 : koefisien jumlah inang linier; β_2 : koefisien suhu linier; β_{11} : koefisien jumlah inang kuadratik; β_{22} : koefisien suhu kuadratik; β_{12} : koefisien interaksi suhu dan jumlah inang.

Untuk menghitung parasitisasi optimal, yaitu pada suhu, kerapatan jumlah larva terparasit, dan jumlah telur diletakkan yang maksimal, persamaan di atas diturunkan:

$$\frac{dY}{dN_0} = 0$$

$$\frac{dY}{dt} = 0$$

Sedangkan laju parasitisasi (a) dan laju peletakan telur optimal dihitung dengan persamaan:

$$a = Y/T$$

dengan a : laju parasitisasi dan peletakan telur maksimal pada suhu dan kerapatan inang tertentu, Y : jumlah maksimal larva terparasit dan jumlah maksimal telur diletakkan, T : lama pemaparan.

HASIL

Tanggap Fungsional. Hasil pengamatan menunjukkan jumlah larva *C. pavonana* terparasit oleh *E. argenteopilosus* dipengaruhi oleh suhu dan kerapatan inang ($P = 0.000$; Tabel 1). Persentase larva inang terparasit tertinggi terjadi pada suhu 30 °C dan kerapatan inang 15, 30, 60 larva, yaitu sekitar 78-79%. Jika dilihat pengaruh masing-masing perlakuan yaitu suhu atau kerapatan inang, terdapat korelasi antara jumlah larva terparasit dengan suhu atau dengan kerapatan inang. Jumlah telur yang diletakkan *E. argenteopilosus* juga berkorelasi dengan kerapatan larva inang ($P = 0.000$), akan

tetapi tidak ada korelasi antara jumlah telur yang diletakkan dengan suhu ($P = 0.006$; Tabel 2).

Analisis regresi logistik menunjukkan bahwa hubungan antara kerapatan inang dengan jumlah inang terparasit pada suhu 20 °C menggambarkan tanggap fungsional tipe II. Hal ini ditunjukkan oleh koefisien linier (P_1) yang negatif dan koefisien kuadratik (P_2) negatif, sedangkan pada suhu 25 °C dan 30 °C adalah tipe III dengan nilai P_1 positif, koefisien kuadratik (P_2) negatif (Tabel 3).

Nilai penduga laju pencarian dan parasitisasi (a) dan waktu penanganan inang (Th) oleh *E. argenteopilosus* pada suhu 20, 25, dan 30 °C saling berbeda, karena tipe tanggap fungsional juga berbeda (Tabel 4). Pada tanggap fungsional tipe II yaitu pada suhu 20 °C nilai a atau laju parasitisasi adalah konstan 0.314. Sedangkan tipe III pada suhu 25 dan 30 °C nilai a adalah dari fungsi kerapatan (N_0), nilai a berubah dengan perubahan kerapatan inang, atau tergantung kepada kerapatan inangnya (N_0). Laju parasitisasi parasitoid per jam semakin rendah dengan bertambahnya kerapatan inang, hal ini terjadi pada tipe tanggap fungsional III. Laju parasitisasi pada suhu 30 °C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 25 °C (Tabel 5).

Gambar tipe tanggap fungsional pada tiap suhu yang berbeda, yaitu kurva hiperbolik untuk tipe II pada suhu 20 °C dan sigmoid untuk tipe III pada suhu 25 °C dan 30 °C (Gambar 1).

Pengaruh Suhu dan Kerapatan Inang terhadap Laju Parasitisasi dan Peletakan Telur. Untuk menghitung nilai laju parasitisasi dan peletakan telur optimal oleh parasitoid *E. argenteopilosus* adalah berdasarkan hasil analisis koefisien regresi (Tabel 6). Dari tabel tersebut dibuat persamaan untuk

Tabel 1. Persentase larva *C. pavonana* terparasit oleh *E. argenteopilosus* pada suhu dan kerapatan inang yang berbeda

Kerapatan inang (larva)	Suhu (°C)		
	20	25	30
15	67.33ab	64.00bc	78.67a
30	52.33cd	27.41e	79.00a
60	39.35ef	40.45de	78.00a
90	32.78ef	29.11ef	54.78c
120	38.92ef	36.33ef	31.00ef

Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey pada taraf nyata 0.1%

Tabel 2. Korelasi antara jumlah telur yang diletakkan dan larva *C. pavonana* terparasit oleh *E. argenteopilosus* pada suhu dan kerapatan inang yang berbeda

Faktor	Nilai koefisien korelasi	n	Nilai P
Suhu dengan jumlah telur	0.154	150	0.006
Kerapatan dengan jumlah telur	0.775*	150	0.000
Suhu dengan larva terparasit	0.198*	150	0.000
Kerapatan dengan larva terparasit	0.800*	150	0.000

*Korelasi nyata pada taraf nyata 0.1%

Tabel 3. Hasil analisis regresi logistik proporsi larva *C. pavonana* yang terparasit oleh *E. argenteopilosus* pada suhu dan kerapatan inang berbeda

Suhu (°C)	Tipe tanggap fungsional	Parameter	Koefisien	Sd	X ²	Nilai P
20	I	Titik potong (Po)	1.5898	0.4047	15.43	0.0001
		Linier (P1)	-0.0288	0.0221	1.70	0.1942
		Kuadratik (P2)	-0.00006	0.000339	0.03	0.8546
		Kubik (P3)	1.39E-06	1.54E-06	0.82	0.3649
25	II	Titik potong (Po)	-0.2379	0.3602	0.44	0.5090
		Linier (P1)	0.0173	0.0202	0.74	0.3908
		Kuadratik (P2)	-0.00047	0.000316	2.19	0.1385
		Kubik (P3)	2.50E-06	1.45E-06	2.96	0.0852
30	III	Titik potong (Po)	1.0564	0.4558	5.37	0.0205
		Linier (P1)	0.0498	0.0245	4.12	0.0425
		Kuadratik (P2)	-0.00096	0.000373	6.66	0.0098
		Kubik (P3)	3.51E-06	1.67E-06	4.38	0.0363

Tipe II jika nilai P_1 negatif. P_2 negatif, Tipe III jika P_1 positif P_2 negatif

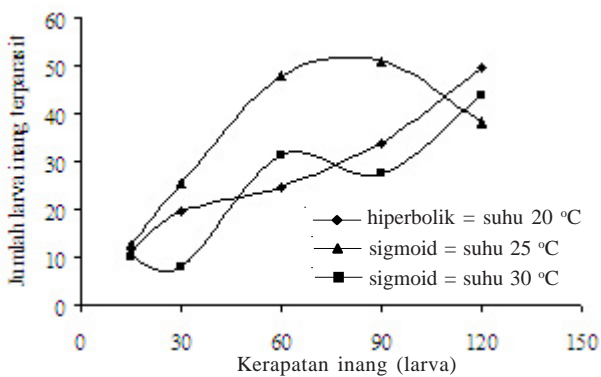
Tabel 4. Nilai penduga parameter laju pencarian (a) dan masa penanganan inang (Th) berdasarkan model persamaan *disc equation*, hubungan antara parasitisasi oleh *E. argenteopilosus* dengan kerapatan inang *C. pavonana* pada suhu berberbeda

Suhu (°C)	Tipe tanggap fungsional	a (jam ⁻¹)	Th (jam)	R
20	II	0.314	0.51300	0.95
25	III	-a	0.00798	0.73
30	III	-a	0.08300	0.84

pada tipe III, a =d+bN/1+cN, untuk suhu 25 dan 30 °C

Tabel 5. Laju parasitisasi (a) (jam⁻¹) pada tanggap fungsional tipe III pada suhu 25 dan 30 °C

Suhu (°C)	Laju parasitisasi pada kerapatan inang (jam-1)				
	15	30	60	90	120
25	0.193	0.163	0.148	0.143	0.140
30	0.637	0.510	0.446	0.425	0.414



Gambar 1. Kurva hiperbolik dan sigmoid jumlah larva inang terparasit oleh *E. argenteopilosus* pada kerapatan inang dan suhu berbeda.

Tabel 6. Koefisien regresi tanggap fungsional, larva *C. pavonana* terparasit dan jumlah telur diletakkan parasitoid *E. argenteopilosus* pada suhu dan kerapatan inang berbeda

Variabel	Koefisien regresi					
	Jumlah larva terparasit			Jumlah telur		
	Beta	Se	Nilai P	Beta	Se	Nilai P
Konstanta(β ₀)	152.004	30.869	0.000	150.8230	35.79	0.000
Suhu (t)	-13.542	2.484	0.000	-13.3810	2.880	0.000
Kerapatan(N ₀)	0.8210	0.117	0.000	0.9380	0.136	0.000
t ²	0.2940	0.490	0.000	0.2890	0.057	0.000
t.No	-0.0067	0.040	0.072	0.0077	0.004	0.076
No	-0.0026	0.001	0.000	0.0033	0.001	0.000

Beta = nilai koefisien regresi, Se = standar error

menghitung jumlah maksimal larva terparasit (Ylrv), dan jumlah telur maksimal yang diletakkan (Yltr), sebagai berikut:

$$Ylrv = 152.004 - 13.542t + 0.821 N_0 + 0.294t^2 - 0.0067tN_0 - 0.0026N_0^2$$

dengan R²=0.777

$$Yltr = 150.823 - 13.381t + 0.938 N_0 + 0.289t^2 - 0.0077tN_0 - 0.0033 N_0^2$$

dengan R²=0.726

Dari persamaan di atas diturunkan menjadi :

$$\frac{dY}{dN_0} = 0$$

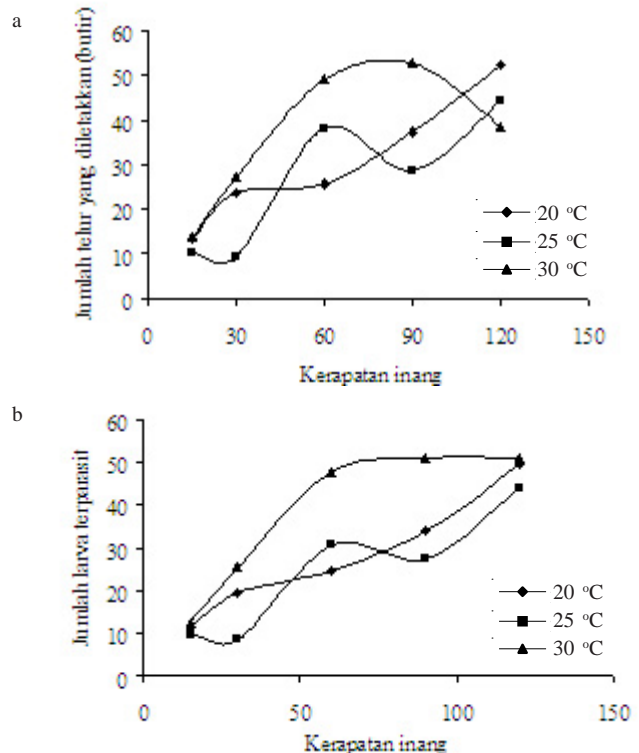
$$\frac{dY}{dt} = 0$$

sehingga diketahui nilai laju parasitisasi (a) optimal terjadi pada suhu 22.24 °C pada kerapatan inang 69.38 larva, dengan

laju parasitisasi 10.12 larva/jam. Jumlah maksimal larva *C. pavonana* terparasit oleh *E. argenteopilosus* selama 3 jam pemaparan pada keadaan laju pencarian optimal, adalah 30.36 larva. Sedangkan jumlah telur optimal yang diletakkan *E. argenteopilosus* terjadi pada suhu 24.41 °C pada kerapatan inang 94.54 larva, dengan laju peletakan telur 12.59 butir/jam. Jumlah maksimal telur yang diletakkan parasitoid pada keadaan optimal selama 3 jam pemaparan adalah 37.77 telur. Jumlah telur yang diletakkan dan jumlah larva *C. pavonana* yang diparasitiasi oleh *E. argenteopilosus* pada kerapatan inang dan suhu berbeda terlihat pada Gambar 2.

PEMBAHASAN

Pada setiap perbedaan suhu dan tipe tanggap fungsional *E. argenteopilosus*, terlihat laju parasitisasi (a) berbeda. Pada suhu 20 °C dengan tipe II, nilai a atau laju parasitisasi lebih tinggi dibandingkan dengan pada suhu 25 °C dan 30 °C dengan tipe III. Kerapatan inang mempengaruhi laju parasitisasi, yaitu semakin tinggi kerapatan inang maka laju parasitisasi/jam semakin rendah, waktu penanganan satu inang (*handling time*) juga lebih pendek. Pada suhu 20 °C, 25 °C dan 30 °C, penanganan satu inang oleh *E. argenteopilosus* paling lama pada suhu 20 °C, sedangkan pada suhu 25 °C lebih pendek dibandingkan dengan pada suhu 30 °C. Aktivitas parasitoid relatif kurang pada suhu rendah, termasuk aktivitas parasitisasi. Menurut McCaffrey dan Horsburgh (1986) parasitoid yang memarasit *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) relatif tidak aktif pada suhu rendah sampai sedang.



Gambar 2. Jumlah telur yang diletakkan (a) dan jumlah larva *C. pavonana* terparasit (b) oleh *E. argenteopilosus* pada suhu dan kerapatan inang berbeda.

Tanggap fungsional *E. argenteopilosus* tipe II, yaitu parasitisasi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah inang, namun peningkatan akan menurun pada kisaran tertentu (*decreasing curve/inverse density dependent*). Berdasarkan perilaku parasitoid, spesies parasitoid yang memperlihatkan tanggap fungsional tipe II diperkirakan tidak mampu mengatur populasi hama yang menjadi inangnya (Hassel 2000). Tanggap fungsional tipe II pada parasitoid *E. argenteopilosus* terjadi pada suhu 20 °C. Pada suhu 20 °C penambahan populasi inang tidak sebanding dengan kemampuan parasitisasi oleh parasitoid.

Pada tanggap fungsional tipe III atau sigmoid, dengan peningkatan kerapatan inang parasitoid cenderung mencari inang lebih banyak, sehingga parasitisasi meningkat. Pada parasitoid *E. argenteopilosus*, ini terjadi pada suhu 25 °C dan 30 °C. Menurut beberapa peneliti (Collins *et al.* 1981; De Clercq *et al.* 2000; Montoya *et al.* 2000) perbedaan tanggap fungsional dapat terjadi karena perbedaan tempat pengamatan, jenis tanaman dan suhu lingkungan. Berdasarkan tempat pengamatan, tanggap fungsional tipe II lebih banyak terjadi apabila pengamatan dilakukan di laboratorium, yaitu inang yang disediakan terbatas. Sedangkan jika dalam kondisi alami di lapangan parasitoid akan pindah mencari area pencarian, jika pada area sebelumnya kerapatan inang rendah. Hasil pengamatan Collins *et al.* (1981) menunjukkan tanggap fungsional *Aphelinus thompsoni* (Graham) (Hymenoptera: Aphelinidae) adalah tipe III jika parasitoid ini diberi kesempatan untuk berpindah area percobaan, sebaliknya apabila terkurung bersama inangnya dalam waktu yang tetap parasitoid memperlihatkan tanggap fungsional tipe II.

Aktivitas pencarian dan waktu penanganan satu inang (*Th/handling time*) oleh *E. argenteopilosus* dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu 20 °C aktivitas pamarasitan berkurang karena waktu penanganan satu inang lebih lama, dibandingkan dengan suhu 25 dan 30 °C yaitu parasitoid lebih aktif sehingga waktu penanganan dan laju pamarasitan lebih cepat. Terdapat pola, semakin rendah suhu maka aktivitas parasitoid semakin berkurang. Perbedaan respons parasitoid terhadap inang terjadi akibat perubahan tingkah laku pencarian inang, karena pengaruh suhu. Jones *et al.* (2003) menyatakan terdapat hubungan negatif antara suhu dengan laju parasitisasi, yaitu terjadi pengurangan rata-rata penyerangan oleh parasitoid dengan menurunnya suhu. Beberapa spesies parasitoid seperti *Lysiphlebus testaceipes* Cress. (Hymenoptera: Braconidae), *Chepalonomia watersoni* (Gahan) (Hymenoptera: Bethyilidae) *Cardiochiles philippinensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) memperlihatkan hubungan dengan inangnya sangat dipengaruhi oleh suhu. Laju penyerangan parasitoid terhadap inangnya menurun dengan menurunnya suhu, karena aktivitas parasitoid termasuk oviposisi berkurang pada suhu rendah. Jika penyerangan dan parasitisasi inang oleh parasitoid berkurang maka telur yang dihasilkan juga berkurang. Menurut Papaj (2001), apabila kegiatan oviposisi tidak ada maka tidak ada stimuli ovari untuk memproduksi telur.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Ferro (1998) dengan parasitoid *Trichogramma ostriniae*

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) menunjukkan bahwa tanggap fungsional berubah dari satu tipe ke lain tipe pada suhu yang berbeda. Perubahan ini terjadi akibat pengaruh suhu terhadap aktivitas pencarian inang, variasi keperidian dan lama hidup parasitoid betina. Di samping itu Wang dan Ferro (1998) juga menyatakan bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap inang. Suhu akan berpengaruh terhadap kesegaran (*fresh*) telur *Ostrinia nubilalis* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) sebagai inang, sehingga penerimaan inang oleh parasitoid *T. ostrinia* akan berkurang pada suhu tinggi karena telur tersebut tidak segar lagi.

Jumlah larva terparasit maksimal terjadi pada suhu 22.24 °C, dan jumlah maksimal telur yang diletakkan terjadi pada suhu 24.41 °C. Laju parasitisasi parasitoid terhadap larva inang yang optimal pada suhu 22.24 °C dengan kerapatan 69.38 larva, yaitu 10.12 larva/jam. Sedangkan laju peletakan telur optimal pada suhu 24.41 °C dengan kerapatan inang 94.54 larva yaitu 12.59 butir/jam. Ini menunjukkan pada kisaran suhu 22.24 dan 24.41 °C adalah suhu yang optimal parasitisasi bagi *E. argenteopilosus*.

Dari hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa *E. argenteopilosus* merupakan parasitoid yang potensial sebagai agens pengendali *C. pavonana*, karena berdasarkan tipe tanggap fungsional parasitoid ini adalah tanggap fungsional tipe III pada suhu 25 dan 30 °C. Tanggap fungsional tipe III menunjukkan bahwa parasitisasi meningkat dengan meningkatnya kerapatan inang. Persyaratan suhu di lapangan dari inang juga berkisar pada suhu yang sama. Ketidakefektifan parasitoid ini di lapangan diduga akibat terjadinya enkapsulasi telur parasitoid di dalam inang (Hadi 1985).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada kepala Lab. Bioekologi Parasitoid dan Predator Departemen HPT Faperta IPB, dan Direktur Yayasan PEKA Indonesia, atas semua fasilitas yang diberikan. Kepada Dirjen Dikti yang telah memberi dana Hibah Bersaing X untuk membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduchalek B. 2000. Kerapatan populasi parasitoid larva *Eriborus argenteopilosus* Cameron (Hymenoptera: Ichneumonidae) pada dua jenis inang di pertanaman brokoli dan tomat petani di daerah Cibodas, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Anindhita K. 1999. Oviposisi, enkapsulasi dan keberhasilan hidup *Eriborus argenteopilosus* Cameron (Hymenoptera; Ichneumonidae) pada inang *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera; pyralidae), *Spodoptera litura* Fab. dan *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera; noctuidae) [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Collins MD, Ward SA, Dixon AFG. 1981. Handling time and the functional response of *Aphelinus thompsoni*, a predator and parasite of the aphid *Drepanosiphum platanoidis*. *Anim Ecol* 50:479-487.
- De Clercq PD, Mohaghegh J, Tirry L. 2000. Effect of host on functional response of predator *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol Control* 18:65-70.
- Godfray H CJ. 1994. *Parasitoids, Behavioral and Evolutionary Ecology*. New Jersey: Princeton Univ Pr.

- Hadi S. 1985. Biologi dan perilaku *Inareolata* sp. (Hymenoptera; Ichneumonidae) parasitoid larva pada *C. binotalis* Zell (Lepidoptera; pyralidae) [Tesis]. Bogor: Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hassel MP. 2000. *The Spatial and Temporal Dynamics of Host Parasitoid Interaction*. New York: Oxford Univ.
- Jones DB *et al.* 2003. Fuctional response of an introduction parasitoid and indigenous parasitoid on greenbug at four temperature. *Environ Entomol* 32:425-432.
- Juliano SA. 1993. Non-linier curve fitting: Predation and functional response curves. Di dalam: Scheiner SM, Gurevitch J (ed). *Design and Analysis of Ecological Experiments*. New York: Chapman & Hall. hlm 158-183.
- Kalshoven LGE. 1981. *The Pests of Crop in Indonesia*. Revised and translated by. P.A Van Der Laan. Jakarta: PT. Ichtar Baru-Van Hoeve.
- McCaffrey JP, Horsburgh RL. 1986. Functional response of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to the European red mite, *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), at different constant temperatures. *Environ Entomol* 15:532-535.
- Meyer RH. 1971. *Response Surface Methodology*. Boston: Allyn and Bacon Inc.
- Montoya P *et al.* 2000. Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Brachonidae) a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Ann Entomol Soc Am* 93:47-54.
- Oaten A, Murdoch WW. 1975. Functional response and stability in predator prey system. *Am Nat* 109:289-298.
- Othman N. 1982. *Biology of Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera; Pyralidae) and its parasites from Cipanas area (West Java). Bogor: Seameo Biotrop Indonesia.
- Papaj DR. 2001. Ovarian dynamics and host use. *Annu Rev Entomol* 45:423-448.
- Rogers DJ. 1972. Random search and insect population models. *Anim Ecol* 41:569-383.
- Sahari B. 1999. Studi enkapsulasi parasitoid *Eriborus argenteopilosus* Cameron (Hymenoptera; Ichneumonidae) dan implikasinya pada inang *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera; Pyralidae) dan *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera; Noctuidae) [Skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- SAS Institute. 1990. SAS User's guide. ver. 6, Ed ke-4. vol II, Cary (North Carolina): SAS Institute Inc.
- Sharov A. 1996. Functional and numerical response. <http://www.ento.vt.edu/~sharovPopEcol/lec10/funcreso.html>. [28 Okt 2002].
- Tillman PG. 1996. Functional response of *Microplitis croceipes* and *Cardiochiles nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae). *Environ Entomol* 25:524-528.
- Wang B, Ferro DX. 1998. Functional responses of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory and field conditions. *Environ Entomol* 27:752-758.