



Eksplorasi dan Uji Keragaan Parasitoid Penggerek Buah Kapas *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera: Gelechiidae)

Nurindab, D.A. Sunarto, dan Sujak

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Jl. Raya Karangploso Kotak Pos 199 Malang

ABSTRACT

Pink bollworm, *P. gossypiella*, is a main pest of cotton that causes boll damage up to 70%. Recommended IPM has not effectively control this pest. The use of parasitoids of this pest is one of strategy to manage this pest population as using chemical control is expensive and caused secondary pest. This research objective is to study some biological aspects of pink bollworm parasitoids by doing exploration of the parasitoids in cotton growing areas and testing the potential candidates as biocontrol agents. The activity was conducted from April – December 2001. The research was conducted in two steps: survey and laboratory tests. The survey was conducted in East Java (Asembagus and Lamongan), Central Java (Brebes) and South Sulawesi (Bone) by collecting pink bollworm eggs and identifying the emerged parasitoids. Laboratory tests were done in Biological Control Laboratory of IITFCRI, Malang, consists of reproductive performance aspects. We found two and five species of egg and larval parasitoids, respectively. Parasitism level of egg was 81% by *Trichogrammatoidea* spp. and that of larva was 24% by *Apanteles* sp. These two parasitoids are predominant and found in all cotton growing areas. *Trichogrammatoidea* spp. have opportunity to be used as biocontrol agent in release program, while *Apanteles* sp. would have valuable role in conservation approach.

Key Word: *Gossypium hirsutum*, *Pectinophora gossypiella*, *Trichogrammatoidea*, *Apanteles*

PENDAHULUAN

Penggerek buah kapas merah muda *P. gossypiella* merupakan serangga hama utama kapas yang pada lima tahun terakhir ini menimbulkan kerugian yang besar bagi petani kapas. Serangga hama ini juga merupakan serangga hama utama tanaman kapas di negara-negara penghasil kapas di dunia. Serangga penggerek buah ini jika tidak dikendalikan dan tidak ada penekanan populasinya oleh musuh-musuh alaminya dapat menyebabkan kerusakan buah hingga 70%. Pada pertanaman kapas di Grobogan

Jawa Tengah, serangan serangga hama ini menimbulkan kerugian hingga 60% (petani kapas Desa Gabes, Grobogan-komunikasi pribadi). Pada pertanaman kapas yang waktu tanamannya terlambat hingga 30 hari, serangan serangga hama ini pada buah dapat mencapai 92% (Sangareddy and Patil, 1997).

Rakitan teknologi PHT yang direkomendasikan masih belum dapat secara efektif mengendalikan serangga hama ini, karena hama ini terdapat di tempat yang terlindung, yaitu di dalam bunga atau buah, sehingga insektisida tidak dapat menjangkaunya. Mahalnya penerap-



an teknik pengendalian kimiawi, terjadinya masalah hama sekunder dan pertimbangan untuk melestarikan lingkungan menyebabkan diperlukannya strategi pengelolaan hama yang berorientasi ekologi terhadap penggerek buah ini (Henneberry and Naranjo, 1998).

Untuk pengendalian secara hayati, penggunaan parasitoid merupakan salah satu alternatif yang banyak dibahas, sebab penggunaan kelompok agensia hayati yang lain (patogen dan predator) tidak memberikan hasil yang meyakinkan (Gordh and Ellington, 2001), walaupun Sholahuddin (2001) melaporkan bahwa tingkat mortalitas telur *P. gossypiella* di laboratorium oleh pemangsanya dapat mencapai 70%.

Usaha pengendalian hayati yang telah dilakukan adalah eksplorasi musuh alami *P. gossypiella* selama 60 tahun di daerah-daerah yang diduga merupakan asal dari serangga hama ini, yaitu Afrika, Eropa dan India (Common, 1958; Legner and Medved, 1979). Introduksi musuh alami dari daerah tersebut ke daerah-daerah endemik tidak memberikan hasil yang nyata. Baru-baru ini, eksplorasi musuh alami dialihkan ke daerah Australia, Malaysia dan Indonesia dan spesies-spesies parasitoid yang diintroduksi memberikan hasil yang menjanjikan (Legner and Bollovs, 2000). Usaha pemanfaatan parasitoid di negara-negara yang endemik serangga hama ini dengan memanfaatkan parasitoid-parasitoid asli negara tersebut dilaporkan dapat berhasil dengan baik (Havez and Nada, 2000).

Oleh karena itu, eksplorasi dan pemahaman bioekologi parasitoid-parasitoid asli Indonesia yang menyerang *P. gossypiella* merupakan hal mendasar yang perlu dilakukan dalam program pengendalian hayati *P. gossypiella* untuk menunjang PHT kapas.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari beberapa aspek bioekologi parasitoid *P. gossypiella* dengan melakukan eksplorasi parasitoid *P. gossypiella* di daerah pengembangan kapas dan pengujian kandidat parasitoid untuk menentukan pendekatan yang sesuai dalam memanfaatkan parasitoid ini dalam program pengendalian hayati *P. gossypiella* pada kapas.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada April – Desember 2001. Dalam penelitian dilakukan dua kegiatan yaitu survei parasitoid dan uji laboratorium. Survei parasitoid dilakukan di Jawa Timur (Asembagus dan Lamongan), Jawa Tengah (Brebes) dan Sulawesi Selatan (Bone). Uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Pengendalian Hayati (Parasitoid & Predator) Balittas, Malang.

Survei Parasitoid

Survei parasitoid dilakukan dengan mengumpulkan telur dan larva *P. gossypiella* dari lapang, yaitu dari tanaman kapas dan tanaman inang lainnya yang terdapat di sekitar pertanaman kapas.



Hasil koleksi tersebut kemudian dipelihara di laboratorium dan parasitoid yang muncul diperbanyak dengan menggunakan inang yang dipelihara di laboratorium untuk keperluan identifikasi. Untuk setiap daerah dilakukan pengumpulan sekurang-kurangnya dua kali selama musim tanam kapas dalam fase generatif (50 – 80 hari setelah tanam). Identifikasi parasitoid telur dibantu oleh Dr. J. Pinto dari UC Riverside. Identifikasi parasitoid larva dilakukan dengan menggunakan kunci determinasi yang dipublikasikan oleh Commonwealth Institute of Entomology (CIE).

Pengujian di Laboratorium

Kegiatan penelitian di laboratorium dilakukan untuk menguji keragaan reproduksi serta potensi parasitoid-parasitoid yang berpotensi tinggi untuk digunakan sebagai agensia hayati bagi *P. gossypiella*. Dalam penelitian ini yang diuji adalah parasitoid telur *Trichogrammatoidea* spp. dan parasitoid larva *Apanteles* sp. Uji tersebut meliputi uji preferensi parasitoid terhadap beberapa stadia *P. gossypiella*, potensi reproduksinya serta biologinya.

Uji keragaan reproduksi parasitoid.

Dalam uji ini dilakukan pengamatan biologi yang ditekankan pada aspek reproduksi parasitoid pada *Coryra cephalonica* (inang pengganti) dan *P. gossypiella* (inang asli). Untuk setiap spesies digunakan 10 – 22 individu parasitoid. Pengamatan dilakukan dengan mengamati lama hidup parasitoid, ke-

mampuan memarasit inang/betina, jumlah progeni dan sex rasionya. Pemaparan inang kepada parasitoid dilakukan selama parasitoid tersebut hidup dan inang yang dipaparkan diganti dengan inang yang baru setiap 24 jam.

Uji preferensi parasitoid

Uji preferensi parasitoid dilakukan untuk mengetahui stadia dan jenis inang yang sesuai untuk perkembangan parasitoid. Dalam uji ini dilakukan uji dengan pilihan (*choice test*). Pada uji ini ditawarkan beberapa stadia/jenis inang pada seekor parasitoid selama 30 menit dan diamati terjadinya oviposisi. Terjadinya parasitasi pada telur inang dapat dilihat dengan adanya perilaku pengeboran inang (*drilling*) yang diteruskan dengan oviposisi yang ditandai dengan gerakan abdomen tertentu (Nurindah *et al.*, 1999). Terjadinya parasitasi pada larva dapat dilihat dengan terjadinya sengatan parasitoid pada tubuh inangnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Parasitoid

Dari hasil survei ditemukan dua spesies parasitoid telur dan lima spesies parasitoid larva yang semuanya tergolong dalam Ordo Hymenoptera. Klasifikasi parasitoid-parasitoid tersebut tersaji pada Tabel 1. Penyebaran parasitoid tersebut di daerah survei tersaji pada Tabel 2.

Dari jenis parasitoid yang ditemukan, parasitoid telur merupakan parasitoid yang persentase parasitasinya ting-



gi (Tabel 3). *Apanteles* sp. merupakan parasitoid larva yang menyebabkan mortalitas tertinggi dibandingkan parasitoid larva lainnya. Oleh karena itu, parasitoid *Trichogrammatoidea* spp. dan *Apanteles* sp. adalah dua parasitoid yang akan diuji kelayakannya sebagai kandidat agen hayati pada kegiatan selanjutnya.

Pengujian Laboratorium

1. Parasitoid Telur

Uji Keragaan Reproduksi. Uji keragaan reproduksi parasitoid telur *P. gossypiella* dilakukan dengan menggunakan telur *Coryra cephalonica* (inang pengganti). Beberapa parameter keragaan reproduksi *Trichogrammatoidea* spp. pada telur *C. cephalonica* tersaji pada Tabel 4.

Uji Preferensi. Uji preferensi yang dilakukan adalah preferensi para-

Tabel 1. Klasifikasi parasitoid *P. gossypiella* dari beberapa daerah pengembangan kapas di Indonesia.

Ordo	Famili	Spesies	Stadia inang
Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatoidea armigera</i>	Telur
	Braconidae	<i>Apanteles</i> sp. <i>Bracon</i> sp.	Larva Larva
	Chalcididae	<i>Brachymeria</i> sp.	Larva-pupa
	Ichneumonidae	Spesies-1	Larva-pupa

Tabel 2. Penyebaran parasitoid pada *P. gossypiella* di daerah pengembangan kapas di Indonesia.

Spesies	Jawa Timur		Jawa Tengah (Brebes)	Sulawesi Selatan (Bone)
	Lamongan	Asembagus		
<i>T. armigera</i>	+	+		
<i>T. bactrae</i>	+	-		
<i>Apanteles</i> sp.	+	+	+	+
<i>Bracon</i> sp.	-	+	-	-
<i>Brachymeria</i> sp.	+	+	+	+
Ichneumonidae	-	+	-	-

+ : ditemukan - : tidak ditemukan ? : tidak diamati

Tabel 3. Parasitisasi telur dan larva *P. gossypiella* di beberapa daerah pengembangan kapas.

Lokasi	Jumlah pengumpulan inang (n)	% Parasitasi oleh					Total parasitasi	
		<i>Trichogrammatoidea</i> spp.	<i>Apanteles</i>	<i>Brachymeria</i>	<i>Bracon</i>	Ichneumonidae	Telur	Larva
Asembagus	126	65,0	-	-	-	-	65,0	-
	114	69,0	-	-	-	-	69,0	-
	819	-	8,4	2,6	1,3	0	-	12,3
	527	-	6,1	2,7	0	0	-	8,8
Lamongan	93	-	4,3	1,1	0	0	-	5,4
	486	81,7	-	-	-	-	81,7	-
	172	-	7,0	16,3	0	2,3	-	25,6
	456	-	23,9	13,4	0	0,4	-	37,7
Brebes	2466	-	10,7	3,4	0	0,2	-	14,1
	678	-	0,4	0,2	0	0	-	0,6
	534	-	0,8	0,1	0	0	-	0,9
Bone	13	-	8,8	0,2	0	0	-	9,0
	124	-	2,0	0	0	0	-	2,0



sitoid terhadap jenis inang dengan pilihan. Jenis inang yang digunakan adalah telur *P. gossypiella* dan *H. armigera*. Pemilihan telur *H. armigera* dalam uji ini adalah dengan pertimbangan bahwa pada waktu yang sama di pertanaman kapas dapat ditemukan kedua telur serangga hama ini. *Trichogrammatoidea armigera* (asal Lamongan) memperlihatkan preferensi yang tinggi terhadap telur *P. gossypiella* daripada telur *H. armigera* (Tabel 5), sedangkan *T. armigera* (asal Asembagus) tidak memperlihatkan preferensi yang berbeda antara telur *P. gossypiella* dan *H. armigera*.

2. Parasitoid Larva

Uji Keragaan Reproduksi. Uji keragaan reproduksi parasitoid larva *Apanteles* sp. pada larva inang asli maupun pengganti tidak didapatkan data yang seperti diharapkan, karena setelah oviposisi pada inangnya, parasitoid tidak dapat berkembang dengan baik. Dari 46 oviposisi yang terjadi pada larva *P. gossypiella* dan 65 oviposisi pada larva *C. cephalonica* hanya didapatkan progeni parasitoid masing-masing 5 ekor (23 jantan dan 2 betina) dan 3 ekor (1 betina dan 2 jantan). Oleh karena itu, masih diperlukan metode yang sesuai untuk mengamati keragaan reproduksi parasitoid ini. Data keragaan reproduksi yang dapat disajikan adalah seperti pada Tabel 6.

Uji Preferensi. Uji preferensi yang telah dilakukan adalah uji preferensi parasitoid *Apanteles* sp. terhadap beberapa stadia larva *P. gossypiella* dan *C. cephalonica* pada uji de-

ngan pilihan dan tanpa pilihan. Preferensi diamati dari jumlah inang yang diparasit (parasitoid menyengat inang) dan terjadi oviposisi.

Apanteles sp. menunjukkan preferensi yang sama terhadap stadia inang, yaitu larva instar II dan III (Tabel 7). Pada uji dengan pilihan, preferensi parasitoid lebih tinggi terhadap larva *P. gossypiella* dibandingkan dengan larva *C. cephalonica*. Sedangkan pada uji tanpa pilihan, jumlah oviposisi pada stadia inang yang sesuai tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Telur *P. gossypiella* dapat diparasit oleh sedikitnya dua spesies *Trichogrammatoidea*. *Trichogrammatoidea armigera* merupakan *new host report*, karena belum pernah dilaporkan memarasit *P. gossypiella*. Status ini merupakan informasi penting bagi peneliti-peneliti di seluruh dunia yang bekerja di bidang pengendalian hayati, terutama yang spesialisasinya parasitoid telur dari famili Trichogrammatidae dan memfokuskan penelitiannya pada parasitoid telur *P. gossypiella*. Spesies parasitoid telur *Trichogrammatoidea* yang pernah dilaporkan adalah *T. bactrae* berasal dari Australia dan India (Hassan, 2001). Parasitoid telur ini pernah diintroduksi ke California, Arizona dan New Mexico pada tahun 1986 dan dilepas pada 1992, untuk mengendalikan *P. gossypiella* (Naranjo, 1993).

Diantara dua spesies parasitoid telur yang ditemukan, *T. armigera* dominan terhadap *T. bactrae*. Spesies yang pertama ditemukan di Lamongan



dan Asembagus, sedangkan spesies yang kedua hanya ditemukan di Lamongan. Tingkat parasitasi alami parasitoid telur ini cukup tinggi, yaitu 65-82% (Tabel 2). Walaupun demikian, kerusakan yang terjadi karena *P. gossypiella* masih tinggi, yaitu 70% (di Asembagus) dan 85% (di Lamongan). Keadaan yang demikian disebabkan karena parasitasi yang tinggi tersebut terjadi pada puncak populasi *P. gossypiella* generasi kedua.

Selama musim tanam kapas terdapat dua generasi *P. gossypiella* (Rizal et al., 1999). Generasi pertama dimulai pa-

da saat tanaman mulai berbunga dan generasi kedua pada 65-90 hari setelah tanam (hst). Parasitasi telur yang terjadi pada populasi generasi pertama sangat rendah, sehingga mortalitas yang terjadi juga rendah dan berakibat meningkatnya kelimpahan populasi pada generasi kedua, yaitu hingga 1,5 kali dari generasi pertama. Dengan fenomena ini, maka untuk dapat memanfaatkan potensi parasitoid telur tersebut, perlu dilakukan augmentasi dengan teknik inundasi atau inokulasi pada generasi pertama (35-45 hst). Pelepasan *T. armigera* pada waktu

Tabel 4. Keragaan reproduksi parasitoid telur pada *P. gossypiella* asal Lamongan dan Asembagus.

Parasitoid telur	N	Lama hidup (hari)	Kemampuan memarasit inang/betina	Jumlah progeni	Sex Ratio (B/J)
<i>T. armigera</i> (Asembagus)	22	15,6	123,0	80,9	0,60
<i>T. armigera</i> (Lamongan)	24	18,0	127,2	82,4	0,67
<i>T. bactrae</i>	10	15,2	133,4	84,6	0,87

Tabel 5. Rata-rata peletakan telur \pm standard error *T. armigera* asal Lamongan dan Asembagus pada telur *P. gossypiella* dan *H. armigera* dalam choice test selama 30 menit.

Spesies parasitoid	<i>P. gossypiella</i>	<i>H. armigera</i>
<i>T. armigera</i> (Asembagus)	3,08 \pm 0,72 a ¹	3,00 \pm 0,44 a
<i>T. armigera</i> (Lamongan)	7,73 \pm 0,88 a	1,00 \pm 0,36 b

¹ Angka yang didampingi oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P \leq 0,05$) atas dasar uji Fisher's PLSD

Tabel 6. Lama hidup, kemampuan parasitasi dan survival dari telur - dewasa parasitoid larva *Apanteles* sp. pada larva *P. gossypiella*.

Lama hidup (hari)	4,6 hari
Kemampuan parasitasi	31,2 larva
Survival parasitoid dari telur - dewasa	0,1%

Tabel 7. Preferensi parasitoid larva *Apanteles* sp. terhadap beberapa stadia inang larva *P. gossypiella* dan *C. cephalonica* dalam uji dengan pilihan dan tanpa pilihan.

Jenis inang	Uji dengan pilihan		Uji tanpa pilihan	
	<i>P. gossypiella</i>	<i>C. cephalonica</i>	<i>P. gossypiella</i>	<i>C. cephalonica</i>
Instar I	0,6 a ¹	0,0 a	1,0 a	1,0 a
Instar II	2,8 c	1,2 b	6,0 c	5,0 c
Instar III	1,8 b	1,2 b	3,7 b	2,8 b
Instar IV	0,2 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a

¹ Angka yang didampingi oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P \leq 0,05$) atas dasar uji Fisher's PLSD



tersebut juga dapat digunakan untuk mengendalikan populasi *H. armigera* yang juga merupakan serangga hama penting di kapas dan mulai ditemukan telurnya pada 35-40 hst.

Pelepasan parasitoid telur *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea* untuk mengendalikan *P. gossypiella* telah banyak dilakukan (Sekhon and Varma, 1983; Pawar and Prasad, 1985; Ahmad *et al.*, 1996; El-Havez and Nada, 2000). Di India, 65% petani kapas menggunakan parasitoid telur untuk mengendalikan penggerek buah ini (Farkade *et al.*, 1999), sedangkan di Pakistan dilaporkan bahwa penggunaan parasitoid telur ini lebih menguntungkan baik untuk perkebunan luas maupun perkebunan rakyat (Mohyuddin *et al.*, 1997). Dengan demikian, parasitoid telur asal Indonesia dengan potensinya tersebut cukup berpeluang untuk dimanfaatkan dalam program pengendalian *P. gossypiella* di kapas. Teknik perbanyak massal parasitoid ini secara sederhana telah tersedia (Nurindah, 2002).

Tingkat parasitasi alami larva oleh parasitoidnya dapat mencapai 38% (Tabel 3). Parasitoid larva *P. gossypiella* yang umum ditemukan adalah *Apanteles* sp. Parasitoid ini ditemukan di semua daerah survei (Tabel 2) dengan tingkat parasitasi mencapai 24%. *Apanteles* sp. menyerang larva instar kedua atau ketiga, pada waktu inang sudah terdapat di dalam buah. Proses parasitasi dapat terjadi karena parasitoid ini mempunyai ovipositor yang panjang, sehingga me-

mungkinkannya untuk oviposisi pada inang yang terlindung. *Apanteles angaleti* merupakan parasitoid dominan yang menyerang *P. gossypiella* pada pertanaman kapas di Karnataka, India (Sangareddy and Patil, 1997) dan Punjab (Sekhon and Verma, 1983). Walaupun demikian, parasitoid ini belum pernah digunakan dalam program pengendalian hayati dengan augmentasi. Hal ini disebabkan karena sulitnya parasitoid ini untuk dikembangkan di laboratorium. Oleh karena itu, untuk dapat meningkatkan kinerja parasitoid ini sebagai agensia hayati, maka pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui teknik konservasi. Salah satu tindakan konservasi adalah melalui pengelolaan habitat dengan penyianagan terbatas terhadap tanaman-tanaman liar. Telah dilaporkan bahwa parasitoid dari genus *Apanteles* dapat bertahan hidup lebih baik jika mempunyai akses terhadap bunga *Euphorbia hirta* (Nurindah *et al.*, 2002).

Parasitoid larva-pupa yang menyerang *P. gossypiella* adalah *Brachymeria* sp. dan satu spesies dari Ichneumonidae (hanya ditemukan di Lamongan) (Tabel 1). Parasitasi alami yang terjadi dapat mencapai 16% (Tabel 2). *Brachymeria* sp. juga merupakan parasitoid yang terdapat di semua daerah survei. Sebagai parasitoid larva-pupa, kedua parasitoid ini kurang berpeluang untuk digunakan dalam program pengendalian hayati dengan augmentasi, karena inang yang telah terparasit masih tetap hidup hingga menjadi pupa, sehingga inangnya masih menimbulkan kerusakan pada tanaman.



Walaupun demikian, parasitoid ini dapat ditingkatkan kinerjanya dengan pendekatan konservasi.

KESIMPULAN

Parasitoid yang berpotensi tinggi untuk dapat dimanfaatkan dalam program pengendalian hayati *P. gossypiella* pada kapas adalah parasitoid telur *T. armigera* dan *T. batrae* dengan teknik augmentasi yang dilakukan pada saat terjadi infestasi generasi pertama. Parasitoid larva *Apanteles* sp. dapat ditingkatkan kinerjanya melalui pendekatan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., M. Ashraf, T. Hussain and B.F. Nasrullah. 1996. Significance of pheromones and parasites for the control of cotton bollworm. *Pakistan Journal of Zoology*, 28:355-357.
- Common, I.F.B. 1958. A revision of the pink bollworms of cotton (*Pectinophora* Busck) (Lepidoptera: Gelechiidae) and related genera in Australia. *Australian Journal of Zoology*, 6:268-306.
- Cook, M.J.W. 1985. The use of parasitoids for augmentative biological control of pests in People's Republic of China. *Biocontrol News and Information*, 6:213-224.
- El-Havez, A.A. and M.A. Nada. 2000. Augmentation of *Trichogrammatoidea batrae* Nagaraja in the IPM programme for control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saund.) in Egypt. In Proceedings Beltwide Cotton Conferences, Vol. 2, Eds. P. Dogger and D. Ritcher, National Cotton Council Memphis:1009-1015.
- Farkade, B.C., R.D. Ahire, N.R. Patange, and P.S. Ahire. 1999. Extent of adoption of biological pest control in cotton. *Journal of Soil and Crops*, 9:108-110.
- Gordh, G. and J. Ellington. 2001. A review of parasitic Hymenoptera associated with pink bollworm. (manuscript).
- Hassan, S.A. 2001. Egg Parasitoid News, No. 16 April 2001. International Organisation of Biological Control.
- Henneberry, T.J. and S.E. Naranjo. 1998. Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. *Integrated Pest Management Reviews*, 3:31-52.
- Legner, E.F. and R.A. Medved. 1979. Influence of parasitic Hymenoptera on the regulation of pink bollworm *Pectinophora gossypiella* on cotton in the Lower Colorado Dessert. *Environmental Entomology*, 8:922-930.
- Legner, E.F. and T.S. Bellows. 2000. Exploration for natural enemies. In *Handbook of Biological Control*, Eds. T.S. Bellows, T.W. Fisher, L.E. Caltagirone, D.L. Dahlsten, G. Gordh, and C.B. Huffaker, pp. 87-102. Academic Press.
- Mohyuddin, A.I., G. Jilani, A.G. Khan, A. Hamza, I. Ahmed and Z. Mahmood. 1997. Integrated pest management of major cotton pests by conservation, redistribution and augmentation of natural enemies. *Pakistan Journal of Zoology*, 29:293-298.
- Naranjo, S.E. 1993. Life history of *Trichogramma batrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) an egg parasitoid of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) with emphasis on performance at high temperature. *Environmental Entomology*, 22:1051-1059.
- Nurindah, B.W. Cribb and G. Gordh. 1999. Effects of physiological condition and experience on oviposition behaviour of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Australian Journal of Entomology*, 38:104-114.
- Nurindah. 2002. Teknik perbanyak parasitoid telur *Trichogramma*. Monograf Balittas No. 7: Kapas, Buku 2. Balittas, Malang, p. 178-186.
- Nurindah, D.A. Sunarto, dan Sujak. 2002. Pengujian beberapa tanaman alternatif terhadap keragaan parasitoid dan predator serangga hama kapas. Laporan Hasil Penelitian Proyek PHT Perkebunan - ADB (IPMSECP). Balittas. 20 hal.
- Pawar, A.D. and J. Prasad. 1985. Evaluation of some exotic parasites in biocontrol of cotton bollworm in harayana. *Indian Journal of Plant Protection*, 13:21-24.



- Rizal, M., D.A. Sunarto, I G.A.A. Indrayani, Subiyakto dan Soebandrijo. 1999. Dinamika populasi ulat buah merah kapas di Asembagus, Jawa Timur. Prosiding Seminar Nasional Tantangan Entomologi Pada Abad XXI, PEI Cabang Bogor dan Proyek PHT. pp. 231-237.
- Sholahuddin. 2001. Penarikan contoh beruntun *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) pada pertanaman kapas. Desertasi Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.
- Sangareddy, N.K. and B.V. Patil. 1997. Studies on pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) incidence and its natural enemies on cotton in Tungabhadra. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 10:226-228.
- Sekhon, B.S. and G.C. Verma. 1983. Parasitoid of *Pectinophora gossypiella* (Lep.: Gelechiidae) and *Earias* spp. (Lep.: Noctuidae) in the Punjab. *Entomophaga*. 28:45-53.
- Tuhan, N.C., A.D. Pawar, and R.S. Arora. 1987. Use of *Trichogramma brasiliensis* against bollworm in Srinagar, Rajashtan, India. *Journal of Advance Zoology*, 8:131-134.
- Zaki, F.N. 1985. Reactions of egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westw. to certain insect sex pheromones. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 99:448-453.
-