

AMBANG KENDALI PENGGEREK BUAH KAPAS, *Helicoverpa armigera*, DENGAN MEMPERHITUNGKAN KEBERADAAN PREDATOR PADA KAPAS

NURINDAH dan DWI ADI SUNARTO

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

ABSTRAK

Helicoverpa armigera adalah salah satu hama utama pada kapas, sehingga perlu dikendalikan. Konsep ambang kendali sebagai salah satu komponen dalam PHT telah dikembangkan untuk *H. armigera*, namun hanya berdasarkan populasi hama dan belum mempertimbangkan keberadaan musuh alami. Penelitian ini bertujuan untuk menguji ambang kendali *H. armigera* dengan mempertimbangkan keberadaan musuh alami pada skala luas di daerah pengembangan dengan menggunakan lahan petani. Penelitian ini dilakukan pada pertanaman kapas tumpangsari dengan kedelai yang ditanam sesudah padi di Kecamatan Mantup dan Kembangbau, Lamongan, Jawa Timur pada Maret-Oktober 2005. Lahan yang digunakan seluas 15 hektar, di bawah pengelolaan 36 petani. Pengujian ambang kendali *H. armigera* dilakukan dengan menerapkan dua perlakuan konsep ambang kendali yang merupakan bagian dari PHT kapas, yaitu: (1) AKH: 4 tanaman terinfestasi/25 tanaman contoh; dan (2) AKH+MA: 4 tanaman terinfestasi/25 tanaman contoh; jumlah tanaman yang terinfestasi yang teramati dikurangi 1 jika ditemukan 8 ekor predator dan kelipatannya. Jika populasi pada petak perlakuan mencapai ambang kendali, dilakukan penyemprotan dengan Ekstrak Biji Mimba (EBM). Setiap lahan petani dibagi dua, setiap bagian menerapkan satu perlakuan (n=36). Pengamatan dilakukan pada 25 unit pengamatan per 1,0 ha yang diambil secara *W sampling*, setiap 7 hari sejak 50 hari setelah tanam (hst) hingga 90 hst. Satu unit pengamatan adalah 1 m². Parameter yang diamati secara periodik adalah populasi *H. armigera* (telur dan larva); kerusakan buah, hasil kapas berbiji, serta penggunaan saprodi dan tenaga kerja untuk pengendalian hama. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *H. armigera* pada kapas + kedelai dapat ditekan oleh musuh alaminya, khususnya kompleks predator yang terdiri atas laba-laba, kumbang kubah dan kepik mirid. Populasi kompleks predator dapat mencapai 40-80 ekor/25 tanaman. Dengan demikian, penerapan ambang kendali *H. armigera* pada kapas + kedelai dengan memperhitungkan keberadaan predator menyebabkan tidak perlu dilakukannya penyemprotan insektisida sama sekali, sehingga terdapat keuntungan ekonomis, yaitu penghematan biaya saprodi sebesar Rp 259.000 per hektar dan keuntungan ekologis, yaitu tidak tercemarnya lingkungan oleh senyawa toksik.

Kata kunci : Kapas, *Gossypium hirsutum* L., ambang kendali, *Helicoverpa armigera*, Jawa Timur

ABSTRACT

Action threshold for *Helicoverpa armigera* by considering the presence of predators on cotton

Helicoverpa armigera on cotton was considered as the main pest, therefore it always be a focus of pest control. Action threshold concept as an IPM component had been developed for *H. armigera* on cotton; however it has not considered the presence of natural enemies. The objective of this research is to test the action threshold of *H. armigera* by considering the presence of natural enemies on cotton intercropped with soybean in farmers' fields. The test involved 15 hectares of farmers' fields (involving 36 farmers) in Lamongan, East Java in March-October 2005. The action thresholds for *H. armigera* tested were: (1) AKH: 4 infested plants/25 sample plants; and (2) AKH+MA: 4 infested plants/25 sample plants, and the number of infested plants observed was subtracted

by 1 when 8 predators, and it's folded up, were found in the sample plants. Spray of neem seed extract (NSE) was applied when the pest population reached action threshold level. Each farmer field was divided into two parts to accommodate the treatments. The observations were made periodically on 25 units per 1,0 hectare in 7-days interval on 50 – 90 days after planting (dap). The size of observation unit was 1 m². Parameters observed included *H. armigera* population (egg and larva); damage bolls, seed cotton production and the cost of pest control. Data were analysed by using t-test. The results showed that *H. armigera* population on cotton intercropped with soybean could be repress by its natural enemies, especially by the complex predator (consisted of spiders, lady bird beetles and predatory mirid bugs) to be always under action threshold level. The application of action threshold by considering the presence of predator in cotton + soybean fields would lead to unsprayed cultivation. Resulted economical benefit by saving of the production cost Rp 259.000 per hectare as well as ecological advantage by avoiding of sprays of toxic materials in the environment.

Key words : Cotton, *Gossypium hirsutum* L., action threshold, *Helicoverpa armigera*, East Java

PENDAHULUAN

Penggerek buah kapas *Helicoverpa armigera* (Hubner) merupakan serangga hama yang perlu dikendalikan, karena menyebabkan kerusakan yang nyata. Pada awal pengembangan kapas di Indonesia, tindakan pengendalian serangga hama ini ditetapkan dalam SK Menteri Pertanian untuk paket Intensifikasi Kapas Rakyat (IKR) musim tanam 1982/83 sampai dengan 1989/90, yaitu dengan penyemprotan insektisida untuk *H. armigera* secara berjadwal sebanyak 4 – 6 kali. Tindakan pengendalian seperti ini tidak dapat mengendalikan populasi *H. armigera* secara efektif, sehingga sering terjadi ledakan populasi dan menyebabkan kerusakan yang parah atau bahkan gagal panen (BALITTAS, 1982; KARTONO dan OESMAN, 1982; BEEDEN, 1987), karena satu ekor larva *H. armigera* dapat menghancurkan 10 - 12 buah kapas muda (GOTHAMA dan SOEBANDRIJO, 1987).

Konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) kapas ditekankan pada teknik pengendalian non-kimiawi. Telah ditemukan beberapa komponen pengendalian non-kimiawi untuk *H. armigera*, di antaranya adalah pelepasan parasitoid telur (NURINDAH *et al.*, 1991; NURINDAH *et al.*, 1993), bioinsektisida dengan bahan aktif nukleer polyhedrosis virus (*HaNPV*) (INDRAYANI dan GOTHAMA, 1991), insektisida botani ekstrak biji mimba (EBM) (SUNARTO *et al.*, 2002), dan penggunaan tanaman jagung sebagai

perangkap (SOEBANDRIJO *et al.*, 1994). Penerapan teknik pengendalian tersebut berdasarkan pada konsep ambang kendali yaitu 4 tanaman terinfestasi larva per 25 tanaman contoh (TOPPER dan GOTHAMA 1986; SOENARJO dan SUBIYAKTO, 1988). Penentuan ambang kendali ini hanya berdasarkan populasi *H. armigera* dan belum mempertimbangkan keberadaan musuh alami, padahal peranan musuh alami untuk mengendalikan hama tersebut cukup efektif.

Helicoverpa armigera telah dilaporkan secara alami dapat dikendalikan populasinya oleh musuh alaminya untuk selalu berada di bawah ambang kendali pada tanaman kapas dan bunga matahari (BERG *et al.*, 1997; BERG & COCK, 1993). Faktor biotik telah terbukti mengakibatkan mortalitas *H. armigera* yang cukup tinggi pada kapas tumpang Sari dengan kedelai, yaitu telur 54%, larva 62% dan pupa 16% (NURINDAH *et al.*, 2006). Selain oleh faktor biotik, faktor abiotik, seperti curah hujan, juga telah dilaporkan dapat menimbulkan mortalitas larva hingga 5% pada pertanaman bunga matahari (REDDY *et al.*, 2004) dan mortalitas pupa karena pengairan mencapai 91% pada pertanaman tomat (AHERKAR *et al.*, 2002). Faktor mortalitas biotik dan abiotik ini belum dipertimbangkan dalam menentukan nilai ambang kendali pada kapas, walaupun potensinya dalam menekan populasi *H. armigera* sangat besar.

Keberadaan musuh alami, terutama kompleks predator yang terdiri atas laba-laba, kepik mirid dan kumbang kubah merupakan faktor mortalitas yang penting dan perlu dipertimbangkan dalam konsep ambang kendali *H. armigera*, karena hanya dengan delapan ekor predator yang ditemukan dalam pemantauan dapat mengurangi jumlah satu larva yang teramati atau satu tanaman terinfestasi (NURINDAH dan SUNARTO, 2006). Penerapan konsep ambang kendali ini telah meningkatkan produksi kapas berbiji lebih tinggi (911 kg/ha) dibandingkan dengan sistem pengendalian konvensional (312 kg/ha) dan penghematan penggunaan insektisida sebesar 2-3 l/ha (NURINDAH dan SUNARTO, 2006). Di samping faktor biotik, penggunaan insektisida EBM untuk pengendalian *H. armigera* cukup efektif dan dapat digunakan sebagai substitusi insektisida kimia (NURINDAH dan SUNARTO, 2006). Aplikasi EBM tidak berpengaruh terhadap predator (NURINDAH *et al.*, 2004; SUNARTO *et al.*, 2004) maupun parasitoid (SUNARTO *et al.*, 2006; SUNARTO *et al.*, 2007), sehingga dapat dimasukkan sebagai komponen PHT kapas.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ambang kendali *H. armigera* dengan mempertimbangkan keberadaan musuh alami pada skala luas di lahan petani kapas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada pertanaman kapas yang ditanam sesudah padi di Lamongan, Jawa Timur, yaitu di Kecamatan Mantup dan Kembangbau pada MT 2005 (Maret – Oktober 2005). Luas lahan yang digunakan

untuk setiap lokasi ditentukan secara proporsional dari luas areal kapas di masing-masing kecamatan, yaitu di Mantup digunakan lahan seluas 12 hektar dan di Kembangbau digunakan lahan seluas 3 hektar. Jumlah petani yang mengelola lahan pada penelitian ini adalah 36 orang. Pola tanam di lokasi penelitian adalah padi – kedelai + kapas. Sistem tanam yang diterapkan adalah penanaman kapas dengan jarak tanam 150 cm x 25 cm, dua tanaman per lubang (populasi 33.500 tanaman kapas/ha), ditanam segera setelah padi dipanen; kemudian diaplikasikan mulsa jerami padi secara merata yang dilanjutkan dengan penyebaran benih kedelai. Varietas kapas yang digunakan adalah ISA 205A, dan varietas kedelai adalah varietas lokal.

Pengujian ambang kendali *H. armigera* dilakukan dengan menerapkan dua perlakuan konsep ambang kendali yang merupakan bagian dari PHT kapas, yaitu:

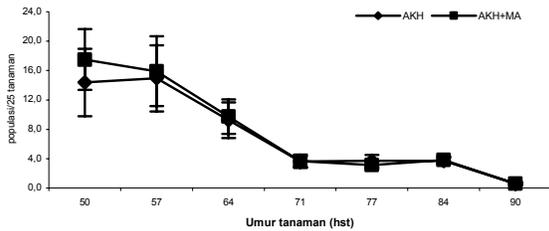
1. AKH: 4 tanaman terinfestasi/25 tanaman contoh.
2. AKH+MA: 4 tanaman terinfestasi/25 tanaman contoh; jika ditemukan 8 ekor predator atau kelipatannya pada setiap 25 tanaman contoh. Nilai ambang kendali dikurangi 1 menjadi $4 - 1 = 3$ dst.

Jika populasi mencapai ambang kendali dilakukan penyemprotan dengan EBM. Pada setiap lahan petani dibagi menjadi dua bagian, sehingga dapat diterapkan dua perlakuan pada masing-masing lahan. Dengan demikian, setiap lahan petani dapat dianggap sebagai satu ulangan ($n=36$).

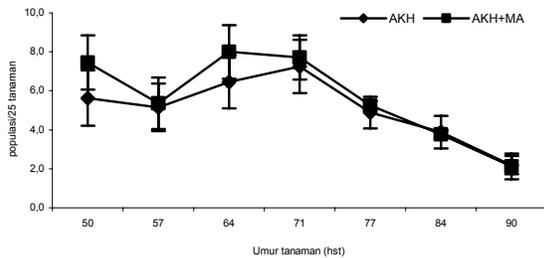
Pengamatan dilakukan pada 25 unit pengamatan per 0,10 ha yang diambil secara *W sampling*, setiap 7 hari sejak 50 hari setelah tanam (hst) hingga 90 hst. Satu unit pengamatan adalah 1 m². Parameter yang diamati secara periodik adalah populasi *H. armigera* (telur dan larva) dan predator pada sepertiga atas bagian tanaman; kerusakan buah dan hasil kapas berbiji. Analisis data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan uji t. Pengumpulan data juga dilakukan untuk penggunaan saprodi dan tenaga kerja terutama untuk pengendalian hama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi telur dan larva *H. armigera* pada kedua perlakuan menunjukkan pola yang tidak berbeda (Gambar 1 dan 2). Masa peletakan telur tertinggi terjadi pada 50 – 60 hst yang mencapai 15 – 20 telur/25 tanaman dan selanjutnya menurun pada kepadatan 0 – 4 telur/25 tanaman pada 65 – 90 hst. Populasi larva tertinggi terjadi pada 60 – 80 hst, yaitu pada kepadatan 6 – 8 larva/25 tanaman. Pada umumnya populasi telur lebih tinggi daripada populasi larva yang menunjukkan bahwa pada stadium telur terjadi mortalitas yang cukup nyata, yaitu mencapai rata-rata 56% (selang 2 – 68%). Mortalitas alami ini tidak berbeda dengan yang dilaporkan oleh NURINDAH dan SUNARTO (2006) pada pertanaman kapas yang ditumpang sari dengan kedelai.



Gambar 1. Fluktuasi populasi telur *H. armigera* (Nilai tengah ± S. E.) pada perlakuan AKH dan AKH+MA di pertanaman kapas tumpang Sari dengan kedelai di Lamongan
 Figure 1. Population fluctuation of *H. armigera* eggs (Means ± S.E.) on AKH and AKH+MA in cotton intercropped with soybean in Lamongan



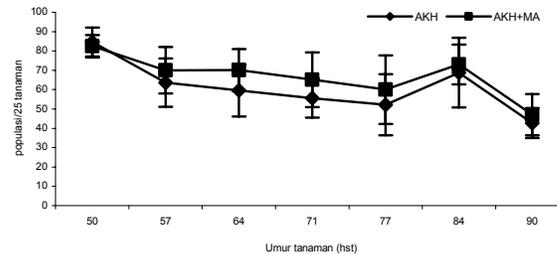
Gambar 2. Fluktuasi populasi larva *H. armigera* (Nilai tengah ± S. E.) pada perlakuan AKH dan AKH+MA di pertanaman kapas tumpang Sari dengan kedelai di Lamongan
 Figure 2. Population fluctuation of *H. armigera* larvae (Means ± S.E.) on AKH and AKH+MA in cotton intercropped with soybean in Lamongan

Seperti halnya *H. armigera*, fluktuasi populasi kompleks predator yang terdiri atas laba-laba, kumbang kubah, dan kepik mirid pada kedua perlakuan menunjukkan pola yang tidak berbeda, yaitu cenderung stabil pada kepadatan di atas 50 ekor/25 tanaman (Gambar 3). Pada perlakuan AKH+MA, yang mempertimbangkan populasi predator dalam konsep ambang kendali, maka jumlah tanaman yang terinfestasi larva *H. armigera* pada petak tersebut selalu berada di bawah ambang kendali (Gambar 4). Sebaliknya, pada perlakuan AKH yang tidak mempertimbangkan keberadaan predator, maka populasi *H. armigera* mencapai ambang kendali hingga 5 kali, yaitu pada 50 – 75 hst, sehingga dilakukan penyemprotan EBM.

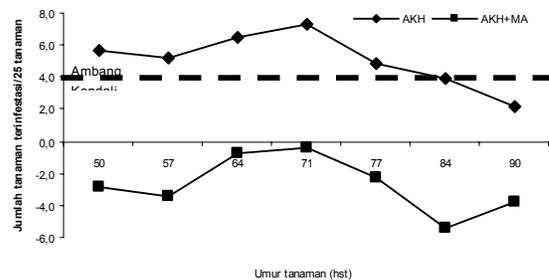
Populasi predator yang cukup tinggi menunjukkan bahwa kondisi agroekosistem kapas tumpang Sari dengan kedelai mendukung perkembangan predator tersebut. Pada agroekosistem kapas tumpang Sari dengan kedelai, terdapat keanekaragaman hayati yang relatif tinggi, sehingga merupakan tempat yang sesuai bagi predator untuk makan, bereproduksi (ANDOW, 1991) serta tempat untuk bertahan (JERVIS *et al.*, 2004). Kondisi yang mempunyai kontribusi terbesar dalam mendukung perkembangannya adalah ketersediaan sumber pakan. Sumber pakan tersebut dapat berupa mangsa atau polen dan nektar yang terdapat pada

bunga. Bunga kapas merupakan sumber pakan yang paling sesuai untuk ketahanan hidup parasitoid dan predator penggerek buah kapas dibandingkan dengan kacang tunggak atau *Crotalaria* (NURINDAH *et al.*, 2005). Pada penelitian ini populasi predator yang cukup tinggi mempunyai kontribusi yang besar dalam menekan populasi *H. armigera*, baik pada AKH maupun AKH+MA.

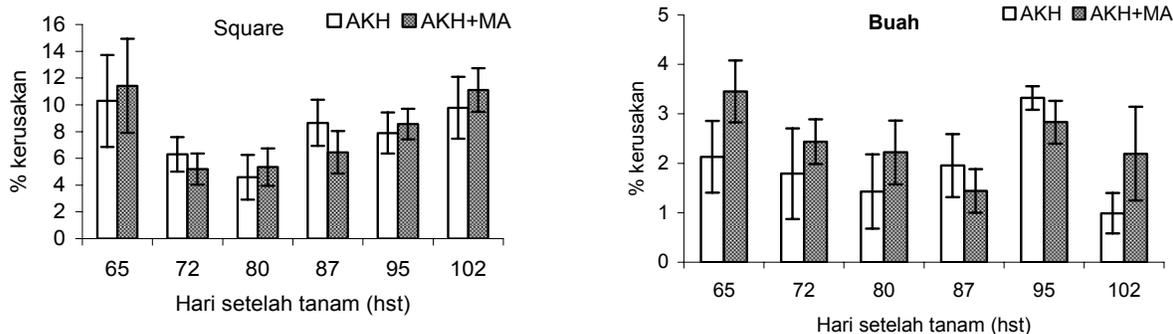
Pada kondisi populasi larva *H. armigera* seperti pada Gambar 2, kerusakan kuncup bunga dan buah pada kedua perlakuan tidak berbeda nyata (Gambar 5). Kerusakan kuncup bunga yang teramati berkisar antara 3 - 15%, sedangkan kerusakan buah berkisar antara 1 - 4%. Karena kerusakan buah tidak berbeda nyata, maka produksi kapas berbiji pada kedua perlakuan juga tidak berbeda nyata, yaitu 820 ± 98 kg/ha pada AKH dan 868 ± 85 pada AKH+MA. Produktivitas pada kedua perlakuan tersebut mencapai 80 – 84% dari potensi genetik varietas ISA-2005 A. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perlakuan penyemprotan insektisida dan hanya mengandalkan kemampuan faktor mortalitas biotik, seperti pada perlakuan AKH+MA, dapat dihasilkan produksi yang cukup memadai.



Gambar 3. Fluktuasi populasi kompleks predator (Nilai tengah ± S. E.) pada perlakuan AKH dan AKH+MA di pertanaman kapas tumpang Sari dengan kedelai di Lamongan. Kompleks predator terdiri atas laba-laba, kumbang kubah, dan kepik mirid
 Figure 3. Population fluctuation predator complex (Means ± S.E.) on AKH and AKH+MA in cotton intercropped with soybean in Lamongan. Predator complex consists of spiders, lady bird beetles and predatory mirid bugs



Gambar 4. Jumlah tanaman terinfestasi larva *H. armigera* pada perlakuan AKH dengan mempertimbangkan keberadaan predator dan AKH+MA di pertanaman kapas tumpang Sari dengan kedelai di Lamongan. Ambang kendali *H. armigera* adalah 4 tanaman terinfestasi/25 tanaman
 Figure 4. Number of infested plants by *H. armigera* on AKH and AKH+MA with considering the predator presence on AKH+MA in cotton intercropped with soybean in Lamongan. Action threshold of *H. armigera* : 4 infested plants/25 plants



Gambar 5. Persentase kerusakan kuncup bunga dan buah (Nilai tengah \pm S. E.) pada perlakuan AKH dan AKH+MA di pertanaman kapas tumpangsari dengan kedelai di Lamongan

Figure 5. Percentage of squares and bolls damage (Means \pm S. E.) on AKH and AKH+MA in cotton intercropped with soybean in Lamongan

Penerapan ambang kendali dengan mempertimbangkan keberadaan predator menyebabkan pada perlakuan AKH+MA tidak perlu dilakukan penyemprotan insektisida sama sekali. Jika dihitung biaya pengendalian hama yang terdiri atas biaya untuk insektisida dan tenaga untuk pemantauan populasi hama/musuh alami dan untuk penyemprot, sebagai bagian dari input, maka pada AKH diperlukan biaya untuk pengendalian hama sebesar Rp 379.500 per hektar dan pada AKH+MA hanya Rp 120.000 per hektar (Tabel 1). Dengan kata lain, pengendalian kemampuan predator dalam menekan populasi *H. armigera* melalui penyediaan habitat yang mendukung, dapat menghemat biaya pengendalian sebesar Rp 259.500 per hektar.

Tabel 1. Penghitungan biaya input untuk pengendalian hama pada usahatani kapas tumpangsari dengan kedelai pada perlakuan tanpa memperhitungkan keberadaan predator (AKH) dan dengan memperhitungkan keberadaan predator (AKH+MA) di Lamongan MT 2005

Table 1. Calculation of input cost for the treatment by considering (AKH) and non considering the presence of natural enemies (AKH + MA) in cotton intercropped with soybean of planting season 2005 in Lamongan

Uraian	AKH	AKH+MA
Insektisida (EBM)		
- Jumlah (L/ha)	1,7	0
- Biaya (Rp) ¹	59.500	0
Tenaga Kerja		
- Pemantauan populasi hama/musuh alami (kali)	6	6
- Jumlah tenaga (HOK)	6	6
- Biaya (Rp) ³	120.000	120.000
- Jumlah penyemprotan (kali)	5	0
- Jumlah tenaga (HOK) ²	10	0
- Biaya (Rp) ³	200.000	0
Total biaya pengendalian hama (Rp)	379.500	120.000
Selisih biaya pengendalian hama (Rp)		259.000

Keterangan: 1. Harga EBM Rp. 35.000 per l

Note : Price of NSP Rp. 35,000 per l

2. Tenaga penyemprotan: 2 HOK/ha/penyemprotan

Workers for spraying: 2HOK/ha/spray

3. Ongkos tenaga kerja Rp.20.000/HOK

Cost of man power Rp.20,000/HOK

Penerapan ambang kendali *H. armigera* dengan mempertimbangkan keberadaan musuh alami terutama predaturnya, dapat meniadakan penggunaan insektisida, sehingga selain mempunyai keuntungan secara ekonomis juga mempunyai keuntungan ekologis, yaitu tidak tercemarnya lingkungan dengan senyawa-senyawa toksik. Kondisi *unspray* dapat meningkatkan keragaman spesies dan genetik dalam agroekosistem, sehingga terdapat interaksi alami yang menguntungkan dan sinergi dari komponen-komponen agroekosistem melalui keragaman hayati (REJUNTES *et al.*, 1992). Pada suatu agroekosistem dengan keragaman tanaman yang tinggi, sehingga menciptakan agroekosistem yang stabil dan akan berakibat pada stabilitas produktivitas lahan dan rendahnya fluktuasi populasi spesies-spesies yang tidak diinginkan (VAN EMDEN & WILLIAMS, 1974). Dengan demikian, optimalisasi peran predator dalam pengendalian hama merupakan suatu tindakan pengendalian hama yang ramah lingkungan dan dapat mendukung suatu kondisi pertanian yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Ambang kendali *H. armigera* dengan memperhitungkan keberadaan musuh alami yaitu setiap 8 ekor predator atau kelipatannya per 25 tanaman, sebagai pengurang angka konvensional ambang kendali 4 contoh senilai angka kendali atau kelipatannya dapat diterapkan pada lahan kapas tumpangsari dengan kedelai. Penerapan ambang kendali yang dimodifikasi tersebut untuk *H. armigera* pada kapas + kedelai menghemat 100% penggunaan insektisida atau tidak perlu dilakukan penyemprotan sama sekali dan secara ekonomis dapat penghematan biaya saprodi sebesar Rp 259.500 per hektar. Secara ekologis penerapan konsep ini menyebabkan tidak tercemarnya lingkungan dengan senyawa toksik dan terjaganya keanekaragaman hayati pada agroekosistem tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Diwang Hadi Parmono yang telah membantu pengamatan di lapang. Penghargaan yang tinggi juga disampaikan pada Bapak Ridluwan, ketua kelompok tani Suko Tani Maju, Desa Kedung Soka, Kecamatan Mantup, Lamongan yang telah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- AHERKAR, S. K., SADAWARTE, A. K. and KALE, S. N. 2002. Effect of irrigation on conversion of pupae to adult in *Helicoverpa armigera*. *Insect Environment*. 8(3): 124-125.
- ANDOW, D. A. 1991. Vegational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*. 36: 561 – 586.
- BALITTAS. 1982. Laporan Tahunan Tahun 1981. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. p. 62.
- BEEDEEN, P. 1987. Final Report: Pest Management. DGE (PTP XXVI/Hunting Tech. Serv. Ltd), Flores, NTT, June, 1982. 86p.
- BERG, H VAN DEN and COCK, M.J.W. 1993. Stage specific mortality of *Helicoverpa armigera* in three smallholder crops in Kenya. *Journal of Applied Ecology*. 30(4): 640-653.
- BERG, H VAN DEN, COCK, M.J.W., ODUOR, G.I. 1997. Natural control of *Helicoverpa armigera* in sunflower: assessment of the role of predation. *Biocontrol Science and Technology*. 7(4): 613-629.
- GOTHAMA, A. A. A. dan SOEBANDRIJO. 1987. Hama Tanaman Kapas di Indonesia : Klasifikasi, Biologi dan Gejala Serangan. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. 63p.
- INDRAYANI, I G. A. A. dan A. A. A. GOTHAMA. 1991. Efisiensi pengendalian *Heliothis armigera* (Hubner) dengan nuclear polyhedrosis virus dan insektisida pada kapas. *Pemberitaan Tembakau dan Tanaman Serat*. 7 (2): 37 – 42.
- JERVIS, M.A., LEE, J. C., and HEIMPEL, G. E. 2004. Use of behavioural and life-history studies to understand the effects of habitat manipulation. *In*: G. M. GURR, S. D. WRATTEN and M. A. ALTIERI (Eds.), *Ecological Engineering for Pest Management*, Comstock Publishing Associates, New York. pp: 65 – 100
- KARTONO, G. dan M. OESMAN. 1982. Status Penelitian Kapas di Indonesia 1972 – 1982. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Litbang Deptan. p. 59 – 112.
- NURINDAH, SOEBANDRIJO, D. A. SUNARTO. 1991. Pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan parasitoid telur *Trichogrammatoidea armigera* N. pada kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*. 6(2): 86 – 93.
- NURINDAH, S. SUDARMO, dan T. BASUKI. 1993. The effectiveness of *Trichogrammatoidea armigera* N. releases in the control of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Industrial Crops Research Journal*. 5(2): 5 – 8.
- NURINDAH, D. A. SUNARTO dan SUJAK. 2004. Pengaruh penyemprotan insektisida terhadap perkembangan populasi laba-laba dan wereng kapas *Amrasca biguttulla* (Ishida) (Homoptera: Ciccadelidae). *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kapas Dalam Rangka Otoda, Malang, 15 Oktober 2002*, Badan Litbang Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Bogor. p.62 – 66.
- NURINDAH, D. A. SUNARTO dan SUJAK. 2005. Pengaruh penambahan keragaman tanaman pada agro-ekosistem kapas terhadap peran parasitoid dan predator. *Agrosains*. 7 (1): 40 – 52.
- NURINDAH dan D. A. SUNARTO. 2006. Efektivitas beberapa predator terhadap *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas tumpang Sari dengan kedelai. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 12(3): 116 – 120.
- NURINDAH, D. H. PARMONO dan SUJAK. 2006. Faktor mortalitas biotik *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas tumpang Sari dengan kedelai. *Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan. Lamongan 8 September 2005*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. p. 110 – 117.
- REDDY, K. S., RAO, G., RAO, P. A., and RAJASEKHAR, P. 2004. Life table studies of the capitulum borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner), infesting sunflower. *Journal of Entomological Research*. 28(1): 13-18.
- REJNTES, C., HAVERKORT, B. and WATER-BAYER, A. 1992. *Farming for the Future*, Macmillan, London.
- SOEBANDRIJO, NURINDAH, I.G.A.A. INDRAYANI, A. M. AMIR. 1994. Pengendalian serangga hama kapas di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 13(2): 53 – 58.
- SOENARJO dan SUBIYAKTO. 1988. Sampling for cotton insects: 2. Sampling for monitoring of *Heliothis* populations based on its within-plant distribution. *Project for Development of Integrated Cotton Pest Control Programme in Indonesia*, AG:DP/INS/83/25. *Field Doc*. 11. 20 p.
- SUNARTO, D. A., SUBIYAKTO, dan D. WINARNO. 2002. Pemanfaatan insektisida botani serbuk biji mimba (*Azadirachta indica* A. Jussieu) untuk pengendalian populasi *Helicoverpa armigera* Hubner pada tanaman kapas. *Prosiding Lokakarya Nasional Pertanian Organik. Unbraw Malang*. 112-116.

- SUNARTO, D. A., NURINDAH dan SUJAK. 2004. Pengaruh ekstrak biji mimba terhadap konservasi musuh alami dan populasi *Helicoverpa armigera* Hubner. pada tanaman kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 10 (3): 89 – 95.
- SUNARTO, D. A., NURINDAH dan S. KARINDAH. 2006. Toksisitas ekstrak biji mimba terhadap parasitoid telur *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan, Lamongan 8 September 2005*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. p.100 – 104.
- SUNARTO, D. A., NURINDAH dan S. KARINDAH. 2007. Pengaruh ekstrak biji mimba terhadap parasitoid telur *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami, Surabaya, 15 Maret 2006*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. p.99 – 103.
- TOPPER, C. P. and A. A. A. GOTHAMA. 1986. Integrated pest management of cotton pests in Indonesia. Report on cotton pest threshold trials in the 1984/85 season, Volume 1. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. 27 p.
- VAN EMDEN, H.F. and WILLIAMS, G. F. 1974. Insect stability and diversity in agroecosystems. *Annual Review of Entomology*. 19: 455 – 475.