

PENGELOLAAN HAMA KAPAS SECARA TERPADU

Nurindah^{*)}

PENDAHULUAN

Pengelolaan hama secara terpadu (PHT) banyak definisinya, yang pada intinya mengarah pada suatu cara pendekatan, cara berpikir atau falsafah pengendalian hama yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang bertanggung jawab (Untung 2002). PHT merupakan perpaduan optimal teknik-teknik pengendalian hama dan meminimalkan penggunaan pestisida sintesis yang berspektrum luas, serta mengoptimalkan fungsi pengendalian hayati hama oleh musuh alaminya, sehingga dapat menekan populasi hama sampai pada aras keseimbangan. PHT yang mempertimbangkan prinsip keseimbangan agroekosistem selalu diversuskan dengan cara pengendalian konvensional, yaitu cara pengendalian hama yang bertumpu pada penggunaan insektisida untuk dapat mempertahankan kuantitas produksi. Dalam sistem pertanian yang berkelanjutan, PHT merupakan pendekatan yang tepat, karena PHT membatasi penggunaan insektisida sesedikit mungkin tetapi sasaran kuantitas dan kualitas produksi pertanian masih dapat dicapai.

Paradigma PHT yang pada awalnya dipahami sebagai Pengendalian Hama Terpadu hendaknya diubah menjadi pemahaman tentang Pengelolaan Hama Terpadu. Pengendalian hama terpadu menunjukkan sistem pengendalian hama dengan memadukan berbagai teknik pengendalian untuk menekan populasi hama hingga pada tingkat yang tidak merusak. Pengelolaan hama terpadu lebih menekankan pada penekanan populasi hama oleh pengendali hayati yang kinerjanya dioptimalkan melalui pengelolaan agroekosistem. Prinsip lain dalam pengelolaan hama terpadu adalah bersifat spesifik lokasi dan harus praktis, serta mudah diadopsi oleh petani. Prinsip ini sesuai diterapkan dalam sistem budi daya kapas, karena melalui optimalisasi pemanfaatan musuh alami serangga hama kapas terdapat efisiensi dalam pengendalian hama.

Penerapan PHT merupakan bagian yang harus dilakukan dalam budi daya kapas dan hal ini merupakan sesuatu yang sangat mungkin diterapkan. Teknologi PHT yang telah ditemukan merupakan teknologi yang mudah diadopsi dan dapat menekan biaya pengendalian hingga Rp500.000,00 per hektar dibandingkan dengan sistem pengendalian konvensional. Selain itu, kondisi sosio-ekonomi petani kapas pada umumnya mendukung

^{*)} Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang

penerapan PHT ini (Nurindah dan Mukani 2006). Penerapan PHT kapas secara benar memungkinkan budi daya kapas tanpa menggunakan insektisida sama sekali. Dengan demikian, secara ekologis PHT kapas dapat mengurangi pencemaran lingkungan dari senyawa-senyawa toksik dari insektisida kimia, dan pada akhirnya dapat mewujudkan pelestarian lingkungan untuk menuju sistem pertanian berkelanjutan.

Walaupun telah banyak bukti bahwa penerapan PHT serta perbaikan-perbaikan tekniknya telah dimulai pada 1950-an, PHT belum banyak diterapkan dalam budi daya kapas. Budi daya kapas masih banyak mengandalkan penggunaan insektisida secara intensif dalam pengendalian hama. Beberapa alasan yang menyebabkan hal ini terjadi di antaranya adalah promosi penjual insektisida yang intensif dan kurangnya pemahaman petani tentang hama dan musuh alaminya (Armes *et al.* 1994). Kondisi ini juga terjadi pada program pengembangan kapas di Indonesia. Setelah ditetapkannya Undang-Undang Budi Daya Tanaman Nomor 12 tahun 1992 yang menyebutkan bahwa dalam budi daya tanaman pengendalian hama harus menerapkan PHT, maka pemahaman konsep PHT mulai digencarkan. Pemahaman konsep PHT ini dilakukan melalui sekolah lapangan PHT (SL-PHT) dan SL-PHT kapas merupakan bagian dari program pengembangan kapas yang telah diimplementasikan.

Tujuan penulisan PHT kapas ini adalah untuk memberikan pemahaman tentang pengelolaan serangga hama kapas, sehingga penerapan PHT dapat dilakukan secara tepat guna dan memberikan manfaat bagi petani kapas. Pengelolaan serangga hama kapas yang dibahas difokuskan pada hama utama kapas, yaitu wereng kapas dan penggerek buah kapas.

DASAR PHT KAPAS

Prinsip yang Digunakan

Tanaman kapas merupakan salah satu tanaman semusim yang banyak berasosiasi dengan serangga. Hal ini karena pada umumnya tanaman kapas, terutama varietas yang dikembangkan di Indonesia, merupakan tanaman yang mempunyai *extra-floral nectar* yaitu nektar yang diproduksi oleh bagian tanaman selain bunga. Tanaman kapas memproduksi ekstra nektar ini pada bagian daun. Ekstra nektar ini merupakan penarik serangga pemakan nektar, yang pada umumnya merupakan musuh alami pemakan tanaman (herbivora) atau yang biasa disebut serangga hama. Hasil inventarisasi serangga yang berasosiasi dengan tanaman kapas didapatkan 21 spesies serangga hama (Nurindah 2002), 51 spesies parasitoid dan 40 spesies predator (Nurindah dan Indrayani 2002). Banyaknya jumlah spesies serangga yang berasosiasi dengan tanaman kapas merupakan satu keuntungan dalam pengelolaan serangga hama, karena akan meningkatkan peluang interaksi antarspesies; dan jika dalam suatu ekosistem terjadi interaksi antarspesies yang tinggi,

maka interaksi yang dominan adalah predatisme (Hedy dan Kurniati 1996). Terjadinya interaksi predatisme ini semakin meningkatkan peluang untuk dapat memanfaatkan musuh alami, terutama predator, dalam pengendalian hama kapas.

Tujuan terpenting dari PHT adalah mengatur agar populasi hama selalu berada pada tingkat yang tidak merusak atau merugikan secara ekonomi. Selain itu PHT juga bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan insektisida kimia sintetis yang berspektrum luas dan menggantikannya dengan teknik pengendalian lain, misalnya dengan menggunakan agens hayati, pengendalian secara kultur teknis atau menggunakan varietas tanaman yang tahan terhadap hama atau penyakit, dikombinasikan dengan penggunaan insektisida selektif (Naranjo *et al.* 2003). PHT memerlukan pemahaman yang luas, tidak hanya pengetahuan tentang hama, tetapi juga tentang musuh alaminya dan teknik-teknik pengendalian alternatif (Kogan 1998). Pemahaman tentang hal ini merupakan hal yang sangat penting dalam pengelolaan tanaman oleh petani (Ooi 1996).

Salah satu pendekatan PHT adalah pemantauan populasi hama dan musuh alaminya serta penggunaan ambang kendali dalam menentukan pengelolaan hama. Untuk dapat melakukan ini secara efektif diperlukan pengetahuan tentang perkembangan populasi hama serta dinamika populasinya serta faktor-faktor mortalitas alami pada beberapa kondisi iklim. Hal ini dapat dipelajari dengan melakukan analisis agroekosistem. Dengan memahami interaksi antara hama dan faktor mortalitasnya, terutama faktor mortalitas biotik yaitu musuh alaminya, maka pengembangan PHT dalam suatu agroekosistem dapat diterapkan dengan mantap.

Fokus Pengelolaan

Berdasarkan kondisi pertanaman kapas yang dapat memberikan peluang terjadinya interaksi predatisme, maka pengembangan PHT kapas difokuskan pada pemanfaatan musuh alami, terutama predator, dalam pengelolaan hama. Fokus dalam pemanfaatan musuh alami ini merupakan prinsip dalam penerapan PHT kapas. Oleh karena itu, pengetahuan tentang serangga hama kapas dan interaksi dengan faktor mortalitas biotiknya, terutama predator dan parasitoidnya, harus dipahami sebagai prasyarat dalam melakukan pengelolaan hama. Dalam petunjuk pelaksanaan penerapan PHT kapas di Australia, direkomendasikan bahwa dalam pemantauan populasi serangga hama, jika ditemukan 2 ekor predator, maka jumlah serangga hama yang teramati dikurangi 1 (Mensah 2002). Hal ini menunjukkan bahwa pengambilan keputusan untuk melakukan tindakan pengendalian berdasarkan nilai ambang kendali sangat ditentukan oleh keberadaan predator, atau dengan kata lain, musuh alami, terutama predator, merupakan komponen penting dalam pengelolaan serangga hama kapas.

Untuk dapat mengoptimalkan peran predator sebagai faktor mortalitas biotik serangga hama kapas, maka penyediaan lingkungan yang mendukung untuk peningkatan populasi predator dalam pertanaman menjadi hal yang utama dalam pengelolaan serangga

hama kapas. Penyediaan lingkungan yang mendukung perkembangan populasi predator tersebut meliputi penyediaan pakan dan penyediaan tempat berlindung (*shelter*). Penyediaan pakan dapat berupa inang atau mangsa, dan pakan dari derivat tanaman, seperti serbuk sari, nektar, *extra-floral* nektar, dan embun madu (Coll dan Guershon 2002; Hagen 1986; Wackers dan van Rijn 2005). Pakan tersebut dapat terbukti dapat meningkatkan fekunditas, lama hidup, dan daya cari parasitoid dan predator (Lavandero *et al.* 2006; Wade dan Wratten 2007). Peningkatan keragaan parasitoid dan predator tersebut selanjutnya akan meningkatkan efektivitas parasitoid dan predator dalam mencari inang atau mangsa, sehingga serangga hama dapat ditekan populasinya. Dengan demikian, penyediaan pakan bagi musuh alami dapat meningkatkan populasi musuh alami pada suatu agroekosistem karena terjadi: (1) migrasi musuh alami ke area yang ada serangga hamanya; (2) pencegahan perpindahan musuh alami; (3) peningkatan populasi melalui kelahiran; dan (4) penurunan populasi hama karena kematian.

Peningkatan populasi musuh alami melalui pengelolaan habitat telah banyak dilakukan dalam budi daya kapas. Penambahan keanekaragaman vegetasi melalui sistem tanam tumpang sari kapas dengan palawija dilaporkan dapat meningkatkan populasi musuh alami hingga 79% dan menyebabkan populasi hama utama kapas tidak pernah mencapai ambang kendali (Nurindah dan Sunarto 2006). Penggunaan tanaman perangkap yang berdasar pada preferensi serangga hama yang lebih tinggi pada jenis tanaman tertentu dibandingkan dengan tanaman utama merupakan salah satu strategi pengendalian hama melalui pengelolaan habitat (Hokkanen 1991; Foster dan Harris 1997; Shelton dan Badenes-Perez 2006; Cook *et al.* 2007). Prinsip dari penggunaan tanaman perangkap adalah mengalihkan ketertarikan serangga hama pada tanaman utama ke tanaman yang lebih disukai. Contoh penggunaan tanaman perangkap pada pertanaman kapas adalah penanaman alfalfa secara *strip cropping* dengan kapas dapat secara nyata menekan populasi kepik mirid *Lygus hesperus* di California (Shelton dan Badenes-Perez 2006) dan *Creontiades dilutes* di Australia (Mensah dan Khan 1997). Penyediaan lingkungan yang mendukung perkembangan populasi musuh alami merupakan tindakan pencegahan (preventif) terhadap serangan serangga hama yang merugikan dan hendaknya sudah direncanakan dalam budi daya kapas.

Pengelolaan habitat untuk memberi peluang musuh alami agar dapat berkembang biak dan berfungsi sebagai faktor mortalitas biotik yang efektif merupakan prinsip utama penerapan PHT kapas. Prinsip ini juga memberikan peluang untuk konservasi musuh alami dan mendukung terwujudnya sistem pengendalian hama yang berkelanjutan.

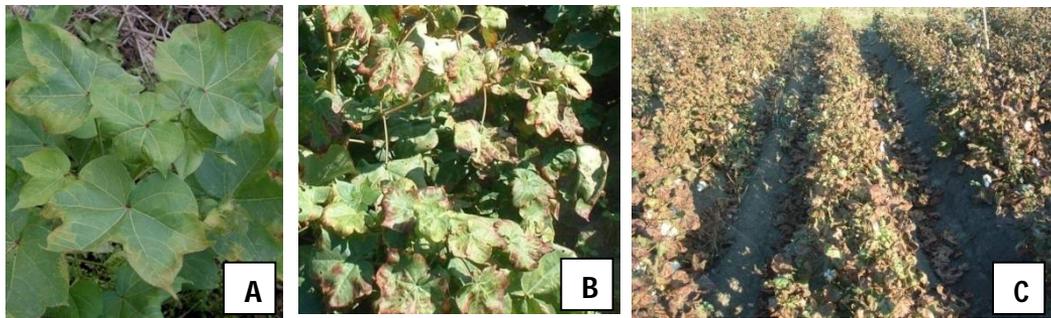
PENGEMBANGAN PHT KAPAS DI INDONESIA

Pemahaman Ekologi Serangga Hama dan Musuh Alaminya

PHT kapas di Indonesia mulai dikembangkan pada tahun 1980-an yang dimulai dengan penelitian-penelitian dasar yang meliputi pemahaman ekologi hama, penyakit, dan

musuh alaminya. Dari penelitian dinamika populasi hama dan musuh alaminya disimpulkan bahwa serangga hama utama (*key pest*) tanaman kapas adalah wereng kapas *Amrasca biguttula* (Ishida) (Syn. *Empoasca devastans* Distant) dan hama penting adalah penggerek buah merah jambu, *Pectinophora gossypiella* Saunders (Nurindah 2002).

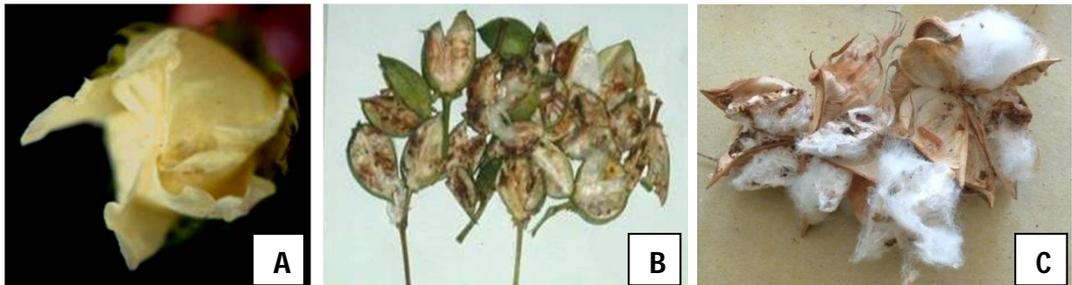
Wereng kapas menyerang tanaman kapas pada awal pertumbuhan tanaman, yang diserang adalah daun. Gejala serangan yang ditimbulkan adalah daun menjadi kemerahan yang dimulai pada bagian tepi dan melengkung ke bawah, selanjutnya daun menjadi kemerahan dan pada serangan yang parah, daun menjadi berwarna coklat seperti terbakar (*hopper burn*) (Gambar 1). Terjadinya gejala daun menjadi kemerahan disebabkan karena selama mengisap cairan daun, wereng ini mengeluarkan zat yang bersifat toksik bagi tanaman. Pada varietas kapas yang rentan, serangan yang terjadi pada umur tanaman 4 minggu dan tidak dikendalikan akan menyebabkan kematian tanaman pada umur 6 minggu. Tanaman kapas yang mempunyai morfologi daun dengan jumlah trikrom yang tinggi (biasanya disebut daun berbulu lebat) merupakan tanaman yang dapat terhindar dari serangan wereng kapas, karena trikrom yang lebat pada daun menyebabkan serangga ini kesulitan untuk mengisap cairan daun, sehingga menghindari untuk membentuk populasi pada tanaman tersebut.



Gambar 1. Gejala serangan wereng kapas: A. gejala awal; B: gejala serangan lanjut; C. gejala serangan *hopper burn*

Penggerek buah merah jambu merupakan hama penting tanaman kapas. Serangga hama ini menyerang tanaman kapas pada waktu tanaman mulai membentuk *square* dan berlanjut menyerang buah muda maupun tua. Serangga ini meletakkan telur pada kelopak *square*, bunga, maupun buah (*bract*) dan setelah menetas langsung masuk menggerek buah, berkembang di dalam buah dengan memakan bakal biji kapas. Mendekati masa berpupa, larva menggerek buah keluar dan berpupa di luar buah, biasanya agak tersembunyi untuk menghindari serangan parasitoid atau predatornya. Bunga kapas yang terserang menunjukkan gejala bunga roset, yaitu bunga yang tidak dapat mekar. Buah kapas yang terserang biasanya tidak menunjukkan gejala serangan yang jelas, tetapi buah tersebut tidak

dapat mekar dengan sempurna, pada lokul-lokul yang terserang terjadi kerusakan serat dan biji (Gambar 2). Serangan *P. gossypiella* pada kapas yang tidak dikendalikan dapat menurunkan produksi kapas berbiji hingga 60–80% (Rizal *et al.* 1999). Pada pertanaman kapas yang ditanam terlambat hingga 30 hari menyebabkan serangan *P. gossypiella*, sehingga kehilangan produksi yang diakibatkannya dapat mencapai 92% (Sangareddy dan Patil 1997).



Gambar 2. Serangan *P. gossypiella*: A. pada bunga menunjukkan gejala bunga roset; B. pada buah muda; C. pada buah yang telah mekar

Musuh alami wereng kapas yang telah dikoleksi dan diidentifikasi terdiri atas 2 spesies predator Lalat Asilid (Nurindah dan Indrayani 2002) dan sedikitnya 2 spesies parasitoid telur, *Anagrus* spp. (Putri 2011). Populasi musuh alami wereng kapas baru terbangun setelah terdapat populasi wereng pada pertanaman kapas. Laju reproduksi musuh alami wereng pada umumnya lebih lambat dibandingkan wereng kapas, sehingga pada varietas-varietas kapas yang tidak tahan seringkali pertumbuhan populasi wereng kapas sangat cepat dan tidak dapat dikendalikan oleh musuh alaminya. Musuh alami *P. gossypiella* yang telah diidentifikasi terdiri atas 2 spesies parasitoid telur (*Trichogrammatoidea* spp.) dan 5 spesies parasitoid larva (*Apanteles* spp., *Bracon* sp., dan *Brachymeria* spp.) (Nurindah *et al.* 2004a). Predator yang memangsa *P. gossypiella* merupakan predator umum, seperti laba-laba dan semut. Predator yang spesifik memangsa penggerek buah ini belum pernah diamati, karena pada umumnya larva terdapat di dalam buah, sehingga terhindar dari pemangsaan.

Penelitian Komponen PHT Kapas

Berdasarkan hasil penelitian dinamika populasi dan faktor-faktor mortalitas yang mempengaruhi perkembangan populasi wereng kapas dan penggerek buah merah jambu, maka pengembangan PHT kapas diarahkan pada perakitan varietas tahan wereng, yaitu varietas yang mempunyai morfologi daun dengan jumlah trikoma yang banyak (daun berbulu) dan mempunyai potensi produksi dan mutu serat yang tinggi. Sampai dengan tahun

2011 telah didapatkan 7 varietas kapas yang mempunyai ketahanan moderat terhadap wereng kapas dan potensi produksi 2,5–3,0 ton per hektar, yaitu Kanesia 8, Kanesia 9, Kanesia 11, Kanesia 12, Kanesia 13, Kanesia 14, dan Kanesia 15 (Sulistyowati dan Sumartini 2007).

Penggunaan varietas kapas yang mempunyai ketahanan moderat terhadap serangan wereng kapas ini hanya dapat menghambat perkembangan populasi wereng hingga 40 hari setelah tanam. Penggunaan insektisida yang diaplikasikan dengan menyemprotkannya pada tanaman (*foliar spray*) menyebabkan serangga-serangga berguna, termasuk predator, juga terbunuh. Akibat selanjutnya adalah terjadi perkembangan populasi penggerek buah *Helicoverpa armigera* (Hübner), karena musuh alaminya yang seharusnya dapat berfungsi secara efektif sebagai pembatas pertambahan populasinya, ikut terbunuh. Kondisi ini berakibat pada kerusakan *square* dan buah oleh penggerek buah tersebut yang langsung berpengaruh terhadap produksi kapas berbiji. Padahal, *H. armigera* sebenarnya hanya merupakan serangga hama kapas potensial, yaitu serangga hama yang dapat menjadi perusak jika kondisi lingkungannya mendukung, seperti terbatasnya populasi musuh alami akibat penyemprotan insektisida (Nurindah dan Sudarmo 1993; Nurindah *et al.* 2004b). Oleh karena itu, untuk menghindari dilakukannya *foliar spray* pada varietas kapas yang mempunyai ketahanan moderat terhadap wereng perlu dilakukan perlakuan benih dengan insektisida sistemik sebelum benih ditanam. Perlakuan benih dengan insektisida sistemik tersebut dapat mengendalikan populasi wereng kapas hingga 70 hari setelah tanam (Soebandrijo *et al.* 1988).

Terjadinya serangan *H. armigera* sebagai akibat dari terbunuhnya musuh alaminya karena penyemprotan insektisida untuk mengendalikan populasi wereng kapas menyebabkan penggerek buah ini sebagai hama penting tanaman kapas. Oleh karena itu, pada awal pengembangan PHT kapas dilakukan penelitian-penelitian komponen PHT yang targetnya adalah pengendalian *H. armigera* secara efektif. Komponen pengendalian yang dikembangkan adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan parasitoid telur (Nurindah *et al.* 1991; 1993), patogen serangga (Indrayani dan Gothama 1991), tanaman perangkap (Soebandrijo *et al.* 1994), atau secara budi daya (Subiyakto *et al.* 1990). Selain itu dikembangkan sistem pengendalian dengan insektisida berdasarkan ambang kendali (Topper dan Gothama 1986; Soenarjo dan Subiyakto 1988). Teknik pengendalian *H. armigera* secara hayati dengan parasitoid atau bioinsektisida berbahan aktif *H. armigera* nuclear polyhedrosis virus (*HaNPV*) tidak diterapkan sebagai komponen PHT kapas, karena dengan memadukan komponen pengendalian secara budi daya, yaitu menambah keanekaragaman vegetasi melalui sistem tanam tumpang sari, populasi *H. armigera* telah dapat terkendali secara alami oleh parasitoid dan predatornya (Nurindah *et al.* 2006).

Penelitian komponen PHT untuk pengendalian *P. gossypiella* pada kapas baru dilaksanakan pada tahun 1990-an. Dari hasil pemahaman dinamika populasi penggerek buah ini, maka parasitoid telur merupakan agens hayati yang paling potensial untuk meng-

dalikan populasi *P. gossypiella*, karena letak telur penggerek buah ini relatif lebih terpapar terhadap parasitoid dibandingkan larva yang terdapat di dalam buah. Memadukan sistem tanam kapas dengan kacang hijau dengan pelepasan parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae* dapat meningkatkan efektivitas pengendalian hingga 46% (Nurindah *et al.* 2012).

PENERAPAN PHT KAPAS

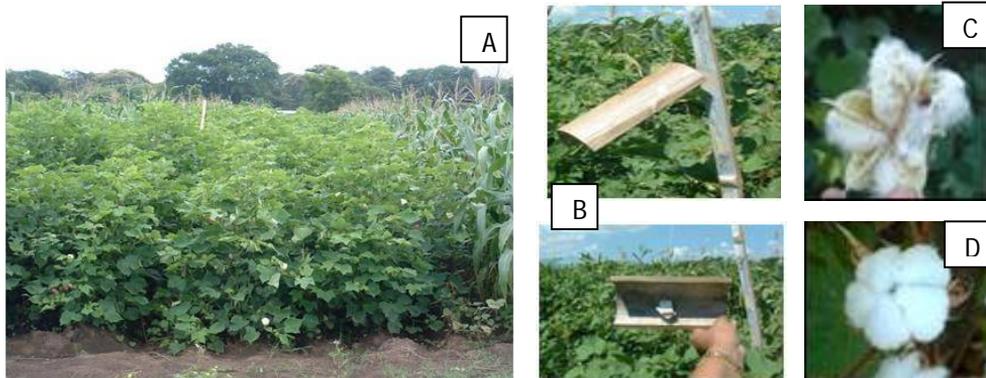
Prinsip dari strategi PHT meliputi pemantauan populasi hama dan tindakan pengendalian berdasarkan ambang kendali dan memadukan taktik pengelolaan tanaman yang sesuai, termasuk pengendalian hayati (Kogan 1998; Bernal 2008). PHT kapas yang dikembangkan di Indonesia juga menekankan pada tindakan pengendalian non-kimiawi. Dengan demikian sistem PHT bergantung pada agens hayati (predator, parasitoid, dan patogen serangga) sebagai penyebab mortalitas serangga hama.

Prinsip pemanfaatan musuh alami serangga hama secara optimal dalam pengelolaan hama memerlukan strategi dalam meningkatkan populasi agens hayati dalam pertanaman. Dengan kata lain, pengelolaan serangga hama dapat dilakukan melalui konservasi musuh alaminya sehingga terjadi optimalisasi perannya sebagai faktor pembatas perkembangan populasi hama. Beberapa strategi yang dapat diterapkan adalah augmentasi parasitoid, penggunaan tanaman penarik, dan penyemprotan makanan.

Augmentasi parasitoid telah banyak dilakukan dalam sistem pengendalian hayati tanaman pertanian dan perkebunan. Untuk tanaman kapas, augmentasi parasitoid telur banyak dilakukan untuk mengendalikan populasi *H. armigera* (Nurindah *et al.* 1991; 1993) dan *P. gossypiella* (Sekhon dan Varma 1983; Pawar dan Prasad 1985; Ahmad *et al.* 1996; El-Havez dan Nada 2000). Pelepasan parasitoid telur *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja sebanyak 100 pias (\pm 200.000 ekor) per hektar yang dimulai pada 45–70 hst dengan selang pelepasan setiap 7 hari dapat secara efektif mengendalikan populasi *H. armigera* pada kapas (Nurindah *et al.* 1991; 1993). Akan tetapi, karena pengendalian *H. armigera* dapat dikendalikan secara lebih efisien dengan penambahan keanekaragaman vegetasi dan aplikasi insektisida sistemik sebagai perlakuan benih sebelum tanam, maka pelepasan parasitoid telur ini tidak lagi direkomendasikan sebagai komponen pengendalian *H. armigera*. Pelepasan parasitoid telur *T. bactrae* sebanyak 100 pias pada 40–70 hst dengan selang pelepasan setiap 10 hari dikombinasikan dengan penambahan keanekaragaman vegetasi dan aplikasi insektisida sistemik sebagai perlakuan benih sebelum tanam dapat meningkatkan efektivitas pengendalian *P. gossypiella* hingga 46% (Nurindah *et al.* 2012). Oleh karena itu, pelepasan *T. bactrae* direkomendasikan sebagai komponen pengendalian *P. gossypiella* dalam PHT kapas.

Penggunaan tanaman penarik atau *banker plants* merupakan suatu tindakan preventif untuk pengendalian hama dengan memanfaatkan musuh alaminya. Tanaman penarik

biasanya merupakan tanaman yang disukai oleh serangga hama yang bukan hama tanaman utama. Serangga hama yang menginfestasi tanaman penarik tersebut berfungsi sebagai inang atau mangsa alternatif dari parasitoid atau predator serangga hama tanaman utama. Untuk pengeloaan hama kapas di Indonesia, sistem tanam tumpang sari dengan palawija yang sudah diterapkan oleh petani dapat dikatakan sebagai penggunaan tanaman penarik dalam teknik pengendalian hama. Misalnya, kapas tumpang sari dengan kedelai dapat meningkatkan populasi predator hingga 20% dan meningkatkan efektivitas pengendalian *H. armigera*. Hal ini dapat terjadi karena kedelai diinfestasi oleh aphid yang merupakan mangsa predator, terutama kumbang kubah dan sebagai inang parasitoid dari Family Eulophidae. Kapas tumpang sari dengan jagung dapat meningkatkan populasi predator dan parasitisasi telur *H. armigera* pada kapas (Gambar 3 A). Hal ini terjadi karena ngengat *H. armigera* mempunyai preferensi yang tinggi untuk meletakkan telur pada rambut jagung. Pada satu kelompok rambut jagung dapat diletakkan telur hingga 40 butir dan terjadi parasitisasi hingga 80% serta pemangsaan oleh kepik mirid atau kumbang kubah (Sujak *et al.* 2005). Oleh karena itu, pada pertanaman tumpang sari kapas dengan kacang hijau terjadi peningkatan parasitoid telur dan predator. Sebagai tanaman penarik yang dapat menyediakan pakan bagi agens hayati maka tanaman penarik tersebut dapat berfungsi sebagai media untuk mendatangkan agens hayati dan sekaligus mengonservasi agens hayati serta penekanan populasi serangga hama pada tanaman utama dalam periode yang lama (Hansen 1983; Bennison 1992).



Gambar 3. A. Kapas tumpang sari dengan jagung; B. Stasiun pelepasan parasitoid telur; C. Buah kapas mekar yang rusak karena *P. gossypiella*; D. Buah kapas mekar sempurna

Penyemprotan tanaman dengan pakan untuk parasitoid dan predator sebagai usaha untuk meningkatkan populasi agens hayati tersebut pada suatu agroekosistem merupakan teknik konservasi musuh alami yang relatif baru. Penyemprotan tanaman dengan pakan untuk parasitoid dan predator (biasanya mengandung karbohidrat dan protein dari derivat

tanaman) pada dasarnya memberikan tambahan sumber pakan bagi agens hayati tersebut (Ben-Saad dan Bishop 1976; Mensah dan Singleton 2003), sehingga dapat meningkatkan populasi musuh alami, terutama predator umum seperti kumbang kubah (Ordo Coleoptera) (Evans dan Richards 1997) dan sayap jala (Ordo Neuroptera) (Hagen *et al.* 1971). Pada pertanaman kapas di Australia penyemprotan pakan untuk agens hayati dipadukan dengan strategi PHT yang lain memberikan hasil yang positif (Wade *et al.* 2008). Kelayakan penyemprotan pakan untuk parasitoid dan predator serangga hama kapas di Indonesia saat ini masih dalam tahap penelitian, tetapi teknik ini mempunyai prospek yang baik untuk digunakan sebagai salah satu komponen PHT kapas yang efektif dan efisien.

Berdasarkan hasil penelitian dan penerapan PHT kapas, maka dapat disusun standar operasional prosedur (SOP) PHT kapas sebagai berikut:

1. Prinsip Dasar Pengendalian Hama Kapas

1. Pengendalian hama kapas ditekankan pada teknik pengendalian non-kimiawi.
2. Teknik pengendalian ditekankan pada pemanfaatan kekuatan alami yang terdapat di sekitar pertanaman dan pemanfaatan pestisida botani yang dijumpai di daerah tersebut.

2. Standar Penerapan PHT

1. Jika digunakan varietas kapas yang mempunyai ketahanan moderat terhadap *A. biguttula*, sebelum ditanam dilakukan perlakuan benih dengan insektisida kimia sistemik berbahan aktif imidakloprid, (misalnya Confidor 200 SL-imidakloprid 200g/l dosis 5–10 ml/kg benih atau Winder 100 EC-imidakloprid 100 g/l dosis 20 ml/kg benih).
2. Tanam tepat waktu dan serempak dalam satu hamparan. Untuk kapas tadah hujan (lahan kering), ditanam sesuai minggu paling lambat (MPL), atau dapat diajukan 2–3 minggu sebelum MPL sesuai dengan rekomendasi Balittas (Riajaya 2002).
3. Melaksanakan tata tanam tumpang sari kapas + kedelai; kapas + kacang hijau atau kapas + jagung untuk menambah keanekaragaman tanaman dan menarik musuh alami. Jika tersedia, sebaiknya digunakan mulsa jerami padi pada pola tumpang sari kapas dengan kedelai atau kacang hijau, untuk mencegah serangan lalat bibit atau lalat kacang, yang umumnya muncul pada 5–15 hari setelah tanam.
4. Memanfaatkan sisa-sisa tanaman dan serasah sebagai penutup tanah dan sumber bahan organik di antara barisan kapas dan apabila memungkinkan diikuti dengan penyiangan terbatas (25 cm) di sekitar batang kapas, baik pada pola monokultur maupun tumpang sari. Keadaan ini akan merangsang perkembangan populasi artropoda tanah yang merupakan pakan pelengkap alternatif bagi musuh alami, terutama dari golongan predator.
5. Melakukan pemantauan populasi serangga hama dan musuh alaminya setiap 5–7 hari.
6. Memotong pucuk-pucuk tanaman kapas yang terserang *E. vittella* dan memusnahkannya, khususnya untuk tanaman sampai umur 50 hari. Memungut dan memusnahkan bunga kapas yang menunjukkan gejala roset untuk mengendalikan hama *P. gossypiella*.

- Sanitasi lahan sebelum dan sesudah musim tanam serta sanitasi gudang untuk mencegah infestasi hama *P. gossypiella*. Serangga ini mampu bertahan hidup dan berdiapause pada buah dan biji kapas di lapangan maupun di gudang.
- Kalau daerah kapas merupakan lokasi serangan ulat tanah atau uret/lundi, digunakan insektisida sistemik karbofuran (misalnya, Furadan 3G) dengan dosis sesuai rekomendasi (Komisi Pestisida 2009).

3. Tindakan Pengendalian

Tindakan pengendalian perlu dilakukan jika populasi hama telah mencapai ambang kendali. Ambang kendali serangga hama kapas tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Ambang kendali serangga hama kapas

Serangga hama	Ambang kendali
Wereng kapas <i>A. biguttula</i>	13 tanaman terinfestasi dan menunjukkan gejala serangan/25 tanaman contoh.
Penggerek buah kapas <i>H. armigera</i>	4 tanaman terinfestasi/25 tanaman contoh. Apabila dalam pengamatan dijumpai predator (misalnya, semut merah, kepik mirid, kumbang kubah, atau laba-laba) sebanyak 8 ekor/25 tanaman contoh, maka jumlah tanaman yang terinfestasi yang teramat dikurangi satu.

Tindakan pengendalian untuk menekan populasi *A. biguttula*:

- Jika populasi sudah mencapai ambang dilakukan penyemprotan dengan insektisida kimia yang bersifat sistemik, misalnya imidakloprit antara lain Confidor 5 WP atau Confidor 200 SL dengan dosis sesuai anjuran.

Tindakan pengendalian untuk menekan populasi *H. armigera*:

Apabila populasi *H. armigera* telah mencapai populasi ambang kendali, dilakukan penyemprotan insektisida. Pemilihan pestisida terutama adalah pestisida non-kimiawi (insektisida botani atau bioinsektisida) dan insektisida kimia merupakan pilihan terakhir.

- Penyemprotan insektisida nabati ekstrak biji mimba (EBM). Konsentrasi yang digunakan 15 g serbuk biji mimba (SBM)/l air atau 3 ml OrgaNeem/l air. Untuk tanaman umur 30 sampai 60 hari dibutuhkan 4,5–7,5 kg SBM/ha atau 450–750 ml OrgaNeem dengan volume larutan semprot 150–250 l/ha. Sedang untuk tanaman berumur lebih dari 60 hari dibutuhkan SBM 7,5–10,5 kg/ha atau 750–1.000 ml OrgaNeem dengan volume larutan semprot 250–350 l/ha.
- Penyemprotan virus *H. armigera*-NPV (*HaNPV*). Dosis yang digunakan adalah 6×10^{12} PIB/ha atau ekuivalen dengan jumlah virus yang terdapat di dalam 150 ekor ulat *H. armigera* instar-5 dan 6 yang mati terinfeksi virus tersebut. Aplikasi dilakukan dengan menyemprotkan cairan larutan (suspensi) virus ke tajuk tanaman kapas dengan volume semprot 400–500 l/ha.
- Penyemprotan insektisida kimiawi sebagai alternatif terakhir, yaitu apabila NPV dan mimba tidak mampu menekan populasi *H. armigera*. Aplikasi paling awal disarankan

pada saat tanaman berumur 75 hari. Insektisida yang direkomendasikan untuk *H. armigera* antara lain: Decis 25 EC, Buldok 25 EC, Sumialpha 25 EC, Petroban 200 EC, Zolone 350 EC, dan lain-lain (Komisi Pestisida 2009).

Tindakan pengendalian untuk menekan populasi *P. gossypiella*:

1. Pelepasan parasitoid telur *T. bactrae* dilakukan pada waktu tanaman telah memasuki masa pertumbuhan generatif (40–45 hari). Pelepasan dilakukan sebanyak 4–5 kali dengan selang waktu 10 hari. Jumlah parasitoid yang dilepas adalah 100 pias/ha/pelepasan.
2. Jika terdapat serangan *P. gossypiella*, yaitu telah ditemukan gejala bunga roset (Gambar 3 C), tindakan yang perlu dilakukan adalah penyemprotan insektisida yang aman, yaitu dengan pestisida botani. Penyemprotan dilakukan 2–4 kali dengan selang waktu 7–10 hari, dilakukan sejak ditemukan bunga roset. Dosis untuk penyemprotan adalah 15 g ekstrak SBM/l air atau 3 ml OrgaNeem/l air. Penyemprotan insektisida botani dapat dipadukan dengan pelepasan parasitoid.

PENUTUP

PHT kapas merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam sistem budi daya kapas yang efisien dan ramah lingkungan. Untuk dapat menerapkan PHT kapas yang benar diperlukan pemahaman yang menyeluruh tentang hubungan antara hama dan musuh alami, serta nilai ekonomis dari budi daya kapas. Untuk dapat memahami ini, pola Sekolah-Lapangan PHT (SL-PHT) kapas merupakan satu pendekatan yang tepat. Program SL-PHT dapat dipadukan dengan SL-Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) kapas yang sudah banyak diterapkan pada tanaman pangan. Penerapan PHT kapas di daerah pengembangan kapas di Lamongan pada 2004–2005 terbukti dapat mengendalikan populasi hama dan menekan biaya pengendalian hingga Rp500.000,00 per hektar dibandingkan sistem pengendalian secara konvensional. Oleh karena itu, sistem pengelolaan serangga hama kapas dengan mengoptimalkan peran musuh alami melalui cara-cara yang telah dibahas di atas perlu diterapkan untuk memperoleh pengendalian serangga hama yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan, sehingga dapat diwujudkan sistem pertanian yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., M. Ashraf, T. Hussain & B.F. Nasrullah. 1996. Significance of pheromones and parasites for the control of cotton bollworm. *Pakistan Journal of Zoology* 28:355–357.
- Armes, N.J., D.R. Jadhav & P.A. Lonergan. 1994. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* (Hubner): Status and prospects for its management in India. *In* Constable, G.A. & Forrester, N.W. (eds.). *Proceedings of World Cotton Research Conference*. CSIRO, Melbourne, Australia, pp. 522–533.

- Bennison, J.A., 1992. Biological control of aphids on cucumbers use of open rearing systems or 'banker plants' to aid establishment of *Aphidius matricariae* and *Aphidoletes aphidimyza*. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen. Universiteit Gent 57:457–466.
- Ben Saad, A.A. & G.W. Bishop. 1976. Effect of artificial honeydews on insect communities in potato fields. *Environmental Entomology* 5:453–457.
- Bernal, J.S. 2008. Genetically modified crops and biological control with egg parasitoids. In Consoli, F. & Parra, J.R. (eds.), *Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma*. Elsevier BV, Amsterdam, The Netherlands.
- Coll, M. & M. Guershon. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology* 47:267–297 (online Supplemental table, 7 p).
- Cook, S.M., Z.R. Khan & J.A. Pickett. 2007. The use of push–pull strategies in integrated pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 52:375–400.
- El-Havez, A.A. & M.A. Nada. 2000. Augmentation of *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja in the IPM programme for control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saund.) in Egypt. In Dogger, P. & Ritcher, D. (eds.), *Proceedings Beltwide Cotton Conferences, Vol. 2. National Cotton Council Memphis*. pp.1009–1015.
- Evans, E.W. & D.R. Richards. 1997. Managing the dispersal of ladybird beetles (Col.: Coccinellidae): use of artificial honeydew to manipulate spatial distributions. *Entomophaga* 42:93–102.
- Foster, S.P. & M.O. Harris. 1997. Behavioral manipulation methods for insect pest management. *Annual Review of Entomology* 42:123–146.
- Hagen, K.S. 1986. Ecosystem analysis: plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplements. In Boethel, D.J. & Eikenbary, R.D. (eds.), *Interactions of Plant Resistance and Parasitoids and Predators of Insects*. Horwood, Chichester, England. pp. 151–197.
- Hagen, K.S., E.F. Sawall Jr. & R.L. Tassan. 1971. The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects. In *Proceedings of Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management*. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, Number 3. pp. 59–81.
- Hansen, L.S. 1983. Introduction of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.) (Diptera: Cecidomyiidae) from an open rearing unit for the control of aphids in glasshouses. *Bulletin SROP* 6:146–150.
- Hedy, S. & M. Kurniati. 1996. *Prinsip Dasar Ekologi: Suatu Batasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya*. PT Raya Grafindo Persada, Jakarta.
- Hokkanen, H.M.T. 1991. Trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 36:119–138.
- Indrayani, IG.A.A. & A.A.A. Gothama. 1991. Efisiensi pengendalian *Helicoverpa armigera* (Hubner) dengan nuclear polyhedrosis virus dan insektisida pada kapas. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri XVII(2)*: 37–42.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43:243–270.
- Komisi Pesticida Indonesia. 2009. *Pesticida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Direktorat Sarana Produksi, Ditjen Tanaman Pangan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Lavandero, B., S.D. Wratten, R.K. Didham & G. Gurr. 2006. Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: a double-edged sword? *Basic Applied Ecology* 7:236–243.
- Mensah, R.K. 2002. Development of an integrated pest management programme for cotton. Part 1. Establishing and utilizing natural enemies. *International Journal of Pest Management* 48:87–94.
- Mensah, R.K. & M. Khan. 1997. Use of *Medicago sativa* (L.) interplantings/trap crops in the management of the green mirid, *Creontiades dilutus* (Stål) in commercial cotton in Australia. *International Journal of Pest Management* 43:197–202.

- Mensah, R.K. & A. Singleton. 2003. Optimum timing and placement of a supplementary food spray enviro-feast for the establishment of predatory insects of *Helicoverpa* spp. in cotton systems in Australia. *International Journal of Pest Management* 49:163–168.
- Naranjo, S.E., J.R. Hagler & P.C. Ellsworth. 2003. Improved conservation of natural enemies with selective management systems for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. *Biocontr. Sci. Technol.* 13:571–587.
- Nurindah. 2002. Serangga hama kapas. Monograf Balittas No. 7: Kapas, Buku 2. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. hlm. 128–143.
- Nurindah & 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 & IG.A.A. Indrayani. 2002. Musuh alami serangga hama kapas. Monograf Balittas No. 7: Kapas, Buku 2. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. hlm. 144–158.
- Nurindah & Mukani. 2006. Peningkatan daya saing agribisnis kapas dengan PHT di lahan sawah tadah hujan. *Dalam* E. Sulistyowati, M. Sahid, Nurindah, Nurheru, F.T. Kadarwati & Subiyakto. *Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. hlm. 35–42.
- Nurindah & S. Sudarmo. 1993. Pengaruh penyemprotan insektisida terhadap populasi musuh alami serangga hama kapas. *Buletin Tembakau dan Serat* No. 02/09/1993:12–16.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 2004a. Eksplorasi dan uji keragaan parasitoid penggerek buah kapas *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera: Gelechiidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* 1(1):18–26.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 2004b. Pengaruh penyemprotan insektisida terhadap perkembangan populasi laba-laba dan wereng kapas *Amrasca biguttula* (Ishida) (Homoptera: Cicadellidae). *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kapas Dalam Rangka Otoda*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Bogor. hlm. 62–66.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 2012. Efektivitas dan kompatibilitas ekstrak biji mimba (EBM) untuk mengendalikan kompleks penggerek buah kapas (*Helicoverpa armigera* Hubner dan *Pectinophora gossypiella* Saunders). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 23(1):48–60.
- Nurindah, D.H. Parmono & Sujak. 2006. Faktor mortalitas biotik *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas tumpang sari dengan kedelai. *Dalam* E. Sulistyowati, M. Sahid, Nurindah, Nurheru, F.T. Kadarwati & Subiyakto. *Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan, Lamongan 8 September 2005*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. hlm. 110–117.
- 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 & 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.
- Ooi, P.A.C. 1996. Experiences in educating rice farmers to understand biological control. *Entomophaga* 41:375–385.
- Pawar, A.D. & J. Prasad. 1985. Evaluation of some exotic parasites in biocontrol of cotton bollworm in harayana. *Indian Journal of Plant Protection* 13:21–24.
- Putri, Y.S.I. 2011. Kelimpahan parasitoid telur *Amrasca biguttula* Ishida (Hemiptera: Cicadellidae) pada pola tanam kapas monokultur dan tumpang sari dengan kedelai. *Skripsi S1 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang*. 39 hlm.

- Riajaya, P.D. 2002. Kajian iklim pada tanaman kapas. Monograf Balittas No. 7: Kapas, Buku 2. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. hlm. 77–87.
- Rizal, M., D.A. Sunarto, IG.A.A. Indrayani, Subiyakto & 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. hlm. 231–237.
- Sangareddy, N.K. & 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. & G.C. Varma. 1983. Parasitoid of *Pectinophora gossypiella* (Lep.: Gelechiidae) and *Earias* spp. (Lep.: Noctuidae) in the Punjab. Entomophaga 28:45–53.
- Shelton, A.M. & F.R. Badenes-Perez. 2006. Concepts and applications of trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 51:285–308.
- Soenarjo, E. & Subiyakto. 1988. Sampling for cotton insects: sampling for monitoring of *Heliothis* populations based on its within-plant distribution. Project for Development of Integrated Cotton Pest Programme in Indonesia. AG:DP/INS/83/25. Field Doc. 11: 20 p.
- Soebandrijo, Nurindah, A.A.A. Gothama & Mukani. 1988. Pengaruh insektisida benih terhadap biaya pengendalian hama dan pendapatan usaha tani. Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat 3(1):9–14.
- Soebandrijo, Nurindah, IG.A.A. Indrayani & A.M. Amir. 1994. Pengendalian serangga hama kapas di Indonesia. Jurnal Penelitian & Pengembangan Pertanian 13(2):53–58.
- Subiyakto, Soebandrijo & M. Sahid. 1990. Pengaruh tumpang sari kapas dengan jagung terhadap pengendalian ulat *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri XV(2): 17–25.
- Sujak, Nurindah & D.A. Sunarto. 2005. Keanekaragaman parasitoid telur *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di lahan sawah Lombok Barat NTB. Dalam J. Subagya, E. Semiarti, R.S. Kasiandari, R. Pratiwi & T.R. Nuringtyas (Editor), Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Biologi XIII dalam rangka Lustrum X Fakultas Biologi UGM. PBI Cabang Yogyakarta dan Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. hlm. 697–700.
- Sulistiyowati, E. & S. Sumartini. 2007. Model sistem perbenihan kapas: sebuah pemikiran untuk mendukung pengembangan kapas di Indonesia. Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. hlm. 61–67.
- Topper, C.P. & 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 one. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. 27 p.
- Untung, K. 2002. Penerapan konsep pengendalian hama terpadu sebagai proses pemberdayaan petani. Prosiding Seminar Nasional Rapat Koordinasi Wilayah III, Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman Indonesia.
- Wačckers, F.L. and van Rijn, P.C.J., 2005. Food for protection: an introduction. In Wačckers, F.L., van Rijn, P.C.J. & Bruin, J. (eds.), Plant Provided Food and Herbivore-Carnivore Interactions. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 1–14.
- Wade, M.R. & S.D. Wratten. 2007. Excised or attached inflorescences? Methodological effects on parasitoid wasp longevity. Biological Control 40:347–354.
- Wade, M.R., J.E. Hopkinson & M.P. Zalucki. 2008. Influence of food supplementation on the fitness of two biological control agents: a predatory nabid bug and a bollworm pupal parasitoid. Journal of Pest Science 81(2):99–107.