

FEROMON SERANGGA DAN APLIKASINYA UNTUK PENGENDALIAN SERANGGA HAMA

I Made Samudra

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

PENDAHULUAN

Produksi pangan secara global sangat ditentukan oleh kemampuan kita dalam meminimalkan gangguan serangga hama terhadap organisme pengganggu tanaman, khususnya serangga hama. Keberhasilan dalam penanggulangan serangga hama telah menjadi kenyataan pada beberapa dekade belakangan ini dengan menggunakan insektisida secara luas. Akan tetapi, kenyataan yang dihadapi bahwa penanggulangan serangga hama hanya dengan mengandalkan pada penggunaan insektisida tidak dapat menjamin perlindungan tanaman dalam waktu lama, keberlanjutan produksi pangan; karena serangga hama dapat berkembang menjadi serangga tahan insektisida. Penggunaan insektisida secara luas juga menyebabkan kematian serangga bukan sasaran, dan pencemaran lingkungan. Hal ini memacu para peneliti untuk mencari cara lain dalam pengelolaan serangga hama yang lebih efektif, efisien dan ramah lingkungan.

Pada tahun 1986, Pemerintah Indonesia telah melarang penggunaan 57 jenis formulasi insektisida dan menerapkan Program

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) (Oka 1998). Pemanfaatan feromon serangga dalam program PHT merupakan salah satu peluang yang sangat mungkin yang dapat dikombinasikan dengan teknik pengendalian lainnya termasuk penggunaan insektisida secara terbatas. Walaupun demikian, sampai saat ini, penggunaan feromon serangga belum dapat menggantikan penggunaan insektisida secara keseluruhan karena pada beberapa kasus adanya kegagalan dalam implementasi penggunaan feromon di lapangan. Di beberapa negara dan terhadap beberapa jenis serangga hama, penggunaan feromon dalam pengendalian hama sangat berhasil dan sukses.

Feromon merupakan senyawa kimia atau campuran dari beberapa senyawa yang dikeluarkan oleh satu individu yang dapat mempengaruhi perilaku tertentu individu lainnya dalam satu spesies (Karlson & Luscer 1959 dalam Tamaki 1985). Apabila feromon tersebut mempengaruhi perilaku kawin serangga maka disebut feromon seks. Pada sebagian besar serangga, feromon seks diproduksi dan dilepaskan oleh betina dewasa dan berfungsi sebagai stimulan terhadap serangga jantannya. Serangga jantan yang mendapat pesan feromon seks akan terjadi perilaku sebagai berikut: terangsang, terbang mencari sasaran serangga betina, melakukan tarian kawin, dan akhirnya terjadi kopulasi. Dalam bagian ini akan diuraikan pemanfaatan feromon dalam pengendalian serangga hama.

Pemanfaatan feromon serangga

Pada beberapa dekade belakangan ini, telah banyak feromon serangga yang telah dianalisa secara kimiawi. Namun dalam pemanfaatannya sebagai salah satu teknik pengendalian serangga hama yang potensial, masih sangat terbatas. Feromon serangga dapat dimanfaatkan dalam program pengendalian serangga hama baik secara tidak langsung dalam monitoring maupun

secara langsung untuk menekan populasi serangga hama, seperti dalam monitoring keberadaan atau tingkat populasi suatu serangga tertentu, perangkap massal, pengacau perkawinan, serta kombinasi feromon dengan insektisida atau patogen serangga.

Pemantauan (monitoring)

Secara umum ada tiga tujuan penting dilakukannya pemantauan serangga dengan feromon. Pertama, mendeteksi keberadaan atau adanya invasi spesies serangga. Informasi ini sangat penting untuk memberi peringatan dini tentang adanya migrasi serangga hama tertentu. Kedua, mengidentifikasi puncak keberadaan suatu serangga hama, yang mana sangat diperlukan untuk menentukan waktu yang tepat untuk aplikasi insektisida apabila populasi serangga yang tertangkap melebihi batas toleransi ambang ekonomi. Ketiga, memantau dinamika populasi serangga hama dilapang dalam jangka waktu yang relatif lama (Tatsuki & Sugie 1991). Pada dasarnya pemantauan serangga dengan feromon dilakukan dengan menggunakan perangkap yang dilengkapi dengan sintetik feromon dalam karet septa atau yang disebut "*pheromone lure*". Efisiensi feromon lure sangat ditentukan oleh senyawa kimia yang terkandung dan kualitas penyebar ("*dispenser*").

Senyawa kimia (komponen feromon) harus dalam ratio yang tepat (apabila terdiri dari multi komponen). Untuk mendapatkan *ratio* yang tepat maka identifikasi secara benar terhadap masing-masing feromon komponen sangatlah esensial. Ketidaklengkapan dalam identifikasi, biasanya kekurangan minor komponen, menyebabkan *feromon lure* memiliki daya tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan serangga dewasa betina virgin (*virgin female*). Sebagai contoh pada kasus *C. suppressalis*, campuran dua komponen feromon ((Z)-11-hexadecenal dan (Z)-13-octadecenal) memiliki daya tarik lebih rendah dibandingkan dengan betina

virgin (Tatsuki *et al.* 1983). Setelah ditemukannya komponen minor yaitu (Z)-9-hexadecenal dan kemudian ditambahkan pada dua campuran komponen sebelumnya, daya tarik feromon lure lebih tinggi dibandingkan dengan betina virgin (Tatsuki *et al.* 1983; Mochida *et al.* 1984). Kasus yang mirip juga banyak dilaporkan pada jenis serangga lainnya.

Walaupun dalam satu spesies yang sama, komponen feromon atau ratio masing-masing komponen dapat berbeda antar populasi serangga dari lokasi yang berbeda. Sebagai contoh, komponen feromon dari ulat grayak *Mythimna separata* populasi Jepang adalah (Z)-11-hexadecenyl acetate dan (Z)-11-hexadecenol dengan ratio 8:1 (Takahashi *et al.* 1979). Sedangkan *M. separata* populasi China memiliki komponen feromon (Z)-11-hexadecenyl acetate, hexadecenal dan (Z)-11-hexadecenol dengan ratio 100 : 10 : 0.1 (Zhu *et al.* 1987). Perbedaan sistem feromon *Spodoptera littoralis* antar daerah atau populasi juga banyak dilaporkan (Nesbit *et al.* 1973; Tamaki & Yushima 1974; Campion *et al.* 1980). Hal serupa juga dilaporkan pada serangga lain seperti *Cnapalocrosis medinalis* antara populasi Jepang, Philippina dan India (Kawazu *et al.* 2000). Keadaan ini mengharuskan para peneliti untuk melakukan penelitian ulang terhadap sistem feromon suatu jenis serangga pada daerah yang berbeda, khususnya apabila formula feromon yang telah diidentifikasi di tempat lain tidak atau kurang memiliki daya tarik.

Hal lain yang juga sangat menentukan keberhasilan peman-tauan serangga dengan feromon adalah kualitas dispenser. Feromon harus dilepas secara terkendali dalam jangka waktu yang lama dan kemurnian komponen feromon harus tetap terjamin, tidak terdegradasi oleh faktor lingkungan. Untuk mendapatkan hal yang demikian, dispenser yang biasa digunakan adalah septa karet atau vial plastik. Walaupun bahan-bahan tersebut mampu melindungi feromon dari pengaruh lingkungan, namun senyawa-senyawa yang mudah terurai seperti kelompok

aldehide dan konjugat diene umumnya diformulasikan dengan menambahkan senyawa anti oksidasi seperti *butylated hydroxytoluene* (BHT) atau *butylated hydroxyanisol* (BHA). BHT digunakan dalam beberapa percobaan di lapangan seperti pada formula feromon *C. suppressalis* (Mochida *et al.* 1984).

Laju pelepasan komponen feromon dari *dispenser* juga merupakan hal yang sangat penting. Walaupun biasanya perangkap dapat menangkap lebih banyak serangga apabila laju pelepasannya tinggi, akan tetapi pada beberapa kasus malah akan mengurangi efektifitas tangkapan seperti pada *M. separata* (Sato *et al.* 1980). Karena itu, uji kuantitatif ketertarikan serangga pada beberapa tingkat dosis feromon perlu dilakukan untuk mendapatkan jenis dispenser yang sesuai untuk formula feromon serangga tertentu (Tatsuki & Sugie 1991).

Keberhasilan monitoring juga ditentukan oleh jenis alat perangkap dan penempatannya di lapangan. Berbagai jenis desain alat perangkap telah dijual seperti perangkap dengan perekat (*sticky traps*), perangkap dengan air (*water traps*), perangkap bentuk boks (*box traps*), dan lain-lain. Efisiensi dari jenis-jenis alat perangkap dan cara peletakannya di lapangan perlu dikaji.

Perangkap berlampu merupakan alat pemantau serangga yang telah lama digunakan. Akan tetapi belakangan ini, perangkap berferomon juga digunakan untuk memantau populasi serangga tertentu, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkap berlampu: perangkap berferomon hanya menangkap serangga sasaran dan lebih mudah dibawa dan dipasang khususnya di lokasi di mana listrik tidak tersedia. Perangkap berferomon tidak tergantung pada keadaan lingkungan, seperti adanya banyak lampu penerangan yang menyebabkan perangkap berlampu kurang efisien. Dalam banyak kasus, di antaranya *C. suppressalis*, perangkap berferomon menangkap lebih banyak serangga dibandingkan dengan perangkap berlampu dengan kecenderungan dinamika populasi yang sama

(Tatsuki 1990). Hal tersebut menunjukkan bahwa perangkap berferomon dapat menggantikan perangkap berlampu dan memberikan gambaran populasi yang lebih realistis. Keberhasilan pemantauan serangga dengan perangkap berferomon lebih baik dibandingkan dengan perangkap berlampu, hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian pemantauan *Helicoverpa assulta* pada tanaman cabai dan tembakau di Taiwan (Park & Boo 1996). Program pemantauan serangga dengan perangkap berferomon juga dilakukan terhadap serangga, antara lain; *Spodoptera litura*, *S. exigua*, *Agrotis fucosa*, *H. armigera* (Cheng et al. 1996).

Pengacau kawin (mating disruption)

Feromon serangga sudah dapat diimplementasikan langsung di lapangan untuk mengendalikan populasi serangga sebagai bahan pengacau kawin, namun demikian pada beberapa kasus feromon tidak segera dapat digunakan di lapangan bahkan ada yang mengalami kegagalan. Berikut ini adalah contoh-contoh keberhasilan pemanfaatannya di lapangan.

Scirpophaga incertulas (Yellow Rice Stem Borer)

Yellow rice stem borer merupakan hama penting pada tanaman padi di India. Pengendalian serangga tersebut dengan menggunakan feromon sebagai bahan pengacau perkawinan dengan *ratio* alamiah dari komponen feromon, 1 : 3 campuran antara (*Z*)-9-*hexadecenal* dan (*Z*)-11-*hexadecenal*, di Andhra Pradesh dilaporkan berhasil. Di daerah Medchal dan Nellore, aplikasi feromon dapat menurunkan populasi serangga paling tidak 94% sampai hari ke-64 setelah aplikasi, yang dihitung berdasarkan hasil tangkapan perangkap berferomon. Dibandingkan dengan cara bercocok tanam yang dilakukan oleh petani, gejala mati pucuk (*sundep*) dan malai hampa (*beluk*) pada perlakuan feromon berkurang

sekitar 74 % dan 83%. Di Medchal, rata-rata produksi padi meningkat pada plot yang diperlakukan dengan feromon (4108 kg/ha) dibanding cara petani (3835 kg/ha). Dari hasil survei menunjukkan bahwa 92% petani hanya menggunakan satu kali aplikasi insektisida pada daerah pemakai feromon dan lebih dari 62% petani menggunakan dua atau lebih aplikasi insektisida untuk daerah yang tidak memakai feromon (Cork *et al.* 1998).

Pectinophora gossypiella (Pink Bollworm)

Pink bollworm merupakan hama utama pada tanaman kapas di seluruh pertanaman kapas di dunia. Pengendalian hama ini dengan insektisida relatif sulit karena ulat hidup dan makan di dalam kuncup bunga dan buah, di mana mereka sangat terlindungi oleh penyemprotan insektisida secara konvensional.

Feromon dari *P. gossypiella* terdiri dari campuran antara (*Z,Z*)-*hexadecadienyl acetate* dan (*Z,E*)-7-11-*hexadecadienyl acetate* dengan *ratio* 1:1, secara berurutan. Selang serat kecil (*hollow-fiber*) yang mengandung feromon seks sintetis terdaftar di U.S. EPA tahun 1978 dan merupakan feromon pertama yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama pada tanaman pertanian.

Di tahun 1981 lebih dari 40 000 ha pertanaman kapas di California Selatan dan Arizona diperlakukan dengan feromon. Program tersebut dianggap berhasil karena hasil meningkat dan tingkat serangan hanya 5%, sedang pada pertanaman dengan pengendalian secara konvensional menggunakan insektisida tanaman terserang mencapai 30%.

Percobaan yang tercatat paling berhasil adalah pada pertanaman kapas di Parker, Arizona dari tahun 1990-1993. Pada tahun 1989 di mana dilakukan aplikasi insektisida pada pertanaman kapas, tingkat serangan mencapai 23,4%, sejak tahun 1990 pengendalian hama tersebut diganti dengan menggunakan feromon dan tingkat serangan mencapai 9,9%, di tahun 1991

tingkat serangan 1,42%, di tahun 1992 tingkat serangan hanya mencapai 0,086%, dan tidak ada lagi larva ditemukan pada 25.200 contoh buah kapas di tahun 1993 (Carde & Minks 1995).

Di Mesir, pengendalian serangan hama tersebut dimulai sejak tahun 1984 (2000 ha) dan mencapai 20 000 ha di tahun 1986. Sejak tahun 1986, pengendalian serangan tersebut dengan feromon menjadi policy Departemen Pertanian (Pemerintah) (Ed-Adl *et al.* 1987). Di Tahun 1993, luas area yang diperlakukan dengan feromon mencapai 50 000 ha. Pengendalian pink bollworm dengan feromon (55 g AI/ha) dan diikuti dua atau tiga kali penggunaan insektisida dalam musim menunjukkan kompleks serangan hama setara dengan pada perlakuan insektisida yang hampir diaplikasi tiap minggu. Kehilangan hasil pada perlakuan feromon mencapai 5,5% sedang pada perlakuan insektisida 9,0% (El-Deeb *et al.* 1993).

Plutella xylostella (Diamond Back Moth)

Diamond back moth merupakan hama utama pada tanaman kubis di dunia termasuk di Indonesia. Komponen *feromon diamondback moth* terdiri dari (Z)-11-hexadecenal dan (Z)-11-hexadecenyl acetate dengan *ratio* 36 : 41 secara berurutan. Di Jepang, pengendalian hama tersebut dengan menggunakan feromon sebagai pengacau perkawinan dapat menurunkan tingkat populasi serangan sampai sekitar 10 kali lipat hingga jangka waktu 2 bulan. Tingkat populasi serangan pada pertanaman yang diperlakukan dengan feromon tidak jauh berbeda dengan tingkat populasi pada pertanaman yang disemprot dengan insektisida secara terjadwal dengan 6 kali aplikasi dalam satu musim tanam (Anonim 1995).

Keberhasilan penggunaan feromon sebagai pengacau perkawinan dalam pengendalian serangan masih banyak contohnya seperti pada serangan hama; *Grapholita molesta* (*oriental fruit*

moth), *Keiferia lycopersicella* (tomato pinkworm), *Epiphyas postvittana* (lightbrown-apple moth), *Eupoecilia ambiguella* (leafroller moth-grape), *Adoxophyes orana* (leaf roller moth-apple), *Cydia pomonella* (codling moth-apple), *Spodoptera littura* (tobacco cutworm), *S. exigua* (beet armyworm), *Chilo suppressalis* (rice stem borer) (Carde & Minks 1995; Wakamura 1993).

Perangkap masal (mass trapping)

Keistimewaan yang dimiliki oleh feromon serangga adalah kemampuannya untuk menarik serangga sasaran dalam jumlah sangat besar. Keistimewaan ini dimanfaatkan dalam perangkap massal. Walaupun efektivitas perangkap massal masih dipertanyakan, namun implementasi penggunaan feromon dalam pengendalian serangga hama perlu dimula dari sini karena mudah diterima oleh petani dan dapat meningkatkan kepercayaan petani. Dari titik ini, perangkap massal dapat dikembangkan dengan teknik pengendalian lainnya. Beberapa contoh penggunaan feromon sebagai perangkap massal adalah sebagai berikut:

Spodoptera littura (Tobacco Cutworm)

S. littura merupakan hama penting pada tanaman pangan, hortikultura, dan tanaman bunga. Formula feromonnya terdiri dari (Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate dan (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate dengan ratio 10:1, secara berurutan. Di Taiwan, pemakaian perangkap berferomon meningkat dari 12400 ha (1989) menjadi 19700 ha (1995). Jumlah perangkap yang digunakan antara 2-4 perangkap/ha/1,5-2 bulan (Cheng *et al.* 1996).

S. exigua (Beet Armyworm)

S. exigua juga merupakan hama penting pada tanaman bawang daun (*green onion*), kacang manis (*sweet pea*), asparagus dll. Formula feromon *S. exigua* terdiri dari (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate dan (Z)-9-tetradecenol dengan ratio 10:1 secara berurutan. Di Taiwan, penggunaan feromon untuk pengendalian *S. exigua* juga mengalami peningkatan dari 2 650 ha (1989) menjadi 5 322 ha (1995). Beberapa alasan penting mengapa petani menggunakan perangkap berferomon, karena pengendalian dengan insektisida kurang efektif karena ulat ada dan makan didalam daun bawang, hilangnya musuh alami karena perlakuan insektisida, biaya yang sangat kompetitif hanya 5 U.S. dollar per hektar (Cheng *et al.* 1996). Dalam waktu dua minggu, populasi *S. exigua* menurun 97% dan perangkap massal berferomon memberikan kontribusi 24% terhadap penurunan kerusakan tanaman (Cheng *et al.* 1996).

Cylas formicarius (Sweet Potato)

C. formicarius merupakan hama penting pada ubi manis termasuk di Indonesia. Ulat serangga tersebut menggerek batang atau umbi yang menyebabkan kerusakan tanaman dan umbi tidak enak dikonsumsi. Feromon *C. formicarius* adalah (Z)-3-dodecen-1-ol (E)-2-butenolate. Dengan aplikasi feromon tersebut, kerusakan ubi manis dapat ditekan dari 26% menjadi 14%, dan apabila dikombinasikan dengan penggunaan insektisida kerusakan dapat ditekan sampai 6,4% (Cheng *et al.* 1996). Perangkap massal dengan menggunakan PET botol berferomon telah dilakukan di Taiwan dengan 40 perangkap per hektar dan dapat digunakan sampai 2 bulan. Ketertarikan perangkap massal 10 kali lipat dibandingkan dengan 20 betina virgin. Penggunaan perangkap berferomon di Taiwan meningkat dari 700 ha (1990)

menjadi 1 500 ha (1995) yang mana sekitar 16% dari luas total pertanaman ubi manis (Cheng *et al.* 1996).

Di Jepang, penggunaan perangkat berferomon dikombinasikan dengan penambahan insektisida pada umpan. Serangga dewasa akan datang ke umpan dan terbunuh oleh insektisida yang ada dalam umpan tersebut. Umpan dapat digunakan dalam waktu 2 bulan (Wakamura 1993)

PROSPEK DAN PEMANFAATAN FEROMON DAN STATUSNYA DI INDONESIA

Seiring peningkatan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan dan kesehatan, kecenderungan penggunaan pestisida makin hari makin meningkat, karena itu, produk ramah lingkungan untuk mengendalikan serangga hama menjadi pilihan yang bijak dan prospektif menguntungkan. Selama ini, feromon diperoleh dengan cara impor dari luar negeri terutama Jepang, Taiwan, Belanda, India atau yang lainnya, sehingga Badan Litbang Pertanian (Balitbangtan) mengembangkan feromon berdasarkan populasi serangga yang ada di Indonesia. Feromon sintetik formulasi Indonesia sangat diharapkan bisa dimanfaatkan secara nasional untuk dapat mengendalikan serangga hama di Indonesia. Di Indonesia, kolaborasi Balitbangtan dengan pihak perusahaan pertanian ini merupakan salah satu kunci kesuksesan pemanfaatan hasil-hasil riset sehingga dapat berdampak luas. Daftar produk feromon yang sudah dikembangkan baik yang terlisensi swasta maupun yang belum dilisensi disajikan pada Tabel 3.13.

KESIMPULAN

Bukti nyata bahwa beberapa jenis serangga hama dapat dengan sukses dikendalikan menggunakan feromonnya. Hal ini

Tabel 3.13. Pemanfaatan feromon produk BB Biogen untuk pengendalian serangga hama di Indonesia

Nama Produk	Serangga target	Status	Izin edar	Lisensor	Penyebaran Produk s/d 2017
Feromon-Exi	Ulat bawang, <i>Spodoptera exigua</i>	terlisensi	2013	CV. Nusagri	Brebes, Grobogan, Cirebon, Nganjuk, Bima, NTB Sumbar, Palangkaraya, Maluku, Bali, Aceh, Sumut, Enrekang Sulsei, dll
Fero-Grayak	Ulat grayak, <i>Spodoptera litura</i>	terlisensi	2014	PT. Tektonindo	Lampung, Jawa Timur, Pacet, Jatisari
Fero-PBPK	Penggerek batang padi kuning, <i>Scirpophaga incertulas</i>	terlisensi	2014	PT. Tektonindo	Karawang, Kalbar, Yogya, Karanganyar, Bali
Fero-Lanas	Hama lanas, (bloleng), <i>Cylas formicarius</i>	terlisensi	2014	PT. Tektonindo	Jasinga, Kuningan,
Fero-Ostri	Penggerek batang jagung, <i>Ostrinia furnacalis</i>	terlisensi	2014	PT. Tektonindo	Maros, Gorontalo
Fero-Armi	Ulat buah, <i>Helicoverpa armigera</i>	Belum dilisensi	-	-	-
Feromon Tella	Ulat daun kubis, <i>Ptiutella xylostella</i>	Belum dilisensi	-	-	-
Feromon Croci	Ulat krop kubis, <i>Crocidolomia binotalis</i>	Belum dilisensi	-	-	-

memberi harapan bahwa feromon merupakan salah satu alternatif teknik pengendalian serangga hama yang potensial.

Selain itu, dampak penggunaan feromon adalah sebagai berikut:

1. Pengurangan penggunaan insektisida yang merupakan kepedulian pemerintah dan konsumen, feromon akan menjadi senjata ampuh dalam pengelolaan serangga hama.
2. Feromon dapat diaplikasikan dengan taktik pengendalian nontoksik lainnya seperti pengendalian secara hayati.
3. Kepercayaan terhadap penggunaan feromon akan meningkat karena adanya konsekuensi terjadinya serangga hama resisten terhadap insektisida konvensional.
4. Kerjasama internasional dalam hal teknologi dan strategi aplikasi feromon di lapang perlu terus terjalin untuk mengembangkan program PHT.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. New system in insect control by sex pheromone (In Japanese). 34 pp.
- Campbell DG, Hunter-Jones P, McVeigh LJ, Hall DR, Nesbit BF. 1980. Modification of the attractiveness of the primary pheromone component of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), by secondary pheromone components and related chemicals. Bull Ent Res. 70:417-434.
- Carde RT, Minks AK. 1995. Control of moth pests by mating disruption: success and constraints. Annu Rev Entomol. 40:559-585.
- Cheng EY, Kao CH, Su WY, Chen CN. 1996. The application of insect sex pheromone for crop pest management in Taiwan. Proc Int Sym Insect Pest Control with Pheromones. pp. 29-47.
- Cork A, Souza KD, Krishnaiah K, Reddy AA, Zainullabuddin S. 1998. Season-long control of yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* (Lepidoptera: Pyralidae) by mating disruption with the natural ratio of pheromone components. Bull Entomol Res. 88:109-116.
- Du JW, Tang XH, Xu SF, Mial JW. 1996. Developing new control techniques with insect sex pheromones. Proc Int Sym Insect Pest Control with Pheromones. pp. 16-28.
- El-Adl MA, Hosny MM, Campion DG. 1987. Mating disruption for control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) in the Delta growing region of Egypt. Trop Pest Manage. 34:210-214.
- El-Deeb YA, El-Hamaky MA, Moawad GM. 1993. Large scale use of pink bollworm sex pheromone formulations integrated with conventional insecticides for the control of cotton pests in

- Egypt. Int Org Biol. Control West Palearct. Reg Sect Bull. 16:213-219.
- Kawazu K, Hasegawa J, Honda H, Ishikawa Y, Wakamura S, Sugie H, Kamiwada H, Kamimuro T, Yoshiyasu Y, Tatsuki S. 2000. Geographical variation in female sex pheromone of the rice leaf folder moth, *Cnaphalocrosis medinalis*: Identification of pheromone components in Japan. Entomol Exp Appl. 96:103-109.
- Mochida O, Arida GS, Tatsuki S, Fukami J. 1984. A field test on a third component of the female sex pheromone of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*, in the Philippines. Entomol Exp Appl. 36:295-296.
- Oka IN. 1998. Pengendalian hama terpadu dan implementasinya di Indonesia. Yogyakarta (Indonesia): Gajahmada University Press. 255 p.
- Park KC, Boo KS. 1996. Prospects for controlling of *Helicoverpa assulta* with its sex pheromone. Proc. Int. Sym. Insect Pest Control with Pheromones. pp. 70-86.
- Tamaki Y. 1985. Sex Pheromones. In: Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology. Vol. 9 BEHAVIOR Kerkut GA, Gilbert LI, eds. Pergamon Press. pp. 145-191.
- Tamaki Y, Yushima T. 1974. Sex pheromone of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. J Insect Physiol. 20:1005-1014.
- Tatsuki S, Kurihara M, Usui K, Ohguchi Y, Uchiumi K, Fukami J, Arai K, Yabuki S, Tanaka F. 1983. Sex pheromone of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera:Pyralidae): the third component, Z-9-hexadecenal. Appl Entomol Zool. 18:443-446.

- Sadahiro T. 1990. Application of the sex pheromone of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis*. In: Behavior-modifying chemicals for insect management: Applications of pheromones and other attractants. Ridgway, Silverstein, Inscoc, editors. pp. 387-405.
- Tatsuki S, Sugie H. 1991. Rice insect pheromone identification and utilization in monitoring. Rice insects: Management strategies. Heinrichs, Miller, editors.
- Wakamura S. 1993. Sex pheromone (In Japanese). 86 pp.
- Zhu PC, Kong FL, Yu YQ. 1987. Sex pheromone of oriental armyworm, *Mythimna separata* Walker. J Chem Ecol. 13:977-981.

