

**PENGUJIAN FEROMON SEKS PADA LALAT HIJAU
Lucilia sericata Meigen (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)**

Yayan Sanjaya
Program Studi Biologi FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung 40154 Jawa Barat

ABSTRAK

Isolasi feromon sex dari lalat hijau (*Lucilia sericata*) telah dilaksanakan untuk diteliti pengaruhnya terhadap pengurangan populasinya. Feromon sex diperoleh dengan cara memotong ujung abdominal lalat hijau kemudian diuji dengan menggunakan olfactometer. Parameter yang diamati adalah perilaku lalat hijau dan daya tarik terhadap feromon sex. Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu yang tepat untuk panggilan adalah jam 10.00 pagi dan dapat menarik lalat hijau 56%.

Kata kunci : Myiasis, waktu panggilan, ekstrak kelenjar seks feromon, *olfacto meter*, *Lucilia sericata*

**STUDY OF SEX PHEROMONE ON GREEN BOTTLE BLOWFLY
Lucilia sericata Meigen (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)**

ABSTRACT

Isolation of sex pheromone from green-bottle blowfly (*Lucilia sericata*) had been carried out to investigate sex pheromone from *Lucilia sericata* to reduce its population. The method was to cut the abdominal tip of female green-bottle blowfly and tested by olfactometer. Parameter which observed were Calling behaviour and the male attraction to sex pheromone gland. The result showed that the best time for calling behaviour was at 10.00 a.m. and could attracted male green-bottle blowfly 56%.

Keywords: Myiasis, calling behaviour, sex pheromone gland extract, olfactometer, *Lucilia sericata*

PENDAHULUAN

Lalat hijau (*Lucilia sericata*) merupakan salah satu jenis lalat yang dapat menularkan penyakit. Lalat hijau (*Lucilia sericata*) merupakan lalat yang termasuk ektoparasit yang ditemukan pada daging dan bangkai hewan, dan penyebab myiasis pada manusia dan hewan herbivora domestik (Morsy TA *et al.*, 1991).

Lucilia sericata tidak hanya menyebabkan myiasis, tetapi juga berperan sebagai vektor mekanik dari tetanus. Keberadaan lalat dapat menyebarkan mikroorganisme seperti bakteri, virus, protozoa, telur dan "ciste" cacing pada manusia, sehingga dapat menimbulkan infeksi penyakit seperti disentri, kolera, tifus, diare, cacingan dan penyakit-penyakit lainnya yang berkaitan dengan kondisi sanitasi lingkungan yang buruk (Riana, 1992).

Usaha untuk mengatasi masalah penyebaran penyakit oleh lalat sebaiknya diarahkan pada pengendalian vektor penyakit secara terpadu. Salah satu alternatif adalah dengan menggunakan feromon seks. Pengendalian dengan feromon memiliki beberapa keuntungan diantaranya: untuk memonitoring aktivitas serangga, relatif murah, mudah disebarkan, simpel, spesifik target, tidak meracuni lingkungan serta kompatibel dengan komponen pengendali lainnya (Susanto, 2001).

Beberapa feromon yang banyak dipakai dalam komunikasi intraspecies adalah feromon seks, feromon agregasi, feromon tanda bahaya, feromon epideiktik dan feromon jejak (Jutsum & Gordon, 1989). Feromon seks merupakan feromon yang mendapat perhatian yang banyak karena dapat digunakan untuk pengendalian (Du *et al.*, 1996).

Feromon seks serangga banyak dikaji oleh peneliti, terutama serangga yang mempunyai nilai ekonomis seperti kelompok Ordo Lepidoptera dan Coleoptera. Sedangkan pada Ordo Diptera tidak terlalu banyak dikaji. Berdasarkan hal tersebut untuk dikaji tentang feromon seks pada Ordo Diptera khususnya *Lucilia sericata* Meigen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Ekologi dan Kebun Botani Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, dari bulan Januari sampai Mei 2006.

Tahap Pelaksanaan

Pemeliharaan Lucilia sericata Meigen

Serangga uji yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari daerah Bandung Utara di pasar Gegerkalong Bandung dan dikembangbiakan di Kebun Botani Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI dengan temperatur kurang lebih 27°C. Untuk rearing massal dimasukan beberapa pasang imago ke dalam stoples plastik (ukuran 10 L) yang dilengkapi dengan pakan sebagai makanan imago. Larva dipelihara dalam stoples plastik berukuran 10 L, larva diberi pakan campuran hasil fermentasi aqua simba, dedak, dan ampas tahu lalu ditambahkan usus ayam. Setelah terbentuk pupa dipindahkan dalam vial silinder yang telah diberi pakan sebagai makanan imago dan tempat peletakan telur. Sepasang imago lalat jantan dan lalat betina yang berumur 1-3 hari dimasukkan ke dalam tabung silinder

plastik untuk mengetahui waktu tertinggi perilaku memanggil (*Calling Behavior*) yang diulang sebanyak tiga kali.

Ekstraksi feromon seks

Ekstraksi kelenjar feromon dilakukan dengan cara memotong abdomen akhir ("abdominal tip") lalat betina yang belum kawin ("virgin") berumur 1-3 hari. Waktu pengambilan ekstraksi kelenjar feromon ini cukup penting untuk mendapatkan jumlah senyawa feromon secara maksimal, karena sintesis dan pengeluaran feromon sangat singkat dan tertentu waktunya. Hasil yang didapatkan kemudian dilarutkan ke dalam larutan heksan. Untuk ekstraksi kelenjar feromon seks digunakan larutan heksan karena larutan heksan mempunyai polaritas yang sama dengan senyawa feromon seksual *Lucilia sericata* dan bersifat volatil atau mudah menguap sehingga mudah untuk direspons oleh serangga.

Ekstrak dikumpulkan dari serangga uji sebanyak 20 ekor (Toth *et al.*, 1984). Selanjutnya kelenjar feromon tersebut dimasukan ke dalam botol gelas kecil (ukuran 5 ml) dan diekstraksi dengan menggunakan pelarut heksan sebanyak 200 μ l selama 10 menit. Kemudian botol tersebut diberi label dan ditutup dengan alumunium foil serta disimpan dalam lemari pendingin (freezer) untuk diuji.

Pengamatan

Perilaku Memanggil

Perilaku memanggil diperlukan untuk mengetahui saat yang paling tepat untuk memotong kelenjar feromon. Pada percobaan ini dilakukan dengan mengamati sepasang imago lalat betina dan lalat jantan yang berumur 1-3 hari yang dimasukan dalam potzalf, tiap potzalp terdapat satu pasang imago lalat betina dan lalat jantan. Pada pengamatan perilaku memanggil ini, dilakukan untuk mengetahui kisaran waktu lalat betina melakukan perilaku memanggil paling tinggi. Waktunya dimulai dari pukul 07.00 sampai 17.00 WIB. Setelah didapatkan rentang waktu yang paling mendekati baru dilakukan penelitian selanjutnya dengan mencatat perilaku yang terjadi pada selang waktu tersebut dan diulang sebanyak tiga kali.

Uji laboratorium ekstrak feromon seks dengan tabung Y (Olfaktometer)

Uji laboratorium feromon seks *Lucilia sericata* dilakukan dengan menggunakan tabung "Y" (olfaktometer) dengan bahan uji berupa ekstrak kelenjar feromon seks betina yang belum kawin ("virgin"), lalat jantan, lalat betina "virgin" serta larutan heksan. Ekstrak feromon dimasukkan ke dalam tempat berbentuk silinder secara terpisah masing-masing 10 μ l dan dibiarkan mengering, sedang lalat jantan dan betina "virgin" dimasukkan langsung.

Untuk menguji ketertarikan lalat jantan pada salah satu bahan uji, maka tempat silinder (seperti sumbat botol) yang mengandung ekstrak kelenjar feromon

seks, lalat betina "virgin", dan lalat jantan diletakkan pada tabung B dengan menggunakan pinset, sedangkan larutan heksan pada tabung C. sebanyak 10 ekor lalat jantan dilepaskan satu persatu pada tabung, selanjutnya dialirkan udara dari aerator melalui selang plastik pada tabung B dan C. Untuk pengujian berikutnya ekstrak kelenjar feromon seks diletakkan pada tabung B, sedangkan lalat betina "virgin" dan lalat jantan pada tabung C. Kemudian dibiarkan sambil diamati selama 1 jam. Jumlah lalat jantan yang masuk ke dalam tabung B dan C dicatat dan diulang sebanyak lima kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Perilaku Memanggil *Lucilia sericata* Betina

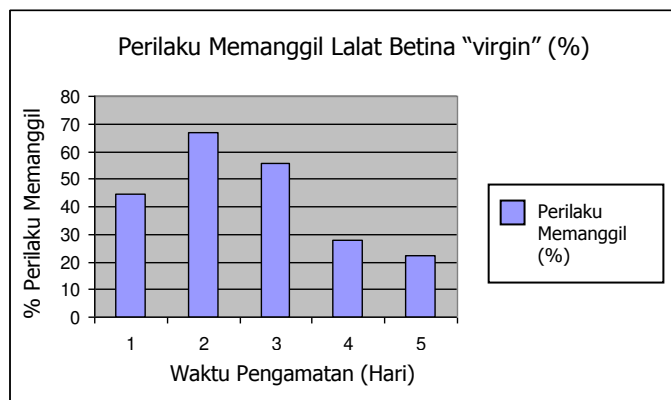
Perilaku memanggil lalat hijau betina kepada lalat hijau jantan ini berhubungan dengan feromon seks yang dihasilkan. Makin aktif lalat hijau betina memanggil maka feromon seks yang dihasilkan makin tinggi

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, didapatkan waktu paling tinggi lalat betina *L. sericata* melakukan perilaku memanggil yaitu pada pukul 10.00 WIB, dimana lalat betina yang melakukan aktivitas memanggil mencapai 50%.

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Perilaku Memanggil

Waktu pengamatan	Perilaku Memanggil (%)
09.00	43,33
10.00	50
11.00	36,67

Aktivitas perilaku memanggil pada lalat betina *L. sericata* paling banyak terjadi pada hari kesatu sampai hari ketiga dan hari keempat dan kelima perilaku memanggil yang dilakukan cenderung menurun.



Gambar 1. Grafik Persentase Perilaku Memanggil Lalat Betina "virgin" *Lucilia sericata* dari Hari Pertama sampai Hari Kelima

Berdasarkan hasil pengamatan, pada pukul 10.00 WIB banyak lalat betina *L. sericata* yang melakukan perilaku memanggil, maka diperkirakan pada waktu tersebutlah feromon seks pada lalat betina paling banyak. Sehingga waktu tersebut yang diambil untuk mengekstraksi kelenjar feromon seks pada lalat betina *L. sericata*.

Dari hasil pengamatan ini, didapatkan waktu aktivitas memanggil yang dilakukan lalat betina *L. sericata* "virgin" paling tinggi pada pukul 10.00 WIB (Tabel 1). Hal ini terjadi juga pada penelitian yang dilakukan oleh Spencer (2003), dimana pada pukul 10.00 sampai 13.00 lalat *L. sericata* banyak melakukan perilaku oviposisi atau meletakkan telurnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada pukul 10.00 WIB lalat *L. sericata* aktivitasnya tinggi salah satunya dengan melakukan perilaku memanggil paling tinggi. Selain itu, pada pukul 10.00 WIB pancaran sinar matahari tidak terlalu kuat.

Perilaku yang terjadi pada pengamatan lalat betina *L. sericata* ditunjukkan dengan adanya gerakan terbang yang berulang-ulang seperti menari, gerakan mendekati jantan yang dimungkinkan untuk menarik perhatian jantan dan menurut Chainey & Wyatt (2002), dalam beberapa species lalat gerakan tarian lalat merupakan bagian yang sangat penting dari berpasangan.

Aktivitas perilaku memanggil tersebut semakin menurun sampai akhirnya aktivitasnya berkurang dan tidak lagi melakukan aktivitas tersebut. Hal ini dapat dilihat dari persentase perilaku memanggil lalat betina *L. sericata* "virgin" dari hari pertama sampai hari kelima, perilaku memanggil paling banyak terjadi pada hari pertama sampai hari ketiga (40–60%).

Perilaku memanggil tersebut umumnya setelah 24 jam sejak kemunculan serangga dewasa. Faktor kehadiran makanan dalam kandang hubungannya sangat berpengaruh pada laju aktivitas memanggil karena dengan adanya makanan perilaku lalat akan semakin aktif, begitupula bila lalat siap untuk meletakkan telurnya, mereka menjadi sangat agresif (Susanto, 2003).

Kopulasi antara lalat *L. sericata* jantan dan betina terjadi satu atau dua hari setelah keluar dari pupa bahkan beberapa jam setelah keluar dari pupa, lalat dapat langsung kawin (Rostaman, 2003). Menurut Arda Dinata (2006), pada umumnya perkawinan lalat terjadi pada hari kedua sampai hari ke-12 sesudah keluar dari pupa. Sehingga perilaku memanggil yang dilakukan oleh lalat betina dapat diamati beberapa jam setelah keluar dari pupa.

Berdasarkan waktu aktivitas memanggil paling tinggi (pukul 10.00 WIB) yang dilakukan oleh lalat betina *L. sericata* "virgin", maka waktu tersebut yang diambil untuk ekstraksi kelenjar feromon seks. Waktu pengambilan ekstraksi kelenjar feromon ini cukup penting dalam mendapatkan jumlah senyawa feromon secara maksimal karena sintesa dan pengeluaran feromon sangat singkat dan tertentu waktunya. Pemotongan dilakukan pada ujung abdomen karena letak kelenjar feromon *L. sericata* berada pada segmen terakhir dari abdomen. Ekstrak yang didapatkan kemudian dilarutkan ke dalam larutan heksan, hal ini disebabkan

larutan heksan mempunyai polaritas yang sama dengan senyawa feromon seksual *L. sericata*.

Pengujian Laboratorium

Berdasarkan pengujian laboratorium dengan menggunakan tabung Y yang dimodifikasi, ternyata lalat betina *L. sericata* memberikan respons terhadap semua bahan uji yang diujikan. Besarnya ketertarikan lalat betina terhadap bahan uji bervariasi, tertinggi pada ekstrak kelenjar feromon seks dan terendah respons pada lalat jantan.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Ketertarikan (IA) Lalat Jantan terhadap Ekstrak Feromon Seks, Lalat Betina 'virgin', Lalat Jantan dan Larutan Heksan

No.	Perlakuan	Rata-rata Nilai Ketertarikan (%)
1	Ekstrak kelenjar feromon seks vs larutan heksan	56
2	Lalat betina "virgin" vs larutan Heksan	52
3	Lalat jantan vs larutan heksan	36
4	Ekstrak feromon seks vs lalat betina "virgin"	48
5	Ekstrak feromon seks vs lalat jantan	44

Hasil pengamatan penelitian rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan *L. sericata* pada ekstrak kelenjar feromon seks dan larutan heksan, lalat betina "virgin" dan larutan heksan, lalat jantan dan larutan heksan, ekstrak kelenjar feromon seks dan lalat betina "virgin", serta ekstrak feromon seks dan lalat jantan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan dengan menggunakan ekstrak feromon seks dengan larutan heksan menunjukkan rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan yang paling banyak yaitu 56%. Sedangkan rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan yang paling kecil yaitu pada perlakuan lalat jantan dengan larutan heksan yaitu sebesar 36%.

Berdasarkan Tabel 2, respons lalat jantan terhadap lalat betina "virgin" lebih rendah dibandingkan ekstrak kelenjar feromon. Lalat jantan yang tertarik pada ekstrak kelenjar feromon seks sebesar 48%. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan tidak adanya makanan di dalam tabung Y (olfaktometer) yang mempengaruhi aktivitas perilaku memanggil lalat betina. Walaupun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kelenjar feromon yang digunakan sudah cukup baik. Sedangkan respons lalat jantan terhadap ekstrak kelenjar feromon pada perlakuan ekstrak kelenjar feromon dan lalat jantan yaitu 44%. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan senyawa feromon yang dikeluarkan oleh lalat jantan tidak membuat lalat jantan lain tertarik, meskipun ada pula lalat jantan yang tertarik. Selain itu, hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kelenjar feromon seks ini mampu untuk dijadikan salah satu alternatif pengendalian populasi lalat hijau.

Berdasarkan hasil rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan *L. sericata* terhadap bahan uji didapatkan bahwa lalat jantan lebih tertarik terhadap ekstrak kelenjar feromon seks dibandingkan dengan lalat betina "virgin", lalat jantan dan larutan heksan, yaitu 56%. Sedangkan rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan pada lalat betina "virgin" dengan larutan heksan yaitu sebesar 52% dan rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan yang paling rendah yaitu pada perlakuan lalat jantan dengan larutan heksan sebesar 36%. Pada perlakuan ekstrak kelenjar feromon seks dan lalat betina "virgin", rata-rata nilai ketertarikan lalat jantan sebesar 48% sedangkan pada perlakuan ekstrak kelenjar feromon dan lalat jantan, rata-rata nilai ketertarikannya sebesar 44%.

Pada perlakuan menggunakan ekstrak kelenjar feromon seks dan larutan heksan, lalat jantan yang tertarik pada ekstrak kelenjar feromon seks sebesar 56%. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan adanya senyawa feromon yang terkandung dalam ekstrak feromon tersebut. Pada perlakuan ini, terdapat lalat jantan yang tertarik pada larutan heksan. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan larutan heksan mempunyai polaritas yang sama dengan feromon seks pada lalat betina *L. sericata*.

Pada perlakuan menggunakan lalat betina dan larutan heksan, lalat jantan yang tertarik pada lalat betina "virgin" yaitu sebesar 52%. Hal ini dapat terjadi disebabkan adanya senyawa feromon seks yang dikeluarkan oleh lalat betina untuk menarik perhatian lalat jantan sehingga dapat terjadi perkawinan. Selain itu, respons lalat jantan terhadap lalat betina "virgin" lebih rendah bila dibandingkan dengan ekstrak kelenjar feromon. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan tidak adanya makanan di dalam tabung Y yang mempengaruhi aktivitas perilaku memanggil lalat betina. Walaupun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kelenjar feromon seks yang digunakan sudah cukup baik.

Pada perlakuan menggunakan lalat jantan dan larutan heksan, lalat jantan yang tertarik pada lalat jantan lagi yaitu sebesar 36%. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan adanya senyawa feromon seks pada lalat jantan sehingga mempengaruhi lalat jantan untuk bersifat homoseksual seperti yang terjadi pada lalat rumah (*Musca domestica*) dimana salah satu komponen feromon seksnya mempengaruhi lalat jantan dalam mencari pasangan baik mencari betina maupun jantan. Seperti halnya penelitian yang dilakukan Terry Adam (2005) pada lalat rumah (*Musca domestica*), yang mana lalat jantan diberi perlakuan dengan menggunakan 20-hydroxyecdysteroid yang dihasilkan oleh lalat betina karena secara alami unsur tersebut biasanya dihasilkan oleh lalat betina yang mendorong untuk mengatur produksi feromon seks. Hasilnya lalat jantan dapat memproduksi feromon spesifik betina. Penelitian ini menunjukkan bahwa baik lalat jantan dan lalat betina mampu untuk mensintesis feromon yang disebabkan oleh adanya 20-hydroxyecdysteroid. Hal ini membuktikan bahwa lalat jantan *L. sericata* ada yang bersifat homoseksual dalam memilih pasangan.

Pada perlakuan menggunakan ekstrak kelenjar feromon seks dan lalat betina yang masih "virgin", lalat jantan yang tertarik pada ekstrak feromon seks sebesar

48%. Dari hasil ini, respons lalat jantan terhadap lalat betina "virgin" lebih rendah dibandingkan ekstrak kelenjar feromon. Hal ini dapat terjadi mungkin disebabkan tidak adanya makanan di dalam tabung Y yang mempengaruhi aktivitas perilaku memanggil lalat betina *Lucilia sericata*. Menurut Raina (1993), kehadiran makanan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi feromon dan aktivitas memanggil.

Dari kelima perlakuan di atas, respons ketertarikan lalat jantan *L. sericata* terhadap ekstrak kelenjar feromon seks lebih tinggi dari bahan uji lainnya dengan nilai ketertarikannya sebesar 56%, sedangkan respons ketertarikan lalat jantan *L. sericata* yang paling rendah pada lalat jantan dengan nilai ketertarikannya sebesar 36%. Hasil ini menunjukkan bahwa ketertarikan *L. sericata* terhadap ekstrak kelenjar feromon seks lebih besar daripada terhadap lalat betina "virgin", lalat jantan dan larutan heksan. Meskipun demikian, ekstrak kelenjar feromon seks yang digunakan dalam penelitian ini sudah cukup baik.

Respons penciuman (olfactory) serangga sangat penting dalam menemukan lokasi makanan, tempat yang cocok untuk oviposisi, anggota koloni yang sama atau kasta dalam kehidupan social serangga, dan dalam mencari pasangan, dan di alam proses ini telah diteliti dalam hubungannya dengan zat penarik (atraktan) dan zat penolak (repelen) untuk pengendalian serangga (Metcalf & Flint, 1979). Selain atraktan seks serangga dapat mengeluarkan zat kimia lain yang dapat mempengaruhi tingkah laku dari individu yang termasuk dalam satu species. Zat penarik seks biasanya dikeluarkan oleh serangga betina untuk menarik serangga jantan dari jarak yang cukup jauh. Zat ini telah berhasil diekstrakkan pada ordo Lepidoptera dan dipakai untuk pengendalian hama tanaman. Sedangkan zat penolak dapat dikeluarkan oleh serangga atau tumbuh-tumbuhan dan digunakan untuk terhindar dari beberapa lawannya (Sastrodihardjo, 1979).

Dengan banyaknya lalat jantan *L. sericata* yang tertarik dengan ekstrak kelenjar feromon seks, hal ini menandakan bahwa pada lalat terdapat senyawa feromon seks sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan populasi lalat *L. sericata*. Umumnya feromon seks serangga terdiri dari beberapa campuran senyawa.

Secara umum produksi feromon pada lalat tergantung pada hormon juvenil, yang mana mempengaruhi perkembangan ovarium. Pematangan ovarium pada Diptera menghasilkan ecdysteroid, berdasarkan hal tersebut diperkirakan ecdysteroid ini yang mendorong untuk diproduksinya feromon pada lalat rumah betina (Witjaksono, 1999). Dengan demikian, respons lalat jantan *L. sericata* terhadap ekstrak kelenjar feromon seks menunjukkan bahwa ekstrak kelenjar feromon seks yang digunakan sudah cukup baik. Sehingga penggunaan feromon sebagai salah satu alat pengendali yang ramah lingkungan dapat digunakan.

Hal ini patut diperhitungkan dalam usaha pengendalian kepadatan lalat. Dengan memperhatikan hal tersebut, penyebaran lalat sebagai vektor penyakit dapat dikurangi sehingga pencegahan dapat dilakukan lebih awal. Pengendalian

juga dapat dilakukan dengan memelihara lingkungan dengan baik agar tidak memungkinkan lalat dapat berkembangbiak dengan cepat.

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu yang tepat untuk panggilan adalah jam 10.00 pagi dan dapat menarik lalat hijau 56%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angerilli, N.P.D., A.D. Permana, Y. Sasaerila, R. Hallet, R. Zilahi-Balogh and R. Edmonds. (1998). *Prospecting for insect pheromones in Indonesia: Finds, failures and the future*. J. Asia-Pacific Entomol. 1 (1): 23-33 (1998).
- Boror, J. D., Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. (1992). *Pengenalan pelajaran serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Du, J., X. Tang, S. Xu and J. Mial. (1996). *Developing new control techniques with insect sex pheromone*. In Proceedings. Internasional. Symposium. Insect pest control with pheromones. 165 – 174.
- Jutsum, A.R., and Gordon, R.F.S. (1989). *Insect pheromones in plant protection*. John Wiley & Sons. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore.
- Kalshoven, L. G. E. (1981). *The pest of crops in Indonesia*. Jakarta: P. T. Ichtiar Baru – Van Hoeve.
- Metcalf, C.L. & Flint W.P. (1979). *Destructive and useful insect*. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill Publishing Company.
- Natawigena, H. (1990). *Entomologi pertanian*. Bandung: Orba Shakti.
- Rostaman. (1999). *Kajian feromon seks pada serangga *Spodoptera exigua* Hubner (*Lepidoptera: Noctuidae*)*. Tesis Magister. Program Magister Biologi. Program Pasca Sarjana. Bandung: ITB (tidak diterbitkan).
- Sastrodihardjo. (1979). *Pengantar Entomologi Terapan*. Bandung: ITB
- Susanto, A., (2001). *Kajian Feromon seks pada serangga penggerek Umbi Kentang *Phthorimaea operculella* Zell. (*Lepidoptera: Gelechiidae*)*. Tesis Magister Bidang Khusus Entomologi Program Studi Biologi Program Pascasarjana, ITB.
- Witjaksono, K. Ohtani, M. Yamamoto, T. Miyamoto and T. Ando. (1999). *Response of Japanese Giant Looper male moth to synthetic sex pheromone and related compound*. Journal of Chemical Ecology. Vol. 25, No. 7: 1633- 1642.