

Feromon dan Pemanfaatannya
Dalam Pengendalian Hama Kumbang Kelapa
***Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)**
Pheromone and its Use to Control Coconut Beetle,
***Oryctes rhinoceros* (Coleoptera : Scarabaeidae)**

Jelfina C. Alouw

Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain
Indonesian Coconut and Other Palmae Research Institute

RINGKASAN

Feromon berperan dalam monitoring populasi hama sebagai bagian penting dalam pengendalian hama secara terpadu serta dapat digunakan dalam pengendalian hama yang berwawasan lingkungan. Penggunaan feromon dalam pengendalian hama *Oryctes rhinoceros* sudah dilakukan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa feromon agregasi sintetik dapat menangkap kumbang *O. rhinoceros* betina lebih banyak dibanding kumbang jantan. Rata-rata jumlah kumbang yang terperangkap pada lokasi dengan tingkat serangan ringan adalah 5,6 ekor/ha/bulan sedangkan pada lokasi dengan tingkat serangan berat mencapai 27 ekor/ha/bulan.

Kata kunci : Feromon, Oryctes rhinoceros.

ABSTRACT

Pheromone is valuable in monitoring pest population as a key ingredient in the integrated pest management and as an environmentally safely component to control pest population. Use of pheromone to control *Oryctes rhinoceros* beetles was done. Some research results showed that mean number of caught-female was higher than that of male when using synthetic aggregation pheromone. The mean number of beetles caught in coconut plantation with low and high level of *Oryctes rhinoceros* attack was 5,6 and 27 beetles/ha/month respectively.

Keywords : Pheromone, Oryctes rhinoceros.

PENDAHULUAN

Feromon adalah substansi kimia yang dilepaskan oleh suatu organisme ke lingkungannya yang memungkinkan organisme tersebut mengadakan komunikasi secara intraspesifik dengan individu lain. Feromon bermanfaat dalam monitoring populasi maupun pengendalian hama (Nation, 2002). Di samping itu feromon bermanfaat juga dalam proses reproduksi dan kelangsungan hidup suatu serangga (Klowden, 2002).

Keberhasilan penggunaan feromon sudah banyak dilaporkan. Salah satu contoh adalah penggunaan feromon sex untuk mengendalikan kumbang biji kapas.

Populasi hama dapat diturunkan dan menyebabkan penurunan penggunaan insektisida sampai 50% pada areal pertanaman kapas. Feromon ternyata bermanfaat juga bagi predator tertentu seperti laba-laba dalam memangsa hama. Studi yang sudah dilakukan pada laba-laba *Mastophora cornigera* menunjukkan bahwa predator tersebut menghasilkan feromon yang mirip dengan feromon sex dari spesies hama yang diserangnya. Sebagai akibat hama dapat ditangkap dengan mudah oleh laba-laba tersebut (Klowden, 2002).

Pengendalian dengan menggunakan feromon untuk mengendalikan populasi hama *Oryctes rhinoceros* sudah dilakukan oleh beberapa negara antara lain Filipina, Malaysia, Srilanka, India, Thailand dan Indonesia (APCC 2005a, 2005b). Hal ini dilakukan mengingat *O. rhinoceros* adalah hama yang berbahaya baik pada tanaman kelapa yang masih di pembibitan sampai tanaman dewasa (Kalshoven, 1981, Singh and Rethinam, 2005). Hama yang berasal dari Asia bagian selatan ini telah menyebar luas di daerah-daerah sentra kelapa. Serangga dewasanya masuk melalui pelepah yang belum terbuka atau melalui mayang yang belum terbuka. Setelah pelepah terbuka penuh maka gejala serangan seperti guntingan geometris terlihat jelas. Luka yang diakibatkan akan menjadi jalan masuk kumbang sagu (*Rhyncophorus ferrugineus*) dan mikroba-mikroba patogen. Pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan buah-buah yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Serangan berulang pada tanaman di pembibitan pada bagian titik tumbuhnya bisa menyebabkan kematian tanaman (Singh and Rethinam, 2005).

Penggunaan feromon dapat menurunkan populasi *O. rhinoceros* di lapangan, 5-27 ekor kumbang per hektar dapat terperangkap setiap bulan (APCC, 2006) dengan menggunakan feromon agregasi. Kumbang *O. rhinoceros* berbahaya pada tanaman kelapa, lima ekor kumbang (dalam tahap makan) per hektar dapat mematikan setengah dari tanaman yang baru ditanam (Balitka, 1989). Oleh sebab itu penggunaan feromon dapat menyelamatkan tanaman kelapa dari ancaman kehilangan produksi bahkan kematian tanaman. Penggunaan perangkap feromon dapat menurunkan populasi hama dan tingkat kerusakan hama sampai batas tidak merugikan serta menurunkan penggunaan insektisida dan kerusakan lingkungan (Roelofs, 1978). Di samping itu, feromon dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan penggunaan virus di lokasi-lokasi pelepasan virus untuk mengendalikan *O. rhinoceros* (APCC, 2006). Dalam tulisan ini akan memperkenalkan jenis dan manfaat feromon dalam komunikasi intraspesifik serangga dan pengendalian hama *O. rhinoceros*.

FEROMON SERANGGA

Istilah feromon pertama kali digunakan oleh Karlson dan Luscher (1959). Feromon berasal dari bahasa Yunani yakni *pherein* yang berarti membawa dan hormon yang berarti membangkitkan gairah. Feromon diproduksi oleh kelenjar-kelenjar eksokrin dan termasuk golongan *semiochemical* (*Semeon* dalam bahasa Yunani berarti suatu signal) atau signal kimia. Signal kimia dibagi dua, yakni feromon dan allelokimia atau substansi kimia yang dilepaskan oleh suatu organisme ke lingkungannya yang memungkinkan organisme tersebut berkomunikasi secara

interspesifik. Feromon pada awalnya disebut ektohormon karena dikeluarkan oleh kelenjar dan memiliki pengaruh fisiologi seperti hormon. Istilah tersebut bersifat kontradiksi dengan feromon karena hormon adalah substansi yang dikeluarkan secara internal untuk mempengaruhi organisme lain sedangkan feromon dikeluarkan secara eksternal untuk bisa mempengaruhi serangga lain.

Feromon terdiri atas asam-asam lemak tak jenuh. Senyawa kimia dengan berat molekul rendah seperti ester, alkohol, aldehida, ketone, epoxida, lactone, hidrokarbon, terpen dan sesquiterpene adalah komponen umum dalam feromon (Roelofs, 1978, Nation, 2002). Sintesa feromon dapat terjadi sepanjang kehidupan imago serangga, tetapi pengeluarannya hanya terjadi pada saat-saat tertentu sesuai kondisi lingkungan dan fisiologi serangga (Klowden, 2002). Produksi feromon oleh sejumlah serangga berada di bawah pengendalian hormon (Holman *et al.*, 1990). Hormon polipeptida yang mengendalikan biosintesis feromon sex pada serangga ngengat disebut PBAN (*Pheromone Biosynthesis Activating Neuropeptide*) (Raina dan Klun, 1984). PBAN pertama kali diisolasi dari *subesophageal ganglion* dari hama *Helicoverpa* (yang dahulu dikenal dengan *Heliothis*) *zea* (Raina *et al.*, 1989) dan telah diberi nama yaitu Hez-PBAN. Juvenile hormon (JH) juga berperan dalam produksi feromon pada sejumlah spesies (Nation, 2002).

Ekstrak feromon kasar dapat diperoleh dengan mengekstrak seluruh tubuh serangga atau hanya kelenjar-kelenjar yang mengandung feromon saja seperti di ujung abdomen untuk serangga dari ordo lepidoptera atau usus bagian belakang dari kumbang kulit kayu (*bark beetle*) (Ordo Coleoptera). Serangga dari ordo Lepidoptera, feromon diekstrak menggunakan metil klorida. Ekstrak tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan gas-liquid chromatography (Roelofs, 1995).

Feromon sudah diidentifikasi pada lebih dari 1600 spesies serangga yang mewakili lebih dari 90 famili dan 9 ordo (Roelofs, 1995). Feromon serangga pertama yang diisolasi pada pertengahan tahun 1950-an adalah dari serangga *Bombyx mori* (ngengat sutera). Feromon tersebut diberi nama *bombykol* dan dihasilkan dari 300.000 ngengat sutera. Dari jumlah tersebut hanya 5.3 mg bahan aktif yang diperoleh (Nation, 2002).

KLASIFIKASI FEROMON

Feromon dibagi dalam dua kelompok yaitu feromon primer dan *releaser*. Feromon primer dapat mempengaruhi fisiologi serangga sedangkan *releaser* mempengaruhi tingkah laku serangga dari spesies yang sama. Feromon primer umumnya terdapat pada serangga sosial dan belum banyak dipelajari karena sulitnya mengisolasi feromon tersebut. Feromon *releaser* dikelompokkan berdasarkan fungsi (Klowden, 2002) atau tingkah laku yang ditunjukkan oleh penerima (Shorey, 1973), yakni feromon sex, feromon agregasi, feromon alarm, feromon pengikut jejak dan distribusi atau feromon penanda lokasi. Feromon sex dapat dihasilkan oleh jantan atau betina untuk proses kawin. Pada sejumlah serangga dalam rangka proses kawin maka feromon sex dapat dihasilkan oleh kedua serangga (jantan dan betina) (Klowden, 2002). Feromon sex sintetik sudah banyak diproduksi dan merupakan salah satu produk penting dalam pengendalian hama (Nation, 2002).

Feromon agregasi adalah jenis feromon yang dikeluarkan untuk menarik serangga jantan maupun betina untuk berkelompok dan jenis feromon ini juga dapat meningkatkan kemungkinan kopulasi di dalam populasi tersebut. Feromon agregasi umumnya diproduksi oleh serangga-serangga dari ordo Coleoptera untuk mempertahankan diri terhadap serangan predator dan untuk mengatasi resistensi tanaman inang terhadap serangan kumbang tersebut. Sebagai contoh serangga betina kumbang kulit kayu pada saat mengetam masuk ke dalam pohon mengeluarkan feromon agregasi dan bersama-sama dengan terpena yang dihasilkan oleh pohon tersebut dapat menarik baik serangga jantan maupun betina. Kehadiran sejumlah besar serangga dapat mengatasi pertahanan dari pohon atau tanaman tersebut (Klowden, 2002).

Feromon alarm pada umumnya dihasilkan oleh serangga-serangga sosial. Feromon alarm dikeluarkan sebagai peringatan terhadap sesamanya pada saat ada ancaman atau bahaya dan untuk membentuk pertahanan koloni. Feromon pengikut jejak terdapat pada serangga-serangga sosial seperti semut, rayap dan lebah. Feromon ini sudah banyak dipelajari, sebagai contoh semut sudah membangun mekanisme yang sangat sensitif untuk mengikuti jejak sesamanya untuk mendapatkan sumber makanan. Pada saat makanan semakin berkurang maka feromon jejak juga akan berkurang. Feromon jejak menguap dengan cepat sehingga semut lain tidak lagi menuju ke tempat tersebut ketika sumber makanan semakin berkurang. Dengan demikian feromon tersebut tidak akan mengganggu semut untuk mendeteksi signal dari semut lain dari sumber makanan yang lain (Klowden, 2002).

Feromon penanda lokasi dikeluarkan oleh serangga tertentu untuk menjaga kepadatan populasi individu agar tidak melampaui kapasitas tampung. Sebagai contoh kumbang kulit kayu seperti disebutkan di atas. Pada saat kumbang mengeluarkan feromon agregasi, maka jantan dan betina akan berkumpul. Untuk menghindari kelebihan populasi maka serangga mengeluarkan feromon penanda lokasi atau disebut juga feromon *epideictic*

Feromon yang dihasilkan oleh suatu serangga dapat memiliki lebih dari satu fungsi, tergantung pada konteks tingkah laku dan lingkungan. Feromon dengan multifungsi disebut sebagai feromon *parsimony*. Sebagai contoh suatu feromon sex yang dihasilkan oleh ratu lebah madu (*Apis mellifera*) dapat berfungsi menarik pekerja untuk bergerombol mengelilinginya dan mempengaruhi jantan untuk kawin tetapi hanya pada saat feromon tersebut dibebaskan beberapa meter di atas udara sebagai jarak normal bagi lebah madu untuk kawin (Gary, 1962 dalam Nation, 2002).

DETEKSI FEROMON OLEH SERANGGA

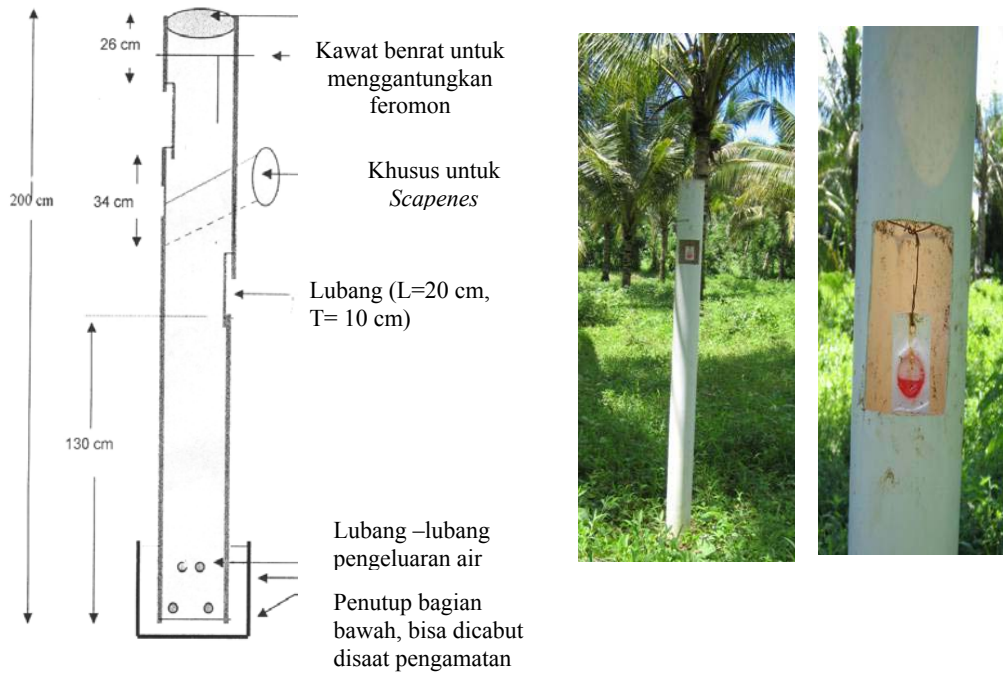
Feromon secara umum dideteksi oleh penerima bau yang berlokasi terutama di antena (Clyne *et al.*, 1999; Vosshall *et al.*, 1999; Vosshall *et al.*, 2000). Penerima feromon sex di antena terdiri atas satu atau dua sel saraf dibungkus dalam sebuah seta atau rambut halus pada antena, keseluruhan struktur tersebut disebut *sensillum*. Keberhasilan penggunaan feromon dipengaruhi oleh kepekaan penerima, jumlah dan bahan kimia yang dihasilkan dan dibebaskan per satuan waktu, penguapan bahan kimia, kecepatan angin dan temperatur.

Serangga betina ulat sutera hanya mengandung $\pm 0,01 \mu\text{g}$ feromon di dalam tubuhnya. Walaupun demikian berdasarkan teori atau konsep ruang aktif, maka betina tersebut dapat mempengaruhi jantan sampai dengan jarak 4,5 km. Jika feromon tersebut didistribusikan secara merata oleh betina dalam ruang aktif tersebut maka betina dapat menarik satu miliar ngengat ulat sutera. Walaupun demikian, distribusi secara merata di alam tidak pernah terjadi akibat perubahan arah angin, adanya penghalang seperti bangunan, pepohonan, dan objek lain yang terdapat di antara jantan dan betina yang menghalangi aliran angin dan terjadinya turbulensi. Di samping itu feromon dapat diabsorpsi juga oleh tanaman dan sejumlah bahan sehingga menurunkan jumlahnya di udara (Nation, 2002). Disamping feromon yang dapat disebarkan lewat udara, terdapat juga feromon yang bersifat kontak dan terbawa air (pada sejumlah hewan air).

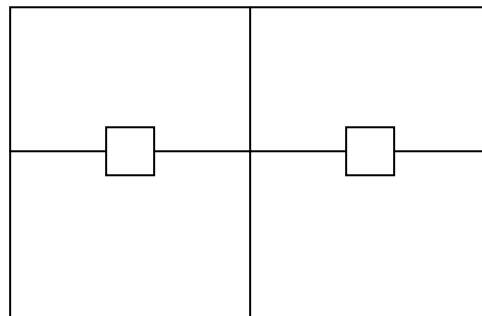
TEKNIK APLIKASI FEROMON PADA *O. rhinoceros*

Aplikasi feromon untuk mengendalikan hama *O. rhinoceros* dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat pipa paralon (T= 2 m, L= 10 cm). Pada bagian bawah paralon ditutup dengan penutup pipa atau sepotong kayu. Pada bagian bawah pipa dibuat ± 4 lubang untuk sirkulasi air. Dua lubang dibuat pada jarak 26 cm dari bagian atas pipa dan 130 cm dari bagian bawah pipa. Lubang masuk dibuat dengan ukuran lebar 20 cm dan tinggi 10 cm sebagai jalan masuk *O. rhinoceros*. Feromon sintetik digantung dengan menggunakan kawat benrat tepat di atas lubang masuk tersebut (Gambar 1). Serbuk gergaji sebanyak 2 kg sebagai tempat pembiakan kumbang dimasukkan ke dalam pipa tersebut. Dua feromon dibutuhkan dalam setiap hektar areal pertanaman kelapa (Gambar 2). Penggantian feromon dan serbuk gergaji dilakukan setiap tiga bulan (APCC, 2006, 2007). Teknik aplikasi feromon dengan ethyl chrysanthemumate dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat dari batang kelapa (Gambar 3).

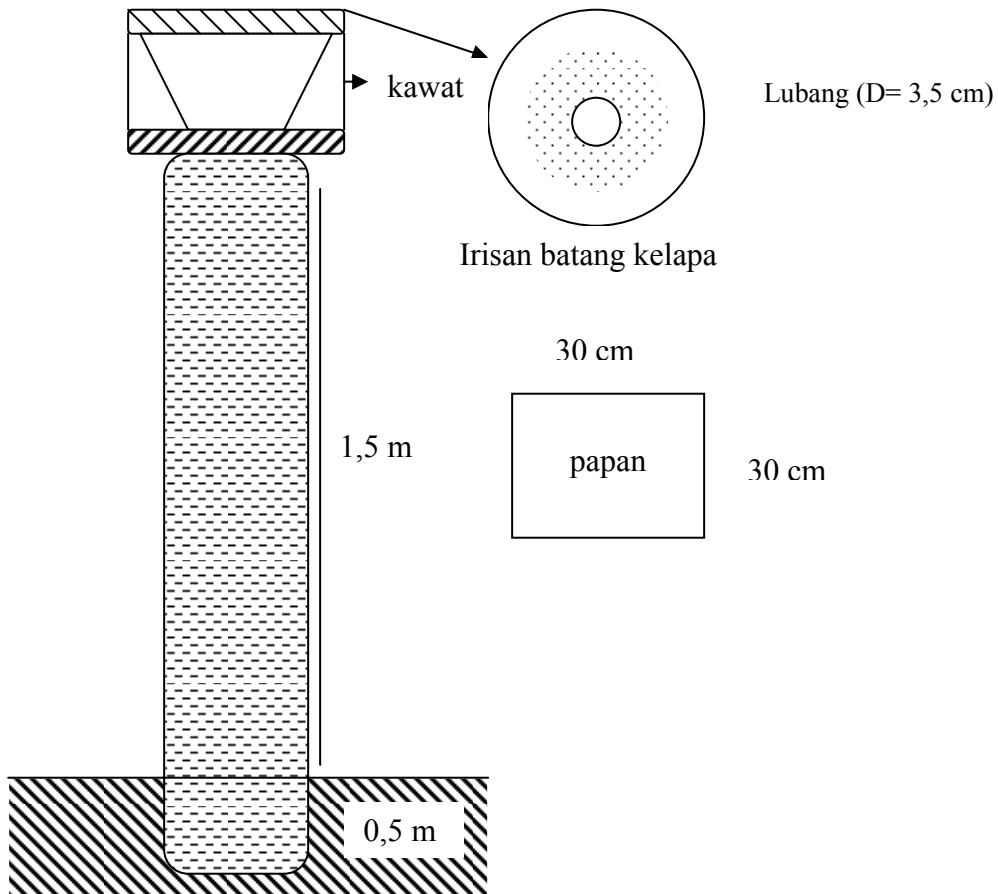
Pengamatan tingkat kerusakan tanaman perlu dilakukan sebelum dan sesudah aplikasi feromon. Dipilih 15 pohon kelapa secara sistematis dalam setiap hektar dan dinomori untuk pengamatan selanjutnya setelah aplikasi. Diamati 5 pelepah daun termuda dan dihitung jumlah guntingan akibat serangan *O. rhinoceros*. Pengamatan terhadap jumlah *O. rhinoceros* yang tertangkap dilakukan setiap bulan.



Gambar 1. Feromon dengan perangkat pipa paralon



Gambar 2. Penempatan feromon dalam setiap hektar areal pertanaman kelapa



Gambar 3. Perangkat kumbang kelapa *O. rhinoceros* menggunakan ethyl Chrysanthemumate (Dimodifikasi dari Gambar Hosang, 1991).

POPULASI KUMBANG TERPERANGKAP DENGAN FEROMON

Pengamatan jumlah *O. rhinoceros* yang tertangkap enam bulan setelah aplikasi dengan menggunakan feromon sintetik ethyl-4-mathyloctanoata menunjukkan bahwa feromon tersebut efektif digunakan dalam pengendalian hama *O. rhinoceros*. Sebanyak 206 ekor kumbang *O. rhinoceros* (89 jantan dan 119 betina atau 1:1,34) terperangkap setelah 6 bulan diaplikasi di 6 ha areal pertanaman kelapa. Jadi rata-rata jumlah *O. rhinoceros* yang tertangkap adalah sekitar 5,6 ekor/ha/bulan.

Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah serangga betina yang tertangkap lebih banyak dari pada serangga jantan. Hasil yang sama diamati juga oleh beberapa negara yang melakukan pengujian yang sama seperti Filipina, Malaysia, Thailand, India dan Sri Lanka dengan menggunakan feromon agregasi sintetik tetapi dengan

nama dagang yang berbeda (APCC, 2005a,b, APCC, 2006). Jenis feromon yang digunakan sebagai perangkap untuk hama *O. rhinoceros* tersebut tergolong feromon agregasi. Jadi, baik serangga betina maupun jantan dapat terperangkap.

O. rhinoceros yang bisa tertangkap di daerah-daerah dengan tingkat serangan berat jumlahnya lebih tinggi dibanding dengan daerah dengan tingkat serangan ringan. *O. rhinoceros* yang tertangkap di enam lokasi di Thailand dengan tingkat serangan 99%, enam bulan setelah aplikasi berjumlah 974 ekor (APCC, 2006). Jadi rata-rata jumlah yang tertangkap adalah 27 ekor/ha/bulan. Feromon yang digunakan ternyata dapat juga menarik kumbang sagu, *Rhynchoporus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) ke dalam perangkap. Kumbang sagu sering memperparah tanaman kelapa yang sudah diserang *O. rhinoceros* seperti yang diamati di beberapa tempat seperti di Jawa Timur (Mawikere *et al.*, 2006). Dengan demikian feromon ini bisa berperan dengan baik di areal pertanaman kelapa yang diserang oleh *O. rhinoceros* maupun *R. ferrugineus*.

Hasil penelitian penggunaan feromon agregasi ethyl chrysanthemumate untuk hama *O. rhinoceros* menunjukkan bahwa jumlah yang tertangkap selama 11 bulan aplikasi di Kebun percobaan Paniki dengan 15 perangkap per blok (± 7 ha atau 2-3 perangkap per ha) adalah sebanyak 131-212 kumbang (Mawikere *et al.*, 1989) atau 1,7 - 2,8 ekor per ha/bulan. Cara aplikasinya dilakukan dengan menggunakan perangkap dari batang kelapa (Gambar 3).

Feromon juga telah berhasil digunakan untuk mengevaluasi populasi kumbang terinfeksi virus di lapangan (Hosang, 1991, APCC, 2006) dan sebagai media penting untuk mendapatkan serangga terinfeksi untuk tujuan perbanyakan virus sebagai agensia hayati hama *O. rhinoceros*. Pengamatan jumlah kumbang yang terperangkap dengan menggunakan ethyl chrysanthemumate di daerah peremajaan kelapa di Desa Marinsow Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara yang dilepas dengan kumbang terinfeksi *Baculovirus oryctes* strain rec26 telah dilakukan. Jumlah kumbang terperangkap dengan menggunakan feromon tersebut berkisar antara 50-187 ekor/bulan (Sabbatoallah *et al.*, 1989). Feromon ini ternyata dapat juga menarik kumbang *Xylotrupes gideon* dan serangga-serangga lain dari famili Scarabaeidae (Hosang, 1991).

Data tersebut menunjukkan bahwa baik ethyl chrysanthemumate maupun ethyl-4-mathyloctanoate dapat digunakan sebagai perangkap untuk hama *O. rhinoceros*. Lima ekor kumbang (dalam tahap makan) per hektar dapat mematikan setengah dari tanaman yang baru ditanam (Balitka, 1989) sehingga penggunaan feromon dapat menyelamatkan tanaman kelapa dari ancaman kehilangan produksi bahkan kematian tanaman. Feromon berpeluang digunakan di daerah-daerah serangan *O. rhinoceros* yang sulit untuk diaplikasi dengan *M. anisopliae* misalnya daerah kering dengan kelembaban udara rendah sehingga cendawan ini lambat berkembang.

Kompatibilitas feromon dengan komponen pengendalian lain seperti pengendalian hayati yang ramah lingkungan menyebabkan feromon berperan penting dalam pengendalian hama *O. rhinoceros* secara terpadu.

PENUTUP

- Feromon diproduksi oleh serangga sebagai alat komunikasi dengan individu dalam kelompoknya.
- Feromon dapat dimanfaatkan untuk menurunkan populasi hama *O. rhinoceros* dan untuk mengevaluasi pemanfaatan *Baculovirus* di lapangan sehingga feromon berperan penting dalam pengendalian hama *O. rhinoceros* secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- APCC. 2005a. Coconut integrated pest management. Annual report. APCC. Jakarta. 195 p.
- APCC. 2005b. Coconut integrated pest management. Proceedings of the 2nd annual and mid-term review meeting of CFC/DFID/APCC/FAO project on coconut integrated pest management held in Negombo, Sri Lanka 13th-15th December 2005. 103 p.
- APCC 2006. Coconut integrated pest management. Annual report. APCC. Jakarta. 195 p.
- Balitka. 1989. Pengendalian kumbang kelapa secara terpadu. Badan Litbang, Balitka, FAO/UNDP, Dirjenbun, Direktorat Perlintan. 29 pp.
- Clyne, P. J, C. G. Warr, M. R. Freeman, D. Lessing, J. Kim, and J. R. Carlson. 1999. A novel family of divergent seven-transmembrane proteins: Candidate odorant receptors in *Drosophila*. *Neuron* 22, 327-338.
- Holman, G.M., R.J. Nachman and M.S. Wright. 1990. Insect neuropeptides. *Annu.rev. Entomol*, 35:201-217.
- Hosang, M.L.A. 1991. Ethyl chrysanthemumate, atraktan *Oryctes rhinoceros*. *Buletin Balitka*, 14:69-72.
- Karlson, P and M. Luscher. 1959. "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183, 55-56.
- Kalshoven, L.G.E and Pa Van Der Laan. 1981. Pests of crops in Indonesia. P.T. Ichtiar Baru, Jakarta. 701pp.
- Klowden, M.J. 2002. Physiological system in insects. Acad. Press. London.413 pp.
- Mawikere, J, A.A. Lolong, S. Sabbatoellah, A.M. Crawford, B. Zelazny, R.B. Maliangkay and H.F. Mangindaan. 1989. Control of *Oryctes* during replanting. Annual report on Integrated Coconut pest control project. Coconut Res. Inst, Manado, Sulawesi Utara. 115-121.
- Mawikere, J, J.C. Alouw and M.L.A. Hosang. 2006. Serangan *Oryctes rhinoceros* pada Pertanaman Kelapa di Jawa Timur. *Buletin Palma* 30:31-39
- Nation, L.N. 2002. Insect physiology and biochemistry. CRC Press. New York. 485 p.
- Raina, A.K. dan J.A. Klun. 1984. Brain factor control of sex pheromone production in the female corn earworm moth. *Science*, 225:531-533.

- Raina, A.K., H. Jaffe, T.G. Kampe, P. Keim, R.W. Blacher, H.M. Fales, C.T. Riley, J.A. Klun, R.L. Ridgway dan D.K. Hayes. 1989. Identification of a neuropeptide hormone that regulates sex pheromone production in female moths. *Science*, 244:796-798.
- Roelofs, W.L. 1978. Chemical control of insects by pheromones. *In* Rockstein, M. 1978. *Biochemistry of Insect* (edt). Acad. Press. New York, 419-464.
- Roelofs, W.L. 1995. Chemistry of sex attraction. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92:44-49.
- Sabbatoellah, S, A.M. Crawford, J. Mawikere, M.L.A. Hosang and B. Zelazny. 1989. Production of Baculovirus inoculum in disposable plastic pipettes for control of *Oryctes rhinoceros* by coconut farmers and extension workers. Annual report on Integrated coconut pest control project.
- Singh S.P and P. Rethinam. 2005. Rhinoceros beetles. APCC. Jakarta. 126 p.
- Shorey, H.H. 1973. Behavioral responses to insect pheromones. *Annu, Rev. Entomol.*, 18:349-380.
- Vosshall, L. B, H. Amrein, P. S. Morozov, A. Rzhetsky, and R. Axel. 1999. A spatial map of olfactory receptor expression in the *Drosophila* antenna. *Cell* 96, 725-736
- Vosshall, L.B, A. L. Wong, and R. Axel. 2000. An olfactory sensory map in the fly brain. *Cell* 102, (147-159).