

Perilaku Memanggil Ngengat Betina dan Evaluasi Respons Ngengat Jantan terhadap Ekstrak Kelenjar Feromon Seks pada Tanaman Cabai Merah (The Calling Behavior of Female and Male Response Evaluation of Sex Pheromone Glands Extract on Chili Peppers)

Hasyim, A, Setiawati, W, dan Murtiningsih, R

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517 Lembang, Bandung Barat 40391

E-mail: ahsolhasyim@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 16 Juni 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 18 Januari 2013

ABSTRAK. *Helicoverpa armigera* merupakan hama penggerek buah pada tanaman cabai merah di Indonesia. Kehilangan hasil akibat serangan *H. armigera* dapat mencapai 60%. Pengendalian yang umum dilakukan ialah menggunakan insektisida secara intensif, yang dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Feromon seks merupakan salah satu alternatif cara yang dapat digunakan untuk memonitor dan mengendalikan *H. armigera*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perilaku kawin ngengat betina *H. armigera* dan untuk mengevaluasi respons ngengat jantan terhadap feromon seks dari kelenjar ngengat betina dara *H. armigera* pada tanaman cabai merah. Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan di lahan petani di Desa Pabedilan Kaler, Kecamatan Pabedilan, Kabupaten Cirebon dari Bulan April 2009 sampai dengan Maret 2010. Penelitian dilakukan pada tiga tahap kegiatan yaitu : (1) perilaku memanggil betina dara dilakukan dengan cara memasukkan 20 ekor betina dara ke dalam vial plastik (10 ml) dan diberi makan larutan sukrosa 10%. Perilaku memanggil diamati setiap jam sepanjang malam, dimulai dari saat periode gelap mulai pukul 18.00 – 06.00, perlakuan diulang tiga kali, (2) untuk mengetahui respons ngengat jantan terhadap feromon seks dilakukan menggunakan tabung olfaktometer. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok terdiri atas lima perlakuan dan diulang lima kali, dan (3) evaluasi feromon seks dilakukan di lahan petani di Kabupaten Cirebon. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok terdiri atas enam perlakuan dan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku memanggil betina dara *H. armigera* mulai umur 1 hari mencapai maksimum pada hari ketiga pada periode 7 sampai 8 jam setelah *scotophase*. Respons ngengat jantan tertinggi terhadap feromon seks diperoleh dari ekstrak kelenjar feromon asal betina dara umur 4 hari sebesar 20,33% dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya kecuali dengan betina dara umur 2 dan 3 hari. Kerusakan buah cabai terendah dan berbeda nyata diperoleh dari perlakuan feromonoid seks + insektisida (9,25%) diikuti feromon seks + insektisida (16,13%), dan insektisida (13,55%). Kerusakan buah cabai tertinggi (49,29%) diperoleh pada perlakuan kontrol. Kombinasi antara penggunaan feromon dengan insektisida mampu menekan kehilangan hasil buah cabai merah akibat serangan *H. armigera* sebesar 61,10 – 62,18 % bila dibandingkan dengan kontrol. Feromon seks merupakan senyawa kimia yang efektif untuk memonitor dan mengendalikan populasi *H. armigera* pada tanaman cabai di lapangan.

Katakunci: Perilaku memanggil; Betina dara; Feromon seks; *Helicoverpa armigera*; *Capsicum annuum*

ABSTRACT. The fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) is one of the key pests of chili peppers in Indonesia. The larvae feed inside part of the chili peppers fruit, causing estimated losses up to 60%. Chemical treatment for controlling this insect pest is ineffective and eventually leads to environmental pollution. Therefore, new strategies for monitoring and controlling *H. armigera* need to be developed such as the use of a sex pheromone. Studies were conducted to identify the matting behavior of virgin females and to evaluate of pheromone gland extract of *H. armigera* on chili peppers. The experiments were conducted at Laboratory and Screenhouse of Indonesian Vegetables Research Institute and in the farmers fields at Pabedilan Kaler Village, Pabedilan Subdistrict, Cirebon Regency from April 2009 to March 2010 through three phase activities, i.e (1) matting behavior of female of *H. armigera* was studied under Pest Laboratory of Indonesian Vegetables Research Institute. To determine the periodicity of the matting behavior, the virgin females were placed just after emergence in a plastic vial (vol. 10 ml). Observation of matting behavior was observed every hours during scotophase at 18.00 pm to 06.00 am, the treatment replicated three times, (2) extraction and evaluation of the sex pheromone glands were evaluated using wind tunnel/olfactometer. A randomized complete block design was used with five treatments and five replications, and (3) field trials of the sex pheromone was conducted on chili peppers of farmers field in Cirebon (West Java). A randomized complete block design was used with six treatments and replicated four times. Results showed that the matting behavior of *H. armigera* virgin female start in their first day and reach their maximum point on the fourth day in the period of 7 – 8 hours after scotophase. *Helicoverpa armigera* males were attracted to gland extract from abdominal tips of fourth days virgin female moths in a wind tunnel were more attractive than to synthetic pheromone. However, no significant differences were detected between two to three-days old females. Mean of percent - age fruit damage on chili peppers was recorded in lowest and significantly different to sex pheromonoid + insecticide (9.25%), sex pheromone + insecticide (16.13%), and insecticide alone (13.55%). Control treatment was significantly different and the highest fruit infestation of 49.29 %. The used of pheromone combined with insecticide could reduce fruit damage up to 61.10 - 62.18 %, compared to control. In the field experiment showed that chili peppers yields from all treatments were significantly higher than that from control. Field data indicated that sexes pheromone were effective chemical compound to monitor and suppressed *H. armigera* population.

Keywords: Calling behavior; Virgin female; Sex pheromone; *Helicoverpa armigera*; *Capsicum annuum*

Cabai merah merupakan komoditas sayuran strategis dan ekonomis, karena pengelolaannya sangat intensif di tingkat petani berlahan sempit (<0,5 ha). Berdasarkan luas panen komoditas sayuran tahun 2009, luas panen cabai merah menduduki peringkat ketiga dengan luas panen sekitar 233,904 ha dengan produksi sebesar 1.378.727 t atau sekitar 5,89 t/ha (Badan Pusat Statistik 2011). Salah satu faktor utama penyebab rendahnya produksi cabai merah ialah adanya serangan hama yang terjadi pada semua tahap pengelolaan agribisnis. Serangan hama terjadi sebelum masa tanam, pada pertanaman, penyimpanan, dan pengangkutan produk.

Hama penggerek buah, *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera : Noctuidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman cabai merah. Hama ini mempunyai banyak tanaman inang, di antaranya kapas, jagung, tomat, bunga matahari, kacang-kacangan, dan tembakau (Fitt 1989, Shanower & Romeis 1999). Kehilangan hasil karena serangan hama *H. armigera* pada tanaman cabai merah dapat mencapai 60% (Luther et al. 2007) dan 52% pada tanaman tomat (Setiawati 1991). Dalam upaya memperkecil kerugian ekonomi akibat serangan *H. armigera*, para petani masih mengandalkan penggunaan insektisida yang dilakukan secara periodik. Petani umumnya mencampur 2–6 jenis insektisida dan melakukan penyemprotan sebanyak 21 kali per musim tanam (Adiyoga 2007). Dari pengalaman di lapangan diketahui bahwa penggunaan insektisida terbukti kurang efektif untuk pengendalian populasi *H. armigera*, karena insektisida yang digunakan biasanya hanya mampu mematikan larva, sedangkan larva *H. armigera* terlindung di dalam buah. Berbagai hasil penelitian melaporkan bahwa, *H. armigera* resisten terhadap insektisida dari golongan piretroid sintetik, organofosfat, dan karbamat (Ahmad et al. 1997, 2001, Ahmad 2007, Torres-Vila et al. 2002, Ramasubramanian & Regupathy 2004, Chaturvedi 2007), sedangkan aplikasi insektisida pada dosis *sublethal* dapat menyebabkan timbulnya resurgensi (Bao et al. 2009).

Teknologi alternatif yang lebih efektif, efisien, dan ramah lingkungan untuk mengendalikan *H. armigera* saat ini ialah menggunakan feromon seks. Feromon seks merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk berkomunikasi oleh serangga dalam satu spesies (sejenis). Secara umum, proses perkawinan serangga dipengaruhi oleh feromon seks yang diproduksi oleh serangga betina untuk menarik serangga jantan (Allison & Carde 2007). Hasil penelitian pada beberapa spesies Lepidoptera di Jepang menunjukkan, feromon seks merupakan hasil proses biosintesis (*pheromone biosynthesis activating neroupeptide*) pada *subesophageal ganglion* dan digunakan serangga betina untuk menarik

serangga jantan (Kawai et al. 2007, Xiao et al. 2002). Mekanisme dalam feromon seks berbeda di antara spesies (Wang 2008). Feromon seks serangga dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan serangga hama, baik secara langsung maupun tidak langsung, yaitu untuk memantau serangga hama, sebagai perangkap massal, mengganggu perkawinan (*matting disruption*), dan bila feromon sebagai atraktan dikombinasikan dengan insektisida dapat bersifat sebagai pembunuh (*attracticide*) (Heath & Tumlinson 1986, Heath et al. 1986, Tumlinson et al. 1990).

Feromon seks memiliki sifat yang spesifik untuk aktivitas biologis, di mana jantan atau betina dari spesies yang lain tidak merespons terhadap feromon yang dikeluarkan betina atau jantan dari spesies yang berbeda. Para peneliti mengenali lebih dari 1600 feromon pada berbagai serangga, termasuk serangga hama. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa feromon seks efektif menekan populasi *H. armigera* (Zhao et al. 2009, Wang et al. 2005, Kumar & Shivakumara, 2003, Jantan & Zaki 2001, Setiawati et al. 1993). Hasil analisis kandungan feromon seks *H. armigera* berbeda-beda. Wang et al. (2005) dan Kumar & Shivakumara (2003) melaporkan bahwa kandungan feromon seks *H. armigera* ialah (Z)-11-hexadecenal, (Z)-9-hexadecenal, (Z)-11-hexadecenal-1-ol, *hexadecenal* dan *hexadecanol*, sedangkan penelitian di China melaporkan bahwa kandungan feromon seks *H. armigera* ialah *saturated aldehyde* (16:Ald), (Z)-9-hexadecenal (Z-9-16:Ald), (Z)-11-hexadecenal (Z-11-16:Ald), *hexadecanol* (16:OH), dan (Z)-11-hexadecenal (2-11-16:OH) (Wu et al. 2008).

Beberapa keunggulan feromon seks ialah (1) bersifat selektif untuk spesies hama tertentu, (2) mampu menekan populasi serangga secara nyata, (3) bersifat ramah lingkungan, dan (4) menurunkan biaya penggunaan insektisida hingga Rp2 juta/ha dibandingkan dengan tanpa menggunakan feromon seks yang mencapai Rp4–6 juta/ha (Samudra 2006). Dengan menggunakan feromon seks, intensitas serangan hama ulat bawang menurun hingga 8% dibandingkan dengan cara petani yang mencapai serangan 25%.

Masalah yang dihadapi dalam pemanfaatan feromon seks ialah bahan feromon masih sangat terbatas dan belum dijual di pasaran bebas seperti pestisida, kecuali Feromon Exi yang diperuntukkan untuk mengendalikan ulat bawang (*Spodoptera exigua*), yang diproduksi oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Feromonoids seks *H. armigera* sampai saat ini belum dikembangkan di Indonesia, sehingga untuk mendapatkannya harus mengimpor

dengan konsekuensi harga yang mahal. Ada indikasi respons yang berbeda dari suatu spesies terhadap feromon seks dari spesies yang sama dari daerah geografik yang berbeda (Toth 1996, Angerilli *et al.* 1998, Miller *et al.* 1997, McElfresh & Millar 1999). Dengan demikian, feromon seks yang diimpor diduga belum tentu sesuai bagi serangga *H. armigera* asal Indonesia. Oleh karena itu perlu dibuat feromon seks *H. armigera* yang berasal dari Indonesia. Sebagai langkah awal perlu dilakukan beberapa studi untuk mengetahui potensi feromon seks yang diperoleh dengan memotong ujung abdomen (*abdominal tip*) dari serangga betina *H. armigera*. Hipotesis yang diajukan ialah feromon seks yang berasal dari serangga betina *H. armigera virgin* efektif untuk menarik serangga jantan *H. armigera*.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, diduga bahwa umur betina dara dapat memengaruhi respons ngengat jantan terhadap feromon seks yang dikeluarkannya. Tujuan penelitian ialah untuk mengetahui waktu memanggil (*calling behavior*), umur betina dara *H. armigera* penghasil feromon seks terbaik, serta untuk mengevaluasi efikasi feromon seks terhadap *H. armigera* jantan dan hubungannya dengan penekanan kerusakan buah cabai di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang pada suhu $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 75–80% dan di lahan petani di Desa Pabedilan Kaler, Kecamatan Cirebon, mulai Bulan April 2009 sampai dengan Maret 2010.

Pemeliharaan *H. armigera*

Larva *H. armigera* diambil dari pertanaman cabai merah di sekitar Lembang dan diperbanyak di Laboratorium dan Rumah Kasa Hama, Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Larva dipelihara dalam botol koleksi dan diberi pakan alami (jagung). Setelah larva memasuki instar akhir atau sudah terbentuk pupa, serangga dipindahkan ke dalam stoples-stoples plastik yang telah diberi larutan sukrosa 10% sebagai makanan imago. Untuk perbanyak massal dimasukkan 10 pasang imago umur 1–3 hari ke dalam stoples-stoples plastik (50 x 50 x 50 cm) yang dilapisi kertas saring dan ditutup dengan kasa sebagai tempat peletakan telur dan diberi larutan sukrosa 10% sebagai makanan imago.

Ekstraksi dan Koleksi Feromon Seks

Ciri-ciri ngengat *H. armigera* ialah memiliki sayap depan berwarna coklat dengan satu bintik hitam pada sayap tersebut. Sayap belakang memiliki tepi berwarna

hitam, sedangkan pangkal sayap berwarna putih kecoklatan. Ngengat jantan dapat dibedakan dengan ngengat betina karena pola bercak pirang tua (merah) pada ngengat betina, sedangkan pada ngengat jantan terdapat pola bercak berwarna kehijauan pada ujung sayapnya.

Kelenjar feromon diperoleh dengan memotong ujung abdomen (*abdominal tip*) 20 ekor ngengat betina yang belum kawin (*virgin*) berumur 1, 2, dan 3 hari. Pemotongan dilakukan 7–8 jam setelah *scotophase* (pukul 12.00 – 01.00 dini hari).

Ekstrak feromon dikumpulkan dari serangga uji sebanyak 20 ekor. Selanjutnya ujung abdomen tersebut dimasukkan ke dalam botol gelas kecil (5 ml) dengan tutup teflon dan diekstraksi dengan larutan heksan sebanyak 4 ml selama 60 menit. Kemudian botol tersebut diberi label dan ditutup dengan parafilm lalu disimpan dalam *freezer* dengan suhu -10°C (Ono *et al.* 1990) untuk keperluan analisis maupun pengujian baik di laboratorium maupun di lapangan.

Penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu:

Perilaku Memanggil (*Calling Behavior*)

Perilaku memanggil merupakan salah satu aspek dasar yang perlu diketahui dalam penelitian feromon seks. Perilaku memanggil pada ngengat betina *H. armigera* ditunjukkan dengan menekukkan bagian ujung abdomen, ujung posterior tampak menekan-nekan ke bawah seolah-olah mau bertelur, posisi sayap terangkat dengan posisi membuka. Penelitian perilaku memanggil dilakukan dengan mengamati 20 ngengat betina yang belum berkopulasi selama 5 hari berturut-turut. Masing-masing ngengat betina dimasukkan ke dalam stoples dan diberi makan larutan sukrosa 10%. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap aktivitas/perilaku memanggil dari ngengat betina setiap jam sepanjang malam, dimulai dari saat periode gelap (*scotophase*) yakni dari pukul 18.00 sampai 06.00, perlakuan diulang tiga kali.

Penelitian Laboratorium Senyawa Feromon Seks dengan Tabung Olfaktometer

Penelitian laboratorium feromon seks *H. armigera* dilakukan menggunakan tabung olfaktometer, yang terdiri dari lima perlakuan dan diulang lima kali. Rancangan yang digunakan ialah acak kelompok. Perlakuan yang diuji sebagai berikut: (a) feromon dari betina dara yang berumur 1 hari, (b) feromon dari betina dara yang berumur 2 hari, (c) feromon dari betina dara yang berumur 3 hari, (d) feromon dari betina dara yang berumur 4 hari, dan (e) feromonoid seks (sintetik) yang berasal dari AVRDC Taiwan.

Sebanyak 20 ekor ngengat jantan dimasukkan ke dalam tabung F, sedangkan senyawa uji dimasukkan ke

dalam tabung A sampai E. Selanjutnya dialirkan udara basah dari pompa (*Medipump* 1132 D) pada tabung A sampai E. Konsentrasi feromon betina dara yang digunakan untuk masing-masing perlakuan sebanyak 1 ml/l. Pengamatan jumlah jantan *H. armigera* yang tertarik terhadap senyawa uji dilakukan pada 24 jam setelah perlakuan.

Penelitian Lapangan

Penelitian dilakukan di lahan petani seluas 2000 m² di Desa Pabedilan Kaler, Kecamatan Pabedilan, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok terdiri dari enam perlakuan dan diulang empat kali.

Perlakuan yang diuji sebagai berikut:

- Kontrol (tanpa feromon dan tanpa insektisida),
- Pengendalian secara konvensional menggunakan insektisida yang diaplikasikan secara rutin 1 minggu sekali,
- Feromonoid seks asal AVRDC Taiwan,
- Feromon seks,
- Feromonoid seks asal AVRDC Taiwan + insektisida,
- Feromon seks + insektisida.

Varietas cabai merah yang digunakan ialah Tit Segitiga. Tanaman cabai merah ditanam pada bedengan yang terdiri dari empat baris tanaman cabai merah dengan jarak tanam rapat 40 x 20 x 40 x 20 cm. Jumlah tanaman dalam satu bedengan 200 tanaman. Jumlah tanaman/perlakuan ialah 400 tanaman. Feromon seks dipasang di tengah-tengah perlakuan pada umur 1 bulan setelah tanam. Pemupukan menggunakan kompos 1 t/ha, pupuk buatan: ZA 50 kg, Urea 30 kg, Kiserit 10 kg, Zeolit 10 kg, KCl 40 kg, SP-18 120 kg, Borat 1 kg, dan pupuk hidrokompleks 55 kg. Sebelum tanam, dilakukan pengapuran lahan menggunakan dolomit sebanyak 600 kg/ha.

Tanaman contoh ditetapkan secara sistematis bentuk – U (*U shape*) sebanyak 10 tanaman per petak perlakuan. Pengamatan dilakukan tiap minggu mulai 14 hari setelah tanam (HST) untuk menghitung: (1) populasi *H. armigera* /tanaman contoh, (2) populasi *H. armigera* yang tertangkap, (3) kerusakan buah cabai akibat serangan *H. armigera*, dan (4) hasil panen. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata BNJ pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku Memanggil Betina Dara *H. armigera*

Hasil pengamatan perilaku memanggil disajikan pada Gambar 1 dan 2. Ngengat betina *H. armigera*

memanggil serangga jantan dengan cara menekukkan bagian ujung abdomen, ujung posterior tampak menekan-nekan ke bawah seolah-olah hendak bertelur, dengan posisi sayap terangkat dan membuka.

Ngengat betina *H. armigera* mulai menunjukkan perilaku memanggil 1 jam setelah fase gelap (*scotophase*). Pelepasan feromon pada serangga *H. armigera* dimulai pada awal *scotophase* dan berakhir menjelang *photophase*. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa serangga betina *H. armigera* mencapai puncak memanggil pada 12 jam setelah *scotophase*. Dari data ini dapat diperkirakan kadar feromon mencapai puncaknya pada waktu tersebut. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ming *et al.* (2007) menyatakan bahwa puncak memanggil *H. armigera* dan *H. assulta* ialah pada 6 jam setelah *scotophase*, sedangkan Dunkelblum & Kehat (1992) menyatakan bahwa puncak memanggil *Heliothis peltigera* ialah antara 6-8 jam setelah *scotophase*. Selanjutnya Zao *et al.* (2009) menjelaskan bahwa lamanya periode memanggil dan tingkah laku memanggil *H. armigera* tidak sama dan bergantung pada variasi genetik *H. armigera*.

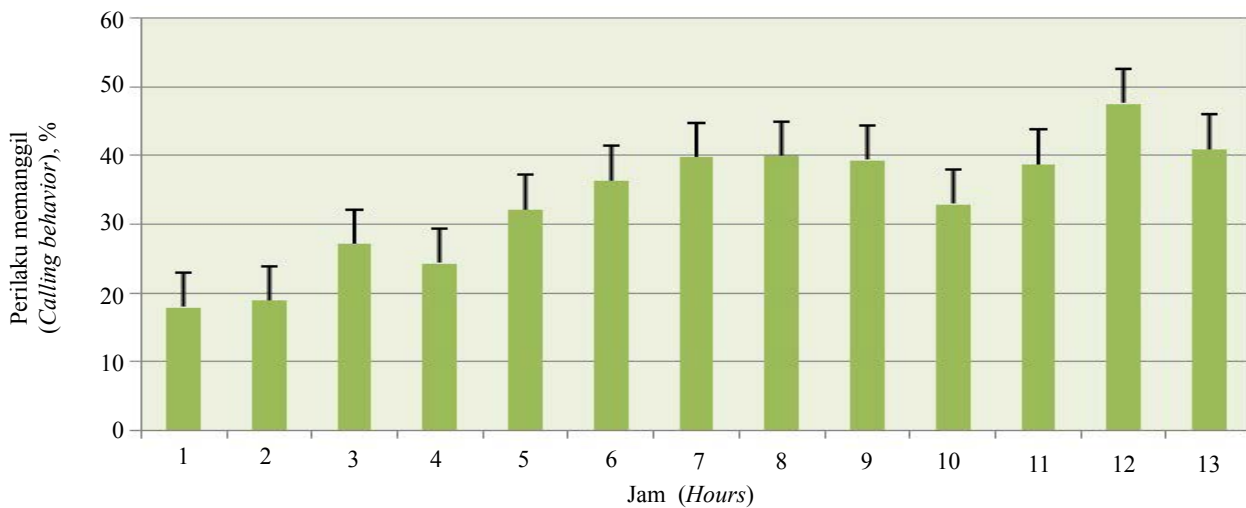
Aktivitas perilaku memanggil ini berhubungan dengan pelepasan feromon seks. Menurut McNeil (1991) feromon seks dikeluarkan pada saat betina dara yang aktif memanggil. Perilaku memanggil serangga betina tersebut umumnya terjadi setelah 2-4 jam sejak munculnya serangga dewasa. Jumlah ngengat betina yang menunjukkan perilaku memanggil semakin meningkat sejalan bertambahnya umur dan mencapai puncaknya pada umur 4 hari atau 96 jam (45%).

Wongton *et al.* (1992) melaporkan bahwa pelepasan feromon pada *H. armigera* terjadi pada 2-4 hari. Waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas memanggil mungkin meningkat atau menurun pada malam yang berurutan, bergantung pada spesies serangga. Pelepasan feromon seks merupakan proses yang kompleks yang berhubungan dengan kematangan seksual ngengat betina, fotoperiode, dan intensitas cahaya.

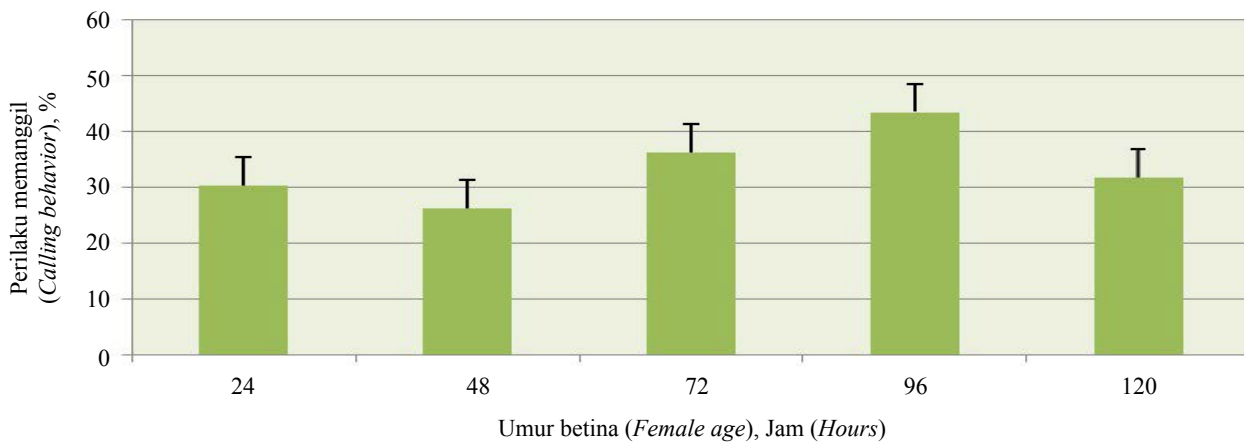
Respons Imago *H. armigera* Jantan

Hasil pengamatan terhadap respons ngengat jantan disajikan pada Tabel 1. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa ngengat jantan *H. armigera* memberikan respons yang berbeda terhadap semua feromon seks yang diuji.

Tahapan ngengat jantan untuk sampai pada feromon ialah sebagai berikut: setelah feromon tercium oleh alat penerima, ngengat jantan keluar dari tabung kemudian berjalan sambil menggetarkan sayapnya. Ngengat jantan berputar zig-zag dan kadangkala diselingi dengan meloncat-loncat. Sebagian besar ngengat jantan dapat mencapai sumber feromon. Besarnya respons ngengat jantan terhadap feromon bervariasi bergantung



Gambar 1. Persentase perilaku memanggil serangga betina dara *H. armigera*, 1–13 jam setelah fase gelap (*Percentage of calling behavior of *H. armigera* virgin female 1–13 hours after scotophase*) bars mean standard error



Gambar 2. Persentase perilaku memanggil serangga betina dara *H. armigera* pada berbagai umur (Jam) (*Percentage of calling behavior at various virgin female ages of *H. armigera* (hours)*) bars mean standard error

pada perlakuan yang diuji. Respons tertinggi diperoleh dari ekstrak kelenjar feromon dari betina dara yang berumur 96 jam sebesar 20,33% dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, diikuti oleh betina dara yang berumur 48 dan 72 jam. Feromon sintetik hanya mampu menarik ngengat jantan sebesar 9,22% dan tidak berbeda nyata dengan ekstrak betina dara pada yang berumur 24 jam. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wongton *et al.* (1992) yang menyatakan bahwa betina dara dengan umur 48, 72, dan 96 jam merupakan perlakuan terbaik untuk menarik ngengat jantan dan menghasilkan kualitas feromon terbaik.

Evaluasi Feromon Seks di Lapangan

Hasil pengamatan terhadap rerata ngengat jantan yang tertangkap per hari disajikan pada Gambar 3. Ngengat *H. armigera* jantan lebih tertarik pada feromonoid seks (feromon sintetik) dibandingkan dengan feromon seks hasil ekstraksi. Hasil ini

berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium menggunakan olfaktometer (Tabel 1). Hal ini kemungkinan disebabkan feromonoids seks lebih stabil dibandingkan dengan feromon seks hasil ekstraksi. Faktor lingkungan fisik berupa sinar ultra violet kemungkinan dapat menyebabkan penguapan yang berlebihan dan degradasi (oksidasi) senyawa pada ekstrak feromon seks yang menyebabkan feromon tersebut hilang (rusak), sehingga kurang menarik ngengat jantan. Faktor penting yang berpengaruh terhadap jumlah tangkapan ialah komposisi feromon, jenis dispenser, penempatan alat/perangkap, kecepatan pelepasan, kepadatan hama sasaran, dan luas areal pengendalian (Vicker 1996).

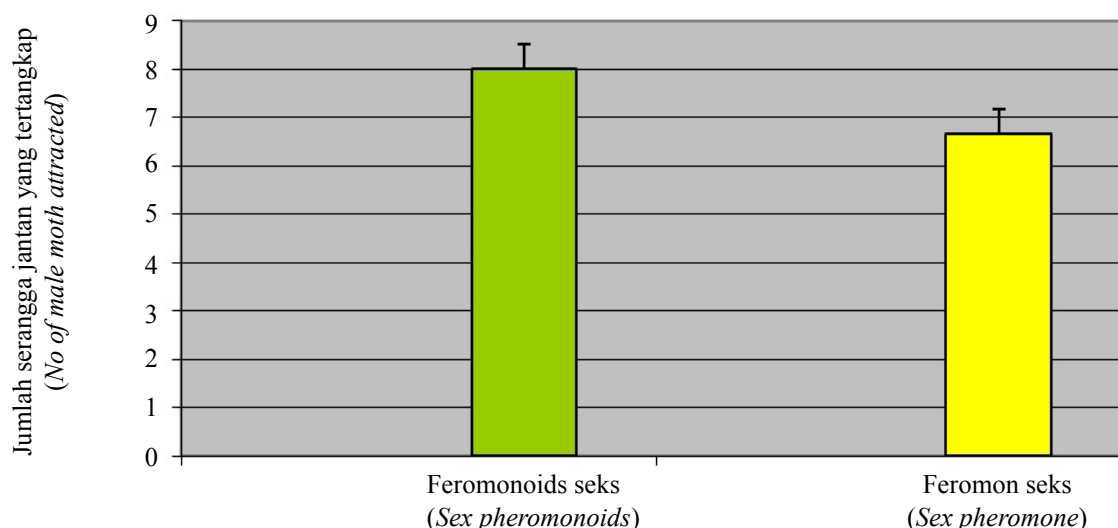
Kerusakan buah cabai akibat serangan *H. armigera* disajikan pada Tabel 2. Terdapat hubungan antara populasi ngengat *H. armigera* jantan yang tertangkap dengan kerusakan buah cabai yang dihasilkan. Penggunaan feromonoids seks secara tunggal mampu menekan kerusakan tanaman cabai merah akibat

Tabel 1. Rerata banyaknya ngengat jantan yang memberi respons terhadap ekstrak kelenjar feromon pada berbagai umur betina dara (*The average of H. armigera males response to gland extract and synthetic pheromone at various virgin female ages (hours)*) Lembang 2009

Betina dara (Virgin female)	Respons <i>H. armigera</i> jantan (Response of <i>H. armigera</i> males), %
24 Jam (Hours)	7,22 b
48 Jam (Hours)	14,23 ab
72 Jam (Hours)	13,56 ab
96 Jam (Hours)	20,23 a
Feromonoids sex (Synthetic pheromone)	9,22 b
KK (CV), %	6,76

Tabel 2. Persentase buah cabai merah terserang *H. armigera* dan hasil panen cabai merah (*Percentage of fruit damage by H. armigera and chili peppers yield*) Cirebon 2009

Perlakuan (Treatments)	Buah terserang <i>H. armigera</i> (Fruit damage infested by <i>H. armigera</i>), %	Hasil panen (Yield)	
		kg/plot	t/ha
Feromon seks (<i>Sex pheromone</i>)	28,10 ab	37,09 b	6,63
Feromonoids seks (<i>Sex pheromonoids</i>)	27,90 ab	41,50 b	7,01
Feromon seks + insektisida (<i>Sex pheromone + insected</i>)	10,93 b	61,57 a	10,41
Feromonoids seks + insektisida (<i>Sex pheromonoids + insecticide</i>)	9,25 b	63,39 a	10,71
Insektisida (<i>Insecticide</i>)	13,45 b	51,67 ab	8,73
Control (<i>Untreated plot</i>)	49,29 a	23,98 c	4,05
KK (CV), %	12,17	16,75	



Gambar 3. Rerata ngengat jantan *H. armigera* yang tertangkap feromon seks per hari (*The average of male moth of H. armigera attracted by sex pheromone per day*) Bars mean standard error

serangan *H. armigera* sebesar 43,88%, feromon seks secara tunggal sebesar 43,40%. Perpaduan penggunaan feromonoids seks dan feromon seks dengan insektisida mampu menekan kerusakan buah cabai merah masing-masing sebesar 77,83 dan 81,23% bila dibandingkan dengan kontrol. Penggunaan insektisida secara tunggal hanya mampu menekan kerusakan buah cabai akibat serangan *H. armigera* sebesar 73,95%.

Hasil panen cabai tertinggi terjadi pada petak perlakuan feromonoids seks dengan insektisida sebesar 10,71 t/ha diikuti oleh perlakuan feromon seks dengan insektisida sebesar 10,41 t/ha. Penggunaan feromonoid seks dan feromon seks secara tunggal hanya mampu

menghasilkan produksi sebesar 7,01 dan 6,63 t/ha berturut-turut, sedangkan perlakuan insektisida tunggal hanya mampu menghasilkan produksi sebesar 8,73 t/ha, dan kontrol hanya mampu menghasilkan produksi sebesar 4,05 t/ha. Kombinasi antara penggunaan feromon seks dengan insektisida mampu menekan kehilangan hasil sekitar 61,10–62,18% bila dibandingkan dengan kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Betina dara *H. armigera* menunjukkan perilaku memanggil mulai umur 1 hari dan mencapai

- puncaknya pada hari ketiga pada periode 12 jam setelah *scotophase* (fase gelap).
2. Respons ngengat jantan tertinggi terhadap feromon seks yang diperoleh dari ekstrak kelenjar feromon asal betina dara yang berumur 4 hari sebesar 20,33 %.
 3. Kombinasi antara penggunaan feromon dengan insektisida mampu menekan kehilangan hasil buah cabai merah akibat serangan *H. armigera* sekitar 61,10–62,18%.

PUSTAKA

1. Adiyoga, W 2007, *Overview of production, consumption and distribution aspects of hot pepper in Indonesia*, Annual report Indonesian Vegetables Research Institute, unpublished report.
2. Ahmad, M, Arif, MI & Attique, MR 1997, 'Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Pakistan', *Bull. Entomol. Res.*, vol. 87, pp. 343-47.
3. Ahmad, M, Arif, MI & Ahmad, Z 2001, 'Resistance to carbamate insecticides in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan', *Crop Protec.*, vol. 20, pp. 427-32.
4. Ahmad, M 2007, 'Insecticide resistance mechanisms and their management in *Helicoverpa armigera* (Hübner) A review', *J. Agric. Res.*, vol. 45, no. 4, pp. 319-35.
5. Ahmad, M, Sayyed, AH, Saleem, MA & Ahmad, M 2008, Evidence for field resistance to newer insecticides in, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) from Pakistan, *Crop Protec.*, vol. 27, pp. 1367-72.
6. Allison, DJ & Carde, TR 2007, 'Male pheromone blend preference function measured in choice and no-choice wind tunnel trials with almonds moths', *Cadra cautella*, *Anim. Behavior*, vol. 75, pp. 259-66.
7. Angerilli, NPD, Permana, AD, Sasaerila, Y, Hallet, R Zilahi Balogh, R & Edmonds, R 1998, 'Prospecting for insect pheromones in Indonesia: Finds, Failures and the Future', *J. Asia-Pasific Entomol.*, vol. 1, no. 1, pp. 23-33.
8. Arnaud, L & Haubruge, E 2002, 'Insecticide resistance enhances male reproductive success in a beetle', *Evolution*, vol. 56, pp. 2435-44.
9. Babilis, NA & Mazomenos, BE 1992, 'Pheromone production in *Sesamia nonagrioides*: Diel periodicity and effect of age and mating', *J. Insect. Physiol.*, vol. 38, pp. 561-64.
10. Backman, AC, Bengtsson, M & Witzgall, P 1997, 'Pheromone release by individual females of codling moth, *Cydia pomonella*', *J. Chem. Ecol.*, vol. 23, pp. 807-15.
11. Bao, HB, Liu, SH, Gu, JH, Wang, XZ, Liang, XL & Liu, ZW 2009, 'Sublethal effects of four insecticides on the reproduction and wing formation of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*', *Pest Manag. Sci.*, vol. 65, pp. 170-74.
12. Badan Pusat Statistik 2011, *Vegetables harvested area in Indonesia 2006 – 2010*, Statistics Indonesia and Directorate General of Horticulture, viewed 2 January 2012 <http://www.bps.go.id/aboutus.php?tabel=1&id_subyek=55>.
13. Chaturvedi, I 2007, 'Status insecticide resistance in the cotton boll worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner)', *J. Cent. Eur. Agric.*, vol. 8, no. 2, pp. 171-82.
14. Dunkelblum, E & Kehat, M 1992, 'Sexual behavior of *Heliothis peltigera* (Lepidoptera: Noctuidae)', *Bull. Entomol. Res.*, no. 82, pp. 13-17.
15. Fitt, GP 1989, 'The ecology of *Heliothis* in relation to agroecosystems', *Ann. Rev. Entomol.*, vol. 34, pp. 17-52.
16. Heath, RR & Tumlinson JH 1986, 'Correlation of retention times on a liquid crystal capillary column with reported vapor pressures and half-lives of compounds used in pheromone formulations', *J. Chem. Ecol.*, vol. 12, pp.2081-88.
17. Heath, RR, Teal, PEA, Tumlinson, JH & Mengelkoch, LJ 1986, 'Prediction of release of multicomponent pheromone blends from rubber septa', *J. Chem. Ecol.*, vol. 12, pp. 2133-43.
18. Heath RH, McLauchin JR, Proshold, F & Teal, PEA 1991, 'Periodicity of female sex pheromone titer and release in *Heliothis subflexa* and *H. virescens* (Lepidoptera: Noctuidae)', *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, vol. 84, pp. 182-89.
19. Jantan, I & Mohd Z, Zaki 2001, *Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected Malaysian Plants*, viewed 9 January 2009 <<http://209.85.175.132/search?q=cache:D4XU3NSOCMsJ:www.arbec.com.my/pdf/may-6.pdf+repellent>>.
20. Kawai, TA, Ohnishi, GM, Suzuki, T, Fuji, K, Matsuoka, A, Kato, S, Matsumoto & Ando, T 2007, 'Identification of a unique pheromonotropic neuropeptide including double FXPR motifs from a geometrid species, *Ascotis selenaria cretacea*, which produces an epoxialkenil sex pheromone', *J. Insect Biochem. Mol. Biol.*, vol. 37, pp. 330-37.
21. Kumar, ARV & Shivakumara, B 2003, 'Variable response of male *Helicoverpa armigera* moth to sex pheromone blends: A case of behavioural polymorphism', *J. Current Sci.*, vol. 84, no. 5, pp. 705-709.
22. Luther, G, Palada, M, Wang, TC, Dibyantoro, A, Maryono, J, Ameriana, M, Sutoyo & Bimantoro, D 2007, *Chili integrated diseases management rapid rural appraisal in Central Java, Indonesia.*, AVRDC-the World Vegetable Center.
23. McElfresh, JS & Millar, JG 1999, 'Geographic variation in sex pheromone blends of *Hemileuca electra* from Southern California', *J. Chem. Ecol.*, vol. 25, no. 11, pp. 2505-25.
24. McNeil, JN 1991, 'Behavioral ecology of pheromone mediated communication in moth and its importance in the use of pheromone traps', *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 36, pp. 407-30.
25. Miller, DR, Gibbon, KE, Raffa, KF, Seybold, SJ, Teale, Sa & Wood, DL 1997, 'Geographic variation of pine engraver, *Ips pini* and associated species to pheromone, Laniorone', *J. Chem. Ecol.*, vol. 23, no. 8, pp. 2033-48.
26. Ming, QL, Yan, YH & CZ 2007, 'Mechanisms of premating isolation between *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Helicoverpa assulta* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae)', *J. Insect Physiol.*, vol. 53, no. 2, pp. 170-78.
27. Ono, T, Charlton, RT & Carde, RT 1990, 'Variability in pheromone composition and periodicity of pheromone titer in potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae)', *J. Chem. Ecol.*, vol. 16, no. 2, pp. 531-42.
28. Raina AK, Klun, JA & Stadelbacher, EA 1986, 'Diel periodicity and effect of age and mating on female sex pheromone titer in *Heliothis zea* (Lepidoptera:Noctuidae)', *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol. 79, pp. 128-31.

29. Ramasubramanian, T & Regupathy, A 2004, 'Magnitude and mechanism of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* Hub. population of Tamil Nadu, India,' *Asian J. Plant Sci.*, vol. 3, pp. 94-100.
30. Samudra 2006 'Pengendalian ulat bawang ramah lingkungan,' *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 28, no. 6, pp. 3-5.
31. Setiawati, W 1991, 'Kerusakan dan kehilangan hasil buah tomat akibat serangan *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 19, no. 4, pp. 14-17.
32. Setiawati, W, Soeriaatmadja, RE & Duskarno 1993, 'Efektivitas feromonoid seks dan ambang kendali terhadap *Heliothis armigera* Hubn. pada tanaman tomat,' *Bul. Penel. Hort.*, vol. 25, no. 3, hlm. 8.
33. Shanower, TG & Romeis, J 1999, 'Insect pests of pigeon pea and their management', *Ann. Rev. Entomol.*, vol. 44, pp. 77-96.
34. Torres-Vila, RM, Rodríguez-Molina, MC, Lacasa-Plasencia, A & Bielza-Lino, P 2002, 'Insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* to endosulfan, carbamates and organophosphates: the Spanish case', *Crop Protec.*, vol. 21, no. 10, pp. 1003-13.
35. Toth, M 1996, 'Evidence on geographical difference in male responses to synthetic pheromone blend, in the lima bean pod borer (*Etiella zinckenella*) (Lepidoptera : Phyticidae), *Proceeding of XX International Congress of Entomology, Italy*.
36. Tumlinson, JH, Mitchell, ER & Yu, HS 1990, 'Analysis and field evaluation of volatile blend emitted by calling virgin females of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner),' *J. Chem. Ecol.*, vol. 16, pp. 3411-23.
37. Vickers, RA 1996, 'Prospects for control of Codling Moth by mating Disruption', *Proceedings International Symposium, Insect Pest Control with Pheromone*, pp. 59-69.
38. Wang, HL, Zhao, CH & Wang, CZ 2005, 'Comparative study of sex pheromone composition and biosynthesis in *Helicoverpa armigera*, *H. assulta* and their hybrid', *Insect Biochem. Mol. Biol.*, vol. 35, no. 6, pp. 575-83.
39. Wang 2008, 'Genetic basis of sex pheromone blend difference between *Helicoverpa armigera* (Hubner) and *Helicoverpa assulta* (Guenee) (Lepidoptera : Noctuidae)', *J. Insect Physiol.*, vol. 54, pp. 813-17.
40. Wongton, S, Kongkatip, B, Kongkatip, N & Pomprance, P 1992, 'Sex pheromone of cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hubner),' *Kasetsart J. (Nat. Sci. Suppl.)* vol. 26, pp. 30-3.
41. Wu De, Yan, Y & Chui, J 2008, 'Sex pheromone componen of *H. armigera*, chemical analysis and field test', *Insect Science* vol. 4, pp. 350-56.
42. Xiao, C, Gregg, PC, Hu, Yang, WL, Zhang, ZN 2002, Attraction of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctidae), to volatiles from wilted leaves of a non-host plant, *Pterocarya stenoptera*, *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 37, no. 1, pp. 1-6.
43. Zao, XC, Wu, KM & Guo, YY 2009, 'Modified female calling behaviour in Cry1Ac-resistant *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)', *Pest Manag. Sci.*, vol. 65, no. 4, pp. 353-57.