

PELUANG PENGEMBANGAN FEROMON SEKS DALAM PENGENDALIAN HAMA ULAT BAWANG (*Spodoptera exigua*) PADA BAWANG MERAH

Yati Haryati dan Agus Nurawan

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Jalan Kayuambon No. 80 Kotak Pos 8495 Lembang 4039
Telp. (022) 2786238, Faks. (022) 2789846, E-mail: bptp-jabar@litbang.deptan.go.id; dotyhry@yahoo.com

Diajukan: 17 Juli 2008; Diterima: 23 April 2009

ABSTRAK

Permasalahan utama dalam budi daya bawang merah adalah serangan hama ulat bawang (*Spodoptera exigua*). Serangan hama tersebut dapat menimbulkan kerusakan yang cukup merugikan, bahkan mencapai 100% bila tidak dilakukan upaya pengendalian. Dalam mengendalikan hama ulat bawang, petani biasanya menggunakan insektisida sintesis secara intensif dan dengan dosis tinggi sehingga tidak efisien dan berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu terobosan teknologi, antara lain pengendalian dengan menggunakan feromon seks. Teknologi tersebut telah dikembangkan dan dikaji baik dalam skala laboratorium maupun lapang. Penerapan inovasi teknologi feromon seks dapat mengurangi penggunaan insektisida, menurunkan biaya produksi, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan petani. Oleh karena itu, feromon seks berpeluang untuk dikembangkan pada areal yang lebih luas, terutama pada sentra produksi bawang merah dan endemis serangan hama ulat bawang.

Kata kunci: Bawang merah, *Spodoptera exigua*, pengendalian hama, feromon seks

ABSTRACT

Prospect of pheromone sex development in controlling Spodoptera exigua on shallot

The main constraint in shallot cultivation is the high incidence of *Spodoptera exigua*. The pest causes significant damage on plant. To control the pest, farmers commonly use insecticides excessively. The intensive use of insecticides results in inefficiency and polluted environment. Therefore, breakthrough in controlling *S. exigua* is needed by using sex pheromone. Sex pheromone technology has been developed and tested in laboratory and in field and gave prospective results. Application of sex pheromone decreases the use of insecticide and production cost and increase farmers' income. Therefore, utilization of pheromone sex is prospective to be developed especially in shallot production centers and endemic for *S. exigua*.

Keywords: Shallot, *Spodoptera exigua*, pest control, sex pheromone

Bawang merah merupakan tanaman semusim, memiliki umbi berlapis, berakar serabut, dengan daun berbentuk silinder berongga. Umbi bawang merah terbentuk dari pangkal daun yang bersatu dan membentuk batang yang kemudian berubah bentuk dan fungsinya, membesar dan akhirnya membentuk umbi berlapis. Umbi bawang merah mengandung vitamin C, kalium, serat dan asam folik, sulfur, serta kalsium dan zat besi yang tinggi.

Bawang merah merupakan komoditas unggulan bernilai ekonomi tinggi di Kabupaten Cirebon. Wilayah sentra pengembangannya meliputi Waled, Ciledug, Pabuaran, Losari, Pabedilan, Babakan,

Gebang, Karang Sembung, Sedong, Astanajapura, Pangenan, Mundu, Beber, Palimanan, Plumbon, dan Susukan. Luas tanam bawang merah di Cirebon tercatat 3.873 ha dan luas panen 3.665 ha. Produksi mencapai 35.271 ton atau produktivitas rata-rata 9,09 t/ha (Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Cirebon 2007). Produksi tersebut dapat memenuhi kebutuhan Kabupaten Cirebon, bahkan sebagian dipasarkan ke luar daerah. Oleh karena itu, pengembangan bawang merah memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan petani.

Minat petani untuk menanam bawang merah cukup besar. Namun, budi daya

bawang merah menghadapi berbagai kendala, antara lain: 1) ketersediaan benih bermutu belum mencukupi secara tepat waktu, jumlah, dan mutu, 2) teknik budi daya yang baik dan benar belum diterapkan secara optimal, 3) sarana dan prasarana masih terbatas, 4) kelembagaan usaha di tingkat petani belum dapat mendukung usaha budi daya, 5) skala usaha relatif kecil akibat sempitnya kepemilikan lahan dan lemahnya permodalan, 6) produktivitas mengalami penurunan, 7) harga berfluktuasi dan masih dikuasai oleh tengkulak, dan 8) serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) makin bertambah (Suastika *et al.* 2006).

Masalah utama dalam budi daya bawang merah adalah hama ulat bawang (*Spodoptera exigua*). Hama ini merupakan hama utama di sentra produksi bawang merah. Hasil pengkajian Thamrin *et al.* (2003) di Sulawesi Selatan menunjukkan, *S. exigua* merupakan hama dominan pada pertanaman bawang merah. Selanjutnya, Moekasan *et al.* (2005) melaporkan, kehilangan hasil panen akibat serangan ulat bawang dapat mencapai 100% jika tidak dilakukan upaya pengendalian karena hama ini bersifat polifag.

Ngegat betina meletakkan telur secara berkelompok pada daun bawang atau gulma yang tumbuh di sekitarnya. Dalam waktu 2–3 hari, telur akan menetas dan ulat masuk ke dalam daun bawang untuk hidup dan berkembang (Samudra 2006). Perkembangan dan proses reproduksi *S. exigua* dipengaruhi oleh *juvenile hormon* (JH), terutama dalam proses fisiologi (Kim *et al.* 2008).

Petani biasanya mengendalikan *S. exigua* dengan menyemprotkan insektisida kimiawi dosis tinggi. Penyemprotan dilakukan dua hari sekali agar tanaman aman dari serangan ulat bawang. Penggunaan insektisida yang intensif dapat menyebabkan hama menjadi resisten terhadap insektisida yang digunakan (Meidiawarman 1992; Negara 2003). Moekasan dan Basuki (2007) melaporkan, ulat bawang asal Kecamatan Gebang dan Losari Kabupaten Cirebon terindikasi resisten terhadap insektisida spinosad, klorpirifos, triazofos, betasiflutrin, siromazin, karbosulfan, tiodikab, dan abamektin. Sementara itu, Morin (1999) menyatakan, penggunaan pestisida untuk mengendalikan hama dapat mengurangi keragaman sehingga menyebabkan peledakan hama.

Selain meningkatkan biaya pengendalian, penggunaan pestisida secara berlebihan berdampak kurang baik terhadap lingkungan, serta menimbulkan residu yang berlebih pada produk sehingga mengganggu kesehatan. Oleh karena itu, perlu ada terobosan teknologi dalam pengendalian hama ulat bawang. Makalah ini mengulas prospek pengendalian ulat bawang dengan menggunakan feromon seks.

FEROMON SEKS

Feromon adalah zat kimia yang berasal dari kelenjar endokrin dan digunakan oleh makhluk hidup untuk mengenali sesama

jenis, individu lain, kelompok, dan untuk membantu proses reproduksi. Feromon merupakan senyawa yang dilepas oleh salah satu jenis serangga yang dapat mempengaruhi serangga lain yang sejenis dengan adanya tanggapan fisiologi tertentu. Berbeda dengan hormon, feromon menyebar ke luar tubuh dan hanya dapat mempengaruhi dan dikenali oleh individu lain yang sejenis (satu spesies).

Istilah feromon (*pheromone*) berasal dari bahasa Yunani, yaitu *phero* yang artinya “pembawa” dan *mone* “sensasi”. Sifat senyawa feromon adalah tidak dapat dilihat oleh mata, volatil (mudah menguap), tidak dapat diukur, tetapi ada dan dapat dirasakan.

Secara umum, proses perkawinan serangga dipengaruhi oleh feromon seks yang diproduksi oleh serangga betina untuk menarik serangga jantan (Allison dan Carde 2007). Hasil penelitian pada beberapa spesies Lepidoptera di Jepang menunjukkan, feromon seks merupakan hasil proses biosintesis (*pheromone biosynthesis activating neroupeptida*) pada subesophageal ganglion dan digunakan serangga betina untuk menarik jantan (Kawai *et al.* 2007). 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*) (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2007). Feromon seks memiliki sifat yang spesifik untuk aktivitas biologis, di mana jantan atau betina dari spesies yang lain tidak akan merespons terhadap feromon yang dikeluarkan betina atau jantan dari spesies yang berbeda.

Para peneliti telah mengenali lebih dari 1.600 feromon pada berbagai serangga, termasuk serangga hama. Karena telah teridentifikasi, feromon dapat dibuat dalam jumlah besar secara sintesis. Feromon sintesis umumnya digunakan sebagai perangkap serangga (Yahya 2004). Pada ulat bawang, feromon seks diproduksi oleh serangga betina dewasa, khususnya pada malam hari, untuk mengundang serangga jantan dewasa untuk datang dan kawin. Peran feromon seks dalam perilaku perkawinan tersebut telah diteliti, dikem-

bangkan, dan dimanfaatkan untuk manipulasi dan memerangkap serangga jantan dewasa.

Beberapa keunggulan feromon seks adalah: 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 25%.

KAJIAN PEMANFAATAN FEROMON SEKS

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen) telah mengembangkan inovasi teknologi feromon seks untuk mengendalikan hama ulat bawang. Penelitian feromon seks dilakukan secara bertahap mulai dari skala laboratorium sampai skala lapang dan uji coba di beberapa lokasi.

Pengkajian pemanfaatan feromon seks untuk mengendalikan ulat bawang merah dilakukan di lima lokasi, yaitu Cirebon, Brebes, Nganjuk, Bali, dan Samosir. Secara rinci, teknologi yang diterapkan dalam pengkajian disajikan pada Tabel 1.

Feromon sebagai penarik serangga jantan dewasa dipasang pada alat perangkap berupa stoples plastik yang dirancang khusus (Gambar 1). Cara pengendalian ini lebih efektif, efisien, murah, dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian menggunakan insektisida.

Feromon seks mulai diaplikasikan saat tanaman berumur 3 hari setelah tanam. Feromon diletakkan pada perangkap dengan digantungkan di dalam stoples yang bagian bawahnya diisi air sabun. Perangkap berferomon ditempatkan pada pinggiran pertanaman bawang pada ketinggian 30 cm di atas permukaan tanah dengan jarak masing-masing perangkap 15 m.

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa hasil bawang merah dengan menggunakan feromon seks lebih tinggi dibandingkan dengan cara petani (Tabel 2). Hasil bawang merah di lima lokasi bervariasi, bergantung pada lokasi dan teknik budi daya yang diterapkan. Hasil tertinggi

Tabel 1. Teknologi yang diterapkan dalam pengkajian pengendalian ulat bawang dengan feromon seks.

Komponen teknologi	Deskripsi teknologi
Varietas	Timur
Budi daya	Pengolahan tanah sempurna Jarak tanam 15 m x 15 cm Pemupukan Pupuk dasar: SP36 200 kg/ha Pupuk susulan: urea 200 kg/ha, ZA 200 kg/ha, dan KCl 100 kg/ha Pemupukan susulan I dilakukan pada umur 10–15 hst dan II 30 hst, masing-masing setengah dosis
Sistem tanam	Monokultur
Pengendalian OPT	Pengendalian secara mekanis Penggunaan feromon seks Penggunaan insektisida selektif bila serangan OPT telah mencapai ambang ekonomi



Gambar 1. Perangkap berferomon untuk menangkap ngengat jantan dari ulat bawang.

Tabel 2. Hasil bawang merah di beberapa lokasi dengan menggunakan feromon seks dan cara petani, MK II 2007.

Lokasi	Varietas	Hasil bawang merah (t/ha)	
		Menggunakan feromon seks	Cara petani
Bali	Bima	16–17 ¹	12,50–13 ¹
Nganjuk	Bima	18,50–19 ¹	13–14 ¹
Brebes	Bima	18–19 ¹	13,50–14,25 ¹
Samosir	Bima	9–11 ¹	6,30–7,70 ¹
Cirebon	Timur	19 ²	15 ²

Sumber: ¹BB Biogen (2007); ²BPTP Jawa Barat (2007).

diperoleh di Brebes (18–19 t/ha) dan Cirebon (19 t/ha). Hal ini karena kedua kabupaten tersebut merupakan sentra bawang merah sehingga teknik budi daya yang diterapkan tergolong intensif dengan pengaturan pola tanam yang sesuai. Varietas bawang merah yang ditanam di tiap lokasi berbeda sesuai dengan kondisi wilayah setempat (spesifik lokasi).

Budi daya bawang merah di Cirebon, Brebes, Nganjuk, dan Bali dilakukan secara intensif. Pengolahan tanah, pemeliharaan tanaman, dan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman terpenuhi sehingga hasil bawang merah tinggi walaupun pada musim kemarau. Hasil bawang merah di Samosir, Sumatera Utara, lebih rendah dibandingkan dengan di Cirebon, Brebes, Nganjuk, dan Bali karena teknik budi dayanya kurang intensif dan dipengaruhi oleh sosial budaya setempat.

Hasil bawang merah dipengaruhi oleh teknik budi daya seperti varietas, pemupukan, dan pengendalian hama/penyakit. Pemupukan disesuaikan dengan rekomendasi setempat (dosis anjuran), namun petani menggunakan pupuk dengan dosis yang lebih tinggi. Menurut Asandhi dan Koestoni (1990), pemupukan dengan dosis tinggi tidak selamanya memberikan manfaat bagi pertumbuhan dan hasil bawang merah, tetapi justru menciptakan lingkungan yang cocok bagi perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Alternaria porii* sehingga mempengaruhi hasil. Nurjani dan Ramlan (2008) menyatakan, pada pertanaman bawang merah yang dipupuk sesuai rekomendasi, jarak tanam teratur, dan pengendalian hama intensif, serangan *S. exigua* berfluktuasi dari 3,80% hingga 22,28%, sedangkan pada cara petani, intensitas serangan mencapai 62,15% sehingga hasil bawang rendah.

Penggunaan pestisida dapat mempengaruhi proses fisiologi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan, tanaman yang diaplikasi pestisida mempunyai panjang dan jumlah daun yang lebih kecil dibandingkan dengan yang tidak diaplikasi pestisida (Croft 1990 dalam Suheriyanto 2001). Daun yang panjang dan jumlahnya banyak akan mempengaruhi umbi yang terbentuk. Hal ini berkaitan dengan proses fotosintesis. Pertumbuhan daun yang tidak optimal atau terserang hama berpengaruh negatif terhadap proses pembentukan umbi bawang merah. Penggunaan feromon seks akan memacu pertumbuhan daun yang lebih baik karena insektisida yang digunakan rendah se-

hingga berpengaruh positif terhadap pembentukan umbi bawang merah.

Budi daya bawang merah cara petani menggunakan pestisida melebihi dosis anjuran sehingga pertumbuhan daun dan proses fotosintesis tidak optimal. Akibatnya, umbi yang terbentuk sedikit yang pada akhirnya hasilnya rendah.

Varietas bawang merah yang digunakan dalam pengkajian pemanfaatan feromon seks untuk mengendalikan ulat bawang adalah Bima dan Timur. Ambarwati dan Yudono (2003) menyatakan, varietas Bima beradaptasi kurang baik terhadap perubahan lingkungan. Dengan demikian, perubahan lingkungan mempengaruhi hasil bawang merah. Oleh karena itu, hasil varietas Bima di empat lokasi pengkajian bervariasi sesuai dengan lahan setempat (spesifik lokasi).

Pengkajian di Cirebon menggunakan varietas Timur, yaitu varietas yang biasa ditanam petani. Berdasarkan pengalaman, varietas tersebut adaptif terhadap kondisi lahan/tanah dan cekaman lingkungan

setempat, serta agak tahan terhadap serangan hama dan penyakit sehingga hasilnya cukup tinggi.

Biaya budi daya bawang merah di Kabupaten Cirebon dengan cara petani mencapai Rp36.665.000 (Tabel 3), sedangkan dengan menggunakan feromon seks hanya Rp32.365.000 (Tabel 4.). Penurunan biaya produksi disebabkan penggunaan insektisida lebih sedikit dan dosis pupuk lebih rendah dibandingkan dengan cara petani.

Dosis pupuk yang digunakan sesuai rekomendasi hasil survei dan analisis tanah oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, yaitu urea 200 kg, SP36 200 kg, ZA 200 kg, dan KCl 100 kg/ha. Pemupukan cara petani menggunakan urea 400 kg, SP36 200 kg, ZA 200 kg, dan KCl 200 kg/ha. Pemupukan dengan cara dan dosis sesuai rekomendasi menghasilkan umbi yang besar, sedangkan pemupukan cara petani dengan dosis pupuk yang berlebihan menghasilkan umbi yang berukuran kecil. Oleh karena

itu, penggunaan feromon seks dan pemupukan sesuai rekomendasi menghasilkan pertumbuhan bawang merah yang optimal sehingga hasil meningkat, biaya produksi lebih murah, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan petani.

PELUANG PENGEMBANGAN FEROMON SEKS

Pengkajian penggunaan feromon seks untuk mengendalikan ulat bawang juga dilakukan pada tahun 2007 di lokasi Prima Tani Desa Playangan, Kabupaten Cirebon pada areal 25 ha. Kegiatan dilaksanakan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat bekerja sama dengan BB Biogen dan Kelompok Tani Bahari I. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa penggunaan feromon seks dapat mengendalikan hama ulat bawang.

Pertanaman bawang merah yang tidak menggunakan feromon seks (cara petani) disemprot insektisida 12 kali untuk mengendalikan ulat bawang dan 3 kali untuk mengendalikan hama lalat (*Lyriomyza* sp.). Hal ini berarti selama pertumbuhan tanaman, dilakukan penyemprotan insektisida setiap 2 hari sekali. Pada pertanaman yang dipasang feromon seks, setiap malam rata-rata tertangkap 200 serangga jantan (Samudra 2006).

Pemerintah Kabupaten Cirebon menyambut baik aplikasi teknologi tersebut dalam upaya membantu petani untuk memecahkan masalah yang dihadapi dalam budi daya bawang merah. Dalam acara temu lapang pada tanggal 10 Juli 2007 di lokasi pengkajian, Komisi B DPRD Kabupaten Cirebon mengharapkan teknologi feromon seks dapat dikembangkan di Kabupaten Cirebon. Pada tahun 2008, Dinas Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan Kabupaten Cirebon menyediakan dana bantuan untuk mengadakan feromon seks untuk areal pertanaman bawang merah 50 ha.

Feromon seks berpeluang untuk dikembangkan di Kabupaten Cirebon dan Brebes karena wilayah tersebut merupakan sentra bawang merah. Kabupaten Brebes mempunyai areal pertanaman bawang merah 20.000 ha dan tingkat serangan hama ulat bawang mencapai 21% dari lahan yang ada (Samudra 2006). Oleh karena itu, feromon seks berpeluang untuk dikembangkan pada areal yang lebih luas, terutama di daerah sentra produksi

Tabel 3. Analisis usaha tani bawang merah di Desa Playangan Kabupaten Cirebon (ha/musim) dengan budi daya cara petani.

Uraian	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sarana produksi				
Sewa lahan	1	Musim	1.500.000	1.500.000
Benih (Timur Warso)	1.500	kg	8.000	12.000.000
Pupuk				
Urea	400	kg	1.200	480.000
SP36	200	kg	1.700	340.000
KCl	200	kg	2.800	560.000
ZA	200	kg	1.200	240.000
Insektisida dan fungisida				6.000.000
Jumlah				21.120.000
Tenaga kerja				
Pengolahan tanah	–	Borongan		3.600.000
Tanam	250	HKW	10.000	2.500.000
Penyiraman	180	HKP	20.000	3.600.000
Penyiangan	300	HKW	10.000	3.000.000
Pemupukan	12	HKP	20.000	240.000
Pengendalian OPT	20	HKP	20.000	400.000
Panen	80	HKW	10.000	800.000
Pengangkutan	25	HKP	20.000	500.000
Penjemuran	5	HKP	25.000	125.000
Pengikatan bawang	3.600	Ikat	150	540.000
Jumlah				15.305.000
Biaya lain-lain				
Iuran pengairan/mitra cai				240.000
Total biaya				36.665.000
Produksi	15.000	kg	3.000	45.000.000
Keuntungan				8.335.000
R/C rasio				1,23
B/C rasio				0,23

Sumber: BPTP Jawa Barat (2007).

Tabel 4. Analisis usaha tani bawang merah di Desa Playangan Kabupaten Cirebon (ha/musim) dengan menerapkan inovasi teknologi.

Uraian	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Sarana produksi				
Sewa lahan	1	Musim	1.500.000	1.500.000
Benih (Timur Warso)	1.500	kg	8.000	12.000.000
Pupuk				
Urea	200	kg	1.200	240.000
SP36	200	kg	1.700	340.000
KCl	100	kg	2.800	280.000
ZA	200	kg	1.200	240.000
Insektisida dan fungisida				2.000.000
Feromon seks	20	Buah	25.000	500.000
Jumlah				17.100.000
Tenaga kerja				
Pengolahan tanah	-	Borongan		3.600.000
Tanam	250	HKW	10.000	2.500.000
Penyiraman	180	HKP	20.000	3.600.000
Penyiangan	300	HKW	10.000	3.000.000
Pemupukan	12	HKP	20.000	240.000
Pengendalian OPT	6	HKP	20.000	120.000
Panen	80	HKW	10.000	800.000
Pengangkutan	25	HKP	20.000	500.000
Penjemuran	5	HKP	25.000	125.000
Pengikatan bawang	3.600	ikat	150	540.000
Jumlah				15.025.000
Biaya lain-lain				
luran pengairan/mitra cai				240.000
Total biaya				32.365.000
Produksi	19.000	kg	3.000	57.000.000
Keuntungan				24.635.000
R/C rasio				1,76
B/C rasio				0,76

Sumber: BPTP Jawa Barat (2007).

bawang merah dan endemis serangan hama ulat bawang.

Kendala pengembangan feromon seks yaitu feromon belum diproduksi secara massal, tetapi masih secara terbatas oleh BB Biogen. Ke depan, feromon seks akan diproduksi dalam jumlah besar bekerja sama dengan pihak swasta. Tersedianya feromon seks dalam jumlah yang mencukupi akan memudahkan petani dalam memperoleh feromon sehingga pengendalian ulat bawang dapat dilakukan tepat waktu.

KESIMPULAN

Penerapan inovasi teknologi feromon seks pada pertanaman bawang merah dapat mengurangi penggunaan insektisida. Pengendalian ulat bawang menggunakan feromon seks lebih efisien, murah, dan ramah lingkungan serta meningkatkan pendapatan petani hingga Rp16.300.000/

ha. Feromon seks mempunyai peluang untuk dikembangkan di sentra produksi bawang merah, terutama di wilayah endemis serangan hama ulat bawang.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, D.J. and T.R. Carde. 2007. Male pheromone blend preference function measured in choice and no-choice wind tunnel trials with almonds moths, *Cadra cautella*. Anim. Behaviour 75: 259–266.
- Ambarwati, E. dan P. Yudono. 2003. Keragaan stabilitas hasil bawang merah. Ilmu Pertanian 10(2): 1–10.
- Asandhi, A.A. dan T. Koestoni. 1990. Efisiensi pemupukan pada pertanaman tumpang gilir bawang merah dan cabai merah. Buletin Penelitian Hortikultura 9(1): 1–6.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2007. Feromon Exi Sukses Kendalikan Ulat Bawang Merah di Cirebon. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen). 2007. Laporan Hasil Kegiatan Penggunaan Feromon Exi untuk Mengendalikan Hama Ulat Bawang.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat. 2007. Laporan Prima Tani Kabupaten Cirebon. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Lembang.

Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Cirebon. 2007. Laporan Tahunan 2006. Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Cirebon. 65 hlm.

Kawai, T., A. Ohnishi, G.M. Suzuki, T. Fuji, K. Matsuoka, A. Kato, S. Matsumoto, and T. Ando. 2007. Identification of a unique pheromone-tropic neuropeptide including double FXPR motifs from a geometrid species, *Ascotis selenaria cretacea*, which produces an epoxialkenil sex pheromone. J. Insect Biochem. Mol. Biol. 37: 330–337.

Kim, Y., S. Jung, and N. Madanagopal. 2008. Antagonistic effect of juvenile hormone on homocyte-spreading behavior of *Spodoptera exigua* in response to an insect cytokinin in its putative membrane action. J. Insect Physiol. 54: 909–915.

Meidiawarman. 1992. Perbandingan Tingkat Resistensi Ulat Grayak *Spodoptera exigua* (Hubner) pada Tanaman Bawang Merah terhadap Tiga Jenis Insektisida di Pulau Lombok. Tesis Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 64 hlm.

Moekasan, K.T., L. Prabaningrum, dan M.L. Ratnawati. 2005. Penerapan PHT pada Sistem Tanam Tumpang Gilir Bawang Merah dan Cabai. Monografi No. 19. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.

Moekasan, K.T. dan R.S. Basuki. 2007. Status resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada tanaman bawang merah asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap insektisida yang umum digunakan petani di daerah tersebut. Jurnal Hortikultura 17(4): 21–24.

Morin, P.J. 1999. Community Ecology. Blackwell Science, Inc., New York.

Negara, A. 2003. Penggunaan analisis probit untuk pendugaan tingkat kepekaan populasi *Spodoptera exigua* terhadap deltamethrin di Daerah Istimewa Yogyakarta. Informatika Pertanian 12: 1–9.

Negeri, M.R. and L.D. Bernik. 2008. Tracking the sex pheromone of codling moth against a background of host volatiles with an electronic nose. Crop Protection 1: 1–8.

Nurjani dan Ramlan. 2008. Pengendalian hama *Spodoptera exigua* Hbn. untuk meningkatkan produktivitas bawang merah pada lahan sawah tadah hujan di Jeneponto, Sulawesi Selatan. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 11(2): 163–169.

Samudra. 2006. Pengendalian ulat bawang ramah lingkungan. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 28(6): 3–5.

- Suastika, I.B.K., A.T. Sutiarto, K.I. Kariada, dan I.B. Aribawa. 2006. Pengaruh Perangkap Lampu terhadap Intensitas Serangan Hama dan Produksi pada Budi Daya Bawang Merah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali.
- Suheriyanto, D. 2001. Kajian Komunitas Fauna pada Pertanaman Bawang Merah dengan dan tanpa Aplikasi Pestisida. Universitas Brawidjaja, Malang.
- Thamrin, M., Ramlan, Armiami, Ruchjaningsih, dan Wahdania. 2003. Pengkajian sistem usaha tani bawang merah di Sulawesi Selatan. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 6(2): 141–153.
- Wang. 2008. Genetic basis of sex pheromone blend difference between *Helicoverpa armigera* (Hubner) and *Helicoverpa assulta* (Guenee) (Lepidoptera : Noctuidae). J. Insect Physiol. 54: 813–817.
- Yahya, H. 2004. Menjelajah Dunia Semut. PT Harun Yahya International.