

Penetapan Ambang Pengendalian *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Feromonoid Seks (*Determination of Control Threshold of Spodoptera exigua* on Shallots Using Pheromonoid Sex)

Moekasan, TK¹⁾, Setiawati, W¹⁾, Hasan, F²⁾, Runa, R²⁾, dan Somantri, A¹⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang-Bandung Barat 40391

²⁾ Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jl. dr. Sam Ratulangi No. 69, Maros 90511, Sulawesi Selatan
E-mail : moekasan2004@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 15 Oktober 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 11 Maret 2013

ABSTRAK. Salah satu upaya untuk menekan penggunaan insektisida yang intensif untuk mengendalikan hama *Spodoptera exigua* pada budidaya bawang merah ialah menerapkan ambang pengendalian. Ambang pengendalian *S. exigua* dapat diterapkan berdasarkan populasi kelompok telur, kerusakan tanaman, atau berdasarkan populasi ngengat yang tertangkap menggunakan feromonoid seks. Penelitian penetapan ambang pengendalian berdasarkan populasi ngengat *S. exigua* yang tertangkap menggunakan feromonoid seks dilaksanakan di Desa Lakawan, Kecamatan Anggeraja ($\pm$ 530 m dpl.), Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan, sejak Bulan Februari sampai dengan Agustus 2012. Sembilan macam perlakuan diuji pada percobaan ini, yaitu (A) > 0 ngengat *S. exigua* tertangkap/perangkap/hari, (B) ≥ 5 ngengat *S. exigua* tertangkap/perangkap/hari, (C) ≥ 10 ngengat *S. exigua* tertangkap/perangkap/hari, (D) ≥ 15 ngengat *S. exigua* tertangkap/perangkap/hari, (E) ≥ 20 ngengat *S. exigua* tertangkap/perangkap/hari, (F) 0,1 kelompok telur/tanaman contoh, (G) Kerusakan tanaman 5%, (H) disemprot insektisida secara rutin dua kali/minggu, dan (I) kontrol (tidak disemprot dengan insektisida). Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Feromonoid seks yang digunakan ialah Feromon Exi yang diproduksi oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan penerapan ambang pengendalian berdasarkan hasil tangkapan populasi ngengat *S. exigua* menggunakan Feromon Exi sebanyak ≥ 10 ekor/perangkap/hari penggunaan insektisida dapat dikurangi sebesar 35,71% dengan hasil panen sebesar 13,46 t/ha, yang setara dengan hasil panen pada perlakuan menggunakan insektisida dua kali/minggu. Dengan demikian ambang pengendalian tersebut secara ekonomi layak untuk diadopsi karena dapat meningkatkan pendapatan bersih dan mengurangi biaya jika dibandingkan dengan pengendalian menggunakan insektisida dua kali/minggu.

Katakunci : *Spodoptera exigua*; *Allium cepa*; Ambang pengendalian; Feromonoid seks; Insektisida

ABSTRACT. One of the efforts to suppress the intensive use of insecticides to control of *S. exigua* on shallots is applying of control threshold. Control threshold of *S. exigua* can be applied based on the egg population, crop damage, or based on *S. exigua* moths population caught using pheromonoid sex. Study of determination of control threshold on shallots using pheromonoid sex had been carried out at Lakawan Village, Anggeraja Subdistrict ($\pm$ 530 m asl.), Enrekang District, South Sulawesi Province, since February until August 2012. Nine treatments tested in this experiment, namely (A) *S. exigua* moth caught > 0 individu per day, (B) *S. exigua* moth caught ≥ 5 individu per day, (C) *S. exigua* moth caught ≥ 10 individu per day, (D) *S. exigua* moth caught ≥ 15 individu per day, (E) *S. exigua* moth caught ≥ 20 individu per day, (F) 0.1 egg cluster/plant sample, (G) plant damage of 5%, (H) sprayed with insecticide twice/week, and (I) check (without insecticides). The experiment used a randomized block design and each treatment was repeated three times. Feromon Exi produced by Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development Research Institute, Indonesian Agency of Agriculture Research and Development was used in the experiment. Results showed that control threshold based on the catch of the moth ≥ 10 individu per day, reduced insecticide application by 35.71% with the yield of 13.46 t/ha that equal with the yield in the treatment using insecticide twice/week. Implementation of the control threshold was economically feasible to be adopted because it can increase net revenue and reduce cost of insecticide when compared with routinely application twice/week.

Keywords : *Spodoptera exigua*; *Allium cepa*; Control threshold; Pheromonoid Sex; Insecticide

Salah satu kendala dalam budidaya bawang merah di Indonesia ialah serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang merugikan. Menurut Moekasan *et al.* (2012), ulat bawang (*Spodoptera exigua*) merupakan OPT utama pada tanaman bawang merah yang menyerang sepanjang tahun, baik musim kemarau maupun musim hujan. Jika tidak dikendalikan serangan hama tersebut dapat menyebabkan kegagalan panen.

Teknik pengendalian hama *S. exigua* yang dilakukan oleh petani bawang merah ialah dengan penggunaan insektisida yang dilakukan secara intensif, dengan dosis tinggi, interval penyemprotan yang pendek, dan pencampuran lebih dari dua jenis pestisida (Moekasan & Murtiningsih 2010). Biaya pengendalian OPT pada tanaman bawang merah di daerah Brebes mencapai 30–50% dari total biaya produksi per hektar, akibatnya

biaya produksi meningkat dan budidaya bawang merah tidak lagi efisien (Koster 1990). Kondisi serupa juga ditemukan di Kabupaten Enrekang, yang merupakan salah satu sentra pertanian bawang merah di Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan pengamatan di lapangan dan wawancara dengan petani bawang merah di Kecamatan Anggeraja di wilayah tersebut, diketahui bahwa petani mencampur 8–12 macam insektisida dan mengaplikasikan dengan interval 1–2 hari untuk mengendalikan hama ulat bawang.

Salah satu upaya untuk menekan penggunaan pestisida ialah dengan menerapkan ambang pengendalian OPT, yaitu populasi atau intensitas serangan OPT yang sudah mencapai batas yang memerlukan tindakan pengendalian agar tidak merugikan secara ekonomi (Untung 1994). Menurut Moekasan *et al.* (2004, 2012) ambang pengendalian ulat bawang yang ada pada saat ini ialah berdasarkan kelompok telur atau intensitas serangan. Dengan penerapan ambang pengendalian tersebut penggunaan insektisida dapat ditekan lebih dari 50% dengan hasil panen tetap tinggi. Namun, di tingkat petani penerapan ambang pengendalian tersebut secara teknis masih sulit diterapkan. Oleh karena itu perlu dicari alternatif ambang pengendalian lain yang secara teknis mudah diterapkan agar dapat diadopsi oleh petani.

Feromon adalah zat kimia yang berasal dari kelenjar endokrin dan digunakan oleh makhluk hidup untuk mengenali sesama dalam membantu proses reproduksi (Haryati & Nurawan 2009). Senyawa tersebut telah dibuat sintetisnya dan disebut feromonoid seks. Feromonoid seks dapat digunakan sebagai alat pemantau keberadaan populasi hama di lapangan dan untuk penangkapan masal serangga jantan (Permana & Rostaman 2006). Di Amerika, feromonoid seks juga telah digunakan sebagai acuan dalam menerapkan ambang pengendalian ngengat Tortricidae yang menyerang apel dan ambang pengendalian *Plutella xylostella* pada tanaman kubis (Knight & Light 2005, Reddy & Guerrero 2001). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ambang pengendalian berdasarkan tangkapan ngengat lebih efektif dan efisien daripada penyemprotan insektisida secara rutin. Permana & Rostaman (2006) juga melaporkan bahwa senyawa feromonoid seks praktis dan mudah diaplikasikan serta aman bagi pemakai dan lingkungan.

Di Indonesia, penelitian penggunaan feromonoid seks *S. exigua* untuk pemantauan populasi *S. exigua* pada bawang merah telah dilakukan oleh Dibiyanoro (1990) dan Soeriaatmadja & Omoy (1992). Hasilnya menunjukkan bahwa nilai ambang kendali *S. exigua* sangat bervariasi. Hal ini diduga karena jenis dan asal feromonoid seks yang digunakan pada penelitian

berbeda. Menurut Permana & Rostaman (2006), pemilihan jenis dan asal feromonoid seks sangat penting. Hal ini disebabkan adanya indikasi perbedaan respons serangga terhadap feromonoid seks yang digunakan di suatu daerah atau kawasan. Kasus ini terjadi pada serangga *Ettiella zinckenella*. Feromonoid seks Nesis yang diformulasi di Mesir tidak efektif menangkap ngengat jantan spesies yang sama dari wilayah Asia Timur dan Asia Tenggara termasuk Indonesia.

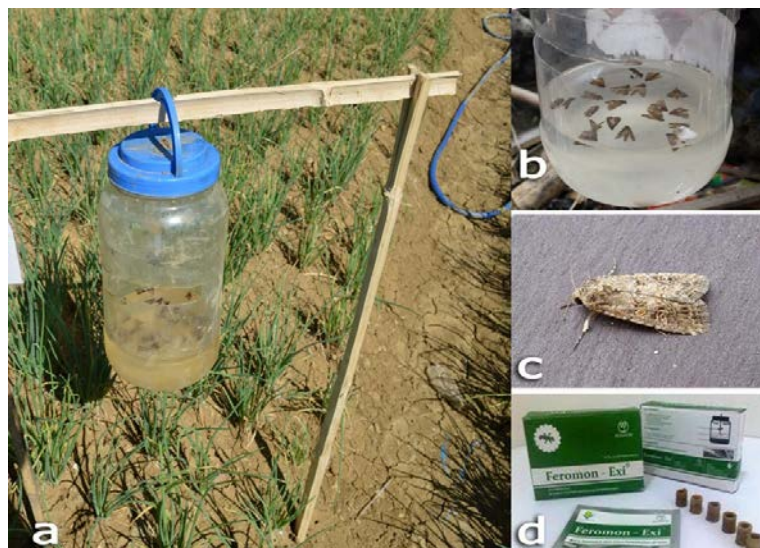
Pada saat ini, feromonoid seks *S. exigua* diproduksi secara masal oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang diberi nama Feromon Exi. Feromonoid seks tersebut telah digunakan sebagai alat penangkapan masal serangga jantan *S. exigua* pada budidaya bawang merah. Menurut Haryati & Nurawan (2009), penggunaan Feromon Exi sebagai alat penangkap masal pada budidaya bawang merah dapat mengurangi penggunaan insektisida >60% dibandingkan penggunaan insektisida sistem kalender. Namun, waktu penggunaan insektisida yang tepat untuk mengendalikan hama *S. exigua* berdasarkan hasil tangkapan ngengat oleh Feromon Exi belum diketahui.

Tujuan penelitian ialah menetapkan ambang pengendalian *S. exigua* berdasarkan populasi ngengat hasil tangkapan feromonoid seks. Hipotesis yang diajukan ialah bahwa aplikasi feromonoid seks *S. exigua* dapat digunakan sebagai acuan penyemprotan insektisida untuk mengendalikan hama ulat bawang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan milik petani di Desa Lakawan, Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan pada Bulan Februari sampai dengan Agustus 2012. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan sembilan macam perlakuan (Tabel 1) dengan tiga ulangan. Ukuran petak perlakuan masing-masing seluas 30 m².

Penetapan jumlah tangkapan ngengat *S. exigua* yang digunakan sebagai perlakuan ambang pengendalian ditetapkan berdasarkan hasil percobaan pendahuluan, yaitu dengan cara memasang 20 buah perangkap feromonoid seks (Feromon Exi) selama 1 minggu di pertanian bawang merah milik petani di sekitar lokasi penelitian (Gambar 1). Pengamatan dilakukan terhadap jumlah tangkapan ngengat *S. exigua* yang tertangkap/perangkap/hari. Rerata jumlah ngengat



Gambar 1. Perangkap feromonoid seks (*Sex pheromone trap*) : (a & b) perangkap (*trap*) (c) imago *S.exigua* (*imago of S.exigua*), dan (d) kapsul feromonoid seks (*capsule of sex pheromonoid*)

yang tertangkap pada percobaan pendahuluan tersebut ialah sebanyak 23,11 ekor/perangkap/hari. Berdasarkan hal tersebut, maka macam perlakuan yang diuji disajikan pada Tabel 1.

Bahan yang digunakan ialah umbi bibit bawang merah varietas Bima, Feromon Exi, keler plastik, kompos C-organik sebanyak 5 t/ha, NPK Mutiara sebanyak 500 kg/ha, TSP sebanyak 100 kg/ha, KCl sebanyak 60 kg/ha, ZA sebanyak 400 kg/ha, insektisida spinoteram (0,5 l), lamda sihalotrin + klorantraniliprol (0,5 l), fungisida klorotalonil (0,5 l), mankozeb + mefenoksam (0,5 kg), dan difenokonazol (0,5 kg).

Pengolahan tanah dilakukan sebanyak tiga kali, pertama menggunakan traktor tangan, sedangkan yang kedua dan ketiga menggunakan cangkul untuk meratakan tanah. Selanjutnya dibuat petak-petak perlakuan berukuran 5 x 6 m dengan jarak antarpetak perlakuan 0,75 m. Pada petak perlakuan tersebut dibuat

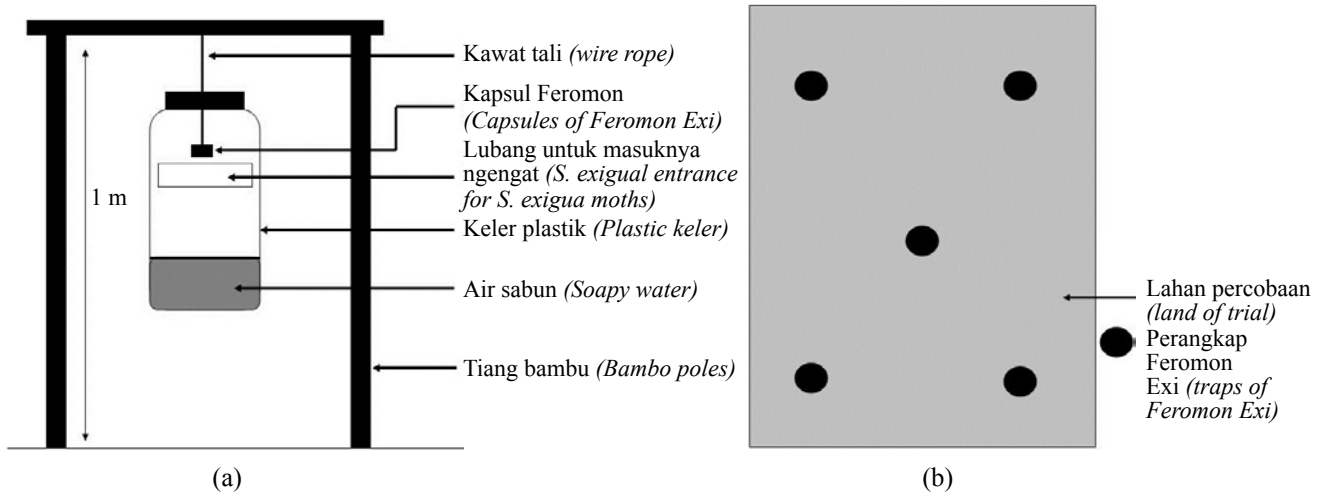
bedengan pertanaman berukuran 1 x 5 m dan jarak antarbedengan masing-masing 20 cm. Pemupukan dasar dilakukan 7 hari sebelum tanam menggunakan kompos C-organik sebanyak 5 t/ha, NPK Mutiara sebanyak 500 kg/ha, TSP sebanyak 100 kg/ha, dan KCl sebanyak 60 kg/ha. Selanjutnya bibit bawang merah ditanam dengan jarak 15 x 15 cm pada bedengan di tiap petak perlakuan.

Pada umur 15 dan 30 hari setelah tanam, dilakukan pemupukan susulan menggunakan ZA (200 kg/ha). Untuk mencegah serangan penyakit, mulai umur 5 hari setelah tanam pertanaman bawang merah disemprot dengan fungisida klorotalonil (2 g/l), mankozeb + mefenoksam (2 g/l), atau difenokonazol (0,5 ml/l) secara bergantian dengan frekuensi dua kali per minggu.

Sebanyak lima buah perangkap Feromon Exi (Gambar 2) dipasang secara diagonal pada saat tanam di areal penelitian. Pada perangkap tersebut masing-

Tabel 1. Macam perlakuan yang diuji (*Kind of treatments tested*), HST (*DAP*)

Kode perlakuan (<i>Code of treatment</i>)	Perlakuan (<i>Treatmens</i>)
A	Hasil tangkapan ngengat sebanyak > 0 ekor/hari (<i>Moth caught > 0 individu/day</i>)
B	Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 5 ekor/hari (<i>Moth caught ≥ 5 individu/day</i>)
C	Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 10 ekor/hari (<i>Moth caught ≥ 10 individu/day</i>)
D	Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 15 ekor/hari (<i>Moth caught ≥ 15 individu/day</i>)
E	Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 20 ekor/hari (<i>Moth caught ≥ 20 individu/day</i>)
F	Kelompok telur 0,1 per tanaman contoh (<i>0.1 egg cluster/plant</i>)
G	Kerusakan tanaman 5% (<i>Plant damage of 5%</i>)
H	Disemprot dengan insektisida dua kali per minggu (<i>Sprayed with insecticide two times per week</i>)
I	Kontrol tanpa insektisida (<i>Checks without insecticide</i>)



Gambar 2. Bagan perangkap Feromon Exi (Chart of Feromon Exi traps) (a) dan denah pemasangan perangkap Feromon Exi di lapangan (sketch of Feromon Exi traps in the field) (b)

masing dipasang satu buah kapsul Feromon Exi. Selain itu perangkap tersebut diisi air sabun yang diganti setiap 3–4 hari.

Pengamatan jumlah ngengat yang tertangkap dilakukan setiap hari mulai 1 hari setelah tanam. Keputusan pengendalian *S. exigua* dilakukan 3–4 hari sekali. Jika populasi ngengat, populasi kelompok telur, atau kerusakan tanaman telah mencapai ambang pengendalian sesuai dengan perlakuan, maka tanaman bawang merah pada perlakuan tersebut disemprot oleh insektisida spinoteram (0,5 ml/l) atau lamda sihalotrin + klorantraniliprol (0,2 ml/l).

Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh/petak yang dimulai sejak umur 5 hingga 53 HST dengan interval 3–4 hari. Peubah yang diamati meliputi :

1. Populasi kelompok telur *S. exigua*/tanaman contoh, dengan menghitung jumlah kelompok telur *S. exigua* yang terdapat pada setiap tanaman contoh,
2. Kerusakan tanaman oleh *S. exigua*, dengan menghitung jumlah daun bawang merah yang terserang oleh *S. exigua* serta jumlah daun sehat pada setiap tanaman contoh, dan selanjutnya menghitung persentase kerusakan tanaman menggunakan rumus sebagai berikut (Moekasan et al. 2004) :

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100 \%$$

dimana:

P = tingkat kerusakan daun (%),

a = jumlah daun terserang/tanaman contoh,

b = jumlah daun sehat/tanaman contoh.

3. Jumlah insektisida yang digunakan,

4. Bobot hasil panen,
5. Harga jual hasil panen,
6. Kuantitas input yang digunakan (unit/ha),
7. Serangan OPT yang lain.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis varian untuk mengetahui perbedaan antar-perlakuan. Jika antartperlakuan menunjukkan adanya perbedaan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji beda nyata terkecil pada taraf 5%. Data peubah ekonomi dianalisis menggunakan teknik Analisis Anggaran Parsial (Basuki 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Kelompok Telur *S. exigua*

Ngengat *S. exigua* meletakkan telurnya dalam kelompok pada daun bawang merah dengan jumlah 20 – 100 butir per kelompok (Rauf 1999). Lama stadium telur di dataran rendah dan medium berlangsung selama 2 hari sedangkan di dataran tinggi 3 hari. Pada penelitian ini, kelompok telur *S. exigua* mulai terpantau pada umur 5 hari setelah tanam (HST) dan selanjutnya populasinya berfluktuasi (Tabel 2). Menurut Rauf (1999) puncak populasi kelompok telur *S. exigua* terjadi pada umur 15 dan 37 HST. Keadaan ini menunjukkan bahwa pada rentang waktu 15 sampai 37 HST peluang untuk menemukan kelompok telur *S. exigua* sangat kecil. Hal ini dibuktikan pada percobaan bahwa pada umur 15 sampai 37 HST tidak dijumpai populasi kelompok telur yang mencapai ambang pengendalian. Ambang pengendalian (0,1 paket telur/tanaman contoh) tercapai pada 5 sampai 12 HST, yaitu pada petak perlakuan B, C, dan E masing-

Table 2. Populasi kelompok telur *S. exigua* pada tanaman bawang merah (*S. exigua* egg clusters population on shallots)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah kelompok telur <i>S.exigua</i> menurut umur tanaman (<i>Number of egg cluster of S.exigua according to plant age</i>), HST (<i>DAP</i>)													
	5	8	12	15	19	22	26	29	33	36	40	43	47	50
Hasil tangkapan ngengat sebanyak > 0 ekor/hari (<i>Moth caught > 0 individu/day</i>)	0,07 bc	0,00 a	0,07 ab	0,07 a	0,03 a	0,03 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Hasil tangkapan ngengat sebanyak $\geq$ 5 ekor/hari (<i>Moth caught $\geq$ 5 individu/day</i>)	0,10 abc	0,07 a	0,07 ab	0,07 a	0,03 a	0,00 a	0,00	0,07 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Hasil tangkapan ngengat sebanyak $\geq$ 10 ekor/hari (<i>Moth caught $\geq$ 10 individu/day</i>)	0,03 bc	0,17 a	0,00 b	0,03 a	0,03 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Hasil tangkapan ngengat sebanyak $\geq$ 15 ekor/hari (<i>Moth caught $\geq$ 15 individu/day</i>)	0,07 bc	0,03 a	0,33 a	0,03 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Hasil tangkapan ngengat sebanyak $\geq$ 20 ekor/hari (<i>Moth caught $\geq$ 20 individu/day</i>)	0,00 d	0,10 a	0,07 ab	0,07 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Kelompok telur 0,1 per tanaman contoh (<i>0.1 egg cluster per plant</i>)	0,17 a	0,13 a	0,30 ab	0,03 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,03 a	0,00	0,00	0,00	0,00
Kerusakan tanaman 5% (<i>Plant damage of 5%</i>)	0,13 ab	0,10 a	0,03 ab	0,07 a	0,03 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Disemprot dengan insektisida dua kali/minggu (<i>Sprayed with insecticide (twice/week)</i>)	0,00 c	0,03 a	0,00 b	0,07 a	0,00 a	0,03 a	0,00	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrol (tanpa insektisida)/ <i>Checks (without insecticide)</i>	0,00 c	0,07 a	0,07 ab	0,03 a	0,00 a	0,00 a	0,00	0,03 a	0,07 a	0,00 b	0,00	0,00	0,00	0,00
LSD 5%	0,06	0,17	0,19	0,08	0,04	0,03	-	0,05	0,04	0,02	-	-	-	-
KK (<i>CV</i>), %	4,89	8,19	13,90	6,47	3,06	2,14	-	3,93	3,50	1,62	-	-	-	-

HST = Hari setelah tanam (*DAP* = *Days after planting*)Data hasil pengamatan ditransformasi pada $\sqrt{x + 0,5}$ (*The data were transformed to $\sqrt{x + 0.5}$*)Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji beda nyata terkecil pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to (least significant difference test)*)

masing sebanyak satu kali, pada perlakuan G sebanyak dua kali, dan F sebanyak tiga kali.

Pada tanaman bawang merah prevalensi kelompok telur *S. exigua* sangat mudah dijumpai di lapangan pada saat tertentu, sedangkan pada saat lainnya sangat sulit ditemukan (Rauf 1999). Namun, serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah masih tetap berlangsung sepanjang umur tanaman tersebut. Fenomena ini menunjukkan bahwa populasi kelompok telur tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator penetapan ambang pengendalian *S. exigua* pada tanaman bawang merah di sepanjang umur tanaman tersebut. Selain itu pengamatan kelompok telur *S. exigua* setelah tanaman bawang merah berumur lebih dari 15 HST harus dilakukan dengan sangat teliti, karena jumlah daun mulai bertambah sehingga tanaman mulai rimbun dan jika pengamatan kurang teliti keberadaan kelompok telur tersebut agak sulit dijumpai.

Kerusakan Tanaman Oleh *S. exigua*

Hasil pengamatan terhadap kerusakan tanaman bawang merah oleh serangan hama *S. exigua* disajikan pada Tabel 3. Kerusakan tanaman ditandai dengan timbulnya bercak-bercak putih transparan pada daun bawang merah, akibat larva *S. exigua* memakan daging daun dari dalam rongga daun dan meninggalkan epidermis dan pada serangan berat seluruh daun dimakan. Menurut Rauf (1999) puncak serangan hama *S. exigua* pada tanaman bawang merah terjadi pada umur 27 HST, dan setelah itu intensitas serangan menurun.

Kerusakan tanaman oleh serangan *S. exigua* mulai terpantau pada umur 12 HST. Selama percobaan berlangsung, kerusakan tanaman yang mencapai ambang pengendalian (kerusakan tanaman 5%) terjadi pada semua petak perlakuan. Namun, intensitas terjadinya kerusakan tanaman yang mencapai ambang pengendalian pada tiap petak perlakuan berbeda. Hal ini disebabkan pada tiap petak perlakuan tersebut dilakukan tindakan pengendalian sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan.

Pada perlakuan G (kerusakan tanaman 5%) tercapainya ambang pengendalian berdasarkan kerusakan tanaman 5% terjadi sebanyak tujuh kali, sedangkan pada perlakuan F (0,1 kelompok telur/tanaman contoh) terjadi sebanyak 10 kali. Padahal, jika berdasarkan populasi kelompok telur (Tabel 3), pada perlakuan F hanya perlu dilakukan tindakan pengendalian sebanyak tiga kali, yaitu pada umur 5, 8, dan 12 HST, sedangkan jika berdasarkan kerusakan tanaman, pada perlakuan F diperlukan 10 kali tindakan pengendalian, yaitu pada umur 19, 22, 26, 29, 33, 36, 40, 43, 47, dan 50 HST. Perbedaan

jumlah tindakan pengendalian tersebut terjadi karena keberadaan kelompok telur *S. exigua* pada saat tertentu sangat sulit ditemukan atau telur telah menetas lalu larva instar pertama masuk ke dalam polong daun. Akibatnya ambang pengendalian berdasarkan kelompok telur tidak tercapai, tetapi kerusakan tanaman terus berlangsung yang secara ekonomi dapat menimbulkan kerugian. Hal ini membuktikan bahwa ambang pengendalian *S. exigua* berdasarkan kerusakan tanaman lebih teliti dibandingkan dengan penetapan ambang pengendalian berdasarkan kelompok telur. Namun demikian, penerapan ambang pengendalian berdasarkan kerusakan tanaman membutuhkan ketelitian, kecermatan menghitung, tenaga dan waktu yang cukup untuk mendapatkan hasil pengamatan yang akurat.

Populasi Imago *S. exigua*

Populasi imago (ngengat) *S. exigua* hasil tangkapan Feromon Exi disajikan pada Gambar 3. Ngengat *S. exigua* mulai tertangkap pada umur 5 HST dan mencapai puncaknya umur 47 HST, dengan kepadatan populasi tertinggi 29,45 ekor/perangkap/hari. Berdasarkan hasil tangkapan tersebut, maka ambang pengendalian pada perlakuan A, B, C, D, dan E sebanyak 14, 11, 9, 6, dan dua kali. Dengan demikian pada perlakuan tersebut dilakukan penyemprotan insektisida masing-masing sebanyak 14, 11, 9, 6, dan 2 kali.

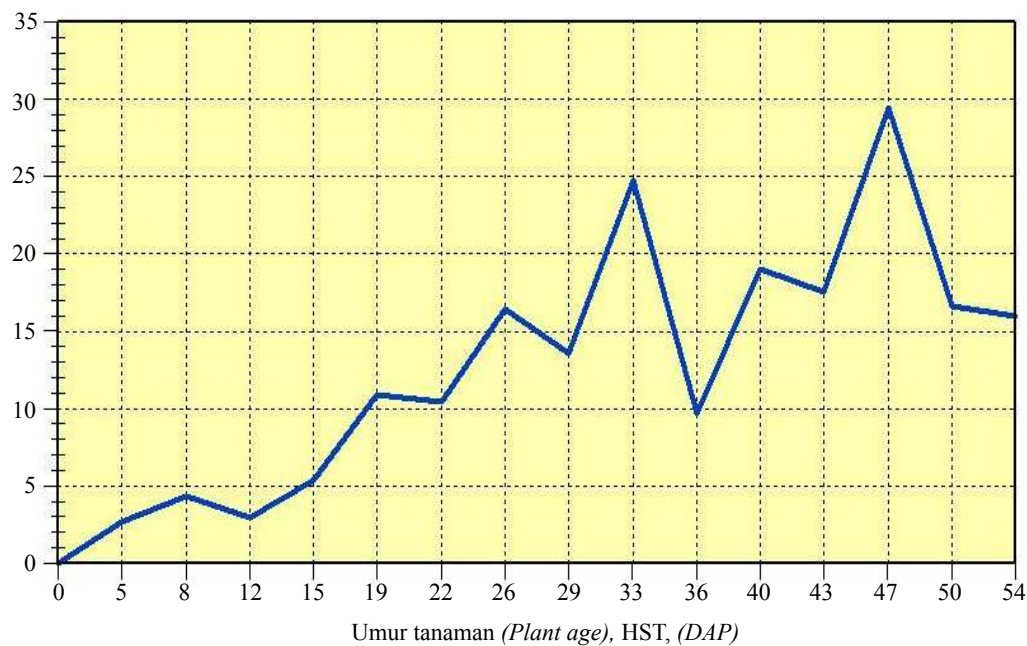
Salah satu penyebab terjadinya ledakan populasi hama pada tanaman semusim disebabkan oleh migrasi hama ke pertanaman (French 1969). Pada tanaman bawang merah, ngengat *S. exigua* bermigrasi dari luar pertanaman kemudian bertelur. Menurut Rauf (1999) telur tersebut menetas dalam waktu yang relatif singkat (2-3 hari), selanjutnya larva merusak tanaman secara cepat. Dengan kondisi yang demikian, maka tindakan pengendalian berdasarkan kelompok telur dan kerusakan tanaman selalu terlambat. Oleh karena itu acuan untuk menetapkan tindakan pengendalian yang paling tepat ialah berdasarkan pemantauan populasi ngengat *S. exigua*.

Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan Lain

Selama percobaan berlangsung ditemukan OPT lain yang menyerang tanaman bawang merah, yaitu hama trips dan lalat pengorok daun, serta serangan penyakit troto dan embun tepung. Serangan hama trips dan lalat pengorok daun hanya terpantau satu kali, yaitu pada umur 8 HST dan intensitas serangannya di bawah 2%, sehingga dianggap tidak mengganggu jalannya percobaan. Namun pada percobaan ini dijumpai serangan penyakit troto yang disebabkan oleh cendawan *Alternaria porri* dan penyakit embun tepung yang disebabkan oleh

Table 3. Kerusakan tanaman bawang merah oleh *S. exigua* (Shallots plant damage due to *S. exigua*)

Perlakuan (Treatments)	Kerusakan tanaman bawang merah oleh <i>S. exigua</i> menurut umur tanaman (Shallots plant damage due to <i>S. exigua</i> according to plant age), HST (DAP)													
	5	8	12	15	19	22	26	29	33	36	40	43	47	50
Hasil tangkapan ngengat sebanyak > 0 ekor/hari (<i>Moth caught</i> > 0 individu/day)	0,00	0,00	0,35 ab	1,28 b	1,86 ab	1,77 d	3,14 b	1,89 c	1,65 cd	0,47 c	0,71 cd	1,57 cd	3,87 c	8,39 ab
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 5 ekor/hari (<i>Moth caught</i> ≥ 5 individu/day)	0,00	0,00	0,51 ab	1,61 ab	1,79 ab	3,24 cd	1,36 b	1,98 c	1,98 cd	1,79 bc	0,84 cd	1,21 d	6,00 bc	7,43 ab
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 10 ekor/hari (<i>Moth caught</i> ≥ 10 individu/day)	0,00	0,00	1,25 a	5,21 a	4,90 ab	11,30 abc	10,35 ab	8,42 bc	3,96 cd	1,62 bc	2,25 bcd	2,99 bcd	4,60 bc	5,46 b
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 15 ekor/hari (<i>Moth caught</i> ≥ 15 individu/day)	0,00	0,00	0,85 ab	1,34 ab	6,08 a	19,50 a	33,68 a	22,73 ab	11,10 abc	9,14 ab	4,66 ab	5,56 bc	12,77 ab	8,58 ab
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 20 ekor/hari (<i>Moth caught</i> ≥ 20 individu/day)	0,00	0,00	0,24 b	3,26 ab	4,21 ab	7,42 bcd	14,09 ab	22,27 ab	8,99 bcd	9,55 ab	3,97 abc	6,57 b	8,20 bc	6,45 ab
Kelompok telur 0,1 per tanaman contoh (0.1 egg cluster/plant)	0,00	0,00	0,22 b	3,20 ab	6,21 a	7,64 bcd	33,83 a	27,73 ab	22,40 a	11,64 a	5,19 ab	14,61 a	11,31 ab	9,06 ab
Kerusakan tanaman 5% (Plant damage of 5%)	0,00	0,00	0,73 ab	2,22 ab	10,15 a	11,34 abc	4,46 b	12,55 bc	9,35 abc	2,80 bc	1,67 bcd	2,52 bcd	10,45 abc	10,74 a
Disemprot dengan insektisida dua kali per minggu (Sprayed with insecticide twice/week)	0,00	0,00	0,13 b	0,82 b	0,45 b	1,28 d	2,16 b	0,12 c	0,69 d	1,68 bc	0,10 d	3,44 bcd	5,95 bc	9,41 ab
Kontrol (tanpa insektisida) (Checks (without insecticide))	0,00	0,00	0,65 ab	1,11 b	10,48 a	14,85 ab	33,89 a	35,90 a	19,36 ab	12,46 a	6,41 a	11,64 a	19,84 a	4,72 b
LSD 5%	-	-	1,00	3,35	8,51	8,67	27,20	23,18	13,97	8,16	3,76	4,10	6,54	5,01
KK (CV), %	-	-	18,62	19,92	19,31	15,50	19,13	16,13	18,27	19,19	18,84	27,80	30,58	27,70



Gambar 3. Populasi imago *S. exigua* pada tanaman bawang merah (*Imago of *S. exigua* population on shallots*)

cendawan *Peronospora destructor*. Kehadiran kedua penyakit ini mulai terpantau pada umur 8 HST sampai akhir percobaan. Untuk mengatasi serangan penyakit tersebut pertanaman bawang merah disemprot dengan fungisida klorotalonil, difenokonazol, mefenoksam + mankozeb secara bergantian dengan frekuensi dua kali/minggu.

Jumlah Penyemprotan Insektisida untuk Mengendalikan *S.exigua* per Musim

Tujuan penerapan ambang pengendalian ialah untuk menekan penggunaan pestisida. Pada percobaan ini dengan menerapkan ambang pengendalian *S. exigua* berdasarkan populasi kelompok telur, kerusakan tanaman, atau populasi ngengat hasil tangkapan dengan Feromon Exi, penggunaan insektisida dapat ditekan jika dibandingkan dengan penggunaan insektisida secara rutin dua kali/minggu (Tabel 4).

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pengurangan penggunaan insektisida tertinggi terdapat pada perlakuan E (≥ 20 ekor ngengat *S.exigua*/perangkap/hari), yaitu sebesar 85,71%, sedangkan yang terendah pada perlakuan B (≥ 5 ekor ngengat/perangkap/hari), yaitu sebesar 21,43%. Pada perlakuan ambang pengendalian berdasarkan populasi kelompok telur (0,1/tanaman contoh) dan kerusakan tanaman 5%, masing-masing dapat menghemat penggunaan insektisida sebesar 78,57 dan 57,14%. Hasil ini sejalan dengan penelitian Moekasan *et al.* (2004, 2012).

Hasil Panen Bawang Merah

Hasil panen bawang merah disajikan pada Tabel 5. Bobot bawang merah pada saat panen (bobot umbi

basah) maupun setelah penjemuran selama 7 hari (bobot umbi kering) pada perlakuan A (>0 ngengat/perangkap/hari), B (≥ 5 ngengat/perangkap/hari), C (≥ 10 ngengat/perangkap/hari) dan H (disemprot insektisida secara rutin dua kali/minggu) tidak menunjukkan perbedaan nyata, tetapi lebih tinggi dan berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan D (≥ 15 ngengat/perangkap/hari), E (≥ 20 ngengat/perangkap/hari), F (0,1 kelompok telur/tanaman), G (kerusakan tanaman 5%), dan I (kontrol).

Hasil panen pada perlakuan ambang pengendalian yang setara dengan hasil panen pada perlakuan yang disemprot insektisida secara rutin (perlakuan H) terdapat pada perlakuan A, B, dan C. Dari ketiga macam perlakuan tersebut (A, B, dan C), perlakuan C merupakan perlakuan yang dapat menghemat penggunaan insektisida tertinggi, yaitu sebesar 35,71% dibandingkan dengan perlakuan B sebesar 21,43% dan A = 0%. Pada perlakuan F (kelompok telur 0,1/tanaman) dan G (kerusakan tanaman 5%), hasil panen bawang merah (bobot umbi basah dan kering) lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan H yang disemprot rutin dengan insektisida dua kali/minggu. Adanya perbedaan bobot hasil panen pada perlakuan C (hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 10 ekor/hari) dibandingkan dengan G (kerusakan tanaman 5%) dan F (kelompok telur 0,1/tanaman) disebabkan jumlah tindakan pengendalian pada perlakuan tersebut berbeda, yaitu masing-masing 9, 6, dan 3 kali/musim. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan ambang pengendalian *S.exigua* berdasarkan hasil tangkapan ngengat oleh Feromon Exi dapat menyelamatkan hasil panen bawang merah lebih tinggi jika dibandingkan

Table 4. Jumlah dan biaya penyemprotan insektisida untuk mengendalikan hama *S.exigua* pada tanaman bawang merah (Number of insecticide spraying and cost of insecticide to control *S.exigua* on shallots)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah penyemprotan insektisida per musim tanam (Number of insecticide application in planting season)	Biaya insektisida (Cost of insecticide) Rp/ 30 m ² / (IDR/ 30 m ²)	Perbedaan dengan perlakuan H (The different with H), %
Hasil tangkapan ngengat sebanyak > 0 ekor/hari (Moth caught > 0 individu per day)	14	40.520,00	0
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 5 ekor/hari (Moth caught ≥ 5 individu per day)	11	31.837,00	21,43
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 10 ekor/hari (Moth caught ≥ 10 individu per day)	9	26.049,00	35,71
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 15 ekor/hari (Moth caught ≥ 15 individu per day)	6	17.366,00	57,14
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 20 ekor/hari (Moth caught ≥ 20 individu per day)	2	5.789,00	85,71
Kelompok telur 0,1 per tanaman contoh (0.1 egg cluster per plant)	3	8.683,00	78,57
Kerusakan tanaman 5% (Plant damage of 5%)	6	17.366,00	57,14
Disemprot dengan insektisida dua kali per minggu (Sprayed with insecticide twice/week)	14	40.520,00	0
Kontrol (tanpa insektisida) (Checks (without insecticide))	0	0	100,00

dengan penerapan ambang pengendalian berdasarkan populasi kelompok telur atau kerusakan tanaman. Dengan terpantaunya kehadiran ngengat *S.exigua* sedini mungkin tindakan pengendalian dapat segera dilakukan, sehingga ledakan serangan hama dapat dikurangi. Berdasarkan uraian tersebut ditetapkan bahwa ambang pengendalian berdasarkan hasil tangkapan ngengat *S.exigua* menggunakan Feromon Exi sebesar ≥10 ekor/perangkap/hari inilah yang paling menguntungkan karena selain menekan penggunaan insektisida sebesar 35,71%, hasil panen pun (13,46 t/ha) setara dengan hasil panen bawang merah pada perlakuan penyemprotan insektisida dengan sistem kalender dua kali/minggu.

Analisis Anggaran Parsial

Analisis anggaran parsial dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan finansial suatu teknologi baru untuk direkomendasikan sebagai pengganti teknologi lama atau teknologi yang sedang berjalan (*existing technology*) (Basuki 2009). Dalam analisis anggaran parsial, dihitung besarnya perubahan-perubahan yang terjadi dalam penerimaan (*revenue*), biaya berubah (*variable cost*), dan pendapatan bersih (*net income*) sebagai akibat dari penggantian teknologi. Pada analisis anggaran parsial dilakukan untuk perlakuan C (≥ 10 ekor ngengat/ perangkap/ hari) dan dibandingkan dengan perlakuan H (penyemprotan insektisida secara rutin 2 kali/ minggu) (Tabel 6).

Table 5. Hasil panen bawang merah (Shallots yield)

Perlakuan (Treatments)	Bobot (Weight)			
	Umbi segar (Fresh bulbs)		Umbi kering (Dry bulbs)	
	kg/ 30 m ²	t/ha	kg/ 30 m ²	t/ha
Hasil tangkapan ngengat sebanyak > 0 ekor/hari (Moth caught > 0 individu per day)	71,50 a	23,83	40,50 a	13,50
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 5 ekor/hari (Moth caught ≥ 5 individu per day)	71,33 a	23,77	40,20 a	13,40
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 10 ekor/hari (Moth caught ≥ 10 individu per day)	70,70 a	23,56	40,37 a	13,46
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 15 ekor/hari (Moth caught ≥ 15 individu per day)	36,27 c	12,09	22,97 c	7,66
Hasil tangkapan ngengat sebanyak ≥ 20 ekor/hari (Moth caught ≥ 20 individu per day)	23,60 e	7,86	13,27 e	4,42
Kelompok telur 0,1 per tanaman contoh (0.1 egg cluster/plant)	31,97 d	10,66	15,67 d	5,22
Kerusakan tanaman 5% (Plant damage of 5%)	62,83 b	20,94	38,67 b	12,89
Disemprot dengan insektisida dua kali/minggu (Sprayed with insecticide twice/week)	69,83 a	23,28	40,17 a	13,39
Kontrol (tanpa insektisida) (Checks (without insecticide))	15,87 f	5,29	9,67 f	3,22
LSD 5%	2,06	-	1,46	-
KK (CV), %	2,36	-	2,90	-

Table 6. Perubahan penerimaan dan biaya berubah akibat perubahan dari teknologi penyemprotan insektisida dengan sistem kalender ke penerapan ambang pengendalian (Rp/ha) (*Change in revenue and variable cost due to changing technology from insecticide spraying with calendar system to implementation of control threshold (IDR/ha)*)

Uraian (<i>Description</i>)	Perubahan teknologi (<i>Change of technology</i>)		
	Disemprot insektisida 2 kali/minggu (<i>Sprayed with insecticide twice/ week</i>)	Penerapan ambang pengendalian (<i>Implementation of control threshold</i>)	Perubahan (<i>Change</i>)
Hasil panen (<i>yield</i>)			
Bobot (<i>Weight</i>) (kg/ha)	13.390	13.460	70
Harga (Rp/kg) (<i>price</i>) (IDR/kg)	6.000,00	6.000,00	-
Total penerimaan (Rp/ha) (<i>total revenue (IDR/ha)</i>)	80.340.000,00	80.760.000,00	420.000,00
Biaya berubah per hektar (Rp/ha) (<i>variable cost per hectar (IDR/ha)</i>)			-
Tenaga kerja (Rp/ha) (<i>labour (IDR/ha)</i>)			-
Pengamatan populasi imago <i>S.exigua</i> (<i>Observation of S.exigua population</i>)	-	300.000,00	300.000,00
Feromon Exi	-	125.000,00	125.000,00
Penyemprotan insektisida (<i>Insecticide spraying</i>)	3.780.000,00	2.430.000,00	- 1.350.000,00
Subtotal biaya tenaga kerja (Rp/ha) (<i>Subtotal of labour cost (IDR/ha)</i>)	3.780.000,00	2.855.000,00	- 925.000,00
Bahan (<i>Material</i>)			-
Insektisida untuk untuk pengendalian <i>S.exigua</i> (<i>Insecticide for controlling S.exigua</i>)	13.506.667,00	8.683.000,00	- 4.823.667,00
Subtotal biaya bahan (<i>Subtotal of material cost</i>)	13.506.667,00	8.683.000,00	- 4.823.667,00
Subtotal biaya bahan + upah (<i>Subtotal of material and labour costs</i>)	17.286.667,00	11.538.000,00	- 5.748.667,00
Bunga modal (1,67%/ bulan untuk 3 bulan) (<i>Capital cost (1.67%/ month for 3 months)</i>)	866.062,00	578.054,00	- 288.008,00
Total biaya berubah (Rp/ha) (<i>Total of variable cost (IDR/ha)</i>)	18.152.729,00	12.116.054,00	- 6.036.675,00
Pendapatan kotor (Rp/ha) (<i>Gross income (IDR/ha)</i>)	62.187.271,00	68.643.946,00	6.456.675,00

Biaya berubah dengan adanya penggantian teknologi pada percobaan ini ialah biaya pengamatan ngengat *S. exigua*, pembelian Feromon Exi, upah penyemprotan insektisida, pembelian insektisida, dan bunga bank. Dengan penerapan ambang pengendalian berdasarkan tangkapan populasi ngengat *S.exigua* menggunakan Feromon Exi, ada penambahan biaya berubah, yaitu biaya pengamatan dan pembelian Feromon Exi sebesar Rp425.000,00. Namun, penambahan biaya tersebut masih jauh lebih kecil jika dibandingkan pengurangan biaya pengendalian pada perlakuan tersebut secara keseluruhan, yaitu sebesar Rp5.748.667,00/ha yang terdiri atas selisih biaya upah penyemprotan insektisida sebesar Rp1.350.000,-/ha; biaya pembelian insektisida sebesar Rp4.823.667,00/ha; dan bunga bank atau modal sebesar Rp288.008,00/ha.

Suatu teknologi baru dapat direkomendasikan untuk menggantikan teknologi lama apabila teknologi baru tersebut dapat meningkatkan pendapatan bersih atau memberikan tingkat pengembalian (*rate of return*) ≥ 1 (Soetiarso et al. 2006, Basuki 2009). Pada percobaan ini, penerapan ambang pengendalian *S. exigua* menggunakan Feromon Exi dibanding penerapan pengendalian *S.exigua*

sistem kalender, dapat meningkatkan pendapatan kotor sebesar Rp6.456.675,00/ha dan mengurangi biaya berubah sebesar Rp6.036.675,00/ha. Dengan demikian, penerapan ambang pengendalian *S.exigua* menggunakan Feromon Exi secara ekonomi layak untuk diadopsi.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Ambang pengendalian hama *S. exigua* berdasarkan hasil tangkapan populasi ngengat menggunakan Feromon Exi ialah sebanyak ≥ 10 ekor/perangkap/hari. Dengan penerapan ambang pengendalian tersebut, penggunaan insektisida dapat dikurangi sebesar 35,71% dengan hasil panen sebesar 13,46 t/ha setara dengan penggunaan insektisida dua kali/minggu. Penerapan ambang pengendalian tersebut secara ekonomi layak untuk diadopsi karena dapat meningkatkan pendapatan bersih dan mengurangi biaya jika dibandingkan dengan penyemprotan insektisida secara rutin dua kali/minggu.

2. Untuk penerapan penggunaan Feromon Exi sebagai alat pemantau populasi ngengat *S. exigua* pada budidaya bawang merah, rekomendasi yang diberikan ialah (1) kebutuhan perangkap per hektar ialah sebanyak lima buah yang dipasang secara diagonal, (2) pengamatan populasi ngengat pada perangkap dilakukan mulai umur 5 hari setelah tanam dengan interval 3 hari, dan (3) jika populasi ngengat *S.exigua* mencapai ≥ 30 ekor/ perangkap/ 3 hari, maka tanaman disemprot dengan insektisida yang dianjurkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Negara Riset dan Teknologi melalui Program PKPP Tahun 2012 yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Bapak Thamshir, Bapak Mohamad Yusuf, dan semua anggota Kelompok Tani Bubun Tanjung, Desa Lakawan, Kecamatan Anggeraja, Kabupaten Enrekang, serta POPT dan PPL Kecamatan Anggeraja, Kabupaten Enrekang yang dengan rela mengawal dan membantu pelaksanaan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat membantu mengatasi serangan hama ulat bawang terutama di Kabupaten Enrekang.

PUSTAKA

1. Basuki, RS 2009, 'Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional', *J. Hort.* vol. 19, no.2, hlm. 213-26.
2. Dibiyanoro, LH 1990, 'Pengaruh penggunaan insektisida dan ambang kendali *Spodoptera exigua* Hbn. yang berdasarkan hasil tangkapan imago dengan feromon seks sintetik terhadap populasi larva, kerusakan tanaman, dan hasil panen bawang merah', *Bul. Penel. Hort.*, vol.19, no.4, hlm. 106-15.
3. French, RA 1969, 'Migration of *Laphygma exigua* Hubner (Lepidoptera : Noctuide) to Bristish Isles in relation to large-scale weather system'. *J.Anim. Ecol.*, vol.38, pp. 199-210.
4. Haryati, Y & Nurawan, A 2009, 'Peluang pengembangan feromon seks dalam pengendalian hama ulat bawang (*Spodoptera exigua*) pada bawang merah', *J.Litbang Pertanian* vol. 28, no.2, hlm. 72-7.
5. Knight, AL & Light, DM 2005, 'Developing action thresholds for codling moth (Lepidoptera : Tortricidae) with pear ester- and codlemone-baited traps in apple orchards treated with sex pheromone mating disruption', *J.Canadian Entomol.*, vol. 137, no.6, pp. 739-747.
6. Koster, WG 1990, 'Exploratory survey on shallot in rice based cropping system in Brebes', *Bul.Penel.Hort. (Ed. Khusus)*, vol.18, no.1, hlm. 19-30.
7. Moekasan, TK, Suryaningsih, E, Sulastrini, I, Gunadi, N, Adiyoga, W, Hendra, A, Martono, MA & Karsum 2004, 'Kelayakan teknis dan ekonomis penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada sistem tanam tumpanggilir bawang merah dan cabai', *J. Hort.* vol. 14, no.3, hlm. 188-203.
8. Moekasan, TK & Murtiningsih, R 2010, 'Pengaruh campuran insektisida terhadap ulat bawang, *Spodoptera exigua* Hubn', *J.Horti.* vol. 20, no, 1, hlm. 67-79.
9. Moekasan, TK, Basuki, RS & Prabaningrum, L 2012, 'Penerapan ambang pengendalian organisme pengganggu tumbuhan pada budidaya bawang merah dalam upaya mengurangi penggunaan pestisida', *J.Hort.*, vol. 22, no.1, hlm. 47-56.
10. Permana, AD & Rostaman 2006, 'Pengaruh jenis perangkap seks terhadap tangkapan ngengat jantan *Spodoptera exigua*', *J.HPT Tropika*, vol. 6, no.1, hlm. 9-13.
11. Rauf, A 1999, 'Dinamika populasi *Spodoptera exigua* (HUBNER) (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman bawang merah di dataran rendah', *Bul. Hama dan Penyakit Tumbuhan*, vol.11, no.2, hlm. 39-47.
12. Reddy, GV & Guerrero, A 2001, 'Optimum timing of insecticide applications against diamondback moth *Plutella xylostella* in cole crops using threshold catches in sex pheromone traps', *J. Pest. Manag.Sci.*, vol. 57, no. 1, pp. 90-4.
13. Soeriaatmasdja, RE & Omoy, TR 1992, 'Penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama bawang merah *Spodoptera exigua* Hbn. berdasarkan populasi ngengat yang tertangkap feromon seks di musim hujan', *Bul.Penel.Hort.*, vol. 22, no.3, hlm. 10-3.
14. Soetiarso, TA, Ameriana, M, Prabaningrum, L & Sumarni, N 2006, 'Pertumbuhan, hasil dan kelayakan finansial penggunaan mulsa dan pupuk buatan pada usahatani cabai merah di luar musim', *J.Hort.* vol.16, no.1, pp. 63-76.
15. Untung, K 1994, 'Konsep, strategi, dan taktik pengendalian hama terpadu dalam menunjang pembangunan pertanian berkelanjutan', *Prosiding Lokakarya pengembangan Entomologi di Kawasan Timur Indonesia dalam Upaya Menunjang Pengendalian Hama Terpadu, Faperta Universitas Sam Ratulangi, PHT-BAPPENAS*. Manado, Hlm. 1-20.