

Penerapan Teknologi Input Luar Rendah Pada Budidaya Cabai Merah untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk dan Pestisida Sintetik (Implementation of Low External Input Technology for Chili Pepper Cultivation to Reduce Fertilizer and Synthetic Pesticide)

Wiwin Setiawati¹⁾, Agus Muharam²⁾, Agus Susanto³⁾, Evita Boes⁴⁾ dan Abdi Hudayya¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

²⁾Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian,

Jln. Tentara Pelajar Cimanggu No. 10, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16124

³⁾Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jln. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia 45363

⁴⁾Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jln. Cisarua/Sangkuriang, Komplek LIPI Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40135

E-mail: wsetiawatie@yahoo.com

Diterima: 4 Maret 2018; direvisi: 14 Mei 2018; disetujui: 23 Mei 2018

ABSTRAK. Penggunaan input produksi yang tinggi seperti pupuk dan pestisida pada budidaya cabai merah merupakan ancaman yang serius terhadap kesehatan dan lingkungan. Salah satu teknologi alternatif yang semakin sering diujicobanya adalah teknologi *low external input technology* (LEIT). Kelebihan teknologi LEIT adalah menggunakan bahan agro kimia secara benar, tepat waktu, dosis dan cara sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, baik pencemaran tanah, air dan udara, produksi tetap tinggi, secara ekonomi menguntungkan dan aman untuk dikonsumsi. Beberapa teknologi yang dapat digunakan dalam teknologi LEIT di antaranya penggunaan kompos untuk mengurangi pupuk buatan, sistem polikultur, dan penutup tanah dengan kacang-kacangan. Tujuan penelitian adalah menghasilkan LEIT pada budidaya cabai merah dengan memanfaatkan sumber daya hayati (SDH) domestik yang dapat mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida sintetik serta ramah lingkungan mulai dari pengendalian input, pengendalian proses dan *quality control*. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang dari bulan Maret sampai November 2014. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah kombinasi dari varietas, bahan organik dan NPK, sistem tanam dan pengendalian OPT serta teknologi konvensional sebagai pembanding. Hasil menunjukkan bahwa penerapan LEIT (30 ton kompos PKSTT, NPK 625 kg/ha, penggunaan ATECU berdasarkan ambang pengendalian, biopestisida BPP pegunungan pada saat berbunga dan tumpang sari antara cabai merah dan buncis tegak) memberikan hasil terbaik untuk budidaya cabai merah ramah lingkungan. Penerapan teknologi LEIT tersebut dapat menekan penggunaan pupuk NPK sebesar 37,5%, penggunaan pestisida 50 – 60%, produksi tetap tinggi (9,49 ton/ha), meningkatkan pendapatan 27,71%, aman terhadap predator *M. sexmaculatus* dan ramah lingkungan.

Kata kunci: *Capsicum annuum*; LEIT; Ramah lingkungan

ABSTRACT. Chili pepper cultivation reliance on synthetic-chemical fertilizers and pesticides is having serious impacts on health and the environment. Low external input technology (LEIT) was one of technology which recently can be applied. It does not mean the elimination of these materials. Yields are maintained through greater emphasis on cultural practices, IPM, and utilization of on-farm resources and management such as legume cover crops, cropping system and compost can supply the total nitrogen requirements, biopesticide to reduce the use of the chemical pesticide. These technology reduced environmental degradation, maintain agricultural productivity, promote economic viability in both the short and long term and maintain stable rural communities and quality of life. The objectives were to produce LEIT on the chili pepper cultivation that using biological resources which can reduce the need for domestic fertilizers and synthetic pesticides safe for consumption and environmentally friendly from the input control, control process, and quality control. The goal of this experiment was to support the implementation of product safety and increase biodiversity, especially in useful life (parasitoids and predators). The research conducted at Indonesian Vegetables Research Institute, Lembang from March to November 2014. Randomized block design consisting of nine treatments and three replications was used. Organic materials, compost, NPK doses, cropping systems and the use of insecticides were used as treatments. The results showed that application of LEIT such as the use of compost 30 ton/ha, NPK 625 kg/ha, application of ATECU insecticide based on control threshold, application of mountain biopesticide at flowering and intercropping between chili pepper and bean were the best treatments for environmentally friendly of chili pepper cultivation. This technology was able suppress the use of NPK fertilizer at 37.5%, the use of pesticides 50-60%, production remains high (9.49 ton/ha), increase demand (27.71%), safe for *M. sexmaculatus* predator, and environmentally friendly.

Keywords: *Capsicum annuum*; LEIT ; Environmentally friendly

Perubahan struktur perekonomian dunia yang mengarah pada globalisasi, liberalisasi, dan ekolabel mendorong persaingan pasar yang semakin ketat. Tuntutan pasar akan produk pertanian tidak hanya terhadap kualitas, tapi juga terhadap bebasnya

kandungan pestisida dan bahan kimia. Dalam SIPP (2013) dijelaskan bahwa setiap usaha pertanian harus mengikuti suatu protokol *good agricultural practices* (GAP), *good handling practices* (GHP), *good manufacturing practices* (GMP) dan atau *good*

corporate governance (GCG) yang mendorong kesejahteraan dan ramah lingkungan serta menciptakan nilai tambah ekonomi bagi pengguna.

Pada budidaya cabai merah, intensitas dan frekuensi penggunaan pupuk buatan dan pestisida sintetik yang semakin meningkat, merupakan ancaman yang serius terhadap kesehatan dan lingkungan. Hasil beberapa penelitian mengenai proporsi jumlah input-output selama beberapa tahun bahkan mengindikasikan bahwa sistem konvensional menjadi semakin tidak efisien (Adiyoga, Sumarni & Nugraha 2010). Perlu adanya suatu strategi atau metode dalam upaya untuk mencegah kerusakan sumber daya alam dan lingkungan dengan memperhatikan ekologis, mempunyai nilai ekonomis, efisien dan pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan serta standar hidup petani.

Salah satu teknologi alternatif yang semakin sering diijak penerapannya adalah teknologi input luar rendah atau *low external input technology* (LEIT) yang dipandang kompatibel dengan asas-asas lingkungan sehingga dapat menjamin kelestarian dan keberlanjutan sumber daya alam dengan produksi tetap tinggi. Kelebihan teknologi LEIT adalah menggunakan bahan agro kimia secara benar, tepat waktu, tepat dosis dan tepat cara sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan baik pencemaran tanah, air dan udara maupun produknya tidak mengandung racun serta aman dikonsumsi (Diver 2012). Teknologi LEIT merupakan harapan pertanian masa depan dan akan sangat menguntungkan dari segi ekonomi, lingkungan, dan sosial.

Menurut Ibeawuchi, Obiefuna & Iwuanyanwu (2015) bahwa teknologi LEIT yang diterapkan di Afrika antara lain penggunaan kompos tiniton, pupuk kandang, pupuk hijau, mulsa, *Mycorrhiza* sp., dan biopestisida. Beberapa teknologi yang dapat digunakan dalam teknologi LEIT antara lain penggunaan kompos untuk mengurangi pupuk buatan, sistem tanam polikultur, penggunaan penutup tanah dengan kacang-kacangan. Selanjutnya Diver (2012) melaporkan bahwa teknologi LEIT yang diterapkan di Oklohama dan Arkansas adalah penggunaan kompos, penutup tanah, mulsa, TOT, dan penggunaan insektisida berdasarkan ambang pengendalian.

Kacang-kacangan yang ditanam sebagai penutup tanah dapat meningkatkan kandungan nitrogen sebesar 140 kg/ha dengan hasil jagung tetap tinggi. Penggunaan kompos dapat dikatakan sebagai tulang punggung pertanian berkelanjutan karena perannya yang dapat meningkatkan bahan organik, nutrisi tanah, perbaikan struktur tanah, fiksasi nitrogen dan aktivasi mikroba tanah (Reddy 2017). Penggunaan kompos dapat meningkatkan biodiversitas fauna dalam tanah dan

meningkatkan mikroba dalam tanah (Hargreaves, Adl & Warman 2008) dan mengurangi serangan penyakit tular tanah (Bonanomi *et al.* 2014). Penggunaan kompos pupuk kandang ditambah dengan sisa-sisa tanaman dapat meningkatkan pH tanah (McGrath *et al.* 2010). Biopestisida yang umum digunakan dalam teknologi LEIT antara lain *Eucalyptus* spp., ekstrak cabai merah, lengkuas, nimba, minyak serai, kunyit, lantana, deris, sirih, dsb. (Mkpado & Onuoha 2008).

Penelitian mengenai teknologi LEIT yang telah dilaksanakan oleh lembaga penelitian di Indonesia masih sangat terbatas ditinjau dari cakupan topik maupun komoditasnya. Hasil penelitian komponen teknologi LEIT yang dilakukan pada tahun 2013 menunjukkan bahwa penggunaan kompos PKSTT pada sistem tanam tumpangsari antara cabai merah dengan buncis tegak ternyata dapat menurunkan penggunaan pupuk NPK sebesar 50% dengan hasil panen dan keuntungan yang paling tinggi. Penggunaan biopestisida ATECU (10 ml/l) dapat menghemat penggunaan insektisida sintesis sebesar 50%, dapat menekan biaya penggunaan pestisida sebesar 96,39% dengan keuntungan sebesar Rp292.830.000,00 (Sumarni, Setiawati & Hudayya 2014; Setiawati *et al.* 2013a).

Hasil penelitian tersebut perlu dirakit dalam teknologi LEIT untuk budidaya cabai merah dengan menambahkan beberapa komponen teknologi yang lain seperti (1) untuk meningkatkan serapan hara tanaman dapat diperbaiki dengan menambahkan mikroba berguna, (2) kandungan N yang rendah akan diperbaiki dengan menambahkan sisa-sisa tanaman dari keluarga kacang-kacangan dan (3) untuk memperbaiki pupuk organik dan serangan patogen tular tanah dilakukan dengan membuat biopestisida berbahan dasar mikroorganisme yang berasal dari pegunungan dan tumbuhan *Ageratum conyzoides*. Keuntungan yang akan diperoleh antara lain: (1) pengurangan risiko usahatani cabai merah sehubungan perubahan iklim dan dengan fluktuasi harga cabai merah, disamping adanya peningkatan pendapatan petani, (2) pengurangan penggunaan pestisida sintetik dan pupuk anorganik, (3) perbaikan efisiensi penggunaan sumber daya melalui pengelolaan hama dan patogen berbasis ramah lingkungan yang dapat memberikan insentif bagi petani untuk membudidayakan cabai merah sesuai daya dukung ekosistem, (4) peningkatan kesadaran akan kebutuhan untuk menata sistem usahatani cabai merah yang sejalan dengan prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan, (5) mengurangi pencemaran lingkungan dan peningkatan populasi organisme berguna dan (6) menyediakan bahan baku cabai merah yang aman dikonsumsi.

Penelitian bertujuan menghasilkan teknologi LEIT pada budidaya cabai merah dengan memanfaatkan sumber daya hayati (SDH) domestik yang dapat mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida sintetik, aman dikonsumsi, dan ramah lingkungan mulai dari pengendalian input, pengendalian proses dan *quality control*. Hipotesis penelitian adalah salah satu rakitan teknologi LEIT yang diuji dapat mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida, meningkatkan hasil cabai merah dan ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai dengan November 2014 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) terdiri atas sembilan perlakuan

dengan tiga ulangan. Macam perlakuan yang diuji disajikan pada Tabel 1.

Cabai varietas Kencana ditanam dengan jarak tanam 70 cm x 50 cm, luas plot 10 m x 4,2 m (120 tanaman/plot), luas percobaan $\pm 2.500 \text{ m}^2$. Seluruh pertanaman cabai merah diberi *border* dengan baris jagung. Pestisida diaplikasikan sesuai dengan ambang kendali sebagai berikut: (a) intensitas serangan trips dan kutu daun 15%, (b) intensitas serangan tungau 10% dan (c) intensitas serangan ulat grayak 12,5% (Moekasan & Prabaningrum 2012).

Pengambilan tanaman contoh dilakukan dengan menggunakan metode U shape sebanyak 10 tanaman contoh/petak perlakuan. Pengamatan pertama dilakukan pada umur 30 hari setelah tanam (HST) dengan interval 7 hari. Peubah yang diamati adalah (1) pertumbuhan tanaman (tinggi dan lebar kanopi), (2) jenis, populasi, dan intensitas serangan OPT, (3) populasi musuh alami dan fauna tanah, (4) jumlah penggunaan pestisida dan (5) hasil panen.

Tabel 1. Perlakuan yang diuji (*Treatment tested*)

Uraian (Remarks)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Varietas (Varieties)	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana	Kencana
Pupuk NPK (NPK fertilizer)	1000 kg	1000 kg	1000 kg	625 kg	625 kg	625 kg	500 kg	500 kg	500 kg
Pupuk organik (Manure)	Pupuk kandang (30 ton/ ha)	Pupuk kandang (30 ton/ ha)	Pupuk kandang (30 ton/ ha)	Kompos PKSTT (30 ton/ ha)	Kompos PKSTT (30 ton/ ha)	Kompos PKSTT (30 ton/ ha)	Kompos PKSTT plus (30 ton/ha)	Kompos PKSTT plus (30 ton/ha)	Kompos PKSTT plus (30 ton/ha)
Sistem tanam (Crop system)	Mono- kultur	Cabai + buncis	Cabai + kubis bunga	Mono- kultur	Cabai + buncis	Cabai + kubis bunga	Mono- kultur	Cabai + buncis	Cabai + kubis bunga
Cara pengendalian hama dan penyakit (<i>Pest and disease control</i>)	Konven- sional (pestisida secara rutin)	Konven- sional	Konven- sional (pestisida secara rutin)	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari	ATECU (10 ml/l) (AP) BPP (10 ml/l) interval 7 hari

Keterangan (Remarks):

- PKSTT = Kompos pupuk kandang + sisa tanaman + *Tephrosia vogelii* (Manure + crop debris + *tephrosia vogelii*)
- PKSTT plus = Kompos pupuk kandang + sisa tanaman + *Tephrosia vogelii* + pupuk P alam, pupuk hayati, dolomite, MM dan abu sekam (Manure + crop debris + *tephrosia vogelii* + organic P + organic fertilizer + lime + mountain microorganism (MM) + ash husk)
- ATECU = Biopestisida berbahan aktif *Azadirachta indica* + *Tephrosia vogelii* + urine sapi (Biopesticide which contains *Azadirachta indica* + *Tephrosia vogelii* + cow urine)
- BPP = Biopestisida berbahan aktif *Ageratum conyzoides* + urine sapi (Biopesticide which contains *Ageratum conyzoides* + cow urine)
- AP = Ambang pengendalian (Threshold of control)

Analisis Statistik

Data peubah pengamatan dianalisis dengan sidik ragam. Jika terdapat perbedaan pengaruh perlakuan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut LSD pada taraf nilai kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan lebar kanopi) cabai merah disajikan pada Tabel 2 dan 3. Tumpangsari antara kubis bunga dan buncis tegak dengan tanaman cabai merah tidak memengaruhi pertumbuhan (tinggi tanaman) cabai merah (Tabel 2). Hal ini dikarenakan penanaman kubis bunga dan buncis dilakukan pada 60 HST cabai merah di mana pertumbuhan tanaman cabai merah sudah cukup tinggi sehingga tidak menimbulkan persaingan yang berarti di antara tanaman cabai merah dengan kubis bunga atau buncis tegak dalam pengambilan cahaya matahari, unsur hara dan air sehingga tidak menghambat pertumbuhan tanaman dan pembentukan bunga tanaman cabai merah. Pengelolaan hara yang digunakan pada setiap perlakuan, yaitu pemberian 30 ton/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK, kompos PKSTT 30 ton/ha + 625 kg/ha pupuk NPK, dan 30 ton/ha kompos PKSTT plus + 500 kg/ha pupuk NPK juga tidak memengaruhi terhadap tinggi tanaman cabai merah. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan pupuk NPK dari 1.000 menjadi 625 dan 500 kg/ha tidak mengurangi pertumbuhan tinggi tanaman cabai merah bila disertai penambahan kompos, baik kompos PKSTT maupun kompos PKSTT plus. Pada pengamatan 100 HST, tinggi tanaman cabai merah rata-rata mencapai 62,80–74,57 cm. Hasil-hasil tersebut dapat disebabkan karena pemberian kompos dapat

meningkatkan ketersediaan N yang merupakan salah satu unsur utama yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (Antil *et al.* 2011).

Pengamatan terhadap lebar kanopi tanaman cabai merah disajikan pada Tabel 3. Ada kecenderungan bahwa penggunaan sistem tanam lebih berpengaruh terhadap lebar kanopi dibandingkan dengan pengurangan pupuk NPK. Tumpangsari cabai merah dengan kubis bunga pada setiap perlakuan menunjukkan lebar kanopi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman cabai monokultur ataupun dengan tanaman cabai yang ditumpangsarikan dengan tanaman buncis tegak. Kemungkinan tanaman kubis bunga lebih cepat tumbuh dibandingkan tanaman cabai merah sehingga pertumbuhan tanaman kubis bunga menghambat pertumbuhan lebar kanopi tanaman cabai merah.

Organisme Pengganggu Tumbuhan

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang menyerang tanaman cabai merah selama penelitian berlangsung adalah trips (*Thrips parvispinus*), tungau (*Polyphagotarsonemus latus*), kutudaun persik (*Myzus persicae*), ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan ulat penggerek buah (*Helicoverpa armigera*). Serangan kelima OPT tersebut disajikan pada Tabel 4 dan 5 serta Gambar 2 dan 3. Perlakuan yang diuji ternyata memengaruhi serangan kelima OPT tersebut. Penerapan teknologi LEIT (penggunaan kompos, pengurangan pupuk NPK dan penggunaan biopestisida ATECU) berpengaruh terhadap penekanan serangan trips dan tungau. Aplikasi insektisida ATECU (10 ml/l) berdasarkan ambang pengendalian trips sebesar 15%, ternyata mampu menekan serangan trips dan tungau serta efikasinya setara dengan penggunaan insektisida Abamektin 18 EC yang diaplikasikan secara rutin pada teknologi konvensional yang biasa digunakan petani (perlakuan A, B, dan C). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Varghese



Cabai monokultur
(*Monocropping chili*)



Tumpangsari cabai + buncis tegak
(*Multicropping chili + string bean*)



Tumpangsari cabai + kubis bunga
(*Multicropping chili + cauliflower*)

Gambar 1. Sistem tanam cabai merah (*Chili planting system*)

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of plant height on chili pepper at different treatments*), Lembang 2014

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi tanaman (cm) pada pengamatan ke (<i>Plant height at</i>) ... (HST/DAP)					
	30	44	58	72	86	100
A	12,17 b	18,83 a	31,03 a	47,97 a	63,63 a	74,57 a
B	13,63 ab	20,00 a	33,60 a	50,13 a	64,13 a	68,07 a
C	12,65 ab	19,87 a	32,33 a	50,00 a	61,87 ab	63,27 a
D	12,90 ab	19,47 a	30,80 a	45,43 a	58,50 ab	66,23 a
E	39,63 a	18,10 a	29,63 a	45,23 a	58,80 ab	65,07 a
F	11,53 b	17,37 a	28,97 a	43,40 a	54,07 b	62,80 a
G	13,17 ab	19,33 a	31,17 a	44,20 a	60,17 ab	69,73 a
H	11,53 b	18,60 a	28,77 a	43,43 a	60,70 ab	71,77 a
I	11,48 b	17,93 a	28,20 a	43,67 a	59,37 ab	66,30 a
LSD 5%	27,08	4,09	6,25	7,49	8,89	11,81
KK (CV), %	101,50	12,53	11,84	9,42	8,54	10,11

Keterangan (*Remarks*):

HST = hari setelah tanam, DAP=*days after planting*. Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing pengamatan tidak berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5% (*Mean followed by the same letters in each observation are not significantly different according to LSD at 5%*)

Tabel 3. Rerata lebar kanopi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of canopy width on chili pepper at different treatments*), Lembang 2014

Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Lebar kanopi (cm) pada pengamatan ke (<i>Canopy width at</i>) ... (HST/DAP)					
	30	44	58	72	86	100
A	8,22 a	12,15 ab	26,31 ab	37,12 ab	52,30 a	55,95 a
B	8,49 a	12,39 a	27,05 ab	38,62 ab	52,00 a	55,37 ab
C	8,14 a	12,36 ab	29,07 a	40,52 a	51,98 a	54,18 abc
D	8,14 a	11,49 ab	23,87 ab	37,17 ab	50,57 a	53,93 abc
E	7,06 a	11,27 ab	24,42 ab	34,67 ab	48,33 a	53,25 abc
F	7,17 a	10,70 b	23,94 ab	33,23 b	45,57 a	49,15 bc
G	8,22 a	12,26 ab	24,58 ab	35,67 ab	48,92 a	55,47 ab
H	7,49 a	11,55 ab	22,43 b	34,32 b	47,55 a	53,18 abc
I	7,43 a	11,38 ab	22,12 b	32,77 b	45,62 a	48,33 c
LSD 5%	1,90	1,67	5,92	6,04	6,98	6,34
KK (CV), %	14,02	8,24	13,75	9,69	8,19	6,88

Keterangan (*Remarks*): lihat Table 2 (*See Table 2*)

& Giraddi (2010) menyatakan bahwa penggunaan bahan organik seperti nimba dan kompos merupakan cara terbaik untuk mengendalikan trips dan tungau, sedangkan penggunaan pupuk yang tinggi terutama N dapat meningkatkan serangan trips (Setiawati et al. 2013a). Pada teknologi LEIT selama penelitian berlangsung hanya diaplikasikan sebanyak 5–7 kali. Bila dibandingkan dengan insektisida Abamectin perlakuan insektisida ATECU pada teknologi LEIT mampu mengurangi penggunaan insektisida sebesar 30 – 50%.

Untuk menekan serangan penyakit digunakan fungisida sintetik dan biopestisida BPP. Penggunaan fungisida pada perlakuan teknologi konvensional (A, B, dan C) dilakukan secara rutin mulai umur 30 HST atau 10 kali aplikasi selama musim tanam, sedangkan biopestisida BPP berbahan aktif *babadotan* pada teknologi LEIT hanya diaplikasikan pada saat berbunga atau hanya tiga kali selama musim tanam. Dengan demikian, selama musim tanam penerapan teknologi

LEIT dapat menghemat penggunaan fungisida sebesar 70%. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa teknologi LI/HO dapat menekan penggunaan pestisida sebesar 50 – 60%.

Biopestisida ATECU merupakan campuran dari *A. indica*, *T. vogelli*, dan urin sapi. Campuran ketiga bahan tersebut sangat efektif untuk mengendalikan OPT penting pada tanaman cabai merah. *Tephrosia vogelii* mengandung rotenone dan senyawa rotenoid lain seperti deguelin, tefrosin, dan rotenolon. *Azadirachta indica* baik biji maupun daunnya mengandung biotoksin azadirachtin yang cara kerjanya dapat sebagai pencegah makan, penolak, maupun racun kontak, sedangkan penambahan urin sapi dapat meningkatkan efikasi biopestisida (Gupta & Pathak 2009). Pemanfaatan biopestisida berbahan baku dua jenis atau lebih ekstrak tumbuhan dapat mengurangi ketergantungan pada satu jenis tumbuhan sebagai bahan baku sehingga dapat mengatasi keterbatasan bahan baku insektisida nabati di tingkat petani (Dadang

& Prijono 2008). Selain itu, insektisida dalam bentuk campuran dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis hama sekaligus, meningkatkan efisiensi aplikasi karena insektisida dalam campuran digunakan pada dosis lebih rendah dibandingkan dengan dosis masing-masing komponennya secara terpisah, terutama bila campuran bersifat sinergis (Zarkani 2008), menunda timbulnya resistensi hama terhadap insektisida dan dapat mengurangi pengaruh samping terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan.

Pada gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa keberadaan populasi *M. persicae*, *S. litura* dan *H. armigera* tampaknya dipengaruhi selain oleh penggunaan insektisida juga dipengaruhi oleh sistem tanam. Sistem tanam antara cabai merah dengan buncis dan kubis bunga tampaknya dapat menurunkan populasi *M. persicae*, *S. litura*, dan *H. armigera* meskipun semua perlakuan yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Menurut George & Giraddi (2010) bahwa peningkatan serangan OPT terjadi karena kebanyakan tanaman cabai ditanam secara monokultur. Menurut Marliah, Jumini & Jamilah (2010) sistem tanam polikultur dapat mengurangi risiko gagal panen, selain itu dapat mengurangi serangan OPT karena

biasanya musuh alami lebih banyak berkumpul pada tanaman polikultur dan penggunaan bahan alami tidak membahayakan predator *Coccinelidae*. Hasil serupa dapat dilihat pada Gambar 4.

Predator *M. sexmaculatus*

Pengamatan terhadap populasi predator *M. sexmaculatus* disajikan pada Gambar 4 dan 5. Penggunaan biopestisida ATECU secara nyata dapat meningkatkan populasi predator dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintetis. Penggunaan insektisida abamektin yang biasa digunakan petani ternyata tidak selektif dan dapat mengurangi populasi predator sebesar 87,17% bila dibandingkan dengan insektisida ATECU. Penggunaan biopestisida ATECU secara nyata dapat meningkatkan populasi predator *M. sexmaculatus* (Setiawati *et al.* 2013b).

Hasil Panen Cabai Merah

Hasil panen cabai merah disajikan pada Tabel 7, hasil panen tertinggi diperoleh perlakuan monokultur A, D, dan G diikuti berturut-turut oleh perlakuan B, E, H, dan oleh perlakuan C, F, dan I. Dari Tabel ini dapat dilihat bahwa tampaknya bobot cabai merah

Tabel 4. Kerusakan tanaman akibat serangan *T. parvispinus* (Plant damage due to *T. parvispinus*), Lembang 2014

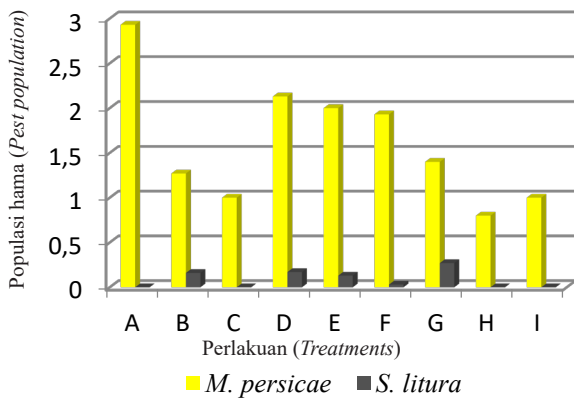
Perlakuan (Treatments)	Rerata kerusakan tanaman pada pengamatan ke (The average of plant damage at) (HST/DAP), %									
	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
A	0,37 c	1,48 a	2,96 a	10,00 d	12,60 b	15,55 a	10,74 b	11,48 b	12,22 c	13,33 d
B	1,48 abc	0,74 a	2,96 a	5,93 e	14,82 ab	14,82 a	12,22 ab	12,59 b	13,70 bc	15,55 bcd
C	1,11 abc	1,11 a	2,59 a	6,30 e	12,96 b	12,59 a	10,00 b	11,48 b	12,96 bc	14,08 cd
D	1,11 abc	0,74 a	5,93 a	19,26 c	16,30 ab	16,67 a	17,78 a	19,26 a	22,22 a	22,96 a
E	1,48 abc	1,85 a	4,07 a	24,44 a	18,89 ab	17,04 a	12,96 ab	15,55 ab	17,78 abc	19,26 abc
F	1,85 ab	1,48 a	5,93 a	18,52 c	17,03 ab	16,67 a	12,22 ab	13,33 ab	17,78 abc	20,00 ab
G	1,11 abc	1,11 a	4,45 a	21,85 b	22,59 a	20,00 a	14,82 ab	17,78 ab	18,52 ab	20,00 ab
H	2,22 a	1,48 a	3,33 a	22,59 ab	18,15 ab	16,30 a	13,70 ab	16,30 ab	16,30 abc	17,04 bcd
I	0,74 bc	2,22 a	4,45 a	22,96 ab	21,85 ab	17,41 a	15,93 ab	17,04 ab	14,82 bc	17,78 abcd
LSD 5%	1,44	1,62	4,74	2,51	9,28	10,98	6,50	6,51	6,02	5,77
KK (CV), %	65,46	68,86	67,23	8,59	31,10	38,81	28,08	25,11	21,13	18,74

Keterangan (Remarks): lihat Table 2 (See Table 2)

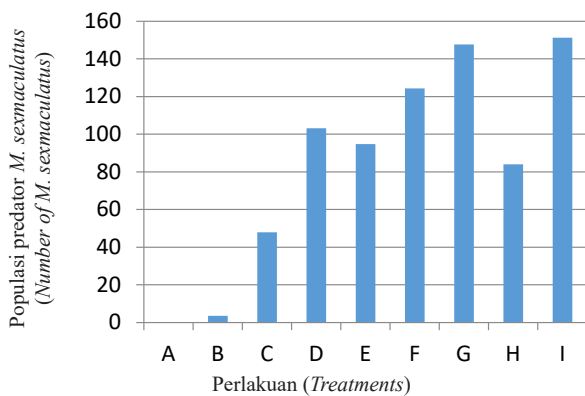
Tabel 5. Kerusakan tanaman akibat serangan tungau (*P. latus*) (Plant damage due to broad mite (*P. latus*), Lembang 2014

Perlakuan (Treatments)	Rerata kerusakan tanaman pada pengamatan ke (Plant damage due to broad mite at) (HST/DAP), %									
	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
A	0,00	0,00 a	0,00 a	0,74 cd	5,19 a	6,30 a	2,96 a	3,33 b	3,70 b	5,19 ab
B	0,00	1,11 a	0,00 a	1,48 cd	4,44 a	5,19 a	3,33 a	4,07 ab	5,19 ab	5,93 ab
C	0,00	0,00 a	0,00 a	0,74 cd	4,81 a	6,67 a	3,70 a	4,81 ab	5,19 ab	6,67 ab
D	0,00	0,37 a	1,11 a	1,11 cd	7,04 a	8,52 a	7,78 a	9,26 a	10,74 a	11,48 a
E	0,00	0,37 a	0,74 a	1,11 cd	5,56 a	5,19 a	6,30 a	7,41 ab	7,78 ab	9,26 ab
F	0,00	0,00 a	0,74 a	0,00 d	4,81 a	6,30 a	7,04 a	8,15 ab	8,52 ab	9,63 ab
G	0,00	0,37 a	0,00 a	2,22 bc	7,41 a	7,41 a	8,15 a	8,89 a	6,30 ab	4,07 b
H	0,00	0,37 a	0,37 a	4,81 a	7,04 a	5,56 a	5,93 a	7,41 ab	8,89 ab	10,00 ab
I	0,00	0,74 a	0,37 a	3,33 ab	8,15 a	7,41 a	7,41 a	7,41 ab	4,44 ab	5,93 ab
LSD 5%	0,00	1,22	1,50	1,71	5,52	6,93	5,37	5,45	6,41	6,43
KK (CV), %	0,00	190,39	243,52	57,20	52,71	61,60	53,11	46,67	54,90	49,09

Keterangan (Remarks): lihat Table 2 (See Table 2)



Gambar 2. Populasi *M. persicae* dan *S. litura* pada berbagai perlakuan yang diuji (Populations of *M. persicae* dan *S. litura* at different treatments)

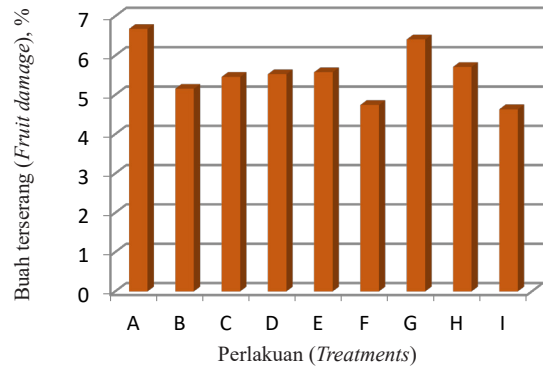


Gambar 4. Populasi predator *M. sexmaculatus* (Population of *M. sexmaculatus*)

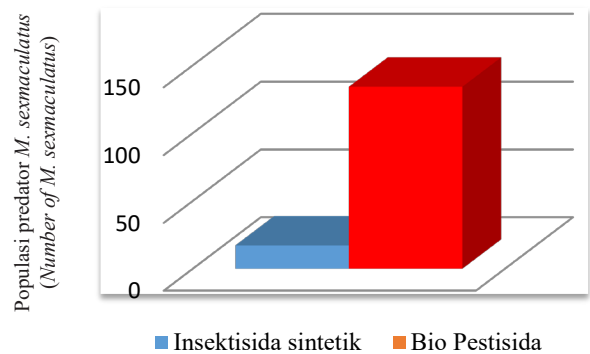
lebih dipengaruhi oleh sistem tanam dibandingkan dengan penggunaan kompos, pengurangan pupuk NPK ataupun pengendalian OPT. Tumpangsari antara cabai merah dengan buncis tegak ternyata dapat menurunkan bobot cabai merah sebesar 16,84%, sedangkan tumpangsari antara cabai merah dan kubis bunga sebesar 32,89%.

Walaupun hasil cabai merah pada sistem tanam monokultur lebih tinggi daripada sistem tanam tumpangsari. Namun, dari segi pendapatan sistem tanam tumpangsari memberikan pendapatan yang lebih tinggi daripada sistem tanam monokultur. Tumpangsari antara cabai merah dengan buncis tegak mampu meningkatkan pendapatan sebesar 27,71%, sedangkan tumpangsari antara cabai merah dengan kubis bunga sebesar 3,72%. Beberapa penelitian melaporkan hasil yang sama seperti yang dilaporkan oleh (Setiawati, Udiarto & Soetiarso 2008; Brintha & Seran 2012; Alom et al. 2015).

Hasil panen buncis tegak dan kubis bunga disajikan pada Gambar 6 dan 7. Pengaruh perlakuan yang



Gambar 3. Buah terserang *H. armigera* (Fruit damage by *H. armigera*)



Gambar 5. Pengaruh penggunaan insektisida terhadap populasi predator *M. sexmaculatus* (The effect of insecticide on *M. sexmaculatus*)

diterapkan ternyata dapat memengaruhi hasil bobot buncis dan kubis bunga tumpangsari dengan cabai merah. Perlakuan terbaik untuk buncis adalah paket teknologi LEIT E, yaitu pada penggunaan 30 ton/ha kompos PKSTT + 625 kg/ha pupuk NPK, sedangkan untuk kubis bunga adalah pada perlakuan 30 ton/ha pupuk kandang + 1.000 kg/ha pupuk NPK. Tanaman kubis bunga termasuk tanaman yang membutuhkan hara yang tinggi.

Kelimpahan Artropoda Tanah

Hasil pengamatan terhadap kelimpahan populasi artropoda tanah selama penelitian berlangsung disajikan pada Gambar 8. Artropoda tanah yang berhasil diidentifikasi dikelompokkan menjadi dua yaitu yang berperan sebagai hama dan predator. Artropoda tanah yang berperan sebagai predator antara lain dari ordo Hymenoptera, Arachnidae, dan Dermaptera, sedangkan yang berperan sebagai hama antara lain dari ordo Lepidoptera, Diptera, dan Ortoptera.

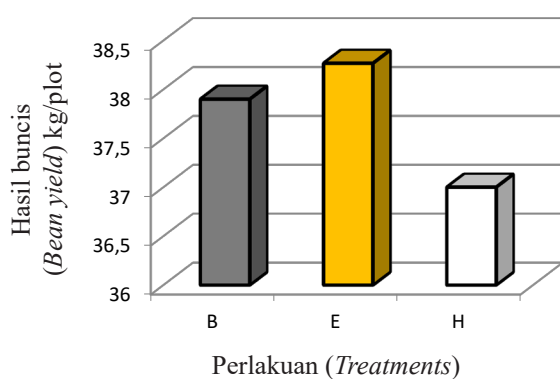
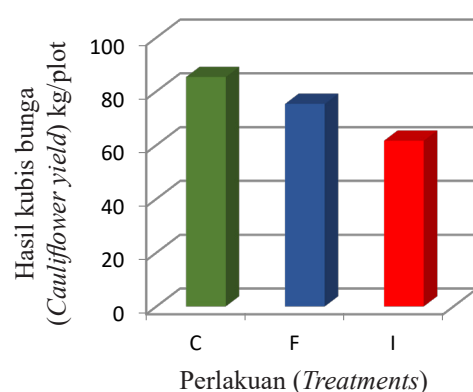
Perlakuan yang diuji ternyata memengaruhi kelimpahan artropoda tanah. Kelimpahan predator tertinggi diperoleh pada perlakuan teknologi LEIT D,

Tabel 6. Penggunaan pestisida pada tiap perlakuan (*The use of pesticide at different treatments*), Lembang 2014

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)		Fungisida (<i>Fungicide</i>)		Total aplikasi (<i>Total application</i>)	
	Jumlah (<i>Number</i>)	Efisiensi (<i>Efficiency</i>), %	Jumlah (<i>Number</i>)	Efisiensi (<i>Efficiency</i>), %	Jumlah (<i>Number</i>)	Efisiensi (<i>Efficiency</i>), %
A	10	-	10	-	20	-
B	10	-	10	-	20	-
C	10	-	10	-	20	-
D	7	30	3	70	10	50
E	6	40	3	70	9	55
F	5	50	3	70	8	60
G	6	40	3	70	9	55
H	6	40	3	70	9	55
I	6	40	3	70	9	55

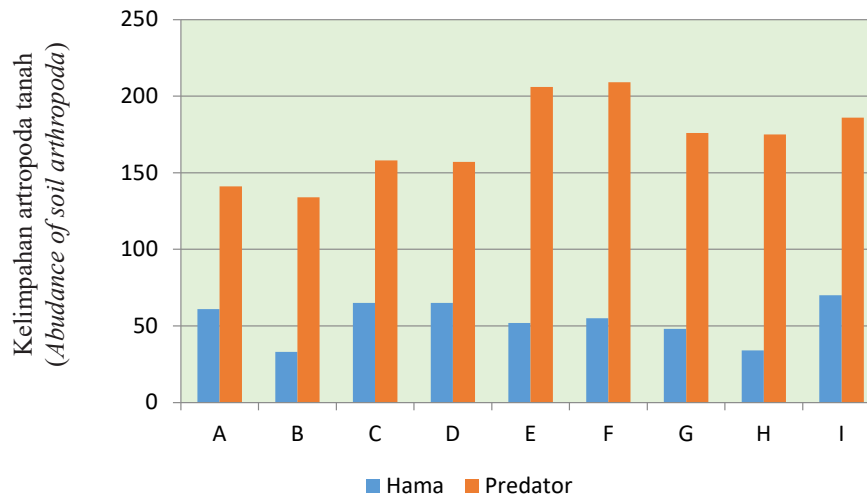
Keterangan (*Remarks*): lihat Table 2 (*See Table 2*)**Tabel 7. Hasil panen cabai merah (*Chili pepper yield*)**

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	kg/plot	Ton/ha	Serangan <i>H. armigera</i> (<i>Fruit damage by H. armigera</i>), %
A	38,93 a	9,73	6,68 a
B	34,2 b	8,55	5,16 a
C	26,67 e	6,67	5,46 a
D	37,97 a	9,49	5,53 a
E	29,93 cd	7,48	5,58 a
F	27,43 de	6,86	4,74 a
G	36,43 a	9,36	6,41 a
H	30,95 c	7,74	5,71 a
I	22,63 e	5,68	4,63 a
LSD 5%	2,94	-	2,78
KK(CV) %	7,82	-	28,92

Keterangan (*Remarks*): lihat Table 2 (*See Table 2*)**Gambar 6. Hasil panen buncis tegak (*Yield of bean*)****Gambar 7. Hasil panen kubis bunga (*Yield of cauliflower*)**

E dan F (Kompos PKSTT, pengurangan NPK 625 kg/ha, penggunaan insektisida ATECU dan sistem tanam yang berbeda) dan perlakuan teknologi LEIT G, H, dan I (Kompos PKSTT plus, pengurangan NPK 500 kg/ha, penggunaan insektisida ATECU dan

sistem tanam yang berbeda) dibandingkan dengan perlakuan konvensional yang biasa digunakan petani cabai merah A, B, dan C (pupuk kandang, NPK 1.000 kg/ha, insektisida sintetis dan sistem tanam yang berbeda).



Gambar 8. Kelimpahan artropoda tanah pada berbagai perlakuan yang diuji (*Abundance of soil arthropoda at different treatments*)

Peningkatan keefektifan musuh alami dapat dilakukan dengan konservasi melalui tindakan budidaya ramah lingkungan, perbaikan habitat dan relungnya di lapang sehingga dapat membantu musuh alami tetap eksis di lapang. Dewasa ini upaya meminimalkan penggunaan pestisida sintetik untuk menekan populasi serangga hama serta menghasilkan produk yang lebih sehat. Hal ini mendorong berkembangnya penelitian tentang *three level trophic interactions* yaitu interaksi tanaman, herbivora dan musuh alaminya sebagai dasar dalam upaya pengelolaan hama (Reyes *et al.*, 2007)

KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan teknologi input luar rendah/LEIT (30 ton kompos PKSTT, NPK 625 kg/ha, penggunaan insektisida ATECU berdasarkan ambang pengendalian, pengunggunan biopestisida BPP pegunungan pada saat berbunga dan tumpangsari antara cabai merah dan buncis tegak) merupakan rakitan teknologi LEIT yang terbaik untuk budidaya cabai merah ramah lingkungan. Penerapan teknologi LEIT tersebut dapat menekan penggunaan pupuk NPK sebesar 37,5%, penggunaan pestisida 50 – 60%, produksi tetap tinggi (9,49 ton/ha), meningkatkan pendapatan sebesar 27,71%, aman terhadap predator *M. sexmaculatus* dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui KKP3N (Kerjasama Kemitraan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Nasional TA 2014/2015)

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiyoga, W, Sumarni, N & Nugraha, US 2010, *Pertanian masukan energi luar rendah dan pertanian berkelanjutan LEISA (low-external-input and sustainable agriculture) serta prospek penerapannya pada usahatani sayuran*, accessed January 8, 2013, from <<http://www.scribd.com/doc/44637662/Pertanian-Masukan-Energi-Luar-Rendah-Dan-Pertanian-Berkelanjutan-LEISA-Serta-Prospek-Penerapannya-Pada-Usahatani-Sayuran>>.
2. Alom, MS, Islam, MN, Biswas, M, Talukdar, AR & Masud, MAT 2015, 'Intercropping chili with sweet gourd at varying plant population', *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, vol. 39, no. 4, pp. 579–589.
3. Antil, R, Bar-Tal, Fine, P & Hadas, A 2011, 'Predicting nitrogen and carbon mineralization of composted manure and sewage sludge in soil', *Compost Sci Util.*, vol. 19, pp. 33–43.
4. Bonanomi, G, Ascoli, D, Scotti, R, Gaglione, S, Caceres, M, Sultana, S, Scelza, R, Rao, M & Zoina, A 2014, 'Soil quality recovery and crop yield enhancement by combined application of compost and wood vegetables grown under plastic tunnels', *Agric Ecosyst Environ*, vol. 192, pp. 1–7.
5. Brintha, I & Seran, TH 2012, 'Effect of intercropping chili (*Capsicum annuum* L.) with onion (*Allium cepa* L.) in sandy regosol', *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, vol. 37, no. 3, pp. 547–550.
6. Dadang & Prijono, D 2008, *Insektisida nabati: Prinsip, pemanfaatan, dan pengembangan*, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
7. Diver, S 2012, *Towards a sustainable agriculture*, *New renaissance*, accessed January 9, 2013, <<http://www.ru.org/ecology-and-environment/towards-a-sustainable-agriculture.html>>.
8. George, S & Giraddi, RS 2010, 'Management of chilli (*Capsicum annuum* L.) thrips and mites using organics', *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, vol. 20, no. 3, pp. 537–540.
9. Gupta, MP & Pathak, RK 2009, 'Bioefficacy of neem products and insecticides against the incidence of whitefly, yellow mosaic virus and pod borer in black gram', *Natural Product Radiance*, vol. 8, no. 2, pp. 133-136.

10. Hargreaves, JC, Adl, MS & Warman, PR 2008, 'A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture, *Agric Ecosyst Environ*, vol. 123, pp. 1–14.
11. Ibeawuchi, I., Obiefuna, J. & Iwuanyanwu, UP 2015, 'Low external input agricultural farming system for the increase in productivity of resource poor farmers', *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, vol. 5, no. 2, pp. 109–116.
12. Marliah, A, Jumini & Jamilah 2010, 'Pengaruh jarak tanam antar barisan pada sistem tumpangsari beberapa varietas jagung manis dengan kacang merah terhadap pertumbuhan dan hasil', *Jurnal Agrista*, vol. 14, no. 1, pp. 30–38.
13. McGrath, S, Maguire, RO, Tracy, BF & Fike, JH 2010, 'Improving soil nutrition with poultry litter application in low-input forage systems', *Agronomy Journal*, vol. 102, no. 1, pp. 48–54.
14. Mkpado, M & Onuoha, RE 2008, 'Refined indigenous knowledge as sources of low input agricultural technologies in sub-Saharan Africa rural communities: Nigerian experience', *International Journal of Rural Studies*, vol. 15, no. 2, pp. 1–11.
15. Moekasan, TK & Prabaningrum, L 2012, 'Penggunaan rumah kaca untuk mengatasi serangan organisme pengganggu tumbuhan pada tanaman cabai merah di dataran rendah', *J. Hort.*, vol. 22, no. 1, pp. 66–76.
16. Reddy, P 2017, *Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agriculture*, <https://link-springer-com-acces-bibl.ulaval.ca/content/pdf/10.1007%252F978-981-10-4325-3_7.pdf> OA http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-4325-3_7.
17. Reyes, PC, Quesada, M, Hanson, P & Oyama, K 2007, 'Interactions among three trophic levels and diversity of parasitoid: A case of top-down process in Mexican tropical day forest', *Journal Environmental Entomology*, vol. 36, no. 4, pp. 792–800.
18. Setiawati, W, Boes, E, Susanto, A, Udiarto, BK & Sumarni, N 2013a, *Penerapan teknologi low input/high input (LI/HO) dalam usahatani cabai merah untuk menghasilkan produk yang aman dikonsumsi dan ramah lingkungan*, Laporan KKP3N, 44 pp.
19. Setiawati, W, Sumarni, N, Kusandriani, Y, Hasyim, A, Uhan, T & Sutarya, R 2013b, 'Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai merah untuk mitigasi dampak perubahan iklim', *J. Hort.*, vol. 23, no. 2, pp. 174–183.
20. Setiawati, W, Udiarto, B & Soetiarso, T 2008, 'Pengaruh varietas dan sistem tanam cabai merah terhadap penekanan hama kutu kebul', *J. Hort.*, vol. 18, no. 1, pp. 55–61.
21. SIPP 2013, *Pertanian – bioindustri berkelanjutan solusi pembangunan Indonesia masa depan*, accessed February 12, 2015, <<http://perencanaan.setjen.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/1.pdf>>.
22. Sumarni, N, Setiawati, W & Hudayya, A 2014, 'Pengelolaan hama dan tanaman untuk mendukung usahatani cabai merah menggunakan input luar rendah di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 24, no. 2, pp. 141–153.
23. Varghese, TS & Giraddi, RS 2010, 'Integration of neem cake in the plant protection schedule for thrips and mite management in chilli (cv. Byadagi)', *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, vol. 18, no. 1.
24. Verkerk, RHJ & Wright, DJ 1996, 'Multitrophic interactions and management of the diamondback moth: a review', *Bulletin of Entomological Research*, vol. 86, no. 3, pp. 205–216.
25. Zarkani, A 2008, 'Aktivitas insektisida ekstrak piper retrofractum Vahl dan *Tephrosia vogelli* Hook.F terhadap *Crociodolomia pavonana* (F.) dan *Plutella xylostella* (L.) serta keamanan ekstrak tersebut terhadap *Diadegma semiclausum* Hellen', Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.