

Penggunaan Rumah Kasa untuk Mengatasi Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan pada Tanaman Cabai Merah di Dataran Rendah

Moekasan, TK dan Prabaningrum, L

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung 40791

Naskah diterima tanggal 30 September 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 Januari 2012

ABSTRAK. Salah satu dampak perubahan iklim terhadap budidaya cabai merah di dataran rendah ialah peningkatan intensitas serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Penelitian penggunaan rumah kasa untuk mengatasi serangan OPT pada budidaya cabai merah dilakukan di Kecamatan Kersana, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah pada bulan April sampai dengan Oktober 2010. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh rumah kasa terhadap serangan OPT dan produksi cabai merah. Dua macam perlakuan yang diuji ialah (a) budidaya tanaman cabai merah di dalam rumah kasa dan penggunaan pestisida berdasarkan ambang pengendalian OPT dan (b) budidaya tanaman cabai merah di lahan terbuka dan penggunaan pestisida dengan sistem kalender 3 hari sekali. Penelitian dilakukan menggunakan metode petak berpasangan dan tiap perlakuan diulang tiga kali. Petak perlakuan berukuran 137,5 m², varietas cabai yang ditanam ialah Tit Segitiga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan rumah kasa dapat mengurangi serangan OPT sebesar 12–28,52%, sehingga biaya pestisida dapat dikurangi lebih dari 95% dengan produksi lebih tinggi sebesar 927,53% dibandingkan dengan budidaya tanaman cabai merah di lahan terbuka tanpa rumah kasa. Dengan demikian, penggunaan rumah kasa dapat direkomendasikan sebagai teknologi budidaya cabai merah di dataran rendah.

Katakunci: *Capsicum annuum*; Organisme pengganggu tumbuhan; Rumah kasa; Lahan terbuka

ABSTRACT. Moekasan, TK and Prabaningrum, L. 2012. The Use of Netting House for Suppressing Pests and Diseases on Hot Peppers in the Lowland Area. One of impacts of climate change is increasing of pests and diseases infestation. Study of use of netting house for suppressing pests and diseases on hot peppers in the lowland area was carried out at Kersana Subdistrict, Brebes District, Central Java from April to October 2010. This study aimed to determine the effect of netting house on pests and diseases infestation and the yield on hot peppers cultivation. The treatments tested were : (a) hot pepper cultivation in the netting house and the use of pesticides based on the control threshold and (b) hot peppers cultivation in open field and pesticide use every 3 days. The study was conducted with paired comparison and each treatment was repeated three times. The size of every plot was 137.5 m². Hot peppers variety planted was Tit Segitiga. The results showed that the use of netting house could decrease pests and diseases infestation (12–28,52%), so that pesticide cost could be reduced more than 95% with the yield higher than 927.53% compared with those of hot peppers cultivation in open field. There for the use of netting house can be recommended for hot peppers cultivation in lowland area.

Keywords: *Capsicum annuum*; Pests and diseases; Netting house; Open field

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang bernilai ekonomi tinggi. Laporan mengenai studi cabai merah di Kabupaten Brebes yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2008 sampai 2010 menginformasikan bahwa telah terjadi penurunan produktivitas cabai merah per hektar sebesar 45,6%, yaitu dari 7,67 t/ha pada tahun 2008 menjadi 3,83 t/ha pada tahun 2010 yang disebabkan oleh faktor cuaca yang ekstrim. Hal ini mengakibatkan peningkatan serangan hama dan penyakit, sehingga terjadi kegagalan panen (Badan Pusat Statistik 2011).

Susanti *et al.* (2011) menyatakan bahwa pemanasan global menyebabkan peningkatan intensitas kejadian iklim ekstrim (El-Nino dan La-Nina) dan ketidakaturan musim. Selama 30 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu global secara cepat dan konsisten sebesar 0,2°C per dekade. Sepuluh tahun terpanas terjadi pada periode setelah tahun 1990 dan pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat

rentan terhadap perubahan iklim tersebut. Dampak perubahan iklim secara langsung maupun tidak langsung dapat memengaruhi serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) terhadap sektor pertanian, karena fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang makin meningkat mampu menstimulasi perkembangan OPT dengan cepat. Menurut Suryo (2009), hingga saat ini belum ada penelitian komprehensif tentang hubungan perubahan iklim dengan meningkatnya serangan hama dan penyakit di lapangan. Namun, tanda-tanda di lapangan menunjukkan adanya hubungan antara masalah hama dan penyakit dengan perubahan iklim yang terjadi. Pada musim kemarau tahun 2006, *Thrips* sp. dan ulat buah *Helicoverpa armigera* menimbulkan kerugian besar pada usahatani cabai merah di Tegal dan Brebes, Jawa Tengah. Pada saat itu populasi hama sangat tinggi dan tingkat kerusakan yang ditimbulkan cukup berat. Pada kurun waktu 3 tahun terakhir ini, serangan hama tersebut makin berat di berbagai daerah di Jawa Tengah, seperti Brebes, Tegal, Pati,

BAHAN DAN METODE

Klaten, Magelang, dan Wonogiri. Hasyim *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa ulat buah merupakan hama penting yang dapat mengakibatkan kerusakan hingga 60%. Dengan adanya peningkatan suhu, hama tungau perlu diwaspadai karena menurut Ashraf *et al.* (2011) populasi hama tersebut dapat meningkat.

Sampai saat ini budidaya cabai merah di Indonesia dilakukan di lahan terbuka. Kondisi iklim yang tidak menentu menyebabkan timbulnya serangan hama dan penyakit yang dapat terjadi sepanjang waktu. Selain itu, tanaman cabai merah yang termasuk ke dalam kelompok tanaman C3 tidak menghendaki sinar matahari secara penuh. Peningkatan suhu dan intensitas cahaya matahari menyebabkan tanaman cabai merah tidak dapat tumbuh secara optimal.

Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut ialah dengan penanaman cabai merah di dalam rumah kaca (*netting house*). Kwon & Chun (1999) menyatakan bahwa hasil cabai merah yang ditanam di dalam rumah kaca meningkat secara kualitas maupun kuantitas dibandingkan dengan hasil panen di lahan terbuka. Menurut Matnawi (1997), pada tanaman kelompok C3 penggunaan rumah kaca tidak hanya pada fase bibit saja, tetapi lebih baik dilakukan sepanjang siklus tanaman tersebut. Hasil penelitian pada tanaman tembakau yang juga merupakan tanaman C3, yang ditanam di dalam rumah kaca menunjukkan bahwa laju transpirasi menurun 45,6% dan kadar air pada daun serta total luas daun meningkat sekitar 40%. Oleh karena itu, budidaya tanaman cabai merah di rumah kaca perlu dicoba sebagai salah satu upaya mitigasi dampak perubahan iklim terhadap pertumbuhan tanaman dan serangan OPT.

Struktur bangunan rumah kaca dirancang sesuai dengan kondisi cuaca di Indonesia. Bahan kaca yang kedap terhadap semua jenis serangga hama tidak mungkin dapat digunakan pada kondisi tropis seperti Indonesia, karena dapat menyebabkan suhu di dalam rumah kaca meningkat. Oleh karena itu perlu dipilih bahan yang dapat meminimalkan masuknya serangga hama ke dalam rumah kaca tersebut. Untuk mengatasi serangga hama yang terlanjur masuk ke dalam rumah kaca digunakan pestisida jika populasi atau intensitas serangannya telah mencapai ambang pengendalian.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan rumah kaca terhadap serangan OPT dan hasil panen pada budidaya cabai merah. Hipotesis yang diajukan ialah bahwa penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah mampu mengatasi serangan OPT, sehingga hasil panen tetap tinggi dan secara ekonomi menguntungkan.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Kersana (\pm 5 m dpl.), Kabupaten Daerah Tingkat II Brebes, Jawa Tengah mulai bulan April sampai dengan Oktober 2010. Pada percobaan ini diuji dua macam perlakuan, yaitu: (a) budidaya cabai merah di lahan terbuka dan pengendalian OPT berdasarkan kebiasaan petani setempat dan (b) budidaya cabai merah di dalam rumah kaca dan pengendalian OPT berdasarkan ambang pengendalian.

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode petak berpasangan dan tiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali (Chiarappa 1971). Rumah kaca yang digunakan terbuat dari rangka besi dengan tinggi 2,5 m dari permukaan tanah dan dilengkapi dengan pintu ganda (Gambar 1). Dinding dan atap rumah kaca menggunakan kaca Agronet dengan spesifikasi R12-C225TrM2-70 mesh 66 (127 lubang/cm²).

Metode Analisis

Untuk menetapkan cara pengendalian OPT pada tanaman cabai merah di lahan terbuka yang sesuai kebiasaan petani setempat dilakukan survei terhadap 15 orang petani responden di sekitar lokasi percobaan. Petani responden dipilih secara sengaja dengan kriteria yang bersangkutan mengusahakan cabai merah sepanjang musim. Data yang dikumpulkan ialah jenis pestisida, konsentrasi formulasi, volume semprot, interval penyemprotan, pencampuran pestisida, dan cara pengendalian OPT lainnya. Selanjutnya data dianalisis secara deskriptif. Teknologi pengendalian OPT yang digunakan pada petak petani ditetapkan berdasarkan frekuensi terbesar yang diperoleh dari petani responden.

Cara Kerja

Ambang pengendalian yang diterapkan pada pengendalian OPT di dalam rumah kaca ialah sebagai berikut: (a) intensitas serangan trips dan kutudaun 15%; (b) intensitas serangan tungau 15%; (c) intensitas serangan ulat grayak 12,5%; (d) intensitas serangan lalat pengorok daun 10%; dan (e) intensitas serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp., dan penyakit busuk daun *Phytophthora* masing-masing sebesar 5% (Moekasan *et al.* 2004, Prabaningrum *et al.* 1994).

Petak perlakuan berukuran masing-masing seluas 137,5 m². Cabai merah ditanam secara tumpanggilir



Gambar 1. Rumah kasa dengan pintu ganda (*Netting house with double gates*)

dengan tanaman bawang merah (sesuai dengan kebiasaan petani setempat). Biji cabai merah ditanam pada saat tanaman bawang merah berumur 10 hari. Perlakuan pada tanaman cabai dilakukan setelah tanaman bawang merah dipanen. Varietas cabai merah yang ditanam ialah Tit Segitiga yang umum ditanam oleh petani di sekitar lokasi percobaan.

Pengamatan dilakukan terhadap 10 tanaman contoh pada tiap perlakuan dan penetapannya dilakukan secara acak sistematis. Pengamatan pertama dilakukan 1 minggu setelah bawang merah dipanen dengan interval 7 hari. Peubah yang diamati ialah: (1) jenis, populasi, dan intensitas serangan OPT; (2) jumlah penggunaan pestisida; dan (3) hasil panen dan pendapatan kotor. Perbedaan antarperlakuan diuji menggunakan Uji-t pada taraf 5%.

Data ekonomi dianalisis menggunakan teknik analisis anggaran parsial sebagai berikut (Basuki 2009):

$$\Delta NI = \Delta TR - \Delta VC$$
$$R = \Delta NI / \Delta VC$$

di mana:

TR = Penerimaan total (Rp/ha) = hasil (kg/ha) x harga hasil (Rp/kg);

VC = Total biaya berubah (Rp/ha) = kuantitas input yang digunakan (unit/ha) x harga input (Rp/unit);

NI = Pendapatan = penerimaan total, total biaya berubah;

Δ = Selisih, perbedaan atau perubahan;

ΔNI = Selisih pendapatan bersih budidaya cabai merah di dalam rumah kasa dengan pendapatan bersih budidaya cabai merah di lahan terbuka;

ΔTR = Selisih nilai hasil panen cabai merah di dalam rumah kasa dengan nilai hasil panen cabai merah di lahan terbuka;

ΔVC = Selisih biaya variabel teknologi budidaya cabai merah di dalam rumah kasa dengan biaya variabel teknologi budidaya cabai merah di lahan terbuka;

R = *Rate of return* (tingkat pengembalian).

Kriteria pengambilan keputusan :

1. Jika NI tetap sama atau lebih rendah, teknologi baru tersebut ditolak;
2. Jika NI naik dan VC tetap sama atau lebih rendah, maka teknologi baru tersebut mempunyai peluang diadopsi;
3. Jika NI dan VC naik, dihitung nilai R. Jika nilai $R \geq 1,0$, maka teknologi baru tersebut mempunyai peluang diadopsi;
4. Semakin tinggi NI dan R, secara ekonomi menarik untuk diadopsi.

Untuk keperluan analisis *budget partial*, data yang dikumpulkan ialah biaya tenaga kerja pengamatan, penyemprotan pestisida, biaya, dan pemasangan rumah kasa, serta biaya pestisida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi Pengendalian OPT pada Tanaman Cabai Merah Menurut Kebiasaan Petani

Petani responden pada umumnya mengusahakan budidaya cabai merah di lahan terbuka dan mengendalikan OPT menggunakan pestisida. Sebagian besar responden (>95%) menggunakan delapan macam pestisida termasuk perekat perata (Tabel 1) pada setiap penyemprotan. Penyemprotan cabai merah diawali pada 1 hari setelah tanam bawang merah dipanen dengan interval 3 hari, dengan rerata volume semprot 820 l/ha. Menurut Moekasan *et al.* (2004), rerata

Tabel 1. Pestisida yang umum digunakan oleh petani cabai merah tiap kali penyemprotan (*Pesticides were commonly used by hot peppers farmers at each spraying*)

Nama umum (<i>Common name</i>)	Jenis pestisida (<i>Kind of pesticide</i>)	Konsentrasi formulasi (<i>Concentration of formulation</i>), ml/l
Betasiflutrin (<i>Beta siflutrin</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	1,20
Imidaklopid (<i>Imidaclopid</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	0,90
Abamektin (<i>Abamectin</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	0,60
Profenofos (<i>Profenophos</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	1,20
Klorfenapir (<i>Chlorfenapir</i>)	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	0,60
Spinosad	Insektisida (<i>Insecticide</i>)	0,60
Propineb	Fungisida (<i>Fungicide</i>)	1,20
Perekat perata (<i>Sticker</i>)	-	0,60

volume semprot untuk tanaman cabai di dataran rendah sebanyak 750 l/ha, sehingga volume semprot yang digunakan oleh petani responden berlebih. Hasil ini sesuai dengan hasil survei yang dilakukan oleh Adiyoga *et al.*(1999), Soetiarso *et al.* (1999), dan Basuki (1988).

Data tersebut menunjukkan bahwa perilaku petani dalam mengendalikan OPT pada tanaman cabai merah di daerah Brebes tidak mengalami perubahan. Hal ini diduga akibat tekanan serangan OPT yang semakin berat. Kekeliruan pada cara aplikasi pestisida, seperti kebiasaan mencampur lebih dari dua macam pestisida dalam setiap penyemprotan diduga juga memperburuk hasil pengendalian OPT di daerah tersebut. Konsentrasi formulasi pestisida yang umum digunakan oleh petani masih pada kisaran konsentrasi yang dianjurkan. Namun, karena penggunaannya dicampur, maka efikasi campuran pestisida tersebut terhadap OPT sasaran masih perlu dibuktikan.

OPT yang Menyerang

Secara umum pertumbuhan tanaman cabai merah di dalam rumah kaca lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan cabai merah di lahan terbuka (Gambar

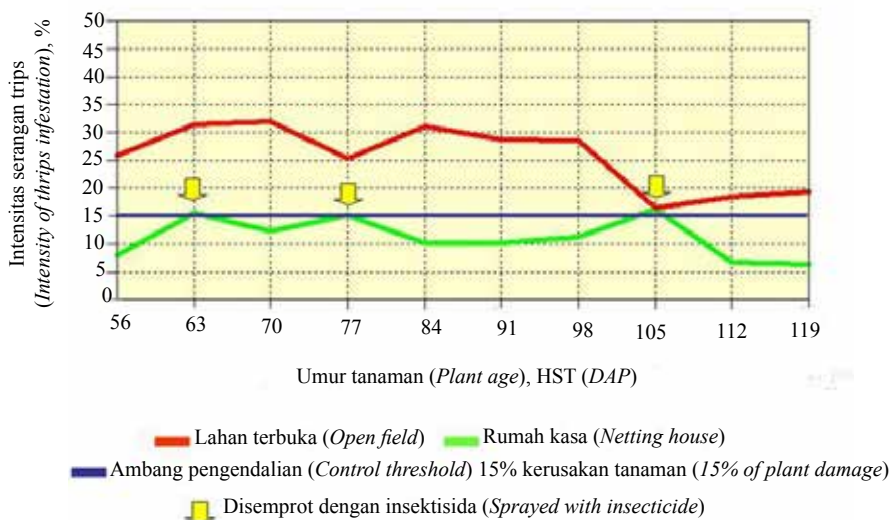
2). Namun tidak berarti tanaman cabai merah tersebut bebas dari serangan OPT. Selama penelitian berlangsung, OPT yang menyerang ialah hama trips (*Thrips parvispinus*), ulat buah (*H. armigera*), tungau, lalat buah, penyakit bercak daun *Cercospora* sp., dan penyakit antraknos.

Pada tanaman cabai merah yang ditanam di dalam rumah kaca masih dijumpai hama pengisap berukuran kecil seperti trips dan tungau. Hal ini disebabkan ukuran lubang kaca tersebut masih memungkinkan hama masuk ke dalam ruangan berrumah kaca tersebut. Namun intensitas serangan hama trips pada tanaman cabai merah di dalam rumah kaca lebih rendah jika dibandingkan dengan intensitas serangan trips di lahan terbuka (Gambar 3).

Trips merusak dengan cara menusuk daun dan tunas serta mengisap cairan tanaman menggunakan stilet. Warna daun yang terserang berubah, mula-mula menjadi coklat pada pinggirannya, kemudian menjadi keperakan, dan akhirnya mengeriting serta melengkung ke atas (Prabaningrum & Moekasan 2008). Dari 10 kali pengamatan, intensitas serangan trips yang mencapai ambang pengendalian (15% kerusakan tanaman) terjadi pada umur 63, 77, dan 105 HST. Oleh sebab



Gambar 2. (A) Pertumbuhan tanaman cabai merah di lahan terbuka (*Growth of hot peppers at open field*) (B) di dalam rumah kaca (*in the netting house*)



Gambar 3. Intensitas serangan hama trips pada tanaman cabai merah (*Intensity of thrips infestation on hot peppers*)

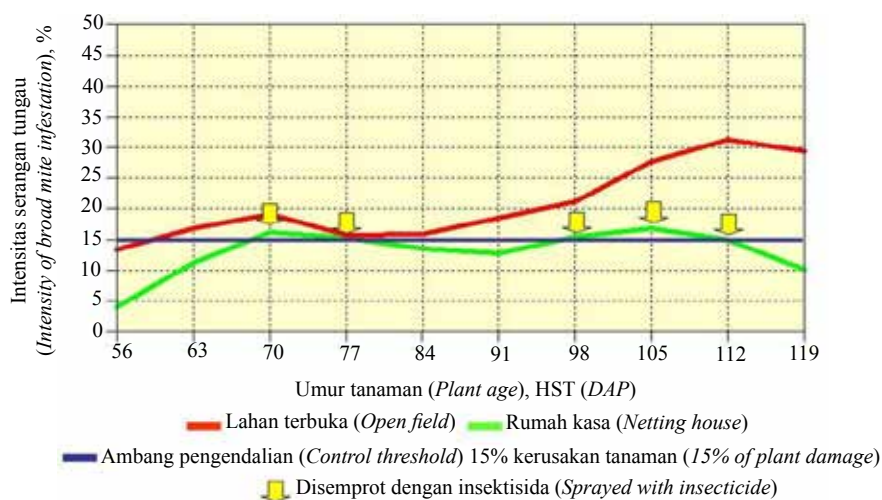
itu, dilakukan penyemprotan insektisida abamektin (pada 63 dan 77 HST) dan spinosad (pada 105 HST) secara tunggal.

Pada tanaman cabai merah di lahan terbuka, intensitas serangan hama trips selalu berada di atas ambang pengendalian, bahkan mencapai 32% (70 HST) walaupun dilakukan penyemprotan campuran pestisida (Tabel 1) dengan interval 3 hari. Hal ini menunjukkan bahwa campuran pestisida yang digunakan tidak efektif menekan serangan hama tersebut, sementara pestisida yang digunakan di dalam rumah kaca dapat mengendalikan hama trips. Padahal jenis insektisida yang digunakan di dalam rumah kaca tersebut digunakan pula pada campuran pestisida di lahan terbuka. Menurut Moekasan & Murtiningsih (2010) dan Moekasan (1998), pencampuran pestisida yang sembarangan dan tidak rasional dapat menurunkan efikasi bahan aktif karena terjadinya efek antagonis

atau saling melemahkan, sehingga tidak efektif terhadap OPT sasaran.

Organisme pengganggu tumbuhan lain yang menyerang ialah tungau yang datanya tersaji pada Gambar 4. Tungau yang menyerang ialah *Polyphagotarsonemus latus* atau tungau teh kuning, yang dijumpai pada daun pucuk. Menurut Grinberg *et al.* (2005), tungau merupakan *cell feeder* menggunakan alat mulut penusuk pengisap. Serangannya dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Biasanya daun pucuk yang mengalami serangan berat tampak mengeriting, ujung daun melengkung ke bawah, dan mudah rontok.

Pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca, intensitas serangan tungau mencapai ambang pengendalian (15% kerusakan tanaman) sebanyak lima kali. Pada umur 70 dan 77 HST dilakukan penyemprotan dengan akarisisida berbahan aktif amitraz



Gambar 4. Intensitas serangan hama tungau pada tanaman cabai merah (*Intensity of broad mite infestation on hot peppers*)



Gambar 5. Intensitas serangan hama ulat buah *H. armigera* pada cabai merah (*Intensity of H. armigera infestation on hot peppers*)

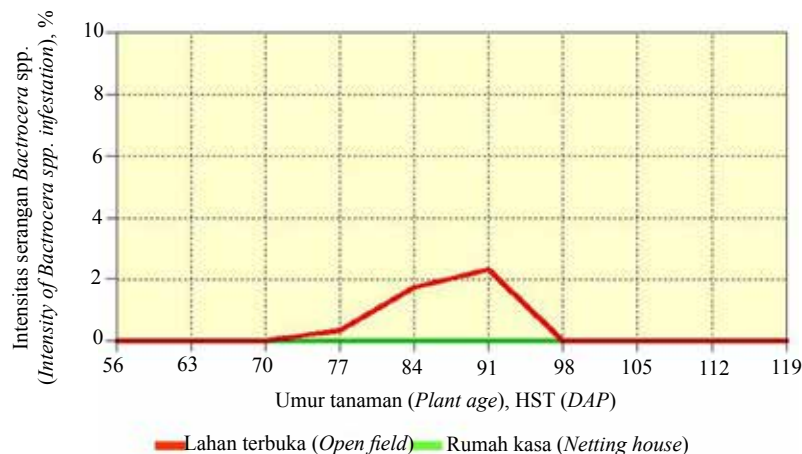
dan pada umur 98, 105, dan 112 HST dengan akarisisida berbahan aktif dikofol. Pada pertanaman cabai merah di lahan terbuka, serangan hama tungau selalu di atas ambang pengendalian dan cenderung meningkat (pada 112 HST mencapai 31,33%), walaupun penyemprotan dilakukan secara intensif 3 hari sekali. Ketidakefektifan pengendalian tersebut disebabkan dalam campuran pestisida yang digunakan tidak terdapat akarisisida (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan pestisida oleh petani tidak berdasarkan OPT yang menyerang. Padahal ketepatan identifikasi OPT sangat diperlukan sebagai landasan tindakan pengendalian (Prabaningrum & Suhardjono 2007).

Intensitas serangan hama ulat buah (*H. armigera*) disajikan pada Gambar 5. Ngegat *H. armigera* meletakkan telur pada bunga dan buah, sehingga ulat yang baru menetas dapat langsung merusak bagian tanaman yang bernilai ekonomi. Kemampuan ngegat betina mencari dan memanfaatkan inang dalam kisaran yang luas merupakan salah satu faktor utama yang menjadikan *H. armigera* sebagai hama penting (Cunningham *et al.* 1999).

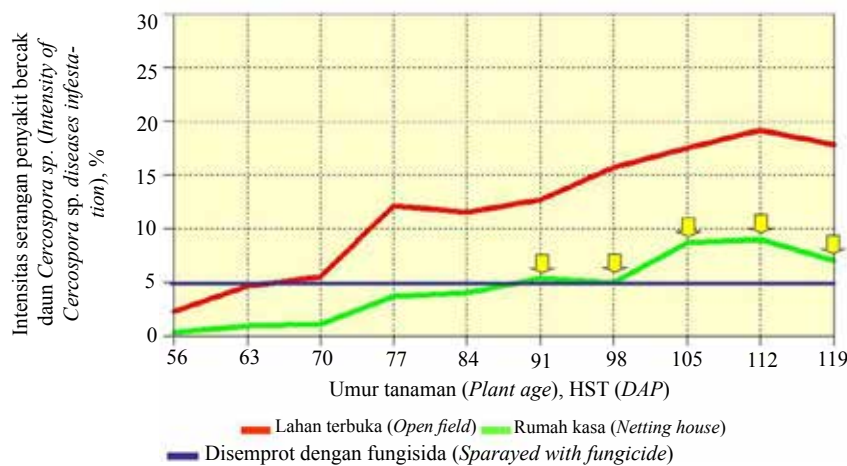
Serangan hama tersebut mulai terpantau pada umur 70 HST, yaitu pada saat tanaman cabai mulai berbuah. Pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca tidak dijumpai serangan ulat buah, sedangkan di lahan terbuka intensitas serangan mencapai 28,32%. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan rumah kaca dapat mencegah ngegat hama tersebut untuk masuk dan meletakkan telur pada pertanaman, sehingga tidak ada serangan. Sementara penggunaan pestisida yang intensif tidak mampu mengatasi serangan hama tersebut.

Begitu pula dengan serangan lalat buah (*Bactrocera* spp.) (Gambar 6) tidak ditemukan pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca, sementara di lahan terbuka dijumpai serangan meskipun dengan intensitas rendah. Rendahnya serangan diduga terjadi karena lalat buah kalah bersaing dengan ulat buah dalam mendapatkan makanan.

Penyakit yang menyerang pertanaman cabai merah selama percobaan berlangsung ialah penyakit bercak daun *Cercospora* sp. dan busuk daun *Phytophthora*.



Gambar 6. Intensitas serangan hama lalat buah *Bactrocera* spp. pada cabai merah (*Intensity of Bactrocera spp. infestation on hot peppers*)



Gambar 7. Intensitas serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. pada cabai merah (*Intensity of *Cercospora* sp. infestation on hot peppers*)

Namun dari kedua jenis penyakit tersebut, serangan penyakit *Phytophthora* sangat rendah dan intensitas serangannya di kedua perlakuan masih di bawah ambang pengendalian (kerusakan tanaman 5%). Serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. disajikan pada Gambar 7.

Penyakit bercak daun *Cercospora* sp. disebabkan oleh cendawan *C. capsici*, yang gejala awalnya berupa bercak nekrotik kecil pada permukaan daun, yang berkembang menjadi bercak tidak beraturan dan menghasilkan konidia dalam jumlah banyak. Insiden penyakit ini dapat menurunkan aktivitas fotosintesis yang mengakibatkan penurunan hasil (Meon 1999). Serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. mencapai ambang pengendalian pada umur 91 sampai 119 HST. Pada umur 91, 98, dan 105 HST pertanaman cabai merah disemprot dengan fungisida berbahan aktif klorotalonil, sedangkan pada umur 112 dan 119 HST disemprot dengan fungisida berbahan aktif difenokonazol. Suryaningsih & Hadisoeganda (2007) melaporkan bahwa serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. dapat mengakibatkan kerusakan tanaman cabai hingga 56% jika tidak dikendalikan. Pada penelitian ini serangan penyakit tersebut pada pertanaman cabai merah di lahan terbuka mencapai 20%, padahal telah dilakukan penyemprotan fungisida 3 hari sekali. Diduga pencampuran fungisida dengan beberapa jenis insektisida itulah yang menyebabkan fungisida tersebut tidak mampu menekan serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. hingga di bawah ambang pengendalian.

Penyemprotan Pestisida

Jumlah penyemprotan pestisida pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca dan lahan terbuka selama percobaan berlangsung disajikan pada Tabel 2. Pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca disemprot

dengan insektisida, fungisida, dan akarisisida masing-masing sebanyak 3, 5, dan 5 kali per musim, sedangkan di lahan terbuka dilakukan penyemprotan campuran insektisida dan fungisida masing-masing sebanyak 21 kali. Dengan demikian penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah dapat menekan intensitas penyemprotan insektisida dan fungisida, masing-masing sebanyak 18 kali (85,71%) dan 16 kali (76,19%).

Pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca terdapat serangan tungau, sehingga digunakan penyemprotan akarisisida sebanyak lima kali, sedang di lahan terbuka tidak dilakukan penyemprotan akarisisida. Namun biaya penyemprotan pestisida pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca masih jauh lebih murah dibandingkan dengan biaya penyemprotan di lahan terbuka (Tabel 3).

Biaya penggunaan pestisida selama satu musim tanam yang dapat dihemat pada pertanaman cabai merah di dalam rumah kaca ialah sebesar Rp570.036,08 atau 95,33%.

Biaya Rumah Kasa

Biaya investasi untuk rumah kaca ialah sebesar Rp50.000,00/m², dengan rincian biaya rangka besi Rp35.000,00/m² dan biaya kaca Rp15.000,00/m². Berdasarkan pengalaman di PT Saung Mirwan, rangka besi rumah kaca dapat bertahan selama 10 tahun, sedang kaca dapat bertahan 5 tahun (Moekasan *et al.* 2006).

Jika per tahun rumah kaca tersebut digunakan untuk dua kali penanaman, maka biaya penyusutan rumah kaca tersebut setiap kali tanam ialah sebesar Rp3.250,00/m². Dengan demikian biaya tetap penggunaan rumah kaca pada percobaan ini ialah sebesar Rp446.875,00/137,5 m². Jika rumah kaca tersebut dimasukkan sebagai biaya pengendalian, maka biaya pengendalian OPT di dalam rumah kaca ialah biaya pestisida ditambah dengan biaya rumah kaca, yaitu sebesar Rp27.942,28

Tabel 2. Jumlah penyemprotan pestisida pada tanaman cabai di rumah kaca dan di lahan terbuka (*Number of pesticide spraying on hot peppers in the netting house and open field*)

Jenis pestisida (<i>Kind of pesticide</i>)	Banyaknya penyemprotan pestisida (<i>The amount of pesticide spraying</i>)	
	Rumah kaca (<i>Netting house</i>)	Lahan terbuka (<i>Open field</i>)
Insektisida (<i>Insecticide</i>)	3	21
Fungisida (<i>Fungicide</i>)	5	21
Akarisida (<i>Acaricide</i>)	5	0

+ Rp446.875,00 = Rp474.817,30. Biaya tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan biaya pestisida untuk pengendalian OPT di lahan terbuka, yaitu sebesar Rp597.978,36.

Produksi Cabai Merah

Produksi cabai merah disajikan pada Tabel 4. Hasil panen cabai merah dalam rumah kaca seluas 137,5 m² mencapai 265,57 kg, sedang hasil panen cabai merah di lahan terbuka hanya mencapai 26,04 kg. Serangan hama trips, tungau, ulat buah, dan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. pada pertanaman cabai merah di lahan terbuka selalu berada di atas ambang pengendalian (Gambar 3, 4, 5, dan 7). Menurut Elsworth *et al.* (1995), serangan trips dapat mengurangi laju fotosintesis hingga 20%. Childers & Achor (1995) melaporkan bahwa serangan trips dapat memacu produksi etilen, yang dapat mengakibatkan bagian tanaman yang terserang gugur.

Sumiati (1985) menyatakan bahwa untuk mendapatkan bobot buah yang tinggi harus tersedia sejumlah fotosintat yang cukup melalui proses

fotosintesis dan ditranslokasikan ke organ penerima (bunga dan buah). Untuk mendapatkan buah berukuran besar harus terjadi pembelahan sel yang disertai dengan pembesaran sel. Peristiwa itu dipengaruhi oleh aksi kerja fitohormon auksin, gibberelin, dan sitokinin dalam keseimbangan yang serasi. Ketiga kelompok hormon tersebut sebagian besar diproduksi pada jaringan meristem seperti pada daun-daun atau ujung akar yang sedang tumbuh. Dengan demikian kerusakan yang terjadi pada daun muda karena serangan trips dan tungau dapat mengganggu pembentukan buah, sehingga terjadi penurunan hasil panen.

Setiawati *et al.* (2011) melaporkan bahwa serangan ulat buah pada pertanaman cabai merah di Cirebon mencapai 49,29%, jika tidak dikendalikan dan menyebabkan hasil panen hanya mencapai 4 t/ha. Pada penelitian ini, serangan ulat buah di lahan terbuka yang mencapai 28,52% juga diduga mengakibatkan rendahnya produksi cabai merah.

Serangan trips, ulat buah bersama-sama dengan tungau dan penyakit bercak daun *Cercospora* sp.

Tabel 3. Volume dan harga pestisida yang digunakan pada pertanaman cabai di rumah kaca dan lahan terbuka (*Volume and price of pesticide used on hot peppers in the netting house and open field*)

Rumah kaca (<i>Netting house</i>), 137,5 m ²			Lahan terbuka (<i>Open field</i>), 137,5 m ²		
Pestisida (<i>Pesticide</i>)	Volume/petak (<i>Volume/plot</i>), ml	Harga (<i>Price</i>) Rp (<i>IDR</i>)	Pestisida (<i>Pesticide</i>)	Volume/petak (<i>Volume/plot</i>), ml	Harga (<i>Price</i>) Rp (<i>IDR</i>)
Abamektin (<i>Abamectin</i>)	6,70	7.772,20	Beta siflutrin (<i>Beta siflutrin</i>)	277,83	40.563,18
Spinosad	4,50	3.744,00	Imidakloprid (<i>Imidacloprid</i>)	208,32	135.408,00
Amitraz	13,40	1.500,08	Abamektin (<i>Abamectin</i>)	139,02	161.263,20
Dikofol (<i>Dicofol</i>)	25,90	3.108,00	Profenofos (<i>Profenophos</i>)	277,83	53.343,36
Klorotalonil (<i>Chlorotalonil</i>)	25,00 g	3.650,00	Klorfenapir (<i>Chlorfenapir</i>)	139,02	65.617,44
Difenokonazol (<i>Difenoconazol</i>)	9,00	3.960,00	Spinosad	139,02	115.664,64
Perekat perata (<i>Sticker</i>)	52,60	4.208,00	Propineb	277,83 g	22.782,06
-	-	-	Perekat perata/ Sticker	139,02	3.336,48
Jumlah (<i>Total</i>)		27.942,28	Jumlah/ <i>Total</i>		597.978,36
Selisih biaya pestisida antara naungan dan lahan terbuka (<i>Difference of pesticide cost between netting house and open field</i>)					570.036,08 (95,33%)

Tabel 4. Produksi cabai merah (*Hot peppers production*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Hasil (<i>Yield</i>) kg/137,5 m ²	Pendapatan (<i>Income</i>) Rp per 137,5 m ² *	Terserang antraknos (<i>Infested by anthracnose</i>), %
Rumah kaca (<i>Netting house</i>)	267,57 a	1.293.973,80	2,90 a
Lahan terbuka (<i>Open field</i>)	26,04 b	125.929,96	3,05 a
Perbedaan (<i>Difference</i>), %	927,53	927,53	-

Harga rerata cabai merah/ kg yaitu Rp4.836,02 (*The average price of hot pepper / kg was IDR 4,836.02*)

Tabel 5. Perubahan penerimaan dan biaya berubah akibat perubahan dari budidaya cabai merah di lahan terbuka ke budidaya cabai merah di dalam rumah kaca (*Change in revenue and variable cost due to changing technology from hot peppers cultivation at open field to hot peppers cultivation in netting house*)

Uraian (<i>Description</i>)	Perubahan teknologi (<i>Change in technology</i>)		
	Budidaya cabai merah di lahan terbuka (<i>Hot peppers cultivation at open field</i>)	Budidaya cabai merah di dalam rumah kaca (<i>Hot peppers cultivation in netting house</i>)	Perubahan (<i>Change</i>) (Δ)
Hasil panen (<i>Yield</i>)			
Bobot (<i>Weight</i>) (kg/ha)	1.893,82	19.459,64	17.565,82
Harga (<i>Price</i>) (Rp/kg)	4.830,01	4.836,02	4,35
Total penerimaan (<i>Total revenue</i>) (Rp/ha) (TR)	9.158.542,55	94.107.185,45	84.948.642,91
Biaya berubah per hektar (Rp/ha)			
<i>Variable cost per hectare (IDR/ha)</i>			
Tenaga kerja pemasangan rumah kaca (<i>Labour for netting house instalation</i>)	-	3.636.363,64	3.636.363,64
Biaya naungan (<i>Cost of netting house</i>)	-	32.500.000,00	32.500.000,00
Biaya pestisida (<i>Cost of pesticides</i>)	43.489.335,27	2.032.165,82	41.457.169,45
Tenaga kerja penyemprotan pestisida (<i>Labour for pesticide spraying</i>)	1.555.555,56	962.962,96	592.592,59
Tenaga kerja pengamatan (<i>Labour for observation</i>)	-	1.975.308,64	1.975.308,64
Bunga modal (1,67%/ bulan untuk 5 bulan) (<i>Capital cost (1.67%/ month for 5 months)</i>)	3.761.248,38	3.432.417,89	328.830,50.
Total biaya berubah (Rp/ha) (<i>Total variable cost</i>) (IDR/ha) (VC)	48.806.139,21	44.539.218,95	4.266.920,26
Pendapatan (Rp/ha) (<i>Income</i>) (IDR/ha) (NI)	- 39.647.596,66	49.567.966,50	89.215.563,10
Tingkat pengembalian (<i>Rate of return</i>) (R)	-	20,91	

menjadi penyebab kehilangan hasil panen cabai merah di lahan terbuka yang cukup besar (927,53%).

Menurut Matnawi (1997), penggunaan rumah kaca pada budidaya tembakau dapat mengurangi intensitas cahaya sebesar 40% dan pada kondisi tersebut tembakau tumbuh dengan baik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata intensitas cahaya di dalam rumah kaca 14.840 lux, sedang di luar rumah kaca sebesar 26.200 lux. Berarti terjadi pengurangan intensitas cahaya matahari sebesar 43,35%. Cabai merah di dalam rumah kaca tumbuh dengan baik, sehingga walaupun terserang oleh tungau dan trips tetapi tanaman mampu mengganti kerusakan akibat serangan OPT tersebut.

Analisis Anggaran Parsial

Analisis anggaran parsial banyak digunakan peneliti untuk mengevaluasi kelayakan finansial suatu teknologi baru untuk direkomendasikan sebagai pengganti teknologi lama atau teknologi yang sedang berjalan (*existing technology*). Pada 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. Teknologi baru dapat direkomendasikan untuk menggantikan teknologi lama apabila teknologi baru tersebut mampu meningkatkan pendapatan bersih atau memberikan

tingkat pengembalian (*rate of return*) ≥ 1 (Adiyoga 1984, 1985, 1987, Soetiarso 2006 dan Basuki 2009).

Perubahan teknologi budidaya cabai merah dari lahan terbuka ke dalam rumah kaca menyebabkan terjadinya perubahan dalam penerimaan dan biaya berubah (Tabel 5). Peningkatan penerimaan pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca sebesar Rp84.948.642,91 disebabkan adanya peningkatan produksi cabai merah pada perlakuan tersebut sebesar 17.565,82 kg. Penurunan biaya berubah pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca disebabkan oleh penghematan biaya pestisida dan biaya penyemprotan pestisida masing-masing sebesar Rp41.457.169,45 dan Rp592.592,59 dibandingkan budidaya cabai merah di lahan terbuka. Tingkat pengembalian pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca ialah sebesar 20,91. Artinya teknologi tersebut memberikan tingkat pengembalian yang menguntungkan, sehingga layak direkomendasikan untuk budidaya cabai merah.

KESIMPULAN

Budidaya di dalam rumah kaca, mendukung pertumbuhan tanaman dan produksi cabai merah optimum. Penggunaan rumah kaca mampu mengurangi serangan OPT dan penerapan ambang pengendalian dapat menurunkan penggunaan pestisida. Hasil analisis anggaran parsial menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat direkomendasikan sebagai teknologi baru budidaya cabai merah di dataran rendah karena secara ekonomi menguntungkan.

PUSTAKA

1. Adiyoga, W 1984, 'Pengaruh penggunaan tenaga kerja dan pestisida terhadap pendapatan bersih usahatani kubis', *Bul. Penel. Hort.*, vol. XI, no. 4, hlm. 20-5.
2. Adiyoga, W 1985, 'Hubungan kontribusi tenaga kerja dengan efisiensi produksi usahatani cabe', *Bul. Penel. Hort.*, vol. XII, no. 2, hlm. 1-6.
3. Adiyoga, W 1987, 'Efisiensi penggunaan pupuk kandang pada usahatani lombok', *Bul. Penel. Hort.*, vol. XV, no. 4, hlm. 6-11.
4. Adiyoga, W, Sinung-Basuki, R, Hilman, Y, & Udiarto, BK 1999, 'Studi lini dasar pengembangan teknologi PHT pada tanaman cabai di Jawa Barat', *J. Hort.*, vol. 9, no. 1, hlm. 67-83.
5. Ashraf, A, Montasser, Ahmed M, Taha, Hanafy, ARI, & Gamal M. Hassan, 2011, 'Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks 1904) (Acari: Tarsonemidae)', *International J. Environ Sci. and Engineer (IJESE)*, vol. 1, pp. 26-34.
6. Badan Pusat Statistik 2011, *Laporan bulanan data sosial ekonomi*, Edisi 9, diunduh 14 Agustus 2011, <http://dds.bps.go.id/download_file/IP_Februari_2011.pdf>.

7. Basuki, RS 1988, 'Analisis biaya dan pendapatan usahatani cabai merah di desa Kemurang Kulon, Brebes', *Bul. Penel.*, vol. 26, no. 2, hlm. 115-21.
8. Basuki, RS 2009, 'Analisis kelayakan teknis dan ekonomis teknologi budidaya bawang merah dengan benih biji botani dan benih umbi tradisional', *J. Hort.*, vol. 9, no. 2, hlm. 213-26.
9. Chiarappa, L 1971, Crop loss assesment methods, *FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds*, Commonwealth Agricultural Bureaux.
10. Childers, CC & Achor, DS 1995, 'Thrips feeding and oviposition injuries to economic plants, subsequent damage and host responses to infestation', *Proceeding of a NATO Adv. Res. Workshop : the 1993 Int. Conf. Thysanoptera : Towards Understanding Thrips Management*, Burlington, Vermont. pp. 31-49.
11. Cunningham, JP, Zalucki, MP, & West, SA 1999, 'Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a Polyphagous pest', *Bull. Entomol Res.*, vol. 89, pp. 201-07.
12. Ellsworth, DS, Tyree, MT, Parker, BL, & Skinner, M 1995, 'Impact of pear thrips damage on sugar maple physiology : a whole - tree experiment', *Proceeding. of a NATO Adv. Res. Workshop : the 1993 Int. Conf. Thysanoptera : towards Understanding Thrips Management*, Burlington, Vermont. pp. 53-8.
13. Grinberg, M, Perl-Treves, R, Palevsky, E, Shomer, I, & Soroker, V 2005, 'Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* : from damage to defense gene expression' *the Netherlands Entomol Soc. Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 115, Issue 1, pp. 135-44.
14. Hasyim, A, Setiawati, W, Murtiningsih, R, & Sofiari, E 2010, 'Efikasi dan persistensi minyak serai sebagai biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera : Noctuidae)', *J. Hort.*, vol. 20, no. 4, hlm. 377-86.
15. Kwon, Young Sam, Hee Chun 1999, *Production of chili pepper in different kinds of greenhouse in Korea*, diunduh 20 Februari 2008, <<http://www.agnet.org/library/article/eb478.html>>.
16. Matnawi, H 1997, *Budidaya tembakau di bawah rumah kaca*, Kanisius, Yogyakarta.
17. Meon, S 1990, 'Infection of chilli by *Cercospora capsici*', *J. Pertanika*, vol. 13, no. 3, pp. 321-25.
18. Moekasan, TK 1998, 'Pengaruh pencampuran formulasi insektisida profenofos dan lufenuron dengan *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas larva *Spodoptera exigua* Hbn. di laboratorium', *J. Hort.*, vol. 8, no. 2, hlm. 1102-11.
19. 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.
20. Moekasan, T.K, Gunadi, N, & Mutiarawati, T 2006, *Budidaya sayuran di dalam rumah kaca*, Laporan akhir kerjasama penelitian antara PT Saung Mirwan, Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung.
21. Moekasan, TK & Murtiningsih, R 2010, 'Pengaruh campuran insektisida yang umum digunakan petani bawang merah terhadap mortalitas ulat bawang, *Spodoptera exigua* Hubn. di lapangan', *J. Hort.*, vol. 20, no. 1, hlm. 67-79.

22. Prabaningrum, L, Nurmalinda, & Duriat, AS 1994, 'Penerapan pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 26, no. 4, hlm. 118-28.
23. Prabaningrum, L & Suhardjono, YR 2007, 'Identifikasi spesies trips (*Thysanoptera*) pada tanaman paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum*) di Kabupaten Bandung, Jawa Barat', *J. Hort.*, vol. 17, no. 3, hlm. 270-76.
24. Prabaningrum, L & Moekasan, TK 2008, 'Respons tanaman paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum*) terhadap serangan *Thrips parvispinus* Karny (*Thysanoptera* : *Thripidae*)', *J. Hort.* vol. 18, no. 1, hlm. 69-79.
25. Setiawati, W, Murtiningsih, R, & Hasyim, A 2011, 'Laboratory and field evaluation of essential oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities', *Indonesian J. Agric Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 9-16.
26. Soetiarso, TA, Purwanto, & Hidayat, A 1999, 'Identifikasi usahatani tumpanggilir bawang merah dan cabai merah guna menunjang pengendalian hama terpadu di Brebes', *J. Hort.*, vol. 8, no. 4, hlm. 1312-29.
27. 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, hlm. 63-76.
28. Sumiati, E 1985, 'Hasil dan kualitas buah tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) kultivar Intan yang dipangkas cabangnya dan disemprot zat pengatur tumbuh', tesis, Fakultas Pascasarjana, Universitas Padjadjaran, Bandung.
29. Suryaningsih, E & Hadisoeganda, AWW 2007, 'Pengendalian hama dan penyakit penting cabai dengan pestisida biorasional', *J.Hort.*, vol. 17, no. 3, hlm. 261-69.
30. Suryo, W 2009, 'Perubahan iklim, pemicu ledakan hama dan penyakit tanaman dirilis 20 Januari 2009', diunduh 1 Agustus 2010, <[Http://www.agriculturesnetwork.org](http://www.agriculturesnetwork.org)>.
31. Susanti, E, Ramadhani, F, Runtuwuwu, E, & Amien, I 2011, 'Dampak perubahan iklim terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) serta strategiantisipasi dan adaptasi', diunduh 14 Agustus 2011, <http://www.balitiklimat.litbang.deptan.go.id/index.php?Option=com_content&task=view&id=168&Itemid=117>.