

Kelayakan Teknis dan Ekonomi Budidaya Cabai Merah di Dalam Rumah Kasa untuk Menanggulangi Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (*Technical and Economic Feasibility of Hot Pepper Cultivation in the Netting House for Control Pests and Diseases*)

Moekasan, TK, Gunadi, N, Adiyoga, W, dan Sulastrini, I

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

E-mail : moekasan2004@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 26 Januari 2015 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 15 Mei 2015

ABSTRAK. Pada satu dasawarsa terakhir produktivitas cabai merah mengalami penurunan akibat meningkatnya serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang dipicu oleh dampak perubahan iklim. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan budidaya cabai merah di dalam rumah kasa. Budidaya cabai merah di dalam rumah kasa di dataran rendah mampu meningkatkan hasil panen > 9 kali dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka, sedangkan di dataran tinggi mampu mengurangi penggunaan pestisida dengan hasil panen tetap tinggi. Namun demikian, kelayakan teknis dan ekonominya belum diketahui. Penelitian bertujuan mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi budidaya cabai merah di dalam rumah kasa di dataran tinggi dalam upaya menanggulangi serangan OPT. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Margahayu, Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang (± 1.250 m dpl.), Jawa Barat, sejak bulan Juni sampai November 2014. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode petak berpasangan dan diulang empat kali. Petak perlakuan berukuran 75 m^2 , varietas cabai yang ditanam adalah Ciko. Dua macam perlakuan yang diuji adalah (a) budidaya tanaman cabai di dalam rumah kasa dan (b) budidaya tanaman cabai merah di lahan terbuka. Penyemprotan insektisida dilakukan berdasarkan ambang pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan rumah kasa dapat mengurangi serangan hama sehingga biaya insektisida dapat dikurangi sebesar 73,19% dengan produksi lebih tinggi sebesar 106,45–109,00% dibandingkan dengan budidaya tanaman cabai merah di lahan terbuka, dengan tingkat pengembalian (R) mencapai 2,36. Dengan demikian, penggunaan rumah kasa dapat direkomendasikan sebagai teknologi budidaya cabai merah di dataran tinggi karena secara teknis dapat menekan serangan OPT dan mengurangi penggunaan insektisida dan secara ekonomi menguntungkan.

Katakunci: *Capsicum annuum* L.; Rumah kasa; OPT; Dataran tinggi; Kelayakan teknis; Kelayakan ekonomi

ABSTRACT. In the last decade, productivity of hot pepper decreased due to pest and disease triggered by the impact of climate change. To overcome the condition is to do with hot pepper cultivation in the netting house. Hot pepper cultivation in the netting house in lowland increase yield by 9-fold when compared with hot pepper cultivation in open fields. Result of study of hot pepper cultivation in the netting house in highland showed that use of pesticide was reduce with the yield still high. The study was carried out at Margahayu Research Garden, Indonesian Vegetable Research Institute at Lembang ($\pm 1,250$ m asl.) West Java, from June to November 2014. The aim of the activity was to determine the technical and economical feasibility of cultivation of hot pepper in the netting house in highland to overcome pests and diseases. The study was conducted with paired comparison and each treatment was repeated four times. The size of every plot was 75 m^2 . Hot pepper variety planted was Ciko. The treatments tested were (a) hot pepper cultivation in the netting house and (b) hot pepper cultivation in open field. The use of insecticide based on control threshold. The result showed that use of netting house was able to decrease pests and diseases infestation, so that pesticide cost could be reduced more than 73.19% with the yield higher by 106.45–109.00% compared with those of hot pepper cultivation in open field, and the rate of return (R) by 2.36. There for the use of netting house can be recommended for hot pepper cultivation in highland area because it is technically can suppress pests attacks and reduce the use of insecticides and economically profitable.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; Netting house; Pest and diseases; Highland; Technical feasibility; Economical feasibility

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang bernilai ekonomi tinggi. Menurut Gunadi & Sulastini (2013), di daerah tropis seperti Indonesia tanaman cabai merah mempunyai daya adaptasi yang cukup luas, sehingga dapat ditanam di dataran rendah sampai di dataran tinggi. Dalam beberapa tahun terakhir terjadi lonjakan harga cabai merah di pasaran yang disebabkan rendahnya pasokan yang disebabkan oleh menurunnya produktivitas karena pengaruh perubahan iklim dan serangan organisme

pengganggu tumbuhan (OPT). Laporan mengenai studi cabai merah di dataran rendah 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 meningkatnya serangan hama dan penyakit akibat cuaca yang ekstrim, sehingga terjadi kegagalan panen (Badan Pusat Statistik 2011).

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) masih merupakan salah satu kendala pada budidaya cabai merah baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Pada awal tahun 1996 Adiyoga *et al.* (1996) melaporkan OPT yang umum menyerang cabai merah di daerah Jawa Barat adalah ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan trips sebagai OPT utama pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan adalah penyakit virus dan antraknos (*Colletotrichum* spp.) yang menurut Suryaningsih & Suhardi (1993) serangan penyakit antraknos dapat menyebabkan kerusakan buah cabai sebesar 100%. Dibiyantoro & Sanjaya (2001), dan Setiawati *et al.* (2011) melaporkan bahwa pada tahun 1980 sampai 1990 trips mulai menjadi ancaman pada budidaya cabai merah di dataran rendah. Hama yang menyerang daun muda ini dapat mengakibatkan kehilangan hasil sekitar 23%. Sejak awal 2003 terjadi epidemi serangan virus gemini pada pertanaman cabai merah di berbagai daerah di Indonesia, yang mengakibatkan panen cabai merah mengalami gagal panen sehingga harga cabai merah melonjak, sementara petani rugi milyaran rupiah (Duriat 2008, Setiawati *et al.* 2007, 2008). Hasil survei yang dilakukan oleh Gunaeni & Wulandari (2010), kehilangan hasil akibat serangan penyakit virus CMV berkisar antara 18,3–98,6%. Serangan hama ulat buah *Helicoverpa armigera* mengakibatkan kehilangan hasil hingga 60% (Setiawati *et al.* 2011).

Permintaan pasar cabai merah dari tahun ke tahun terus meningkat. Namun demikian, ancaman serangan OPT dapat menggagalkan panen sepanjang tahun. Hal ini disebabkan budidaya cabai merah umumnya dilakukan di lahan terbuka yang rentan terhadap serangan OPT. Kondisi iklim yang tidak menentu menyebabkan timbulnya serangan hama dan penyakit yang 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 optimum.

Penelitian penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah di dataran rendah dapat menekan penggunaan pestisida >95% dengan produksi lebih tinggi sebesar 927,53% dibandingkan dengan budidaya tanaman cabai merah di lahan terbuka dan teknologi tersebut layak untuk direkomendasikan karena secara ekonomi menguntungkan (Moekasan & Prabaningrum 2012, Adiyoga *et al.* 2010). Penelitian penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah di dataran tinggi telah dilakukan oleh Gunadi & Sulastrini (2013) dan Prabaningrum & Moekasan

(2014) dan hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah mampu menekan serangan OPT dan penggunaan pestisida dengan hasil panen lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya di lahan terbuka. Menurut Baudoin & Zabeltitz (2002), penggunaan rumah kaca mempunyai kelemahan yaitu bila terjadi hujan, kelembaban di dalam rumah kaca lebih tinggi sehingga sangat cocok bagi perkembangan penyakit. Oleh karena itu pengendalian penyakit di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka dilakukan secara preventif. Namun demikian, sampai sejauh mana kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah menggunakan rumah kaca di dataran tinggi belum diketahui.

Penelitian bertujuan mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi budidaya cabai merah di dalam rumah kaca di dataran tinggi dalam upaya menanggulangi serangan OPT. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa penggunaan rumah kaca pada budidaya cabai merah di dataran tinggi secara teknis dapat mengurangi serangan OPT dan secara ekonomi lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan sejak bulan Mei sampai dengan November 2014 di Kebun Percobaan Margahayu, Balai Penelitian Tanaman Sayuran, di Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat yang terletak pada ketinggian \pm 1.250 m dpl.

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode petak berpasangan dengan dua macam perlakuan, yaitu budidaya cabai merah di dalam rumah kaca (A) dan budidaya cabai merah di lahan terbuka (B), dengan empat ulangan (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). Setiap tiang penyangga pada bangunan rumah kaca berjarak 3 m. Atap rumah kaca terbuat dari kaca dengan spesifikasi R10-215TrM3-80 mesh 36, lubang 58/cm², sedangkan dinding rumah kaca terbuat dari kaca dengan spesifikasi R12-C225TrM2-70 mesh 66, dengan jumlah lubang 127/cm².

Ukuran petak percobaan adalah 10 m x 7,5 m = 75 m² yang terdiri atas lima buah bedengan pertanaman. Varietas Ciko merupakan salah satu varietas cabai merah yang dilepas oleh Balitsa digunakan pada



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

percobaan ini. Tanaman cabai merah di dalam rumah kasa dan di lahan terbuka ditanam dengan sistem tanam baris ganda dengan jarak tanam 50 cm x 70 cm, sehingga setiap petak perlakuan terdiri atas 200 tanaman. Pupuk dasar terdiri atas pupuk kandang kuda dengan dosis 20 t/ha dan pupuk NPK Mutiara (16:16:16) dengan dosis 50 kg/ha yang diaplikasikan sebelum tanam. Pupuk susulan terdiri atas larutan pupuk NPK Mutiara (16:16:16) dengan konsentrasi 2 g/l dan dosis 200 ml/ tanaman yang diaplikasikan mulai tanaman berumur 21 hari dengan interval 1 minggu sampai panen buah pertama.

Pengendalian penyakit di dalam rumah kasa dan di lahan terbuka dilakukan secara preventif dengan strategi sebagai berikut (Moekasan & Prabaningrum 2014) :

- Untuk mencegah serangan penyakit cercospora, embun tepung, dan penyakit busuk daun fitoftora dilakukan penyemprotan fungisida simoksanil + mankozeb (2 g/l) pada umur 7, 14, dan 21 hari setelah tanam (HST). Pada umur > 21 HST dilakukan penyemprotan fungisida klorotalonil (2 g/l) dengan interval 7 hari
- Untuk mencegah serangan penyakit busuk buah antraknos dilakukan penyemprotan fungisida

asilbensolar S-metil (2 g/l) mulai tanaman cabai berbunga dengan interval 7 hari.

- Untuk mencegah serangan hama kutukebul yang merupakan vektor penyakit virus kuning gemini dilakukan penyiraman insektisida tiametoksam (1 ml/l) pada umur 2 dan 4 minggu setelah semai dengan volume 50 ml/ tanaman dan pada umur 7 dan 14 HST dengan volume 200 ml/tanaman.

Pengendalian secara kuratif menggunakan insektisida atau akarisida dilakukan jika populasi atau intensitas serangan hama di dalam rumah kasa atau lahan terbuka telah mencapai ambang pengendalian (Moekasan *et al.* 2004, Moekasan & Prabaningrum 2012, 2014) yaitu:

- Jika kerusakan daun pucuk oleh serangan trips telah mencapai 15%
- Jika populasi kutudaun telah mencapai 20 ekor/ daun pucuk
- Jika kerusakan daun pucuk oleh serangan tungau telah mencapai 5%
- Jika kerusakan daun oleh ulat grayak telah mencapai 12,5%
- Jika kerusakan daun oleh serangan lalat pengorok daun telah mencapai 10%

Tabel 1. Pestisida yang digunakan untuk mengendalikan OPT pada tanaman cabai (*Pesticides for controlling pests and diseases on hot pepper*)

OPT sasaran (<i>Pests and diseases</i>)	Jenis pestisida (<i>Kind of pesticides</i>)
Trips (<i>Thrips parvispinus</i>)	Spinoteram / Abamectin
Kutudaun (<i>A. gossypii</i>)	Imidacloprid / Spinoteram
Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	Spinoteram / Emamectin benzoat
Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza</i> sp.)	Cyromazin / Cartap hydrochloride
Tungau (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)	Dicofol, Diafenthiuron / Propargit

Jika pada saat yang sama pada satu unit petak perlakuan terdapat dua atau lebih jenis hama yang mencapai ambang pengendalian maka akan dipilih satu jenis pestisida yang dapat mengendalikan kedua jenis atau lebih hama tersebut. Jenis insektisida yang digunakan untuk mengendalikan OPT yang menyerang disajikan pada Tabel 1.

Pengamatan dilakukan mulai tanaman berumur 7 hari dengan interval 7 hari. Sebanyak 10 tanaman contoh pada setiap petak perlakuan ditetapkan secara acak sistematis. Peubah yang diamati pada tanaman contoh adalah :

1. Intensitas serangan trips. Ditetapkan dengan cara menaksir besarnya kerusakan daun pucuk yang disebabkan oleh serangan trips yang ditandai dengan adanya bercak berwarna perak sampai cokelat di bawah permukaan daun dan daun melengkung ke atas. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus I
2. Populasi kutudaun. Ditetapkan dengan cara menghitung jumlah individu kutudaun per daun contoh per tanaman contoh. Daun contoh tersebut letaknya lima helai dari daun pucuk
3. Intensitas serangan ulat grayak. Ditetapkan dengan cara menaksir besarnya kerusakan daun yang disebabkan oleh serangan ulat grayak yang ditandai dengan adanya bercak putih transparan atau daun berlubang. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus I
4. Intensitas serangan penyakit bercak *Cercospora*. Ditetapkan dengan cara menaksir besarnya kerusakan daun yang disebabkan oleh cendawan *Cercospora* sp. yang ditandai dengan adanya bercak-bercak cokelat pada permukaan daun. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus II
5. Intensitas serangan penyakit embun tepung. Ditetapkan dengan cara menaksir besarnya kerusakan daun yang disebabkan oleh cendawan *Oidiopsis* sp. yang ditandai permukaan daun berwarna kuning dan di bawah permukaan daun ditumbuhi miselia berwarna putih. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus II
6. Intensitas serangan penyakit virus kuning dan penyakit virus kompleks. Ditetapkan dengan cara menghitung jumlah tanaman yang terserang oleh penyakit virus kuning atau virus kompleks. Selanjutnya besarnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus III

Rumus I, untuk menghitung besarnya intensitas serangan hama trips, tungau, dan lalat pengorok daun adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

dimana:

P = Intensitas kerusakan tanaman (%)

v = Nilai (skor) kerusakan tanaman berdasarkan luas daun seluruh tanaman yang terserang, yaitu :

0 = Tidak ada kerusakan sama sekali

1 = Luas kerusakan tanaman > 0 – ≤ 25%

3 = Luas kerusakan tanaman > 25% – ≤ 50%

5 = Luas kerusakan tanaman > 50% – ≤ 75%

7 = Luas kerusakan tanaman > 75%

n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai v (kerusakan tanaman) yang sama

Z = Nilai (skor) tertinggi (v = 7)

N = Jumlah tanaman yang diamati

Rumus II, untuk menghitung intensitas serangan penyakit bercak *cercospora*, penyakit embun tepung dan penyakit busuk daun fitoftora adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{N \times Z} \times 100\%$$

dimana:

P = Intensitas kerusakan tanaman (%)

v = Nilai (skor) kerusakan tanaman berdasarkan luas daun seluruh tanaman yang terserang, yaitu :

0 = Tidak ada kerusakan sama sekali

1 = Luas kerusakan tanaman > 0 – ≤ 10%

2 = Luas kerusakan tanaman > 10% – ≤ 20%

3 = Luas kerusakan tanaman > 20% – ≤ 40%

4 = Luas kerusakan tanaman > 40% – ≤ 60%

5 = Luas kerusakan tanaman > 60%

n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai v (kerusakan tanaman) yang sama

Z = Nilai (skor) tertinggi (v = 5)

N = Jumlah tanaman yang diamati

Pada umur 91 HST dilakukan pengamatan terhadap:

1. Jumlah tanaman yang tumbuh, ditetapkan dengan

cara menghitung jumlah tanaman yang tumbuh per petak

2. Tinggi tanaman, ditetapkan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah sampai ujung kanopi tanaman
3. Luas daun, yang diukur dengan cara mengambil seluruh daun dalam satu tanaman kemudian diukur menggunakan *leaf area meter*. Dari setiap petak perlakuan diambil dua tanaman.

Parameter pengamatan yang lainnya adalah (1) jumlah penggunaan insektisida dan akarisida setiap perlakuan, (2) intensitas cahaya di dalam dan di luar rumah kaca yang diukur menggunakan lux meter, dan (3) kelembaban udara dan suhu di dalam dan di luar rumah kaca. Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap (1) bobot buah total per petak, (2) bobot buah sehat per petak, dan (3) intensitas serangan hama dan penyakit, yaitu:

- Intensitas serangan lalat buah, ditetapkan dengan cara menghitung jumlah buah sehat dan jumlah buah terserang lalat buah yang ditandai dengan buah membusuk dan di dalamnya terdapat larva lalat buah. Selanjutnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus III
- Intensitas serangan ulat buah, ditetapkan dengan cara menghitung jumlah buah sehat dan jumlah buah terserang ulat buah yang ditandai dengan adanya lubang pada buah, membusuk dan di dalamnya terdapat larva ulat buah. Selanjutnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus III
- Intensitas serangan penyakit busuk buah, ditetapkan dengan cara menghitung jumlah buah sehat dan jumlah buah terserang penyakit busuk buah yang ditandai dengan adanya bercak basah atau kering pada buah dan buah busuk. Selanjutnya intensitas serangan dihitung menggunakan rumus III

Rumus III, untuk menghitung intensitas serangan lalat buah, ulat buah, penyakit virus kuning, penyakit virus kompleks dan penyakit busuk buah adalah sebagai berikut :

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

dimana:

P = Intensitas serangan (%)

a = Jumlah bagian tanaman yang terserang/tanaman

b = Jumlah bagian tanaman sehat/tanaman

Perbedaan antarperlakuan diuji dengan menggunakan Uji-t pada taraf 5% (Chiarappa 1971).

Teknologi budidaya tanaman sayuran di dalam rumah kaca di Indonesia masih relatif baru. Teknologi tersebut akan direkomendasikan untuk menggantikan teknologi lama apabila teknologi baru tersebut dapat meningkatkan pendapatan bersih atau memberikan tingkat pengembalian (*rate of return*) ≥ 1 (Adiyoga 1984, 1985, 1987, Soetiarso 2006, Basuki 2009). Salah satu cara untuk mengevaluasi kelayakan finansial teknologi baru tersebut adalah menggunakan analisis anggaran parsial (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. Data ekonomi dianalisis menggunakan teknik analisis anggaran parsial sebagai berikut (Basuki 2009) :

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

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

dimana:

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 kaca dengan pendapatan bersih budidaya cabai merah di lahan terbuka

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

ΔVC = Selisih biaya variabel teknologi budidaya cabai merah di dalam rumah kaca 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 akan 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 anggaran parsial, data yang dikumpulkan adalah hasil penjualan, biaya penyemprotan pestisida, pemasangan rumah kaca, biaya rumah kaca, dan biaya pestisida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Secara umum pertumbuhan tanaman cabai merah di dalam rumah kaca lebih baik jika dibandingkan dengan pertumbuhan cabai merah di lahan terbuka (Gambar 2).

Pada umur 91 hari setelah tanam (HST) pertumbuhan vegetatif tanaman cabai dicapai secara optimal, setelah umur tersebut pertumbuhan tinggi tanaman sudah terhenti. Pada Tabel 2 disajikan jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, dan luas daun per tanaman. Rerata jumlah tanaman yang tumbuh tidak berbeda nyata antara tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka dan tanaman cabai yang ditanam di dalam rumah kaca. Namun demikian, tinggi tanaman cabai

dan luas daun per tanaman pada tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka dan tanaman cabai yang ditanam di dalam rumah kaca berbeda.

Tinggi tanaman cabai yang ditanam di dalam rumah kaca lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan tinggi tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka. Begitu pula dengan luas daun tanaman cabai yang ditanam di dalam rumah kaca lebih luas dan berbeda nyata dibandingkan dengan luas daun tanaman cabai di lahan terbuka. Adanya perbedaan tinggi tanaman dan luas daun tanaman cabai yang ditanam di dalam rumah kaca dengan yang ditanam di lahan terbuka diduga karena intensitas cahaya matahari di dalam rumah kaca tereduksi. Intensitas cahaya matahari yang tereduksi pada tanaman cabai di dalam rumah kaca rerata sebesar 26,57% dibandingkan dengan tanaman cabai di lahan terbuka (Tabel 3). Menurut Gunadi & Sulastrini (2013), ditinjau dari tipe fotosintesisnya tanaman cabai termasuk ke dalam tipe C3, dimana tanaman tersebut lebih adaptif pada kondisi intensitas cahaya matahari yang tidak terlalu terik. Hal ini sejalan dengan pendapat Sage (2002) yang menyatakan bahwa tanaman tipe C3 lebih adaptif pada kondisi intensitas cahaya matahari yang tidak



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman cabai merah di lahan terbuka (kiri) dan di dalam rumah kaca (kanan)
[Plant growth of hot pepper in open fields (left) and in the netting house (right)]

Tabel 2. Jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, dan luas daun per tanaman pada umur 91 HST
(Number of plants grown, plant height, and leaf area per plant at 91 DAT)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah tanaman yang tumbuh (Number of plants grown), %	Tinggi tanaman (Plant height), cm	Luas daun per tanaman (Leaf area per plant), cm ²
Di dalam rumah kaca (Netting house)	97,75 a	81,00 a	6,280,14 a
Di lahan terbuka (Open field)	97,25 a	56,73 b	4,310,42 b
KK (CV), %	14,75	15,87	14,32

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5% (Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test)
HST = Hari setelah tanam, DAT = Days after transplanting

Tabel 3. Pengurangan cahaya matahari di dalam rumah kasa, kelembaban udara, dan suhu selama periode pertumbuhan tanaman (*Reduction of sunlight in the netting house, air humidity, and temperature during crop growth period*)

Bulan (<i>Month</i>)	Pengurangan cahaya matahari di dalam rumah kasa (<i>Reduction of sunlight in the netting house</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C				Kelembaban udara (<i>Humidity</i>), %			
		Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)		Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)		Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)		Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Juni (<i>June</i>)	22,23	17,05	33,60	15,38	29,24	59,19	89,16	52,99	82,98
Juli (<i>July</i>)	39,30	15,76	33,86	14,00	30,12	61,74	97,94	56,74	92,94
Agustus (<i>August</i>)	26,74	14,19	33,64	12,86	30,94	79,71	96,87	75,81	92,97
September (<i>September</i>)	34,82	12,57	34,34	10,78	32,21	49,19	96,93	41,89	89,03
Oktober (<i>October</i>)	21,15	13,97	35,08	12,63	33,55	41,55	91,61	40,75	88,05
November (<i>November</i>)	15,20	12,74	36,86	11,44	34,72	47,00	93,00	42,00	87,60
Rerata (<i>Average</i>)	26,57	14,38	34,56	12,85	31,80	56,40	94,24	51,70	88,93

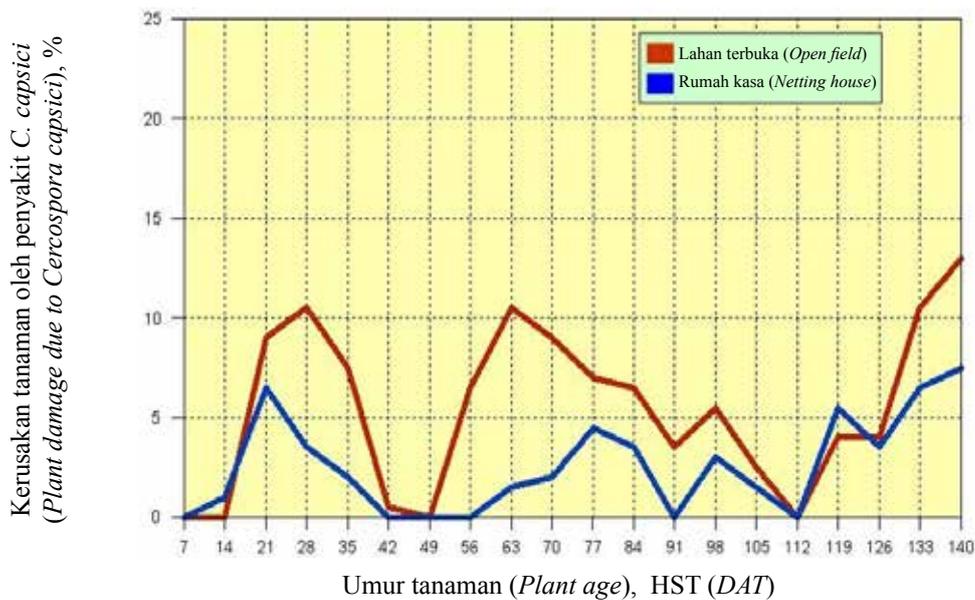
terlalu terik dibandingkan dengan tanaman tipe C4 yang menghendaki sinar matahari penuh.

OPT yang Menyerang

Penyakit tanaman

Penyakit tanaman yang menyerang tanaman cabai selama percobaan berlangsung adalah virus gemini

(virus kuning), virus kompleks (Tabel 4), dan bercak daun *Cercospora* (Gambar 3). Pada percobaan ini pengendalian penyakit dilakukan secara preventif yaitu sebelum timbul serangan penyakit. Untuk mengendalikan penyakit virus gemini dilakukan pengendalian vektornya, yaitu *Bemisia tabaci* dengan cara penyiraman insektisida Tiametoksan (Moekasan



Gambar 3. Intensitas serangan penyakit bercak daun *Cercospora* sp. pada cabai merah (*Intensity of Cercospora spp. infestation on hot pepper*)

Tabel 4. Intensitas serangan penyakit virus kuning dan penyakit virus kompleks pada tanaman cabai (*Intensity of gemini virus and virus complex on hot pepper*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Intensitas serangan (<i>Intensity of attack</i>), %	
	Virus kuning (<i>Gemini virus</i>)	Virus kompleks (<i>Complex virus</i>)
Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	0,51 a	0,00 a
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	1,27 b	27,60 b
KK (<i>CV</i>), %	12,45	14,54

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)

& Prabaningrum 2012). Pada penelitian ini intensitas serangan penyakit virus gemini sangat rendah (Tabel 4). Insektisida tiametoksan bersifat sebagai penolak serangga vektor. Terbukti selama percobaan tidak dijumpai *B. tabaci* yang merupakan vektor penyakit virus kuning gemini. Padahal di sekeliling area percobaan terdapat pertanaman cabai dan tomat dengan intensitas serangan *B. tabaci* dan virus kuning gemini yang tinggi.

Virus lainnya adalah virus kompleks, yang merupakan gabungan beberapa jenis virus seperti TMV, virus Y, dan lain-lain. Intensitas serangan penyakit virus kompleks di lahan terbuka lebih tinggi dibandingkan dengan intensitasnya di dalam rumah kaca. Hal ini diduga kutudaun dari luar yang mengandung virus tidak dapat masuk ke dalam rumah kaca. Kutudaun yang dijumpai di dalam rumah kaca tidak menyebarkan penyakit virus karena di dalam rumah kaca tidak terdapat sumber inokulum atau tanaman sakit.

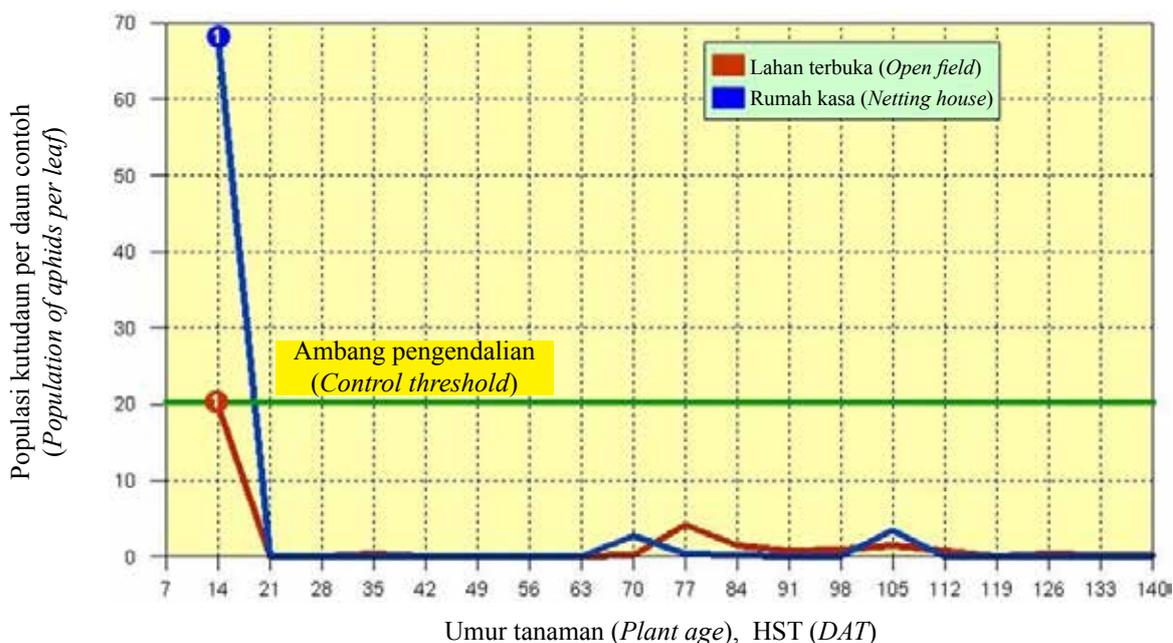
Suhu udara yang relatif lebih tinggi di dalam rumah kaca (Tabel 3) diduga menghambat bercak daun *Cercospora*. Pada percobaan ini intensitas serangan penyakit *Cercospora* yang menyerang tanaman cabai di dalam rumah kaca (Gambar 3) lebih rendah jika dibandingkan dengan intensitas serangan penyakit *Cercospora* pada tanaman cabai di lahan terbuka.

Hama tanaman

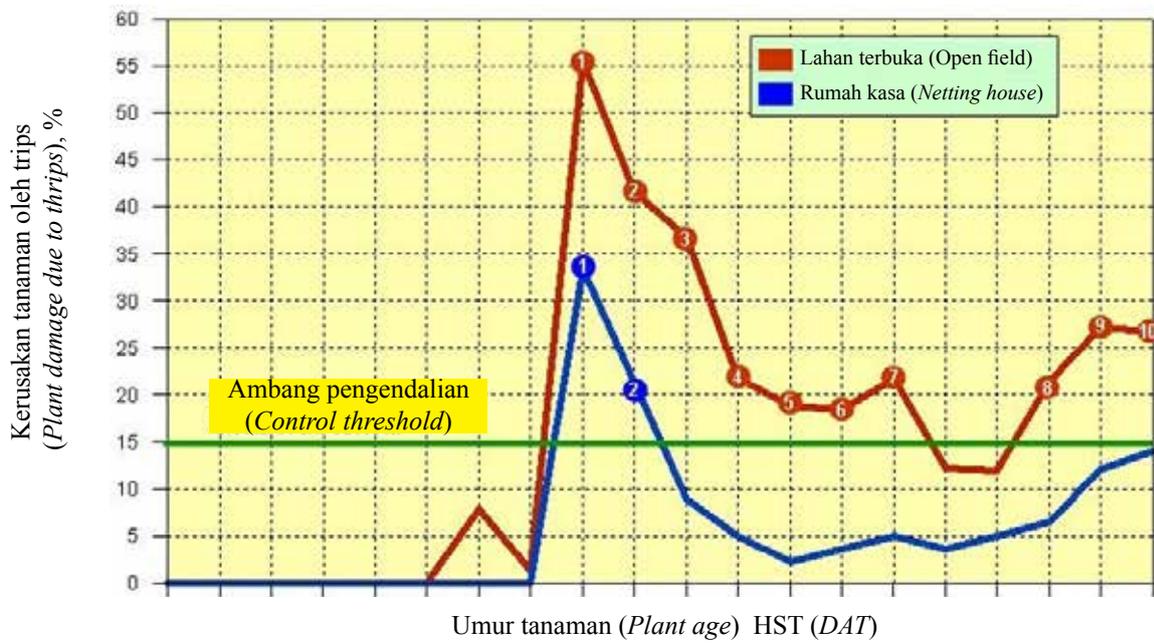
Berdasarkan hasil pengamatan jenis hama yang menyerang pertanaman cabai merah selama percobaan

berlangsung adalah kutudaun, trips, dan ulat grayak (Gambar 4, 5, dan 6). Fluktuasi populasi kutudaun disajikan pada Gambar 4. Pada umur 14 HST populasi kutudaun di dalam rumah kaca sangat tinggi dibandingkan dengan populasi kutudaun pada tanaman cabai di lahan terbuka. Keberadaan kutudaun di dalam rumah kaca diduga terbawa dari pesemaian. Suhu di dalam rumah kaca yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di lahan terbuka (Tabel 3) menyebabkan metabolisme serangga meningkat, sehingga daur hidupnya lebih pendek. Akibatnya populasinya meningkat lebih cepat (Yamamura & Kiritani 1998), sehingga melampaui ambang pengendalian. Setelah dilakukan penyemprotan insektisida imidakloprid populasi kutudaun di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka menurun dan populasinya selalu berada di bawah ambang pengendalian. Dengan demikian, selama satu musim tanam cabai merah di dalam rumah kaca maupun di lahan terbuka hanya dilakukan satu kali penyemprotan insektisida untuk mengendalikan hama kutudaun.

Trips menyerang tanaman cabai merah di lahan terbuka maupun di dalam rumah kaca. Ukuran lubang kaca sebesar mesh 66 (127 lubang/cm²) masih memungkinkan serangga tersebut masuk. Serangan hama trips di lahan terbuka mulai ditemukan pada umur 49 HST dan di dalam rumah kaca pada umur 63 HST (Gambar 5). Intensitas serangan trips di lahan terbuka lebih sering mencapai ambang pengendalian dibandingkan dengan intensitas serangannya di dalam rumah kaca. Hal ini diduga karena daun tanaman



Gambar 4. Populasi kutudaun per daun contoh (*Population of aphid per leaf*)

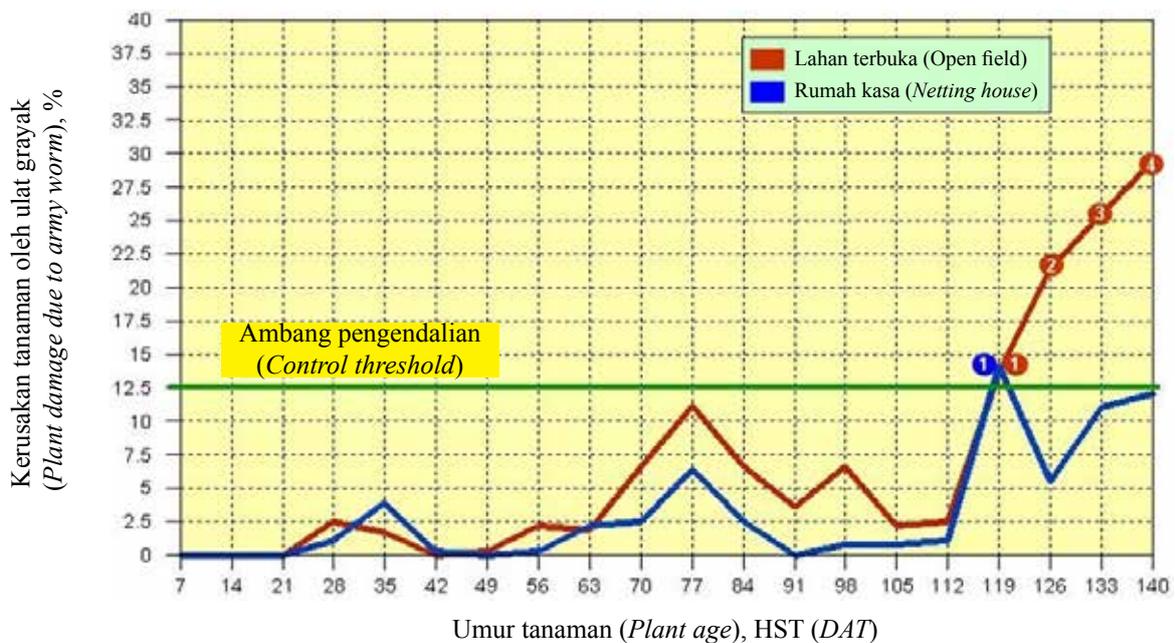


Gambar 5. Intensitas serangan hama trips pada tanaman cabai merah (*Intensity of thrips infestation on hot pepper*)

cabai merah di dalam rumah kaca yang lebih luas dapat mengkompensasi serangan hama trips sehingga intensitas serangan trips yang berdasarkan luas daun di dalam rumah kaca lebih rendah dibandingkan dengan serangannya di lahan terbuka. Menurut Sartiami *et al.* (2011), tanaman cabai merah yang mendapat cekaman abiotik yang kurang menguntungkan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang tinggi serta

mendapat serangan OPT yang merusak jaringan daun akan mengalami kerusakan yang lebih parah.

Menurut Gunadi & Sulastrini (2013), ditinjau dari tipe fotosintesisnya tanaman cabai termasuk ke dalam tipe C3, dimana tanaman tersebut lebih adaptif pada kondisi intensitas cahaya matahari yang tidak terlalu terik sehingga pertumbuhan tanaman akan dicapai secara optimum. Di bawah intensitas cahaya rendah,



Gambar 6. Intensitas serangan hama ulat grayak (*S. litura*) pada cabai merah (*Intensity of army worm (S. litura) infestation on hot pepper*)

reaksi yang ditunjukkan oleh tanaman cabai merah adalah mengurangi kecepatan respirasi, meningkatkan luas daun untuk memperoleh permukaan absorpsi cahaya yang lebih besar, dan meningkatkan kecepatan fotosintesis setiap unit energi cahaya dan luas daun (Prabaningrum & Moekasan 2014).

Prabaningrum & Moekasan (2014) menyatakan bahwa salah satu fungsi rumah kaca adalah untuk melindungi tanaman dari serangan hama yang ukurannya besar seperti ulat. Pada percobaan ini

ditemukan serangan hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) mulai umur tanaman 28 HST. Berdasarkan pengamatan di lapangan, imago *S. litura* meletakkan telur pada dinding kaca. Diduga setelah telur tersebut menetas ada beberapa larva yang dapat masuk dan mencapai tanaman cabai di dalam rumah kaca, sehingga menimbulkan kerusakan. Namun demikian, sampai umur tanaman 112 HST (Gambar 6) intensitas serangan ulat grayak masih berada di bawah ambang pengendalian 12,5% kerusakan tanaman. Pada umur

Tabel 5. Jumlah penyemprotan pestisida pada tiap perlakuan (*The number pesticide spraying at each treatment*)

OPT sasaran (<i>Target pests</i>)	Jumlah penyemprotan per musim (<i>Number of spraying per planting period</i>)		
	Di dalam rumah kaca (kali/musim) (<i>Netting house</i>) (<i>times/ planting period</i>)	Di lahan terbuka (kali/musim) (<i>Open field</i>) (<i>times/ planting period</i>)	Perbedaan (<i>Difference</i>)
Kutudaun (<i>Aphid</i>)	1	1	0
Trips (<i>Thrips</i>)	2	10	80,00
Ulat grayak (<i>Army worm</i>)	1	4	75,00
Jumlah	4	15	73,33

Tabel 6. Volume dan harga pestisida yang digunakan pada penanaman cabai merah di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka (*Volume and price of pesticide used on hot pepper in the netting house and open field*)

Pestisida (<i>Pesticide</i>)	Rumah kaca (<i>Netting house</i>), 75 m ²		Lahan terbuka (<i>Open field</i>), 75 m ²	
	Volume/petak (<i>Volume/plot</i>)	Harga (<i>Price</i>) Rp (<i>IDR</i>)	Volume/petak (<i>Volume/plot</i>)	Harga (<i>Price</i>) Rp (<i>IDR</i>)
Imidakloprid (<i>Imidacloprid</i>)	3,50	2.450,00	3,50	2.450,00
Abamektin (<i>Abamectin</i>)	3,50	4.025,00	26,56	30.544,00
Spinoteram	6,38	9.889,00	21,25	32.937,50
Emmamectin benzoat	0,75	8.100,00	2,50	27.000,00
Perekat perata (<i>Sticker</i>)	14,13	918,45	26,90	1.748,50
Jumlah (<i>Total</i>)		25.382,45	Jumlah (<i>Total</i>)	94.680,00
Selisih biaya pestisida antara rumah kaca dan lahan terbuka (<i>Difference of pesticide cost between netting house and open field</i>)				69.297,58 (73,19%)

Tabel 7. Hasil panen cabai merah (*Yield of hot pepper*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Bobot buah (<i>Weight of fruits</i>)				Kehilangan hasil panen (<i>Loss of harvest</i>), %
	Total bobot (<i>Total weight</i>)		Total bobot buah sehat (<i>Total weight of healthy fruit</i>)		
	Per petak (<i>Plot</i>) kg/75 m ²	t/ha	Per petak (<i>Plot</i>), kg/75 m ²	t/ha	
Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)	151,20 a	20,16	148,24 a	19,77	1,97
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	73,24 b	9,76	70,93 b	9,46	3,17
Perbedaan (<i>Difference</i>), %	-	106,45	-	109,00	-
KK (<i>CV</i>), 5%	16,82	-	17,63	-	-

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)

119 HST, serangan ulat grayak mencapai ambang pengendalian. Setelah dilakukan penyemprotan insektisida emamectin benzoat intensitas serangannya menurun, sedangkan intensitas serangan ulat grayak di lahan terbuka terus meningkat. Hal itu terjadi diduga karena di lahan terbuka terjadi migrasi ulat grayak dari lahan sekitar percobaan sehingga intensitas serangannya masih tetap di atas ambang pengendalian.

Keadaan ini membuktikan bahwa penggunaan rumah kasa dapat menekan migrasi serangga hama dari lahan sekitar. Dengan demikian, serangan hama ulat grayak dapat dikendalikan.

Penyemprotan Insektisida

Pada Gambar 4, 5, dan 6 disajikan perkembangan populasi kutudaun, intensitas serangan trips, dan

Tabel 8. Jumlah buah yang terserang OPT pada saat panen (*Number of fruit at harvest time infected by pests and diseases*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Buah terserang OPT (<i>Fruit infected</i>), %			
	<i>H. armigera</i>	<i>Bactrocera</i> sp.	<i>S. litura</i>	<i>C. capsici</i>
Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	0,00 a	0,69 a	0,16 a	0,33 a
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	0,01 a	1,15 b	0,21 a	0,74 b
KK (<i>CV</i>), %	23,14	22,63	34,75	16,61

- Data ditransformasi pada $Arc.\sin \sqrt{x}$ (*The data were transformed to $Arc.\sin \sqrt{x}$*)
- Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-t pada taraf 5% (*Average at the same column followed by the same letters were not significantly different at 5% level according to t-test*)

Tabel 9. Perubahan penerimaan dan biaya berubah akibat perubahan dari budidaya cabai merah di lahan terbuka ke budidaya cabai merah di dalam rumah kasa per hektar (*Change in revenue and variable cost due to changing technology from hot pepper cultivation at open field to hot pepper cultivation in netting house per hectare*)

Uraian (<i>Description</i>)	Perubahan teknologi (<i>Change in technology</i>)		
	Lahan terbuka (<i>Open field</i>)	Dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	Perubahan (<i>Change</i>) Δ
I. Hasil panen (<i>Yield</i>)			
Bobot (<i>Weight</i>) (kg/ha)	9.460	19.770	10.310
Harga (<i>Price</i>) (Rp./kg)	22.071,43	22.071,43	-
Total penerimaan (<i>Total revenue</i>) (Rp./ha) (TR)	208.795.727,80	436.352.171,10	227.556.443,30
II. Biaya berubah per hektar (Rp./ha)/ <i>variable cost per hectare (IDR/ha)</i>			
Tenaga kerja pemasangan rumah kasa (<i>Labour for netting house instalation</i>)	-	8.000.000,00	- 8.000.000,00
Biaya rangka rumah kasa per musim (<i>Cost of construction of netting house per planting period</i>)	-	37.380.000,00	- 37.380.000,00
Biaya net rumah kasa per musim (<i>Cost of screen per planting period</i>)	-	27.400.000,00	-27.400.000,00
Biaya pestisida (<i>Cost of pesticides</i>)	12.624.000,00	3.384.326,67	9.239.673,33
Tenaga kerja penyemprotan pestisida (<i>Labour for pesticide spraying</i>)	2.700.000,00	720.000,00	1.980.000,00
Bunga modal (1,67%/bulan untuk 6 bulan) (<i>Capital cost (1.67%/ month for 6 months)</i>)	1.535.464,80	7.703.809,53	- 6.168.344,73
Total biaya berubah (Rp./ha) <i>total variable cost (IDR/ha) (VC)</i>	16.859.464,80	84.588.136,20	- 67.728.671,40
Pendapatan (Rp./ha) (<i>Income</i>) (IDR/ha) (NI)	191.936.263,00	351.764.034,90	159.827.771,90
Tingkat pengembalian (<i>Rate of return</i>) (R)		2,36	

ulat grayak yang mencapai ambang pengendalian. Berdasarkan gambar tersebut di dalam rumah kaca telah dilakukan empat kali penyemprotan insektisida untuk mengendalikan kutudaun (satu kali), trips (dua kali) dan ulat grayak (satu kali) (Tabel 5).

Penyemprotan insektisida untuk mengendalikan hama pada tanaman cabai di dalam rumah kaca (empat kali) lebih sedikit dibandingkan dengan penyemprotan insektisida di lahan terbuka (15 kali). Hasil ini sejalan dengan penelitian Prabaningrum & Moekasan (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan rumah kaca dalam budidaya cabai merah dapat mengurangi penggunaan insektisida. Biaya penggunaan insektisida di dalam rumah kaca dapat ditekan sebesar 73,19% jika dibandingkan dengan biaya penggunaan insektisida di lahan terbuka (Tabel 6).

Hasil Panen

Hasil panen cabai merah total di dalam rumah kaca lebih tinggi 106,45% dibandingkan dengan hasilnya di lahan terbuka (Tabel 7). Hasil panen cabai merah di dalam rumah kaca yang dapat dipasarkan lebih tinggi 109% dibandingkan dengan hasilnya di lahan terbuka. Kehilangan hasil panen cabai merah di dalam rumah kaca oleh serangan OPT lebih rendah dibandingkan dengan di lahan terbuka (Tabel 7 dan 8). Hal itu menunjukkan bahwa penggunaan rumah kaca pada budidaya tanaman cabai merah mampu menekan kehilangan hasil akibat serangan OPT. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Kwon & Chun (1999), yaitu hasil panen cabai merah per unit area yang ditanam di dalam rumah kaca meningkat, baik secara kualitas maupun kuantitas. Dengan demikian, budidaya cabai merah di dalam rumah kaca di dataran tinggi secara teknis layak untuk diterapkan karena dapat menekan kehilangan hasil panen akibat serangan OPT dan hasil panennya lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka.

Analisis Anggaran Parsial

Perubahan teknologi budidaya cabai merah dari lahan terbuka ke dalam rumah kaca menyebabkan terjadinya perubahan dalam penerimaan dan biaya berubah (Tabel 9). Pada percobaan ini biaya berubah dari teknologi budidaya di lahan terbuka ke dalam budidaya di dalam rumah kaca, yaitu (a) biaya tenaga kerja pemasangan rumah kaca, (b) biaya rangka rumah kaca, (c) biaya net rumah kaca, (d) biaya pestisida, (e) biaya tenaga kerja penyemprotan insektisida, dan (f) biaya bunga bank.

Berdasarkan pengalaman di PT Saung Mirwan rangka besi naungan tersebut dapat bertahan selama 10 tahun, sedang kaca dapat bertahan 5 tahun (Moekasan

& Prabaningrum 2012). Biaya rangka dan net rumah kaca dihitung biaya penyusutan per musim tanam (6 bulan). Rangka rumah kaca yang terbuat dari besi diprediksi dapat bertahan selama 10 tahun atau 20 kali masa tanam, sedangkan net diprediksi dapat bertahan selama 5 tahun atau 10 kali tanam. Berdasarkan hasil penghitungan biaya penyusutan rangka rumah kaca adalah sebesar Rp3.738,00/m²/musim (6 bulan), sedangkan biaya penyusutan net adalah sebesar Rp 2.740,00/m²/musim (6 bulan). Dengan demikian, biaya penyusunan rumah kaca (rangka besi dan net) per musim tanaman (6 bulan) adalah sebesar Rp 6.478,00/m².

Adanya peningkatan pendapatan pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca per hektar sebesar Rp227.556.443,30 disebabkan adanya peningkatan produksi cabai merah pada perlakuan tersebut sebesar 10.310 kg (Tabel 9). Peningkatan biaya berubah pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca sebesar Rp67.728.671,40 disebabkan adanya penambahan biaya pemasangan rumah kaca, rangka rumah kaca, dan net rumah kaca. Namun demikian, adanya peningkatan biaya berubah pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca sebesar Rp67.728.671,40 masih lebih kecil dengan selisih pendapatan budidaya cabai merah di dalam rumah kaca dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka, yaitu sebesar Rp159.827.771,90. Dengan demikian, tingkat pengembalian pada budidaya cabai merah di dalam rumah kaca yaitu sebesar 2,36. Menurut Adiyoga (1984, 1985, 1987), Soetiarso (2006), dan Basuki (2009) jika nilai tingkat pengembalian (*rate of return*) ≥ 1 artinya teknologi tersebut memberikan tingkat pengembalian yang menguntungkan. Dengan demikian, teknologi tersebut layak direkomendasikan untuk budidaya cabai merah di dataran tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Budidaya cabai merah di dalam rumah kaca secara teknis mampu menekan serangan hama hingga di bawah ambang pengendalian dan menekan penggunaan insektisida sebesar 73,33% dengan hasil panen lebih tinggi 106,45–109,00% jika dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka.
2. Hasil analisis anggaran parsial menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat direkomendasikan sebagai teknologi baru budidaya cabai merah di dataran tinggi karena secara ekonomi menguntungkan dengan tingkat pengembalian mencapai 2,36.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiyoga, W 1984, 'Pengaruh penggunaan tenaga kerja dan pestisida terhadap pendapatan bersih usahatani kubis', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 9, no. 4, hlm. 20-5.
2. Adiyoga, W 1985, 'Hubungan kontribusi tenaga kerja dengan efisiensi produksi usahatani cabe', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 12, no. 2, hlm. 1-6.
3. Adiyoga, W 1987, 'Efisiensi penggunaan pupuk kandang pada usahatani lombok', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 15, no. 4, hlm. 6-11.
4. Adiyoga, W, Basuki, RS, Hilman, Y & Udiarto, BK 1996, 'Studi *baseline* identifikasi dan pengembangan teknologi PHT pada tanaman cabai di Jawa Barat', *Prosiding Seminar Persiapan Pemasarakatan Pengendalian Hama Terpadu, Program Nasional PHT*, Lembang, hlm. 421-50.
5. Adiyoga, W, Gunadi, N, Moekasan, TK, de Putter, H & Rodenburg, R 2010, 'Hot pepper net house cultivation, poster presented in the Horticultural Research for Development Meeting', November 29, 2010, Jakarta, Horticultural Research Cooperation between Indonesia and the Netherlands (HORTIN-II).
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. Hort.*, 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. 19, no. 2, hlm. 213-26.
9. Boudoin, WO & Zabeltitz, VC 2002, 'Greenhouse constructions for small farmers in tropical regions', *Proc. Int. Soc. on Tropical Subtropical Greenhouses, Acta Hort.*, no. 578, pp. 171-9.
10. Chiarappa, L 1971, *Crop loss assesment method*, FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds. Commonwealth Agricultural Bureaux.
11. Dibijantoro, AL & Sanjaya, Y 2001, 'Peranan agens hayati pada pengendalian trips mendukung pengelolaan ekosistem sayuran berkelanjutan', *Prosiding Simposium Pengendalian Hayati Serangga*, Sukamandi, hlm. 107-12.
12. Duriat, AS 2008, 'Pengaruh ekstrak bahan nabati dalam menginduksi ketahanan tanaman cabai terhadap vektor dan penyakit virus kuning keriting', *J. Hort.*, vol. 18, no. 4, hlm. 446-56.
13. Gunadi, N & Sulastrini, I 2013, 'Penggunaan *netting house* dan mulsa plastik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah', *J. Hort.*, vol. 22, no. 1, hlm. 36-46.
14. Gunaeni, N & Wulandari, AW 2010, 'Cara pengendalian non kimiawi terhadap serangga vektor kutudaun dan intensitas serangan penyakit virus mosaik pada tanaman cabai merah', *J. Hort.*, vol. 20, no. 4, hlm. 368-76.
15. Kwon, YS & Chun, H 1999, *Production of chili pepper in different kind of greenhouse in Korea*, viewed 20 February 2008, <<http://www.agnet.org/library/article/eb478.html>>.
16. 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.
17. Moekasan, TK & Prabaningrum, L 2012, 'Penggunaan rumah kaca (*netting house*) untuk mengatasi serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada budidaya cabai merah di dataran rendah', *J. Hort.*, vol. 22, no. 1, hlm. 66-76.
18. Moekasan, TK, Prabaningrum, L, Adiyoga, W & de Putter, H 2014, *Panduan praktis budidaya cabai berdasarkan konsepsi PHT*, Penebar Swadaya, Jakarta.
19. Prabaningrum, L & Moekasan, TK 2014, 'Pengelolaan organisme pengganggu tumbuhan utama pada budidaya cabai merah di dataran tinggi', *J. Hort.*, vol. 24, no. 2, hlm. 179-88.
20. Sage, RF 2002, 'Variation in the kcat of Rubisco in C3 and C4 plants and some implication for photosynthetic performance at high and low temperature', *J. Exp. Bot.*, vol. 53, no. 369, pp. 609-20.
21. Sartiami, D, Magdalena & Nurmansyah, A 2011, 'Thrips *parvispinus* Karny (Thysanoptera: Thripidae) pada tanaman cabai: perbedaan karakter morfologi pada tiga ketinggian tempat', *J. Entomol. Indonesia*, vol. 8, no. 2, hlm. 85-95.
22. Setiawati, W, Udiarto, BK & Soetiarso, TA 2007, 'Selektivitas beberapa insektisida terhadap hama kutukebul (*Bemisia tabaci* Genn.) dan predator *Menochilus sexmaculatus* Fabr.', *J. Hort.*, vol. 17, no. 2, hlm. 168-74.
23. Setiawati, W, Udiarto, BK & Soetiarso, TA 2008, 'Pengaruh varietas dan sistem tanam cabai merah terhadap penekanan populasi kutukebul', *J. Hort.*, vol. 18, no. 1, hlm. 55-61.
24. Setiawati, W, Murtiningsih, R & Hasyim, A 2011, 'Laboratory and field evaluation of essential oil from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities', *Indonesian J. Agric. Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 9-16.
25. Soetiarso, TA, Ameriana, M, Abidin, Z & Prabaningrum, L 1999, 'Analisis anggaran parsial penggunaan varietas dan mulsa pada tanaman cabai', *J. Hort.*, vol. 9, no. 2, hlm. 164-71.
26. 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.
27. Suryaningsih, E & Suhardi 1993, 'Pengaruh penggunaan fungisida untuk mengendalikan penyakit antraknosa (*C. capsici* dan *C. gloeosporioides*) pada cabai', *Bul. Penel. Hort.*, vol. 25, no. 1, hlm. 37-43.
28. Yamamura, K & Kiritani, K 1998, 'A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zones', *Appl. Entomol. Zool.*, vol. 33, pp. 289-98.