

Penggunaan *Rain Shelter* dan Biopestisida Atecu Pada Budidaya Cabai di Luar Musim untuk Mengurangi Kehilangan Hasil dan Serangan OPT (*The Use of Rain Shelter and Biopesticide in off Season Chilli Cultivation to Reduce Yield Losses and Infestation of Pest and Diseases*)

Wiwini Setiawati, Ahsol Hasyim dan Abdi Hudayya

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

E-mail: wsetiawati@yahoo.com

Diterima: 10 Desember 2017; direvisi: 28 Februari 2018; disetujui: 4 April 2018

ABSTRAK. Penggunaan *rain shelter* merupakan solusi untuk mengatasi permasalahan budidaya cabai di luar musim, yaitu kondisi musim hujan berkepanjangan. Peranan sumber daya hayati lokal termasuk tumbuhan sebagai biopestisida (Atecu) perlu ditingkatkan untuk mengatasi masalah mahal biaya produksi, namun mampu menekan kehilangan hasil akibat OPT dan menjaga mutu produk. Tujuan penelitian mendapatkan teknologi budidaya cabai *off season* yang dapat mengurangi kehilangan hasil dan serangan OPT $\geq 30\%$. Penelitian dilaksanakan di KP Margahayu Lembang, dari bulan Agustus 2016 sampai dengan bulan Maret 2017. Plot penelitian disusun berdasarkan rancangan acak kelompok (RAK) terdiri atas enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah bentuk *rain shelter* (bentuk datar dan melengkung) yang dipasang pada waktu tanam dan musim penghujan dikombinasikan dengan penggunaan Atecu 10 ml/l dan tanpa *rain shelter* + Atecu 10 ml/l serta teknologi konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) pertumbuhan tanaman cabai (tinggi dan lebar kanopi) yang ditanam di bawah *rain shelter* berbeda nyata masing-masing sebesar (14,23 cm dan 3,17 cm) serta mempunyai jumlah cabang yang lebih banyak (12,5) dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka, (2) kombinasi penggunaan *shelter* dan Atecu 10 ml/l efektif mengendalikan OPT penting pada tanaman cabai merah dengan tingkat efikasi berkisar antara 33,56–75,0% serta dapat mengurangi penggunaan pestisida sebesar 50% bila dibandingkan dengan teknologi konvensional, dan (3) bentuk *rain shelter* yang paling baik adalah bentuk melengkung yang dipasang pada musim penghujan dan mampu meningkatkan hasil panen sebesar 26,32% atau sebesar 20,59 ton/ha. Dari hasil tersebut dapat direkomendasikan bahwa penggunaan *rain shelter* sebagai salah satu teknologi budidaya cabai *off season*.

Kata kunci: *Capsicum annuum* L.; *Rain shelter*; Biopestisida Atecu; Budidaya di luar musim; Hama dan penyakit

ABSTRACT. The use of rain shelter is solution to solve chilli cultivation problems during rainy season which has long period rainy season. Biological control agent (BCA) included biopesticide (Atecu) also plays important role for solving the problems on chilli cultivation. The aim of the research was to obtain chilli cultivation technology in the off season which is effective to reduce yield losses due to incidence of pests and diseases on chilli $\geq 30\%$. The research was conducted in Margahayu Station from August 2016 to March 2017. Randomized block design with six treatments and four replications were used in this. The applications of rain shelter at planting time and rainy season (four treatments) and chilli planting at open field (two treatments) were used. The result showed that: (1) plant height and canopy width grown inside rain shelter were significantly longer (14.23 cm and 3.17 cm), had more branches (12.5) than those grown under open field condition, (2) the combination of rain shelter and biopesticide (Atecu) could reduce the risk of pest and disease, mainly in the rainy season with % of efficacy 33.56 – 75.0% and reduced used of pesticide up to 50% compared with conventional technology, and (3) the highest yields was found at rain shelter with curved shape applied at rainy season 20.59 ton/ha (26.32%). According to the results, the use of rain shelter can be recommended as one of technology for chilli cultivation during rainy season.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; Rain Shelter; Biopesticide (Atecu); Off season; Pests and diseases

Cabai merah merupakan komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi dan termasuk dalam komoditas strategis yang menjadi target peningkatan produksi dan swasembada. Secara umum perkembangan luas panen cabai di Indonesia pada periode tahun 1980–2015 berfluktuatif namun cenderung meningkat dengan rata-rata pertumbuhan per tahun 4,27%. Indonesia menempati urutan pertama sebagai negara dengan luas panen cabai terbesar di ASEAN. Produksi cabai merah pada tahun

2016 surplus sebesar 95,36 ribu ton. Surplus tersebut dapat dimanfaatkan untuk diekspor ke beberapa negara seperti Saudi Arabia, Malaysia, Nigeria, dan Singapura (Kementan 2016). Setiap tahun harga cabai berfluktuasi, pada musim tertentu ketika pasokan berkurang harga meningkat sangat signifikan sehingga memengaruhi tingkat inflasi (Anwarudin *et al.* 2015). Banyak faktor yang mengakibatkan terjadinya gejolak harga, antara lain faktor biotik (hama dan penyakit), abiotik (curah hujan, suhu, kelembaban relatif, dan

intensitas cahaya), faktor tanaman (bunga dan buah rontok) (Spaldon, Samnotra & Chopra 2015), distribusi sampai penanganan pascapanen. Pada kondisi seperti ini, kebutuhan akan teknologi di luar musim (*off season*) sangat diperlukan untuk mempertahankan dan meningkatkan produksi cabai serta menekan serangan OPT. Teknologi yang dikembangkan tersebut harus merupakan teknologi yang adaptif terhadap dinamika iklim dan ramah lingkungan, menekan serangan OPT cabai, seperti penyakit virus kuning, antraknosa, hawar daun, layu bakteri, lalat buah, thrips, tungau, dan ulat penggerek buah (Setiawati *et al.* 2011).

Penggunaan *rain shelter* atau penahan hujan menjadi salah satu pilihan untuk mengatasi masalah iklim, yang dapat mengurangi derasnya air hujan pada saat terjadinya perubahan iklim (La Nina), angin, dan serangan OPT serta peningkatan efisiensi penggunaan input produksi (Nair & Barche 2014; Spaldon *et al.* 2015; Alemayehu & Alemayehu 2017). *Rain shelter* merupakan teknologi baru yang fungsinya sama seperti *screenhouse*, namun lebih murah dan dapat dengan mudah diaplikasikan oleh petani di lapang (Rusman *et al.* 2018). Di beberapa negara penghasil sayuran, seperti Taiwan, India, Filipina, Malaysia, Hawaii, dan Zambia budidaya sayuran di luar musim dilakukan dengan menggunakan *rain shelter*. Menurut Vermeulen *et al.* (2011) bahwa penggunaan *rain shelter* pada musim hujan dapat meningkatkan produksi tomat dan dapat memperbaiki kualitas buah bila dibandingkan dengan lahan terbuka serta dapat mengurangi pencucian unsur hara. Wu, Palada & Wang (2008) melaporkan bahwa penggunaan *rain shelter* juga dapat mengurangi serangan hama dan penyakit. Menurut Wani *et al.* (2011), penggunaan *rain shelter* dapat mengurangi serangan penyakit busuk daun (*Phytophthora* sp.) dan *Fusarium* sp. sebesar 47,22% (Rusman *et al.* 2018). Bentuk, ukuran, dan bahan yang digunakan untuk pembuatan *rain shelter* sangat bervariasi. Bisa dibuat dari bahan yang ada di sekitar petani seperti bambu ataupun kayu. Ukurannya tergantung dari luas lahan yang akan digunakan. Moekasan & Prabaningrum (2012) melaporkan bahwa penggunaan rumah kaca dalam budidaya cabai dapat menekan serangan *Helicoverpa armigera* sehingga penggunaan pestisida berkurang >95%. Hasil penelitian yang dilakukan Setiawati (2015) menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan *rain shelter* dan biopestisida Atecu 10 ml/l efektif untuk mengendalikan OPT penting pada tanaman cabai merah serta dapat mengurangi penggunaan pestisida sebesar 50% dibandingkan dengan teknologi konvensional. Atecu merupakan biopestisida yang dibuat dari campuran *Azadirachta indica*, *Tephrosia vogelli*, dan urin sapi yang difermentasi selama 15 hari. Aplikasi Atecu 10 ml/l pada tanaman cabai dapat menghemat

penggunaan insektisida sintetis sebesar 50%, dapat menekan biaya penggunaan pestisida sebesar 96,39% dengan keuntungan sebesar Rp292.830.000,00 ton/ha (Setiawati *et al.* 2018).

Tujuan penelitian adalah mendapatkan teknologi budidaya cabai *off season* yang dapat mengurangi kehilangan hasil dan serangan OPT ≥ 30 . Hipotesis yang diajukan, yaitu penggunaan *rain shelters* dan Atecu 10 ml/l pada tanaman cabai merah *off season* dapat menekan kehilangan hasil dan serangan OPT $\geq 30\%$. Diharapkan dari penelitian akan diperoleh komponen teknologi cabai *off season* dengan menggunakan *rain shelter* yang dapat meningkatkan produktivitas cabai, kualitas yang lebih baik, mengurangi serangan hama dan penyakit sehingga kekurangan pasokan cabai dapat teratasi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus 2016 sampai bulan Maret 2017 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sayuran Lembang (1250 m dpl.) dengan jenis tanah Andisol. Penanaman dilakukan pada saat *off season*, yaitu melewati musim hujan pada bulan Oktober – Februari. Pada umumnya, di Indonesia cabai ditanam pada bulan Februari – September. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok terdiri atas enam perlakuan dan diulang empat kali.

Perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut :

- A. *Rain shelter* bentuk datar diaplikasikan pada awal tanam/musim kemarau + Atecu (10 ml/l)
- B. *Rain shelter* bentuk datar diaplikasikan pada saat berbunga/musim penghujan + Atecu (10 ml/l)
- C. *Rain shelter* bentuk melengkung diaplikasikan pada awal tanam/musim kemarau + Atecu (10 ml/l)
- D. *Rain shelter* bentuk melengkung diaplikasikan pada saat berbunga/musim penghujan + Atecu (10 ml/l)
- E. Tanpa *rain shelter* (lahan terbuka) + Atecu (10 ml/l)
- F. Cara konvensional (lahan terbuka)

Varietas cabai yang ditanam adalah varietas Kastilo dengan jarak tanam 70 cm x 50 cm. Tiap perlakuan terdiri atas empat bedeng, masing-masing bedeng terdiri atas 50 tanaman. Jumlah tanaman per perlakuan sebanyak 200 tanaman dan jarak antarbedeng 1 m. Luas penelitian 3.000 m². Pupuk organik yang digunakan adalah kompos (30 ton/ha) dan pupuk dasar NPK sebanyak 1.000 kg/ha. Insektisida Atecu (10 ml/l)

dan Abamektin 18 EC (2,0 ml/l) diaplikasikan secara terjadwal dengan interval 1 minggu. Atecu merupakan singkatan dari *Azadirachta*, *Tephrosia*, dan *cow urine* yang merupakan campuran dari mimba, kacang babi, dan urin sapi. Atecu merupakan biopestisida hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Sayuran yang dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa OPT pada tanaman cabai seperti trips, tungau dan aphid. Atecu (10 ml/l) diaplikasikan untuk perlakuan A, B, C, D, dan E, sedangkan Abamektin 18 EC (2,0 ml/l) untuk perlakuan F. Fungisida (klorotalonil + mankozeb) diaplikasikan secara terjadwal dua kali seminggu untuk perlakuan F dan pada saat berbunga untuk perlakuan A, B, C, D, dan E dengan interval 1 minggu.

Pengamatan

Pengambilan tanaman contoh dilakukan dengan menggunakan metode *U shape* sebanyak 10 tanaman contoh/petak perlakuan. Pengamatan awal dilakukan pada umur 30 hari setelah tanam (HST) dengan interval 7 hari. Peubah yang diamati pada tanaman contoh adalah:

1. Pertumbuhan tanaman cabai merah (tinggi tanaman dan lebar kanopi). Tinggi tanaman diukur dengan meteran dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi. Lebar kanopi diukur lebar dengan meteran, yaitu dengan menjumlahkan diameter tanaman horizontal dan vertikal dibagi dua.
2. Untuk menghitung populasi thrips dan tungau diambil dua daun contoh/tanaman dari bagian atas tanaman cabai yang letaknya berlawanan (Timur – Barat).

3. Untuk pengamatan kerusakan tanaman oleh thrips dan tungau dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum n \times v}{n \times z} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Tingkat kerusakan tanaman (dalam %)

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

0 = Tidak ada kerusakan sama sekali

1 = Luas kerusakan > 0 – ≤ 20% bagian daun terserang

3 = Luas kerusakan > 20 – ≤ 40% bagian daun yang terserang

5 = Luas kerusakan > 40 – ≤ 60% bagian daun yang terserang

7 = Luas kerusakan > 60 – ≤ 80% bagian daun yang terserang

9 = Luas kerusakan > 80 – ≤ 100% bagian daun yang terserang

n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai v yang sama

Z = Nilai kategori serangan tertinggi

N = Jumlah tanaman yang diamati

4. Intensitas serangan lalat buah, ulat buah, penyakit virus kuning, penyakit virus kompleks dan penyakit busuk buah adalah sebagai berikut:

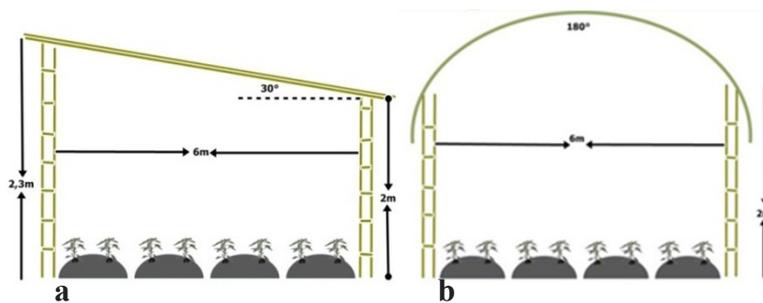
$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

- a. *Rain shelter* bentuk datar

- Tinggi penyangga 2 m
- Jarak antarpenganda 6 m untuk empat bedengan
- Sudut atap 30°

- b. *Rain shelter* bentuk melengkung

- Tinggi penyangga 2 m
- Jarak antar bedengan 6 m untuk empat bedengan
- Sudut atap 180°



Gambar 1. Bentuk *rain shelter* yang digunakan (*The types of rain shelter were used*)

di mana:

P = Intensitas serangan (%)

a = Jumlah bagian tanaman yang terserang/tanaman

b = Jumlah bagian tanaman sehat/tanaman

5. Parameter pengamatan yang lainnya adalah: (1) Suhu dan kelembaban udara di dalam dan di luar *rain shelters* diamati dengan menggunakan alat *digital thermo hygrometer* dan (2) pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap bobot buah total per petak dan komponen hasil lainnya.

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

Kondisi Iklim

Faktor iklim yang sangat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai merah adalah curah hujan, suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya saat penanaman. Hasil pengamatan terhadap suhu, curah hujan, dan kelembaban relatif pada setiap perlakuan dan di lingkungan sekitar pertanaman cabai disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa penggunaan *rain shelter* dapat meningkatkan kelembaban dan suhu udara di sekitar tanaman dibandingkan dengan penanaman cabai di lahan terbuka. Rata-rata suhu dan kelembaban pada *rain shelter* bentuk datar masing-masing sebesar 25,83°C dan 66,28%, *rain shelter* bentuk melengkung masing-masing sebesar 25,65°C dan 66,21%, dan lahan terbuka sebesar 25,64°C dan 66,07%. Rata-rata perbedaan suhu antara menggunakan *rain shelter* dan lahan terbuka sekitar (0,1°C) dan kelembaban sekitar (0,24%). Ada beberapa faktor yang menyebabkan tinggi

rendahnya suhu di dalam *rain shelter*, salah satunya adalah radiasi matahari, awan, curah hujan, kecepatan angin, dan kelembaban udara (Handriawan, Respati & Tohari 2016). Tanaman cabai dapat hidup dan tumbuh dengan baik dalam rentang suhu tertentu, suhu yang diperlukan pada saat pertumbuhan adalah 21°–27°C, dan untuk pembentukan buah memerlukan suhu kisaran 16°–23°C. Jika suhunya terlalu rendah atau tinggi, pertumbuhan tanaman dan perkembangan bunga akan terhambat dan mengakibatkan kualitas buah menjadi rendah. Selanjutnya Rusman *et al.* (2018) melaporkan bahwa *rain shelter* juga berpengaruh langsung dalam menjaga suhu udara di sekitar tanaman dan menjaga agar kelembaban tidak terlalu tinggi sehingga dapat menekan perkembangan penyakit. Menurut Xi Li *et al.* (2014) bahwa penggunaan *rain shelter* secara signifikan dapat mengubah iklim mikro yang ada pada pertanaman. Curah hujan yang tinggi yang terjadi selama pertumbuhan tanaman dapat mengakibatkan meningkatnya kelembaban, menurunkan suhu, dan radiasi matahari (Handriawan, Respati & Tohari 2016).

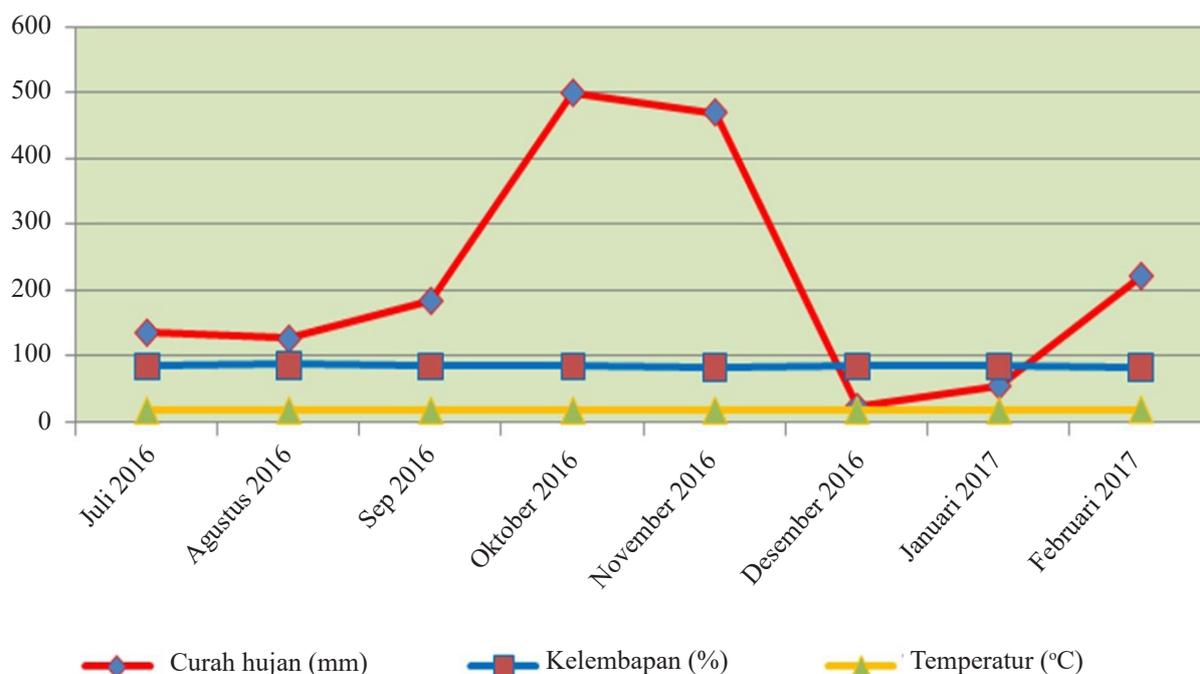
Berdasarkan data dari stasiun klimatologi Balitsa tahun 2016–2017, curah hujan rata-rata selama Bulan Juli 2016–Februari 2017 sangat berfluktuatif. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan September–November 2016 dan terendah terjadi pada bulan Desember 2016–Januari 2017 (Gambar 2). Kondisi iklim ini sangat diperlukan untuk mengetahui karakteristik lingkungan di bawah *rain shelter* karena akan memengaruhi keragaan tanaman (Sharif, Mohamad & Illias 2008).

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman (tinggi dan lebar kanopi) disajikan pada Tabel 2 dan 3. Pada awal pertumbuhan (30–58 HST) perbedaan tinggi tanaman belum tampak secara nyata antarperlakuan yang diuji. Baru pada pengamatan umur 72–86 HST terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang diuji. *Rain shelter* bentuk melengkung atau datar baik yang dipasang pada waktu tanam maupun musim penghujan mempunyai pertumbuhan yang lebih baik

Tabel 1. Rata-rata suhu, curah hujan dan kelembaban relatif pada setiap perlakuan (*The average of temperature, rainfall, and humidity at the treatments*)

| Perlakuan (Treatments) | Bulan (Month) | | | | | | | | Rata - rata (Average) | |
|---------------------------|---------------|--------|----------|--------|----------|--------|---------|--------|--------------------------|--------|
| | Oktober | | November | | Desember | | Januari | | t (°C) | Rh (%) |
| | t (°C) | Rh (%) | t (°C) | Rh (%) | t (°C) | Rh (%) | t (°C) | Rh (%) | | |
| A | 25,24 | 68,88 | 24,62 | 71,88 | 26,43 | 60,25 | 26,45 | 64,25 | 25,69 | 66,32 |
| B | 25,72 | 68,13 | 24,02 | 72,50 | 27,01 | 60,08 | 26,35 | 64,25 | 25,78 | 66,24 |
| C | 25,42 | 67,94 | 24,19 | 72,63 | 26,56 | 60,33 | 26,33 | 65,00 | 25,63 | 66,48 |
| D | 25,43 | 68,06 | 24,93 | 71,13 | 26,82 | 60,33 | 26,33 | 64,25 | 25,88 | 65,94 |
| E | 25,34 | 69,25 | 24,84 | 72,00 | 26,71 | 59,5 | 26,48 | 63,50 | 25,84 | 66,06 |
| F | 25,47 | 68,00 | 24,56 | 72,13 | 26,03 | 59,92 | 26,50 | 63,75 | 25,64 | 65,95 |



Gambar 2. Rata-rata curah hujan, kelembaban, dan temperatur (*The average of humidity, rainfall and temperature*)

Tabel 2. Rata - rata tinggi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of plant height on chilli pepper at different treatments*) (Lembang 2016)

| Perlakuan (Treatments) | Tinggi tanaman (Plant height), cm | | | | |
|------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 30 HST (DAP) | 44 HST (DAP) | 58 HST (DAP) | 72 HST (DAP) | 86 HST (DAP) |
| A | 29,05 a | 54,95 a | 72,08 ab | 93,65 ab | 114,63 a |
| B | 27,13 ab | 53,83 a | 70,95 ab | 90,48 ab | 109,33 ab |
| C | 27,88 ab | 53,95 a | 70,47 ab | 87,20 abc | 111,10 ab |
| D | 28,35 ab | 56,13 a | 74,22 a | 95,48 a | 113,73 ab |
| E | 23,80 b | 48,00 a | 64,33 b | 77,65 c | 94,53 c |
| F | 24,58 ab | 48,68 a | 65,30 ab | 82,65 bc | 101,40 bc |
| LSD 5% | 4,84 | 8,66 | 9,69 | 11,60 | 12,42 |
| KK (CV), % | 11,97 | 10,92 | 9,24 | 8,76 | 7,67 |

Tabel 3. Rata - rata lebar kanopi tanaman cabai merah pada tiap perlakuan (*The average of canopy width on chilli pepper at different treatments*) (Lembang 2016)

| Perlakuan (Treatments) | Lebar kanopi (Canopy width), cm | | | | |
|------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 30 HST (DAP) | 44 HST (DAP) | 58 HST (DAP) | 72 HST (DAP) | 86 HST (DAP) |
| A | 19,98 a | 35,55 a | 53,94 a | 65,80 ab | 73,18 ab |
| B | 18,50 abc | 35,31 a | 53,56 a | 65,85 ab | 73,84 a |
| C | 17,97 bc | 36,01 a | 51,44 a | 64,14 ab | 74,16 a |
| D | 18,94 ab | 37,33 a | 55,66 a | 66,95 a | 71,09 ab |
| E | 16,93 c | 32,71 a | 51,45 a | 62,89 b | 68,76 b |
| F | 17,35 bc | 33,61 a | 53,63 a | 64,39 ab | 71,04 ab |
| LSD 5% | 1,94 | 4,78 | 5,92 | 3,69 | 4,81 |
| KK (CV), % | 7,04 | 9,04 | 7,37 | 3,77 | 4,44 |

dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka. Pada pengamatan terakhir (86 HST), secara umum perbedaan antara tinggi tanaman sekitar 14,23 cm dan lebar kanopi 3,17 cm dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka.

Hasil serupa dilaporkan oleh Alemayehu & Alemayehu (2017) bahwa tinggi tanaman tomat yang ditanam di bawah *rain shelter* sebesar 100,5 cm, sedangkan yang ditanam di lahan terbuka hanya sebesar 50,9 cm. Hal ini disebabkan cahaya merupakan faktor yang penting dalam

Tabel 4. Populasi trips pada berbagai perlakuan (*Population of thrips at different treatments*) (Lembang 2016)

| Perlakuan (<i>Treatments</i>) | Populasi trips (<i>Population of thrips</i>), HST (<i>DAP</i>) | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|
| | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 | 79 | 86 |
| A | 0,53 ab | 0,83 a | 0,90 a | 0,45 a | 0,63 a | 1,02 a | 0,60 a | 0,22 a | 0,50 a |
| B | 0,25 ab | 0,40 bc | 0,30 b | 0,28 a | 0,58 a | 0,68 abc | 0,20 b | 0,15 a | 0,35 b |
| C | 0,57 a | 0,72 ab | 0,48 b | 0,43 a | 0,63 a | 0,78 ab | 0,48 a | 0,20 a | 0,33 b |
| D | 0,13 b | 0,15 c | 0,33 b | 0,13 a | 0,53 a | 0,30 c | 0,20 b | 0,10 a | 0,15 c |
| E | 0,18 ab | 0,22 c | 0,23 b | 0,30 a | 0,40 a | 0,53 bc | 0,23 b | 0,23 a | 0,35 b |
| F | 0,13 b | 0,18 c | 0,88 a | 0,15 a | 0,48 a | 0,57 bc | 0,30 b | 0,20 a | 0,60 a |
| LSD 5% | 0,45 | 0,38 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,40 | 0,16 | 0,16 | 0,14 |
| KK (<i>CV</i>), % | 10,01 | 16,03 | 45,07 | 19,79 | 25,94 | 41,02 | 32,71 | 26,63 | 24,83 |

pertumbuhan. Pada kondisi ternaungi intensitas cahaya yang dapat diterima tanaman akan sedikit sehingga terjadi peningkatan aktivitas auksin dan akibatnya sel-sel tumbuh memanjang (Afandi, Mawarni & Syukri 2013)

Adaptasi tanaman terhadap naungan akan memengaruhi morfologi, anatomi, dan fisiologi tanaman, di antaranya dapat melalui peningkatan luas daun dan tinggi tanaman sebagai upaya mengurangi penggunaan metabolit dan mengurangi cahaya yang ditransmisikan dan direfleksikan. Panwar, Kothari & Rathore (2009) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman cabai yang ditanam di bawah naungan mempunyai pertumbuhan yang lebih baik daripada tanaman cabai yang tumbuh tanpa naungan, hal ini dipengaruhi oleh iklim mikro seperti intensitas radiasi matahari, suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Selanjutnya, Korlina, Latifah & Ardi (2016) menyatakan bahwa tanaman tomat yang ditanam menggunakan naungan plastik, baik plastik UV maupun plastik biasa menghasilkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tomat yang ditanam di lahan terbuka.

Serangan OPT

Curah hujan, temperatur, dan kelembaban yang sangat bervariasi setiap bulannya menyebabkan tingginya serangan hama dan penyakit selama masa penanaman cabai. Hasil pengamatan terhadap serangan OPT disajikan pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 6, Gambar 3 dan Gambar 4. Hama utama yang menyerang selama fase pertumbuhan vegetatif adalah Trips (*Thrips parvispinus*) dan tungau (*Polyphagotarsonemus latus*). Memasuki fase pertumbuhan generatif tanaman cabai terserang penyakit virus kuning, antraknosa (*Colletotrichum acutatum*), lalat buah (*Bactrocera* spp.), dan ulat buah (*H. armigera*).

Populasi trips relatif rendah pada semua petak perlakuan. Populasi tertinggi terdapat pada

perlakuan A (*rain shelter* bentuk datar) yang dipasang pada saat tanam sebesar 0,90 ekor/daun dan tidak berbeda nyata dengan pembanding/teknologi konvensional (F) sebesar 0,88 ekor/daun pada umur 44 HST. Populasi trips terendah terjadi pada umur 51 HST pada petak C (*rain shelter* bentuk melengkung) dipasang pada saat hujan sebesar 0,13 ekor/daun. *Rain shelter* bentuk melengkung + aplikasi insektisida Atecu 10 ml/l secara konsisten dapat menekan populasi trip dengan tingkat efikasi sebesar 45–75% diikuti oleh tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka sebesar 41,67%. Tingkat efikasi terendah didapat pada perlakuan *rain shelter* bentuk datar sebesar 16,67%. Dari hasil ini dapat dilihat iklim mikro yang ditimbulkan oleh kedua tipe *rain shelter* yang digunakan berpengaruh terhadap populasi trips. *Rain shelter* dengan bentuk kanopi melengkung dapat menurunkan intensitas cahaya dan kelembaban (Du *et al.* 2015). Populasi trips dan tungau sangat dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, dan curah hujan (Khan *et al.* 2008; Waiganjo *et al.* 2008; Yadav & Chang 2014). Temperatur yang paling baik sekitar 20–25°C (Zhang You-Jun & Bao-Yun (2012).

Selain menciptakan kondisi yang cocok bagi pertumbuhan tanaman cabai, penggunaan *rain shelter* juga dapat berperan sebagai penekan serangan hama dan penyakit. Selain itu, *rain shelter* juga berperan dalam mengurangi tingkat cekaman lingkungan terhadap tanaman karena dedaunan cahaya yang berlebih melemahkan tanaman sehingga mudah terserang hama dan patogen tanaman.

Penggunaan insektisida Abamectin 18 EC yang digunakan dalam teknologi konvensional ternyata kurang mampu menekan populasi trips meskipun diaplikasikan secara rutin dan terjadwal. Efikasi Atecu lebih efektif dibandingkan dengan Abamectin dalam menekan populasi trips terutama pada umur 44 HST dan 86 HST.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap kerusakan tanaman yang diakibatkan oleh thrips (*Effect of treatments on plant damage by thrips*) (Lembang 2016)

| Perlakuan (Treatments) | Kerusakan tanaman (%) disebabkan oleh thrips (<i>Effect of treatments on plant damage by thrips</i>), HST (DAP) | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|----------|
| | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 | 79 | 86 |
| A | 3,05 a | 7,23 a | 7,50 a | 7,22 a | 6,11 ab | 9,72 a | 4,72 a | 2,78 a | 4,72 a |
| B | 1,67 a | 3,05 b | 2,22 b | 2,50 b | 6,39 ab | 6,67 b | 1,94 b | 1,94 a | 3,05 bc |
| C | 3,06 a | 8,61 a | 3,61 b | 4,44 ab | 7,50 a | 10,56 a | 3,89 a | 2,50 a | 3,33 abc |
| D | 0,83 a | 2,22 b | 1,94 b | 1,67 b | 6,67 ab | 3,06 c | 1,67 b | 1,67 a | 1,67 c |
| E | 0,83 a | 1,94 b | 2,22 b | 2,78 b | 6,11 ab | 6,11 b | 1,67 b | 2,22 a | 3,33 ab |
| F | 0,56 a | 1,94 b | 4,44 ab | 1,94 b | 4,72 b | 3,89 c | 2,22 b | 2,50 a | 3,61 ab |
| LSD 5% | 2,55 | 2,51 | 3,11 | 2,86 | 2,27 | 2,10 | 0,90 | 1,23 | 1,67 |
| KK (CV), % | 11,42 | 20,06 | 36,50 | 35,37 | 24,06 | 20,87 | 22,28 | 36,05 | 33,63 |

Tabel 6. Pengaruh perlakuan terhadap kerusakan tanaman oleh serangan tungau (*Effect of treatments on plant damage by mite*) (Lembang 2016)

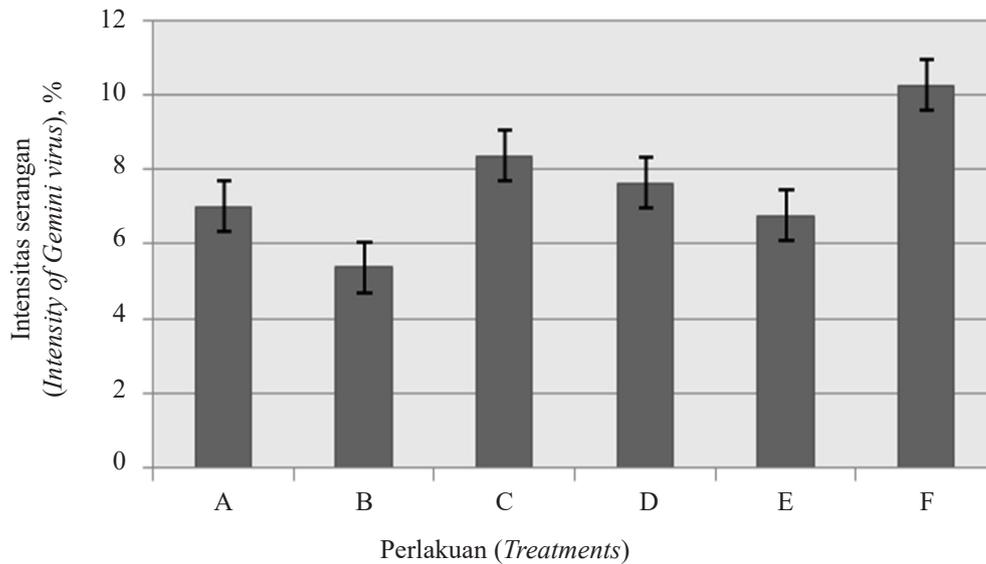
| Perlakuan (Treatment) | Kerusakan tanaman (%) disebabkan oleh tungau (<i>Effect of treatments on plant damage by mite</i>), HST (DAP) | | | | | | | | |
|-----------------------|--|------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 | 79 | 86 |
| A | 0,56 a | 0,00 | 3,89 a | 8,89 a | 5,00 ab | 8,61 a | 8,34 a | 8,33 a | 8,89 a |
| B | 0,83 a | 0,00 | 0,00 c | 2,22 b | 4,72 ab | 4,72 bc | 1,39 c | 3,06 bc | 4,45 bc |
| C | 0,28 a | 0,00 | 3,05 ab | 10,00 a | 6,11 a | 6,67 ab | 5,28 b | 5,28 ab | 6,11 b |
| D | 0,00 a | 0,00 | 1,11 bc | 3,33 b | 3,89 b | 2,50 cd | 1,11 c | 1,11 c | 2,22 c |
| E | 0,00 a | 0,00 | 0,28 c | 1,94 b | 1,11 c | 1,11 d | 1,67 c | 1,94 c | 2,50 c |
| F | 0,00 a | 0,00 | 0,00 c | 1,39 b | 1,39 c | 1,94 cd | 1,11 c | 1,11 c | 3,61 bc |
| LSD 5% | 1,06 | 0,00 | 2,55 | 5,37 | 2,10 | 3,31 | 2,08 | 3,33 | 2,68 |
| KK (CV), % | 25,98 | 0,00 | 12,70 | 27,01 | 37,59 | 21,61 | 33,86 | 33,56 | 38,47 |

Tingkat kerusakan tanaman karena serangan trips disajikan pada Tabel 5. Tingkat kerusakan tanaman cabai akibat serangan trips sejalan dengan populasi trips yang ditemukan. Penggunaan *rain shelter* bentuk melengkung + Atecu (10 ml/l) secara nyata dan konsisten dapat menekan serangan trips dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan berbeda nyata bila dibandingkan dengan pembanding. Kerusakan yang rendah juga diakibatkan oleh curah hujan. Ibrahim & Adesiyun (2010) menyatakan bahwa pada curah hujan tinggi dapat menurunkan populasi thrips di lapangan sampai dengan 89%.

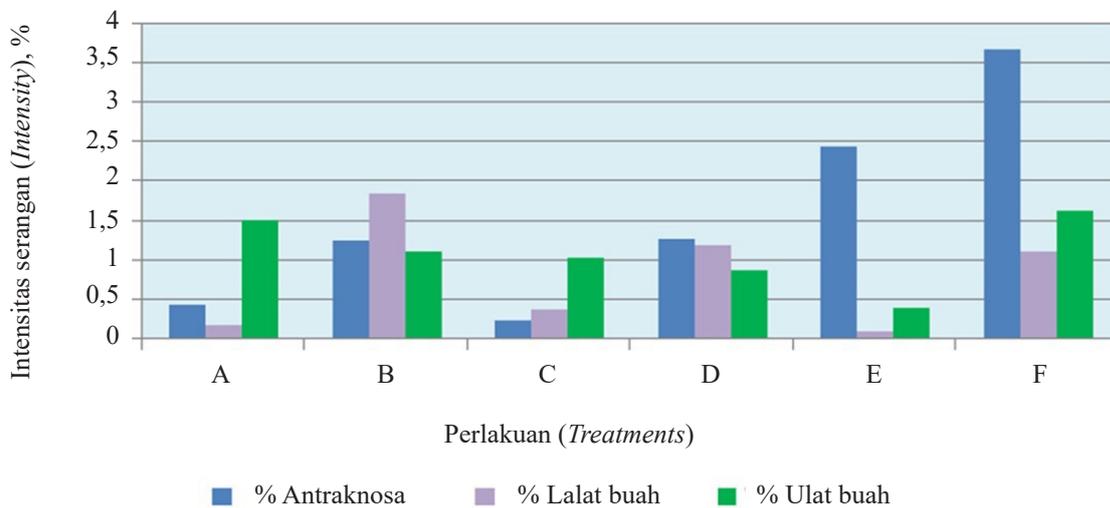
Hasil pengamatan kerusakan tanaman akibat serangan tungau disajikan pada Tabel 6. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan pestisida Atecu secara nyata dapat menekan serangan tungau kecuali untuk perlakuan A (*rain shelter* bentuk datar) dipasang pada waktu tanam. Efikasi Atecu 10 ml/l setara atau lebih baik dibandingkan dengan penggunaan akarisida sintetik. Penggunaan *rain shelter* bentuk melengkung dan dipasang pada waktu musim

penghujan secara nyata dapat menekan serangan tungau dengan tingkat efikasi sebesar 38,50%.

Hasil pengamatan terhadap intensitas serangan penyakit virus kuning dilakukan pada saat panen pertama dan disajikan pada Gambar 3. Pengendalian virus kuning dilakukan dengan cara mengendalikan vektornya (*Bemisia tabaci*). Menurut Ariyanti (2011) bahwa penyakit virus kuning hanya dapat ditularkan melalui serangan *B. tabaci*, dan tidak dapat ditularkan melalui kontak langsung atau melalui biji. Stadia *B. tabaci* yang efektif menularkan virus tersebut adalah stadia imago, karena sifatnya yang *mobile*. Nimfa *B. tabaci* relatif tidak bergerak. Oleh karena itu, pengendalian terhadap vektor virus kuning yaitu *B. tabaci* terutama pada fase imago menjadi salah satu strategi pengendalian penyakit virus kuning pada pertanaman cabai (Smith & Giurcanu 2014). Penelitian ini menggunakan biopestisida Atecu dan Abamectin 18 EC (perlakuan F). Penggunaan insektisida Atecu secara nyata dapat menekan *B. tabaci* dibandingkan dengan insektisida yang biasa digunakan oleh petani (Abamectin 18 EC).



Gambar 3. Serangan penyakit virus kuning pada tanaman cabai merah (*Intencity of Gemini virus on chilli*)



Gambar 4. Serangan OPT penting pada saat panen (*Intencities of pests and diseases at harvest time*)

Penggunaan *rain shelter* yang dipasang pada musim penghujan lebih efektif dibandingkan dengan pemasangan pada awal tanam. Penggunaan insektisida baik kimia maupun alami yang bersifat membunuh kurang efektif digunakan untuk mengendalikan vektor virus kuning (*B. tabaci*) pada pertanaman cabai. Hal tersebut terjadi karena penularan virus pada pertanaman cabai mungkin sudah terjadi pada saat serangga vektornya mati akibat aplikasi insektisida. Penularan virus terjadi saat stilet serangga menusuk dan mengisap makanan dari daun cabai. Serangga vektor virus kuning (*B. tabaci*) bukan merupakan hama utama pada tanaman cabai, namun sebagai satu-satunya penular penyakit virus kuning pada pertanaman cabai. Subagyo & Hidayat (2014) menyatakan bahwa pada temperatur 25–29°C perkembangan *B. tabaci* menjadi lebih cepat.

Hasil pengamatan terhadap OPT penting pada buah cabai disajikan pada Gambar 4. OPT yang menyerang buah cabai antara lain antraknosa (*C. acutatum*), lalat buah (*Bractocera* sp.) dan ulat penggerek buah (*H. armigera*). Pada perlakuan E (lahan terbuka) dan F (teknologi konvensional) serangan penyakit antraknosa relatif tinggi dan menunjukkan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan penggunaan *rain shelter*. Penggunaan fungisida (klorotalonil + mankozeb) yang diaplikasikan secara terjadwal pada perlakuan F (20x) ternyata tidak mampu menekan serangan penyakit antraknosa, sedangkan pada perlakuan E, meskipun fungisida hanya diaplikasikan sebanyak 10x akan tetapi lebih efektif dengan tingkat efikasi 33,56% bila dibandingkan dengan teknologi konvensional. Hal ini dikarenakan pada perlakuan E diaplikasikan dengan

Tabel 7. Hasil dan komponen hasil cabai merah (*Component of yield on chilli pepper*) (Lembang 2017)

| Perlakuan (Treatments) | Jumlah buah/tanaman (No. of fruit/plant) | Jumlah bunga/tanaman (No. of flower/plant) | Jumlah cabang/tanaman (No. of branch/plant) | Panjang buah (Fruit length), cm | Berat per buah (Weight), g | Diameter buah (Diameter fruit), cm |
|------------------------|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| A | 194,75 a | 79,50 a | 12,00 a | 12,65 a | 5,48 a | 0,84 a |
| B | 144,50 a | 94,50 a | 10,75 ab | 12,96 a | 5,55 a | 0,83 a |
| C | 212,25 a | 79,00 a | 11,25 ab | 12,51 a | 5,25 a | 0,83 a |
| D | 228,50 a | 124,50 a | 12,00 a | 12,63 a | 5,80 a | 0,87 a |
| E | 203,50 a | 78,75 a | 11,25 ab | 12,87 a | 5,78 a | 0,87 a |
| F | 191,75 a | 57,25 a | 9,75 b | 13,06 a | 5,63 a | 0,82 a |
| LSD 5% | 94,91 | 94,82 | 2,08 | 1,44 | 1,17 | 0,07 |
| KK (CV), % | 32,15 | 73,51 | 12,38 | 7,47 | 13,90 | 5,79 |



Keragaan tanaman cabai setelah 9 kali panen (lahan terbuka)



Keragaan tanaman cabai setelah 9 kali panen (rain shelter)

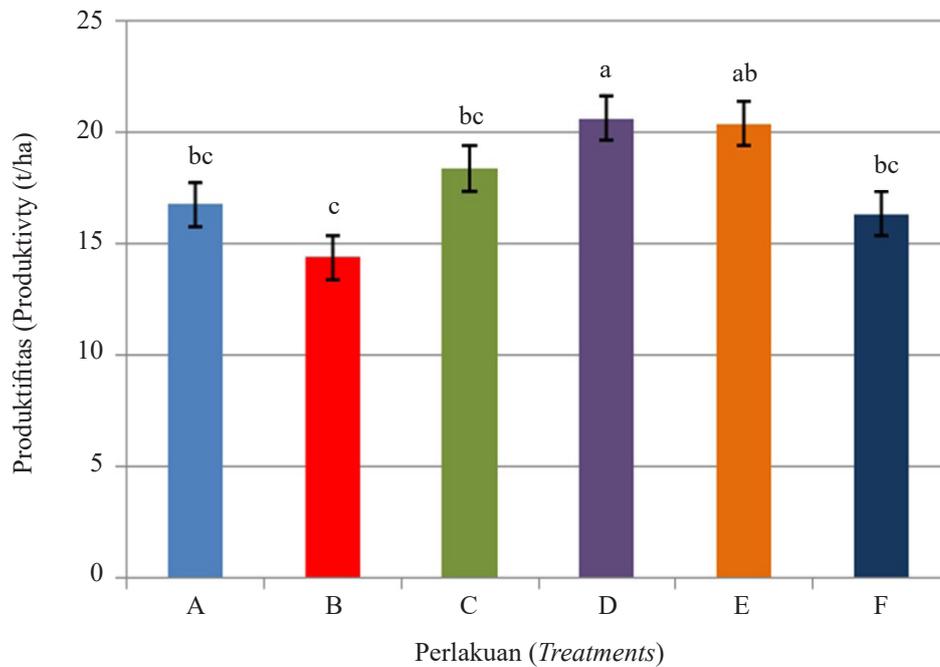
Gambar 5. Keragaan tanaman cabai (*Performance of chilli plant*)

Atecu 10 ml/l juga dapat menekan serangan antraknosa dibandingkan dengan penggunaan pestisida yang biasa digunakan petani. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan Atecu 10 ml/l dapat mengurangi penggunaan pestisida kimiawi sebesar 50%. Bila dibandingkan dengan perlakuan E, penggunaan *rain shelter* mampu menekan serangan penyakit antraknosa sebesar 65,21% (bentuk datar) dan 69,12% (bentuk melengkung). Hasil serupa dilaporkan oleh Meng *et al.* (2013) untuk penyakit antraknosa pada tanaman apel. Penggunaan *rain shelter* dapat mengurangi kontak buah cabai dengan air hujan terutama pada bulan-bulan dengan curah hujan tinggi. Terdapat korelasi antara tingkat serangan penyakit dengan temperatur, kelembaban, dan curah hujan (Yu *et al.* 2017). *Rain shelter* bentuk melengkung ternyata lebih baik dalam menahan curah hujan dibandingkan dengan *rain shelter* bentuk datar. Untuk serangan hama lalat buah dan ulat buah, penggunaan *rain shelter* yang dipasang pada saat

tanam lebih baik dibandingkan dengan *rain shelter* yang dipasang pada saat musim penghujan.

Komponen Hasil

Hasil pengamatan terhadap komponen hasil cabai merah pada panen ke-2 disajikan pada Tabel 7. Belum terlihat perbedaan yang nyata antara semua komponen yang diamati baik untuk jumlah buah, jumlah bunga, panjang buah, berat buah, dan diameter buah kecuali untuk jumlah cabang. Namun demikian, jumlah bunga, jumlah buah, dan jumlah cabang cabai pada perlakuan *rain shelter* lebih banyak dibandingkan dengan tanpa *rain shelter*. Hasil ini serupa dengan hasil penelitian yang dilakukan Gilsha & Sudha (2015) dan Alemayehu & Alemayehu (2017), dinyatakan bahwa jumlah cabang tanaman cabai maupun tomat yang ditanam di bawah naungan lebih banyak dibandingkan dengan yang ditanam di lahan terbuka. Jumlah buah dan bunga tertinggi terjadi pada penggunaan *rain shelter*



Gambar 6. Hasil panen cabai merah (*Yields of chilli*)

bentuk melengkung sebesar 322,125 buah/tanaman, sedangkan di lahan terbuka sebesar 265,625 buah/tanaman atau sebesar 21,27%.

Hasil panen cabai merah disajikan pada Gambar 6. Waktu panen untuk tanaman cabai yang ditanam di bawah *rain shelter* lebih lambat dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5, buah cabai yang ditanam di bawah *rain shelter* masih lebat dibandingkan dengan yang ditanam di lahan terbuka. Hasil serupa dilaporkan oleh Alemayehu & Alemayehu (2017). Dari total pengamatan dapat dilihat bahwa hasil panen tertinggi diperoleh oleh perlakuan penggunaan *rain shelter* bentuk melengkung yang dipasang pada musim penghujan (D) + Atecu 10 ml/l sebesar 20,59 ton/ha dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya, diikuti oleh perlakuan lahan terbuka + Atecu 10 ml/l (E) sebesar 20,34 ton/ha dan penggunaan *rain shelter* bentuk melengkung yang dipasang pada musim kemarau (C) sebesar 18,34 ton/ha. Hasil terendah terjadi pada perlakuan *rain shelter* bentuk datar yang dipasang pada musim penghujan sebesar 14,34 ton/ha. Bila dibandingkan dengan teknologi konvensional, perlakuan penggunaan *rain shelter* bentuk melengkung yang dipasang pada musim penghujan mampu meningkatkan hasil panen sebesar 26,32%. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Yaseer *et al.* (2016) dan Dewi, Widaryanto & Suwasono (2017) yang menyatakan bahwa penggunaan *rain shelter* dapat meningkatkan produktivitas dibandingkan dengan tanpa naungan. Menurut Alemayehu & Alemayehu (2017) bahwa

tomat yang ditanam di bawah *rain shelter* meningkat 30,6–40,9% dibandingkan dengan hasil panen di lahan terbuka. Moekasan & Prabaningrum (2012) melaporkan bahwa budidaya cabai merah di dalam naungan yang dilakukan di daerah Brebes (± 5 m dpl.), Jawa Tengah dapat menekan penggunaan pestisida lebih dari 95% dengan hasil panen lebih dari sembilan kali lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya cabai merah di lahan terbuka.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pertumbuhan tanaman cabai (tinggi dan lebar kanopi) yang ditanam di bawah *rain shelter* berbeda nyata masing - masing sebesar (14,23 cm dan 3,17 cm) serta mempunyai jumlah cabang yang lebih banyak (12,5) dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam di lahan terbuka

Kombinasi penggunaan *rain shelter* dan Atecu (10 ml/l) efektif untuk mengendalikan OPT penting pada tanaman cabai merah, di antaranya trips dan tungau dengan tingkat efikasi berkisar antara 33,56–75,0% serta dapat mengurangi penggunaan pestisida kimiawi sebesar 50% bila dibandingkan dengan teknologi konvensional.

Bentuk *rain shelter* yang paling baik adalah bentuk melengkung yang dipasang pada musim penghujan dan mampu meningkatkan hasil panen sebesar 26,32% atau sebesar 20,59 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

1. Afandi, M, Mawarni, L & Syukri 2013, 'Respon pertumbuhan dan produksi empat varietas kedelai (*Glycine max* L.) terhadap tingkat naungan', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 214–226.
2. Alemayehu, M & Alemayehu, G 2017, 'Study on alternative technologies for the production of tomato during the rainy season in sub-humid climate of Bahir Dar', *Ethiopia. Ethiop. J. Sci. & Technol*, vol. 10no. 1, pp. 1–16.
3. Anwaruddin, MJ, Sayekti, AL, Kiloos, AM & Hilman, Y 2015, 'Dinamika produksi dan volalitas harga cabai : antisipasi strategi kebijakan', *Pengembangan Inovasi Pertanian*, vol. 8, no. 1, pp. 33–42.
4. Aryanti, NA 2011, 'Mekanisme infeksi virus kuning cabai (*Pepper yellow leaf curl virus*) dan pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman cabai', *Prosiding Seminar Nasional Biologi ke VIII*, pp. 467–471.
5. Dewi, NA, Widaryanto, E & Suwasono, YB 2017, 'Pengaruh naungan pada pertumbuhan dan hasil tiga varietas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)', *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 5, no. 11, pp. 1755–1761.
6. Du, F, Deng, W, Yang, M, Wang, H, Mao, R, Shao, J, Fan, J, Chen, Y, Fu, Y, Li, C, He, X, Zhu, Y & Zhu, S 2015, 'Protecting grapevines from rainfall in rainy conditions reduces disease severity and enhances profitability', *Crop Protection*, vol. 67, pp. 261–268.
7. Gilsha, E & Sudha, B 2015, 'Growth and yield of chilli as influenced by spacing under greenhouse condition', *Internat. J. Agric. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 297–300.
8. Handriawan, A, Respatie, DW & Tohari 2016, 'Pengaruh intensitas naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tiga kultivar kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di lahan pasir Pantai Bugel, Kulon Progo', *Vegetalika*, vol. 5, no. 3, pp. 1-14.
9. Ibrahim, ND & Adesiyun, AA 2010, 'Effect of rainfall in the control of onion thrips, *Thrips tabaci* lindeman (*Thysanoptera : Thripidae*) in Sokoto', *Nigeria. Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, vol. 1, no. 3, pp. 377–386.
10. Kementan 2016, *Outlook komoditas pertanian sunn sector hortikultura. Cabai Merah*, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementrian Pertanian, 71 p.
11. Khan, MA, Khaliq, A, Subhani, MN & Saleem, MW 2008, 'Incidence and development of *Thrips tabaci* and *Tetranychus urticae* on field grown cotton', *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 10, no. 2, pp. 232–234.
12. Korlina, E, Latifah, E & Andri, KB 2016, 'Pengaruh naungan plastik dan fungisida berbahan aktif asam fosfit terhadap perkembangan penyakit dan produksi tomat', *J. Hort.*, vol. 26, no. 1, pp. 89–96.
13. Meng, J, Ning, P, Xu, T & Zhang, Z 2013, 'Effect of rain-shelter cultivation of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Gernischet on the Phenolic profile of berry skins and the incidence of grape diseases', *Molecules*, pp. 381–397.
14. Moekasan, T & 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. 65–75.
15. Nair, R & Barche, S 2014, 'Protected cultivation of vegetables - present status and future prospects in India', *Indian J. Appl. Res.*, vol. 4, no. 6, pp. 245–247.
16. Panwar, NL, Kothari, S & Rathore, NS 2009, 'Protected cultivation of medicinal plant in composite climate of Indian State Rajasthan', *American-Eurasian J. Agric & Environ - Sci*, vol. 5, pp. 633–637.
17. Rusman, IW, Suniti, NW, Sumiartha, IK, Sudiarta, IP, Wirya, GNAS & Utama, IMS 2018, 'Pengaruh penggunaan beberapa paket teknologi terhadap perkembangan penyakit layu Fusarium pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dan cabai besar (*Capsicum annum* L.) di dataran tinggi', *Jurnal Agroteknologi Tropika*, vol. 7, no. 3, pp. 354–362.
18. Setiawati 2015, 'Perbaikan teknologi produksi cabai untuk meningkatkan daya saing dan penanaman di akhir musim kemarau di lahan kering', Laporan APBN TA. 2015, 71 p.
19. Setiawati, W, Muharam, A, Susanto, A, Boes, E & Hidayya, A 2018, 'Penerapan teknologi input luar rendah pada budidaya cabai merah untuk mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida sintetis', *J. Hort.*, vol. 28, no. 1, pp. 113–122.
20. Setiawati, W, Sutarya, R, Sumiarta, K, Kamandalu, A, Suryawan, IB, Latifah, E & Luther, G 2011, 'Incidence and severity of pest and diseases on vegetables in relation to climate change (with emphasis on East Java and Bali): In Poerwanto, Susanto, Susila, Khumaida, Sukma, Suketi & Ardhie (eds.), *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia*, Balitsa Lembang 23-24 November 2011, pp. 88–99.
21. Sharif, IM, Mohammad, CH & Ilias, MK 2008, 'Environmental patterns under rain shelter for strategic environmental control in a tropical greenhouse', *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, vol. 36, no. 1, pp. 127–134.
22. Smith, HA & Giurcana 2014, 'New insecticides for management of tomato yellow leaf curl, a virus vectored by the silverleaf whitefly, *Bemisia tabaci*', *Journal of insect science (Online)*, vol. 14, article. 183.
23. Spaldon, S, Samnotra, RK & Chopra, S 2015, 'Climate resilient technologies to meet the challenges in vegetable production', *Internasional Journal of Current Research and Academic Review*, vol. 3, no. 2, pp. 28–47.
24. Subagyo, VNO & Hidayat, P 2014, 'Neraca kehidupan kutukebul *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (*Hemiptera : Aleyrodidae*) pada tanaman cabai dan gulma babadotan pada suhu 25°C dan 29°C', *Jurnal Entomologi Indonesia*, vol. 11, no. 1, 11–18.
25. Vermeulen, SJ, Aggarwal, PK, Ainslie, A, Angelone, C, Campbell, BM, Challinor, AJ, Hansen, JW, Ingram, JSI, Jarvis, A, Kristjanson, P, Lau, C, Nelson, GC, Thornton, PK & Wollenberg, E 2011, 'Options for support to agriculture and food security under climate change', *Environmental Science and Policy*, vol. 15, no. 1, pp. 136–144.
26. Waiganjo, MM, Gitonga, LM & Mueke, JM 2008, 'Effect of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management', *African Journal of Horticultural Science*, pp. 82–90.
27. Wani, KP, Singh, PK, Amin, A, Mushtaq, F & Zahoor Ahmad Dar 2011, 'Protected cultivation of tomato, capsicum and cucumber under kashmir valley conditions', *Asian Journal of Science and Technology*, vol. 1, Issue 4, pp. 056–061
28. Wu, D, Palada, M & Wang, T 2008, 'Developing an integrated crop management system for managing soil-borne diseases in sweet pepper production. American society for Horticultural science (ASHS) Annual Conference', *Rozen Plaza Hotel Orlando, Florida*, pp. 21- 24.

29. Xi Li, Xiao, He, F, Wang, J, Li, Z & Pan, Q 2014, 'Simple rain-shelter cultivation prolongs accumulation period of anthocyanins in wine grape berries', *Molecules*, vol. 19, pp. 14843–14861.
30. Yadav, R & Chang, N-T 2014, 'Effects of temperature on the development and population growth of the melon thrips, *Thrips palmi*, on eggplant, *Solanum melongena*', *Journal of insect science (Online)*, vol. 14, article. 78.
31. Yaseer, S., Adzemi, MA, Nur Farah, H & Sidek, N 2016, 'Potential and viability of chilli cultivation using fertigation technology in Malaysia', *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 17, no. 4, pp. 1114–1119.
32. Yu, S, Liu, C, Zang, C, Liu, L, Wang, H & Guan, T 2017, 'Effects of rain-shelter cultivation on the temporal dynamics of grape downy mildew epidemics', *Journal of Phytopatology*, vol. 165, no. 5, pp. 331–341.
33. Zhang, Z-J, You-Jun, Z & Bao-Yun, X 2012, 'Effects of temperature on development, reproduction and population growth of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)', *Acta Entomologica Sinica*, vol. 55, no. 10, pp. 1168–1177.