

Budidaya Kubis di Dalam Rumah Kasa Dalam Upaya Menekan Serangan Hama (*Cultivation of Cabbage in the Netting House in Order to Reduce Pests Infestation*)

Laksmiawati Prabaningrum dan Tonny Koestoni Moekasan

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

E-mail: laksmiawati@yahoo.co.id

Diterima: 16 Maret 2016; direvisi: 24 Januari 2017; disetujui: 3 Februari 2017

ABSTRAK. Salah satu kendala dalam budidaya kubis adalah serangan hama utama, yaitu ulat daun kubis *Plutella xylostella* dan ulat krop kubis *Crociodolomia binotalis*. Penggunaan penghadang fisik atau rumah kasa sedang dikembangkan sebagai alternatif cara pengendalian selain menggunakan insektisida. Informasi mengenai sejauh mana pengaruh penggunaan rumah kasa terhadap serangan hama-hama tersebut pada budidaya kubis di Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu penelitian untuk menguji kemampuan rumah kasa dalam mencegah serangan hama kubis dilakukan di Kebun Percobaan Margahayu (1.250 m dpl.), Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang, dari bulan Desember 2014 sampai April 2015. Penelitian disusun menggunakan petak berpasangan dengan dua macam perlakuan, yaitu budidaya kubis di dalam rumah kasa (A) dan budidaya kubis di lahan terbuka (B). Tiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Rumah kasa yang digunakan terbuat dari rangka besi dengan tinggi 2,5 m dari permukaan tanah dan dilengkapi dengan pintu ganda. Atap rumah kasa terbuat dari kasa dengan spesifikasi R10-215TrM3-80 mesh 36, dengan kerapatan 58 lubang/cm², sedangkan dindingnya mempunyai spesifikasi R12-C225TrM2-70 mesh 66, dengan kerapatan 127 lubang/cm². Aplikasi insektisida dilakukan jika populasi hama telah mencapai ambang pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dibandingkan dengan budidaya kubis di lahan terbuka, penggunaan rumah kasa untuk penanaman kubis: (1) mampu menekan populasi ulat daun kubis dan kerusakan tanaman oleh serangan ulat krop kubis sehingga dapat mengurangi jumlah aplikasi insektisida sebesar 62,50%; (2) menghasilkan bobot hasil panen yang lebih tinggi sebesar 13,75%, dan (3) menghasilkan krop kubis dengan kualitas yang tetap tinggi yang ditunjukkan oleh nilai kadar serat sebesar 0,88% dan kekerasan krop sebesar 3,89 m/detik/100 g.

Kata kunci: Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*); *Plutella xylostella*; *Crociodolomia binotalis*; Aplikasi insektisida

ABSTRACT. Infestation of key pests, *Plutella xylostella* and *Crociodolomia binotalis* is one of constraints in cabbage cultivation. The use of netting house is being developed as an alternative tactic for controlling the pests. Information of effect of netting house in cabbage cultivation in Indonesia is limited. Therefore the experiment to test the potency of netting house to reduce pests infestation was conducted at Margahayu Research Garden (1,250 m asl.), Indonesian Vegetable Research Institute in Lembang, from December 2014 until April 2015. The experiment was arranged using paired comparison with two treatments and each treatment was replicated four times. The treatments tested were: (A) cabbage cultivation in the netting house and (B) cabbage cultivation in open field. The construction of the netting house made from metal with 2.5 m high. The roof made from the screen with specification of R10-215TrM3-80 mesh 36 with 58 holes/cm², and the wall with specification of R2-C225TrM2-70 mesh 66 with 127 holes/cm². Insecticide was applied if the pest population reached the control threshold. The result showed that compared with cabbage cultivation in open field, cabbage cultivation in the netting house: (1) was able to reduce population of *P. xylostella* larvae and plant damage due to *C. binotalis*, so that number of insecticide application was reduced by 62.50%, (2) increased the yield by 13.75%, and (3) produced high quality cabbage crop that showed by dietary fibre of 0.88% and density of crop of 3.89 mm/second/100 g.

Keywords: Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*); *Plutella xylostella*; *Crociodolomia binotalis*; Insecticide application

Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) merupakan komoditas sayuran yang bernilai ekonomi tinggi sehingga diusahakan secara luas oleh petani di berbagai negara. Sholahuddin & Sulastri (2011) melaporkan bahwa usahatani kubis mempunyai prospek yang cerah, dengan B/C rasio 3,54 dan *return of investment* (ROI) sebesar 233,41%. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Direktorat Jenderal Hortikultura menunjukkan bahwa pada tahun 2013 luas panen kubis di Indonesia sebesar 65.248 ha, dengan produksi sebesar 1.480.625 ton dan produktivitas sebesar 22,69 ton/ha (Badan Pusat Statistik & Direktorat Jenderal Hortikultura 2013).

Dalam budidaya kubis, salah satu kendala yang dihadapi adalah serangan hama utama ulat daun kubis

Plutella xylostella L. dan ulat krop kubis *Crociodolomia binotalis* Z. (Sastrosiswojo *et al.* 2001), yang dapat mengakibatkan kehilangan hasil hingga 100% (Lingappa *et al.* 2004, Hasyim *et al.* 2009, Hakim *et al.* 2014). Petani pada umumnya menitikberatkan usaha pengendalian hama tersebut menggunakan pestisida (Weinberger & Srinivasan 2009, Armah 2011). Dalam Grzywacs *et al.* (2010) dinyatakan bahwa kehilangan hasil dan biaya pengendalian ulat daun kubis secara global mencapai US 1 milyar. Mazlan & Mumford (2005) dan Badii *et al.* (2013) melaporkan bahwa dalam satu musim petani menggunakan 3–4 jenis insektisida dengan frekuensi penyemprotan 11–15 kali pada musim kemarau dan 6–10 kali pada musim hujan. Kondisi tersebut mengakibatkan terdapatnya residu insektisida yang tinggi pada produk.

Usaha untuk menekan penggunaan pestisida dan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan telah dilakukan dengan menerapkan pengendalian hama terpadu (PHT) (Nasir *et al.* 2010, Osei *et al.* 2013). Berbagai hasil penelitian tentang komponen teknologi PHT telah diperoleh. Hutchison *et al.* (2001) melaporkan bahwa penerapan ambang pengendalian ulat daun kubis mampu mengurangi penyemprotan insektisida 43–66% dengan hasil panen tertinggi dan menguntungkan secara finansial. Budidaya kubis tumpangsari dengan bawang putih (Cai *et al.* 2010, 2011, Debra & Mischeck 2014), tumpangsari dengan bawang merah (Asare-Bediako *et al.* 2010), tumpangsari dengan tomat (Subhan *et al.* 2005, Xu *et al.* 2010, 2011), serta tumpangsari dengan selasih (Kristanto *et al.* 2013) terbukti mampu menekan serangan ulat daun kubis dan mengurangi penggunaan insektisida sintetik. Pengendalian menggunakan entomopatogen dan musuh alami (Reddy & Guerrero 2000, Sabbour & Sahab 2005, Ayalew 2006, Sow *et al.* 2013) dan menggunakan insektisida botani (Reddy 2011, Amoabeng *et al.* 2013) telah terbukti dapat menekan intensitas serangan ulat daun kubis dan menekan kehilangan hasil yang diakibatkannya.

Penggunaan penghadang fisik sedang dikembangkan sebagai alternatif cara pengendalian selain menggunakan insektisida (Boiteau & Vernon 2001). Berbagai penelitian pun dilakukan untuk mendapatkan konstruksi rumah kasa yang cocok untuk pertumbuhan tanaman dan mampu mencegah infestasi serangga hama (Fatnassi *et al.* 2002, Katsoulas *et al.* 2006). Berlinger *et al.* (2002) melaporkan keberhasilan penggunaan rumah kasa untuk mencegah serangan kutukebul pada tanaman tomat dan secara ekonomi lebih efisien. Penggunaan rumah kasa dikembangkan dengan melumuri kasa dengan insektisida, seperti kasa kelambu yang digunakan untuk mencegah serangan nyamuk (Kayedi *et al.* 2008, Dev *et al.* 2010). Martin *et al.* (2013) melaporkan bahwa penggunaan kasa mesh 40 yang diberi perlakuan dengan insektisida alfa sipermetrin dapat melindungi tanaman kubis dari serangan kutudaun karena insektisida tersebut bersifat sebagai pengusir (*repellent*). Licciardi *et al.* (2008) menyatakan bahwa budidaya kubis menggunakan sungkup kasa yang sederhana telah dikembangkan untuk skala petani kecil di Benin, Afrika Barat dan terbukti efektif mencegah serangan ulat daun kubis dan ulat bergaris, tetapi tidak mampu mencegah ulat grayak.

Penggunaan kasa dalam budidaya tanaman hortikultura dirancang untuk memanipulasi lingkungan agar perkembangan dan pertumbuhan tanaman optimum. Pengurangan intensitas cahaya akibat penggunaan rumah kasa berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman (Stamps 2009).

Elad *et al.* (2007) melaporkan bahwa di bawah intensitas cahaya yang dikurangi sebesar 25–40%, produksi cabai justru meningkat. Namun, Takeda *et al.* (2010) menyatakan bahwa terjadi penundaan pembungaan jika tanaman stroberi ditanam di dalam rumah kasa dengan pengurangan cahaya.

Penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan rumah kasa terhadap serangan hama pada budidaya tanaman cabai di dataran rendah telah dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan rumah kasa mampu menekan serangan hama ulat buah *Helicoverpa armigera* sebesar 100% dan menekan aplikasi insektisida sebanyak 85,71% (Moekasan & Prabaningrum 2012), sedangkan di dataran tinggi menekan aplikasi insektisida sebesar 38–65% dengan hasil panen lebih tinggi dari hasilnya di lahan terbuka (Prabaningrum & Moekasan 2014). Informasi mengenai pengaruh penggunaan rumah kasa terhadap serangan OPT pada budidaya kubis di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji sejauh mana penggunaan rumah kasa mampu mencegah serangan OPT pada tanaman kubis. Hipotesis yang diajukan adalah penggunaan rumah kasa dapat menekan serangan OPT sehingga penggunaan insektisida dapat dikurangi dengan kualitas dan kuantitas hasil panen tetap tinggi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan mulai bulan Desember 2014 sampai April 2015 di Kebun Percobaan Margahayu, Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang (1.250 m dpl.), Jawa Barat, menggunakan metode petak berpasangan dengan dua macam perlakuan, yaitu budidaya kubis di dalam rumah kasa (A) dan budidaya kubis di lahan terbuka (B). Tiap perlakuan terdiri atas empat kelompok (petak) pertanaman kubis yang berukuran 10 m x 7,5 m = 75 m². Dari setiap kelompok pertanaman kubis tersebut ditetapkan masing-masing sebanyak 10 tanaman contoh.

Rumah kasa 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 kasa berjarak tiga meter. Atap rumah kasa terbuat dari kasa dengan spesifikasi R10-215TrM3-80 mesh 36, lubang 58/cm², sedangkan dinding rumah kasa terbuat dari kasa dengan spesifikasi R12-C225TrM2-70 mesh 66, dengan jumlah lubang 127/cm².



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

Varietas kubis Green Coronet digunakan pada percobaan ini. Tanaman kubis 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 ton/ha, 50 kg/ha N, 90 kg/ha P_2O_5 , dan 120 kg/ha K_2O yang diaplikasikan 7 hari sebelum tanam. Pupuk susulan adalah pupuk N dengan dosis 50 kg/ha yang diaplikasikan pada umur 30 hari setelah tanam (HST).

Penyemprotan insektisida emamektin benzoat dilakukan jika hasil pengamatan menunjukkan: (1) rerata populasi larva ulat daun kubis (*P. xylostella*) mencapai 0,5 ekor per tanaman contoh atau (2) rerata populasi kelompok telur ulat krop kubis (*C. binotalis*) mencapai 0,3 kelompok telur per tanaman contoh (Moekasan *et al.* 1995). 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. 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. Lebar kanopi tanaman, ditetapkan dengan cara mengukur lebar kanopi dari ujung bagian sisi terluar daun sampai sisi terluar sisi sebelahnya.
4. Populasi ulat daun kubis (*P. xylostella*), ditetapkan dengan cara menghitung jumlah individu ulat daun kubis per tanaman contoh.
5. Populasi kelompok telur ulat krops kubis (*C. binotalis*), ditetapkan dengan cara menghitung kelompok telur ulat krop kubis per tanaman contoh.

6. Intensitas serangan ulat krop kubis, dilakukan pada saat panen dengan cara menghitung jumlah tanaman yang terserang ulat krop kubis selanjutnya intensitas serangan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

P = Intensitas serangan (%)

a = Jumlah tanaman yang terserang ulat krop kubis per petak

b = Jumlah tanaman sehat per petak

7. Hasil panen, ditetapkan dengan cara menimbang bobot kubis dari tanaman yang dapat dipanen atau dijual per petak.
8. Kadar serat dan kekerasan krop kubis, ditetapkan dengan cara mengambil 10 tanaman contoh per petak perlakuan, selanjutnya kandungan serat dan kekerasan krop kubis dianalisis di Laboratorium Pascapanen Balitsa.

Parameter pengamatan lainnya adalah : (1) jumlah penggunaan insektisida setiap perlakuan, (2) intensitas cahaya di dalam dan di luar rumah kasa yang diukur menggunakan lux meter, dan (3) kelembapan udara dan suhu di dalam dan di luar rumah kasa yang diukur setiap hari. Perbedaan antarperlakuan diuji dengan menggunakan uji-t pada taraf 5% (Chiarappa 1971).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Intensitas penyinaran, suhu, dan kelembapan selama pertumbuhan tanaman kubis pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1 dan 2. Intensitas cahaya

Tabel 1. Intensitas cahaya matahari di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka serta pengurangannya
(*Intensity of sunlight in the netting house and open field and its reduction*)

Bulan (Month)	Intensitas cahaya matahari (<i>Sunlight intensity</i>), lux		Pengurangan cahaya matahari di dalam rumah kaca (<i>Reduction of sunlight in the netting house</i>), %
	Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)	Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	
Januari (<i>January</i>)	382,93	516,27	34,82
Februari (<i>February</i>)	299,88	380,06	26,74
Maret (<i>March</i>)	270,75	330,94	22,23
Rerata (<i>Average</i>)	317,85	409,09	27,93

Tabel 2. Suhu dan kelembapan udara selama periode pertumbuhan tanaman (*Temperature and air humidity during a growing period*)

Bulan (Month)	Suhu (<i>Temperature</i>), °C				Kelembapan udara (<i>Humidity</i>), %			
	Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)		Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)		Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)		Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Januari (<i>January</i>)	18,25	35,74	15,72	32,58	55,00	91,79	69,50	90,50
Februari (<i>February</i>)	16,83	37,60	15,27	34,70	75,50	92,40	52,30	89,70
Maret (<i>March</i>)	15,84	36,48	14,44	35,14	63,55	91,30	68,40	90,20
Rerata (<i>Average</i>)	16,97	36,61	15,14	34,14	64,68	91,83	63,40	90,13

matahari di dalam rumah kaca lebih rendah daripada di lahan terbuka, dengan pengurangan sebesar rerata 27,93%. Menurut Wolff & Coltman (1990) pengurangan intensitas sinar matahari sampai 30% hingga 47% masih dapat ditoleransi oleh tanaman kubis. Suhu di dalam rumah kaca lebih tinggi sebesar 7,23–12,09%, sedangkan kelembapan udara sedikit meningkat sebesar 1,8–2,02%. Namun, kondisi tersebut rupanya masih dalam batas toleransi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman tidak terganggu (Gambar 2). Hal itu ditunjukkan oleh jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, dan lebar kanopi kubis di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka tidak berbeda nyata (Tabel 3). Gogo *et al.* (2012) melaporkan bahwa peningkatan suhu dan kelembapan masing-masing sebesar 14,8% dan 10,4% di dalam rumah kaca menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman tomat. Teitel (2007) menyatakan bahwa peningkatan suhu dan kelembapan di dalam rumah kaca tidak menjadi masalah asal aliran angin harus baik. Lebih lanjut dikatakan oleh Katsoulas *et al.* (2006) bahwa yang penting terdapat ventilasi di atap dan di dinding agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

Populasi Hama

Hama yang menyerang dan ditemukan pada tanaman kubis adalah ulat daun kubis (*P. xylostella*) dan ulat krop kubis (*C. binotalis*).

Plutella xylostella

Ulat daun kubis (*P. xylostella*) pada awal tanam (7 hari setelah tanam/HST) dengan populasi yang

tinggi, melebihi ambang pengendaliannya (0,5 larva/tanaman), baik di dalam rumah kaca maupun di lahan terbuka (Tabel 4) sehingga dilakukan penyemprotan insektisida. Ulat daun kubis yang dijumpai di dalam rumah kaca diduga berasal dari telur yang menempel pada semaian kubis, meskipun di persemaian telah dilakukan penyemprotan insektisida. Sampai dengan 42 HST, populasi ulat daun kubis di dalam rumah kaca tidak mencapai ambang pengendalian (0,5 larva/tanaman), sementara populasinya di lahan terbuka melampaui ambang pengendalian sehingga diperlukan penyemprotan insektisida. Pada 49 dan 56 HST terjadi lonjakan populasi ulat daun kubis di dalam rumah kaca. Hal itu terjadi karena pekerja lalai untuk selalu menutup pintu sehingga ngengat *P. xylostella* masuk ke dalam rumah kaca. Namun, setelah dilakukan pengendalian secara kimiawi, populasinya turun di bawah ambang pengendalian. Di lain pihak, populasi ulat daun kubis di lahan terbuka tetap tinggi hingga 63 HST meskipun telah disemprot dengan insektisida emamektin benzoat. Dalam budidaya menggunakan rumah kaca, hal penting yang perlu diperhatikan adalah tanaman semaian bebas dari hama agar tidak menjadi sumber infestasi. Selain itu, tidak membiarkan adanya lubang pada kaca atau pintu terbuka agar ngengat hama tidak mempunyai kesempatan untuk masuk.

Crociodolomia binotalis

Ambang pengendalian *C. binotalis* ditetapkan berdasarkan populasi kelompok telur sebesar 0,3 kelompok telur/tanaman (Moekasan *et al.* 1995). Jika



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman kubis di lahan terbuka (kiri) dan di dalam rumah kasa (kanan) [*Cabbage in open field (left) and in the netting house (right)*]

Tabel 3. Jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, dan lebar kanopi pada umur 84 HST (*Number of plants grown, plant height, and width of canopy at 84 days after transplanting*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah tanaman yang tumbuh (<i>Number of plants grown</i>), * %	Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>) cm	Lebar kanopi (<i>Canopy width</i>) cm
Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	95,00 a	21,55 a	58,39 a
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	94,25 a	22,22 a	58,61 a
KK (<i>CV</i>), %	0,92	3,78	10,73

* Data ditransformasi ke (*The data were transformed to*) $\text{Arc.Sin } \sqrt{x}$

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 4. Populasi larva *Plutella xylostella* (*Plutella xylostella* larvae population)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Populasi <i>P. xylostella</i> menurut umur tanaman (<i>P. xylostella</i> population according to plant age), HST (<i>DAP</i>)											
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	1,23 a*	0,03 a	0,30 a	0,03 a	0,05 a	0,43 a	1,70 a*	2,20 a*	0,10 a	0,10 a	0,40	0,20
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	1,13 a*	0,18 b	0,90 b*	1,18 b*	0,95 b*	0,88 b*	1,83 b*	2,78 a*	0,50 b*	0,08 a	0,45	0,30
KK (<i>CV</i>), %	15,39	20,66	16,65	15,43	15,60	10,18	8,18	9,57	22,12	4,43	9,89	8,54

* Dilakukan penyemprotan insektisida emamektin benzoat (*Spraying with insecticide emamectin benzoat*)

Data ditransformasi ke (*The data were transformed to*) $\sqrt{(x + 0,5)}$

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-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*)

ambang tersebut tercapai, dilakukan penyemprotan insektisida. Ambang pengendalian tersebut hanya tercapai di lahan terbuka pada 21, 28, dan 42 HST (Tabel 5) sehingga dilakukan penyemprotan insektisida emamektin benzoat.

Jumlah Aplikasi Insektisida

Penyemprotan ulat krop kubis dilakukan bersama dengan pengendalian ulat daun kubis yang pada saat yang sama juga mencapai ambang pengendalian. Penyemprotan dilakukan menggunakan insektisida emamektin benzoat yang direkomendasikan untuk mengendalikan serangga dari ordo Lepidoptera. Dengan demikian, penggunaan rumah kasa yang

dikombinasikan dengan penerapan ambang pengendalian mampu mengurangi jumlah aplikasi insektisida selama satu musim tanam adalah sebesar 62,50% (Tabel 6). Keefektifan penggunaan rumah kasa juga dilaporkan oleh Neave *et al.* (2011) mampu mengurangi kerusakan tanaman kubis sebesar 38–72%. Sementara menurut Simon *et al.* (2014) populasi *P. xylostella* dan *Helulla undalis* sangat tertekan pada budidaya kubis di dalam rumah kasa. Menurut Martin *et al.* (2006), penggunaan rumah kasa mampu mengurangi infestasi *H. undalis* dan *P. xylostella* masing-masing sebesar 88% dan 78% serta mengurangi aplikasi pestisida sebanyak 3–10 kali.

Tabel 5. Populasi kelompok telur *Crocidolomia binotalis* (Egg cluster population of *Crocidolomia binotalis*)

Perlakuan (Treatments)	Populasi kelompok telur <i>C. binotalis</i> menurut umur tanaman (Egg cluster population of <i>C. binotalis</i> according to plant age), HST (DAP)											
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)	0,00	0,00	0,00 a	0,08 a	0,00	0,00 a	0,23 a	0,18 a	0,00	0,00	0,00	0,00
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	0,00	0,00	0,70 b*	0,93 b*	0,00	3,85, b*	0,20 a	0,10 a	0,00	0,00	0,00	0,00
KK (CV), %	-	-	15,59	14,73	-	14,21	6,69	16,47	-	-	-	-

* Dilakukan penyemprotan insektisida emamektin benzoat (*Spraying with insecticide emamectin benzoat*)

Data ditransformasi ke (*The data were transformed to*) $\sqrt{x + 0,5}$

Angka rerata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata menurut uji-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 6. Jumlah aplikasi insektisida (Number of insecticide applications)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah aplikasi (Number of applications)	Pengurangan (Reduction), %
Di dalam rumah kaca (<i>Netting house</i>)	3	62,50
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	8	-

Tabel 7. Hasil panen (Harvest yield)

Perlakuan (Treatments)	Tanaman yang dipanen (Plants harvested), %	Terserang <i>C. binotalis</i> (Attacked by <i>C. binotalis</i>), %	Bobot (Weight)		Kadar serat pangan (Dietary fiber content) %	Kekerasan (Density of crop) mm/second/100 g
			kg/ 75 m ²	ton/ha		
Di dalam rumah kasa (<i>Netting house</i>)	90,13 b	9,87 a	350,63 b	46,75	0,88 a	3,89 a
Di lahan terbuka (<i>Open field</i>)	80,91 a	19,09 b	308,25 a	41,10	0,99 a	4,08 a
KK (CV), %	2,38	14,06	3,11	-	9,86	8,74

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*)

Hasil Panen Kubis

Hasil panen kubis disajikan pada Tabel 7. Populasi tanaman yang dipanen di antara kedua perlakuan berbeda, akibat perbedaan populasi ulat daun kubis *P. xylostella* selama pertumbuhan tanaman. Hama yang menyerang hasil panen adalah ulat krop kubis dan serangannya di dalam rumah kaca lebih rendah dibandingkan dengan di lahan terbuka. Hal itu mengakibatkan hasil panen di rumah kaca lebih tinggi daripada hasilnya di lahan terbuka. Selain serangan hama, faktor pengurangan cahaya matahari akibat penggunaan rumah kaca juga berpengaruh terhadap peningkatan produksi kubis. Wolff & Coltman (1990) melaporkan bahwa pengurangan cahaya sebesar 30–47% meningkatkan produksi kubis sebesar 23% dibandingkan dengan lahan terbuka. Dalam penelitian ini terjadi pengurangan cahaya matahari rerata sebesar 27,93% dan menyebabkan kenaikan produksi sebesar 13,75%. Reaksi yang ditunjukkan oleh tanaman akibat

pengurangan cahaya 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 sehingga produksinya meningkat.

Kualitas kubis diukur berdasarkan nilai kadar serat dan kekerasan. Dalam Pokluda (2008) dinyatakan bahwa standar kadar serat pangan (*dietary fibre*) kubis sebesar 10 g/1 kg bahan atau sebesar 1%. Hasil pengukuran kadar serat kubis yang ditanam pada penelitian ini setara dengan nilai tersebut, yaitu sebesar 0,88% (di dalam rumah kaca) dan 0,99% (di lahan terbuka) dan keduanya tidak berbeda nyata.

Kekerasan krop kubis diukur menggunakan perforator, yang dinyatakan dalam satuan mm/detik/100 g, artinya kedalaman krop yang dapat tertembus oleh alat selama 1 detik dengan beban sebesar 100 g. Kekerasan krop kubis di dalam rumah kaca dan di lahan terbuka tidak berbeda nyata, masing-

masing sebesar 3,89 dan 4,08 mm/second/100g. Dengan demikian, penggunaan rumah kasa tidak menurunkan kualitas krop kubis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa dibandingkan dengan budidaya kubis di lahan terbuka, penanaman kubis menggunakan rumah kasa (*netting house*) mampu menekan populasi ulat daun kubis *P. xylostella* dan kerusakan tanaman oleh serangan ulat krop kubis *C. binotalis* sehingga dapat mengurangi jumlah aplikasi insektisida sebesar 62,50% menghasilkan bobot hasil panen kubis lebih tinggi sebesar 13,75% dan menghasilkan krop kubis dengan kualitas yang tetap tinggi yang ditunjukkan oleh nilai kadar serat sebesar 0,88% dan kekerasan krop sebesar 3,89 mm/detik/100 g.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amoabeng, BW, Gurr, GM, Gitau, CW, Nicol, HI, Munyakazi, L & Stevenson, PC 2013, *Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests*, diunduh 3 Agustus 2015, <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0078651>>.
2. Asare-Bediako, E, Addo-Quaye, AA & Mohammed, A 2010, 'Control of diamondback moth (*Plutella xylostella*) on cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) using intercropping with non-host crops', *Am. J. Food Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 269-74.
3. Armah, FA 2011, 'Assesment of pesticide residues in vegetables at the farm gate: Cabbage (*Brassica oleracea*) cultivation in Cape Coast, Ghana', *Res. J. Env. Toxicology*, vol. 5, issue 3, pp. 180-202.
4. Ayalew, G 2006, 'Comparison of yield loss on cabbage from diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) using two insecticides', *Crop Prot.*, vol. 25, pp. 915-9.
5. Badan Pusat Statistik & Direktorat Jenderal Hortikultura 2013, *Produksi, luas panen, dan produktivitas tanaman hortikultura*, diunduh 17 Agustus 2015, <www.pertanian.go.id/indikator/tabel-2-prod-lspn-prodvitas-horti.pdf>.
6. Badii, KB, Adarkwah, C & Nboyine, JA 2013, 'Insecticide use in cabbage pest management in Tamale Metropolis of Ghana', *Greener Journal of Agric. Sci.*, vol. 3, no. 5, pp. 403-11.
7. Berlinger, MJ, Taylor, RAJ, Lebiush-Mordechi, S, Shalhevet, S & Spharim, I 2002, 'Efficiency of insect exclusion screens for preventing whitefly transmission of tomato yellow leaf curl virus of tomatoes in Israel', *Bull. Entomol. Res.*, vol. 92, pp. 367-73.
8. Boiteau, G & Vernon, RS 2001, *Physical barrier for the control of insect pests, physical control methods in plant protection*, diunduh 23 Agustus 2015, <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-04584-8_16>.
9. Cai, HJ, You, MS & Lin, C 2010, 'Effect of intercropping systems on community composition and diversity of predator arthropods in vegetable fields', *Acta Ecol. Sin.*, vol. 30, no. 4, pp. 190-5.
10. Cai, HJ, Li, S, Ryall, K, You, M & Lin, S 2011, 'Effect of intercropping of garlic or lettuce with chinese cabbage on the development of larva and pupa of diamondback moth (*Plutella xylostella*)', *African J. Agric. Res. (AJAR)*, vol. 6, no. 5, pp. 3609-15.
11. Chiarappa, L 1971, *Crop loss assesment method*, FAO manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds, Commonwealth Agricultural Bureaux.
12. Debra, KR & Mischeck, D 2014, 'Onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) as pest control intercrops in cabbage based intercrop system in Zimbabwe', *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, vol. 7, issue 2, pp. 13-7.
13. Dev, V, Raghavendra, K, Singh, SP, Phookan, S, Khound, K & Dash, AP 2010, 'Wash resistance and residual efficacy of long lasting polyester netting coated with cypermethrin (inceptor) against malaria-transmitting mosquitoes in Assam, North-East India', *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, vol. 104, pp. 273-8.
14. Elad, Y, Messika, Y, Brand, M, David, DR & Sztejnberg, A 2007, 'Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*)', *Phytoparasitica*, vol. 35, pp. 285-99.
15. Fatnassi, H, Boulard, T, Demrati, H, Bouirden, L & Sappe, G 2002, 'Ventilation performance of large canarian-type greenhouse equipped with insect-proof nets', *Biosyst. Eng.*, vol. 82, pp. 97-105.
16. Gogo, EO, Saidi, M, Itulya, FM, Martin, T & Ngouajio, M 2012, 'Microclimate modification using ecofriendly net for high quality tomato transplant production by small-scale farmers in East Africa', *Hort. Technol.*, vol. 22, pp. 292-8.
17. Grzywacs, D, Rossbach, A, Rauf, A, Russell, D, Srinivasan, R & Shelton, AM 2010, 'Current control methods for diamondback moth and prospect for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa', *Crop Prot.*, vol. 29, pp. 68-79.
18. Hakim, L, Karindah, S & Astuti, LP 2014, 'Eksplorasi parasitoid telur *Plutella xylostella* pada pertanaman kubis *Brassica oleracea* di daerah Malang dan Kota Batu', *J. HPT*, vol. 2, no. 3, hlm. 117-22.
19. Hasyim, A, Nuraida & Trizelia 2009, 'Patogenisitas jamur entomopatogen terhadap stadia telur dan larva hama kubis, *Crociodolomia pavonana* Fabricus', *J. Hort.*, vol. 19, no. 3, hlm. 334-43.
20. Hutchison, WD, Burkness, EC, Pahl, G & Hurley, TM 2001, 'Integrating novel technologies for cabbage IPM in the USA: Value of on-farm research', *ESA*, vol. 13, issue 2.
21. Katsoulas, N, Bartzanas, T, Boulard, T, Mermier, M & Kittas, C 2006, 'Effect of vent openings and insect screens on greenhouse', *Biosyst. Eng.*, vol. 93, issue 4, pp. 427-36.
22. Kayedi, MH, Lines, JD, Haghdoust, AA, Vatandoost, MH, Rassi, Y & Hamisabady, K 2008, 'Evaluation of the effect of repeated hand washing, sunlight, smoke, and dirt on the persistence of deltamethrin on insecticide-treated nets', *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, vol. 102, pp. 811-6.
23. Kristanto, SP, Sutjipto & Soekarto 2013, 'Pengendalian hama pada tanaman kubis dengan sistem tanam tumpangsari', *Berkala Ilmiah Pertanian*, vol. 1, no. 1, hlm. 7-9.
24. Licciardi, S, Assogba-Komlan, F, Siddick, I, Chandre, F, Hougard, JM & Martin, T 2008, 'A temporary tunnel screen as an ecofriendly method for small-scale farmers to protect cabbage crops in Benin', *Int. Trop. Insect. Sci.*, vol. 27, pp. 152-8.

25. Lingappa, S, Basavanagoud, K, Kulkarni, KA, Patil, RS & Kambrekar, DN 2004, 'Threat to vegetable production by diamondback moth and its management strategies', *Disease Manag. Fruits and Vegetables*, vol. 1, pp. 357-96.
26. Martin, T, Assogba-Komlan, F, Houndete, T, Hougard, JM & Chandre, F 2006, 'Efficacy of mosquito netting for sustainable small holder's cabbage production in Africa', *J. Econ. Entomol.*, vol. 99, pp. 450-4.
27. Martin, T, Palix, R, Kamal, A, Deletre, E, Bonafos, R, Simon S & Ngouajio, M 2013, 'A repellent net as a new technology to protect cabbage crop', *J. Econ. Entomol.*, vol. 106, no. 4, pp. 1699-706.
28. Mazlan, N & Mumford, J 2005, 'Insecticide use in cabbage pest management in the Cameron Highland, Malaysia', *Crop Prot.*, vol. 24, issue 1, pp. 31-9.
29. Moekasan, TK, Setiawati, W, Prabaningrum, L, Soehardi, Darmono, S & Saimin 1995, *Petunjuk Studi Lapangan PHT Sayuran*, Balai Penelitian Tanaman Sayuran & Program Nasional PHT, Departemen Pertanian.
30. 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.
31. Nasir, SM, Hairuddin, MA & Alias, R 2010, 'Economic benefit of sustainable agricultural production: The case of integrated pest management in cabbage production', *Env. Asia*, vol. 3, pp. 168-74.
32. Neave, SM, Kelly, G & Furlong, MJ 2011, 'Field evaluation of insect exclusion netting for the management of pests on cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) in Solomon Islands', *Proc. the 6th Int. Workshop on Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests*, AVRDC, Thailand, pp. 144-9.
33. Osei, MK, Osei, K, Braimah, H, Mochiah, MB, Berchie, JN, Bolfrey-Arku, G & Lamptey, JNL 2013, 'Practices and constraints to cabbage production in urban and periurban Ghana: Focus on Bong Ahafo and Ashanti region', *Basic Res. J. Agric. Sci. and Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 5-14.
34. Pokluda, R 2008, 'Nutritional quality of chinese cabbage from integrated culture', *Hort. Sci. (Prague)*, vol. 35, no. 4, pp. 145-50.
35. 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.
36. Reddy, GVP & Guerrero, A 2000, 'Pheromone based integrated pest management to control diamondback moth *Plutella xylostella* in cabbage field', *Pest Manag. Sci.*, vol. 56, issue 10, pp. 882-8.
37. Reddy, GVP 2011, 'Comparative effect of integrated pest management and farmers standard pest control practice for managing insect pests on cabbage (*Brassica* spp.)', *Pest Manag. Sci.*, vol. 67, issue 8, pp. 980-85.
38. Sabbour, MM & Sahab, AF 2005, 'Efficacy of some microbial control agents against cabbage pests in Egypt', *Pakistan J. Biol. Sci.*, vol. 8, pp. 1351-56.
39. Sastrosiswojo, S, Setiawati, W, Prabaningrum, L, Moekasan, TK, Sulastrini, I, Soeriatmadja, R & Abidin, Z 2001, 'Ecological impact of *Brassica* IPM implementation in Indonesia', *ESA*, vol. 13, issue 3.
40. Sholahudin, H & Sulastri, E 2011, 'Efektivitas caisin sebagai tanaman perangkap patogen untuk pengendalian penyakit akar gada pada kubis', *J. HPT Tropika*, vol. 11, no. 1, hlm. 22-7.
41. Simon, S, Komlan, FA, Adjaito L, Mensah, A, Coffi, HK, Ngouajio, M & Martin, T 2014, 'Efficacy of insect nets for cabbage production and pest management depending on the net removal frequency and microclimate', *Int. J. Pest Manag.*, vol. 60, no. 3, pp. 208-16.
42. Sow, G, Niassy, S, Sall-Sy, D, Arvanitakis, L, Bordat, D & Diarra, K 2013, 'Effect of timely application of alternated treatments of *Bacillus thuringiensis* and neem on agronomical particulars of cabbage', *African J. Agric. Res.*, vol. 8, no. 48, pp. 6164-70.
43. Stamps, RH 2009, 'Use of colored shade netting in horticulture', *Hort. Sci.*, vol. 44, no. 2, pp. 239-41.
44. Subhan, Setiawati, W & Nurtika, N 2005, 'Pengaruh tumpangsari tomat dan kubis terhadap perkembangan hama dan hasil', *J. Hort.*, vol. 15, no. 1, hlm. 22-8.
45. Takeda, F, Glenn, DM, Callahan, A, Slovin, J & Stutte, GW 2010, 'Delaying flowering in short-day strawberry transplants with photosensitive nets', *Int. J. Fruits Sci.*, vol. 10, pp. 134-42.
46. Teitel, M 2007, 'The effect of screened openings on greenhouse microclimate', *Agric. Forest Meteorology*, vol. 143, issue 3-4, pp. 159-75.
47. Weinberger, K & Srinivasan, R 2009, 'Farmer's management of cabbage and cauliflower pests in India and their approaches to crop protection', *J. Asia-Pacific Entomology*, vol. 12, no. 4, pp. 253-4.
48. Wolff, XY & Coltman, RR 1990, 'Productivity of eight leafy vegetable crops grown under shade in Hawaii', *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, vol. 115, no. 1, pp. 182-8.
49. Xu, QC, Xu, HL, Qin, FF, Tan, JY, Liu, G & Fujiyama, S 2010, 'Riley-intercropping into tomato decreases cabbage pest incidence', *Int. J. Food, Agric. and Environ.*, vol. 8 (2), no. 3-4, pp. 1037-41.
50. Xu, QC, Fujiyama, S & Xu, HL 2011, 'Biological pest control by enhancing population of natural enemies in organic farming systems', *Int. J. Food, Agric. and Environ.*, vol 9, no. 2, pp. 455-63.