



Keefektifan fosfin formulasi cair terhadap *Aphis gossypii* Glover dan *Macrosiphoniella sanborni* Gillette (Hemiptera: Aphididae) pada bunga potong krisan

Effectiveness of liquified phosphine formulation against
Aphis gossypii Glover and *Macrosiphoniella sanborni* Gillette
(Hemiptera: Aphididae) on chrysanthemum cut flowers

Nur Rachman^{1,2*}, Dadang¹, R. Yai Munara Kusumah¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Stasiun Karantina Pertanian Kelas II Bangkalan
Jalan Kusuma Bangsa No. 20, Kabupaten Bangkalan 69162

(diterima Maret 2015, disetujui September 2015)

ABSTRAK

Bunga potong krisan merupakan tanaman hias yang banyak diminati oleh masyarakat karena memiliki nilai estetika dan ekonomi yang tinggi. Volume ekspor bunga krisan dari Indonesia masih relatif rendah dibandingkan dengan negara lain. Hal ini diakibatkan oleh beberapa kendala di antaranya adalah terdapatnya organisme pengganggu tumbuhan pada bunga yang diekspor. Dua dari beberapa hama pada bunga krisan adalah *Aphis gossypii* Glover dan *Macrosiphoniella sanborni* Gillette. Salah satu perlakuan karantina untuk membebaskan komoditas pertanian dari hama adalah fumigasi. Alternatif fumigan yang memiliki keefektifan yang baik adalah fosfin formulasi cair. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi dan lama pemaparan yang dapat mematikan *A. gossypii* dan *M. sanborni* pada bunga potong krisan dan mengevaluasi kualitas bunga yang diperlakukan fumigan tersebut. Penelitian dilakukan sebanyak 4 tahapan, diantaranya (1) identifikasi dan perbanyakan *A. gossypii* dan *M. sanborni*; (2) uji pendahuluan terhadap fase nimfa instar III dan imago; (3) aplikasi konsentrasi dan waktu papar fosfin formulasi cair terhadap fase nimfa instar III dan imago dari *A. gossypii* dan *M. sanborni*; dan (4) uji validasi konsentrasi dan waktu papar fosfin formulasi cair yang efektif dan mengevaluasi pengaruh terhadap kualitas bunga potong krisan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi fumigan menyebabkan kematian 100% terhadap *A. gossypii* dan *M. sanborni* berturut-turut adalah 500 ppm dan 700 ppm, dengan lama pemaparan 12 jam. Penggunaan fosfin formulasi cair konsentrasi hingga 700 ppm dan lama pemaparan hingga 18 jam tidak berdampak buruk pada kualitas bunga potong krisan.

Kata kunci: fumigan, fumigasi, kematian, konsentrasi, waktu pemaparan

ABSTRACT

Cut flower of chrysanthemum has high aesthetic and economic values. Export volume of chrysanthemums from Indonesia are lower than other countries, due to the impact of insect pest. Insect pests, *Aphis gossypii* Glover and *Macrosiphoniella sanborni* Gillette are currently associated with cut flowers especially chrysanthemum. One control measures usually taken in quarantine is

*Penulis korespondensi: Nur Rachman. Stasiun Karantina Pertanian Kelas II Bangkalan, Jalan Kusuma Bangsa No. 20, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur 69162
Tel: 085281262286, Email: nrachman1405@gmail.com

fumigation. Alternative fumigant, liquified phosphine formulations may potentially be applied for quarantine treatment. The objectives of this study were to determine the concentration and exposure time of liquified phosphine against these species and to evaluate the effect of fumigant on the physical quality of cut flowers. The experiment was conducted in four steps: (1) identification and mass rearing of *A. gossypii* and *M. sanborni*; (2) preliminary tests on adult and third instar nymphs; (3) determination of liquified phosphine with various concentration and exposure time against adult and third instar nymphs of *A. gossypii* and *M. sanborni* and; (4) validation test of effective concentration of fumigant and exposure time and the effect on quality of cut flowers. The results of study showed concentration of fumigant causing 100% mortality *A. gossypii* and *M. sanborni* were 500 ppm and 700 ppm, respectively with exposure time 12 hours. Concentrations of 700 ppm and exposure time up to 18 hours did not cause negative impact to the quality of chrysanthemum cut flowers.

Key words: concentration, exposure time, fumigan, fumigation, mortality

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati termasuk flora. Berbagai jenis tanaman hias dapat tumbuh dengan baik. Empat jenis bunga yang dipasarkan baik pasar dalam negeri maupun pasar internasional ialah mawar (*Rosa* spp.), anggrek (*Phalaenopsis* spp.), krisan (*Chrysanthemum* spp.) dan sedap malam (*Polianthes* spp.). Bunga krisan merupakan salah satu tanaman hias yang banyak diminati oleh masyarakat karena memiliki nilai estetika dan ekonomi yang tinggi. Total volume ekspor bunga ini pada tahun 2012 mencapai 79,10 ton dengan nilai US\$ 1.647.127, dan mengalami penurunan pada tahun 2013 menjadi 57,05 ton dengan nilai sekitar US\$ 772.117 (BPS 2014). Nilai ini masih relatif lebih rendah dibandingkan dengan negara lain. Hal ini disebabkan oleh beberapa kendala diantaranya adalah terdapatnya organisme pengganggu tumbuhan (OPT) berupa serangga hama pada bunga yang diekspor.

Beberapa serangga dapat menyerang per-tanaman bunga krisan dua diantaranya, ialah kutudaun *Aphis gossypii* Glover dan *Macrosiphoniella sanborni* Gillette, yang merupakan hama penting pada *Chrysanthemum indicum* (Dixon 1998; Rostami et al. 2012). Selain sebagai hama, serangga ini juga dapat berperan sebagai vektor virus. Berdasarkan *international standards for phytosanitary measures* (ISPM) No. 34: *Design and operation of post-entry quarantine stations for plants* bahwa hama yang dapat bersifat sebagai vektor harus dicegah penyebarannya (IPPC 2011). Mengingat hal tersebut maka negara pengekspor perlu memperhatikan kualitas dan kuantitas dari produk pertaniannya. Adanya infestasi serangga pada bunga menyebabkan negara pengimpor harus

membebaskan infestasi serangga atau menolak bunga potong tersebut sehingga perlakuan karantina tanpa merusak bunga dibutuhkan sesuai persyaratan negara pengimpor.

Fumigasi sebagai perlakuan karantina tumbuhan bertujuan untuk membebaskan komoditas pertanian dari OPT. Target dalam tindakan perlakuan karantina harus dapat mematikan serangga hama secara sempurna (*zero tolerant*). Setidaknya terdapat tiga jenis fumigan yang digunakan secara luas, yaitu metil bromida, fosfin, dan sulfur flourida. Fosfin diketahui merupakan fumigan yang memiliki efek fitotoksitas yang lebih rendah pada bunga potong dibandingkan dengan metil bromida, karbonil sulfida, dan hidrogen sianida (Weller & Graver 1998). Selain itu, fosfin formulasi padat memiliki beberapa kelemahan, yaitu membutuhkan waktu paparan lama dan berisiko terbakar apabila diaplikasikan pada komoditas dengan kadar air yang tinggi (Barantan 2013). Untuk itu, dibutuhkan formulasi alternatif dari fumigan fosfin yang memiliki keefektifan yang lebih baik dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi komoditas yang difumigasi. Pengembangan fosfin dengan gas karbon dioksida dilakukan untuk meningkatkan toksitas fumigan ini. Fosfin formulasi cair yang diperdagangkan pada tabung silinder bertekanan tinggi, dengan komposisi formulasi 2% PH₃ (fosfin) dan 98% CO₂ merupakan bahan fumigan yang tidak mudah terbakar. Hingga saat ini belum diketahui konsentrasi dan lama pemaparan fumigan fosfin formulasi cair yang efektif untuk pengendalian *A. gossypii* dan *M. sanborni* pada bunga potong krisan dan pengaruhnya terhadap kualitas bunga potong krisan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi dan lama pemaparan fosfin formulasi cair yang dapat mematikan *A.*

gossypii dan *M. sanborni* pada bunga potong krisan dan untuk mengevaluasi kualitas bunga yang diperlakukan fumigan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi dan Gedung Workshop Fumigasi Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian, Bekasi yang berlangsung mulai bulan Agustus 2014 hingga Desember 2014.

Penyiapan serangga uji

Identifikasi kutudaun. Kutudaun yang didapatkan dari lapangan identifikasi untuk memastikan bahwa serangga yang akan diuji adalah *A. gossypii* dan *M. sanborni*. Identifikasi dilakukan berdasarkan kunci identifikasi kutudaun Blackman & Eastrop (2000; 2006). Identifikasi dilakukan dengan membuat preparat slide dari sampel serangga uji. Secara umum karakter kutudaun yang menjadi ciri identifikasi adalah bentuk antena tuberkel, kauda, dan kornikel.

Perbanyak kutudaun. Kutudaun (*A. gossypii* dan *M. sanborni*) dikoleksi dari lapangan, kemudian dipelihara dan diperbanyak pada tanaman krisan. Menurut Tamaki & Allen (1969), kedua spesies kutudaun tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang baik pada tanaman krisan. Krisan ditanam pada pot yang ditutup kain organdi dan diletakkan di rumah kaca. Serangga uji yang digunakan adalah nimfa instar III dan imago yang berumur relatif sama. Pemilihan fase nimfa instar III dan imago dalam penelitian ini disebabkan oleh fase nimfa instar III merupakan fase yang paling tahan terhadap fumigan, dan fase imago merupakan fase yang paling rentan dibandingkan dengan fase lain. Menurut penelitian Park et al. (2010) bahwa fase nimfa kutudaun lebih tahan terhadap fosfin dibandingkan dengan fase imago. Selain itu, menurut Duan & Zhang (2004) instar ketiga lebih tahan terhadap suhu ekstrem dibandingkan dengan nimfa instar kesatu dan keempat.

Uji pendahuluan

Pengujian pendahuluan dilakukan terhadap 30 individu nimfa instar III atau imago *A. gossypii*

atau *M. sanborni* yang diinfestasikan pada bibit krisan. Kapas basah diberikan pada bagian perakaran untuk menjaga kesegaran tanaman selama perlakuan, kemudian diletakkan dalam kotak plastik (8 cm x 8 cm x 11 cm). Waktu pemaparan yang ditetapkan adalah 6, 12, dan 18 jam dengan 5 taraf konsentrasi fosfin formulasi cair (0, 50, 100, 200, 300 ppm) yang diulang sebanyak 3 kali. Mortalitas serangga diamati 1 jam setelah perlakuan (JSP).

Uji lanjut terhadap *A. gossypii* dan *M. sanborni*

Uji lanjut dilakukan terhadap imago dan nimfa instar III *A. gossypii* dan *M. sanborni* pada kombinasi waktu papar dan konsentrasi terbaik dari hasil uji pendahuluan. Pada uji lanjut ini, perlakuan diujikan pada masing-masing 1 ikat bunga potong krisan tipe spray (terdiri atas 10 bunga potong) yang pada setiap ikat bunga diinfestasikan 30 individu imago atau nimfa instar III *A. gossypii* atau *M. sanborni*. Bunga potong diletakkan dalam kotak kertas (60 cm x 20 cm x 20 cm) yang ditutup dengan kain kasa. Uji lanjut dilakukan pada 3 waktu papar (12, 15, dan 18 jam) dengan 6 taraf konsentrasi fosfin formulasi cair (0, 300, 400, 500, 600, 700 ppm) yang diulang sebanyak 3 kali. Mortalitas serangga diamati 1 JSP.

Uji validasi dan pengaruh fosfin cair pada bunga potong krisan

Uji validasi dilakukan berdasarkan hasil uji lanjut yang memberikan persentase mortalitas 100%. Uji validasi dan pengaruh terhadap kualitas bunga potong ini dilakukan pada 2 taraf konsentrasi (0 dan 700 ppm) dengan 3 waktu papar (12, 15, dan 18 jam) yang diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan diujikan terhadap 2 varietas bunga krisan, yaitu Zembra white dan Fiji white dengan masing-masing 1 ikat bunga potong krisan (terdiri atas 10 bunga potong). Setiap bunga potong diinfestasi dengan 30 individu imago atau nimfa instar III *A. gossypii* atau *M. sanborni*. Bunga potong diletakkan dalam kotak kertas (60 cm x 20 cm x 20 cm) yang ditutup dengan kain kasa. Setelah aplikasi fosfin formulasi cair, dilakukan penghitungan mortalitas *A. gossypii* dan *M. sanborni* serta evaluasi kualitas bunga potong krisan. Bunga potong yang telah difumigasi ditempatkan dalam ember berisi air. Pengamatan penurunan kualitas bunga khususnya

layu dan bercak dilakukan pada 1, 24, 48, 72, 96, dan 120 JSP. Pengamatan dilakukan secara visual dengan teknik skoring. Skor kerusakan bunga diamati pada bagian yang layu dan bercak pada bunga berdasarkan Park et al. (2010), sebagai berikut:

- 0: tidak terjadi kerusakan (bunga sehat);
- 1: kerusakan ringan $0% < x \leq 5%$ (bunga layu sedikit);
- 2: kerusakan sedang, $5% < x \leq 25%$ (bunga layu sebagian);
- 3: kerusakan berat, $x > 25%$ (bunga layu sebagian hingga mati).

Analisis data

Data dianalisis menggunakan Minitab 16 dan SAS 9.1. Model rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktorial. Ada tiga faktor perlakuan yang diuji, yaitu faktor A (fase serangga), faktor B (konsentrasi), faktor C (waktu pemaparan). *Lethal concentration* untuk tingkat mortalitas 50% dan 95% ditentukan menggunakan analisis probit.

HASIL

Identifikasi kutudaun

Hasil identifikasi kutudaun menunjukkan bahwa serangga uji adalah *A. gossypii* dan *M. sanborni*. Ciri morfologi *A. gossypii* adalah tubuh berbentuk oval dengan ukuran aptera 0,9–1,8 mm

dan alatae 1,1–1,8 mm. *A. gossypii* memiliki antena tuberkel yang tidak berkembang, *terminal process* dari antena dua kali lebih panjang dari dasar segmen antena terakhir, kornikel cenderung berbentuk lancip dan berwarna gelap serta terdapat 4–7 helai rambut pada bagian kauda. Ciri morfologi *M. sanborni* adalah tubuh berbentuk lonjong dengan ukuran apterae 1,0–2,3 mm dan alatae 1,8–2,6 mm. *M. sanborni* memiliki antena tuberkel yang berkembang, kornikel dan kauda berwarna gelap, kornikel sedikit lebih kecil dibandingkan dengan kauda, antena segmen III, setengah proximal femur, dan bagian tengah tibia berwarna pucat.

Aktivitas fosfin formulasi cair terhadap imago dan nimfa instar III *A. gossypii* serta *M. sanborni*

Hasil uji lanjut aplikasi fosfin formulasi cair terhadap *A. gossypii* mendapatkan bahwa, mortalitas 100% dicapai pada konsentrasi 400 ppm pada semua waktu papar untuk imago, sedangkan untuk nimfa instar III dicapai pada konsentrasi 500 ppm pada waktu papar 12 dan 15 jam, dan pada waktu papar 18 jam konsentrasi 400 ppm (Tabel 1). Hasil uji lanjut aplikasi fosfin formulasi cair terhadap *M. sanborni*, mortalitas 100% dicapai pada konsentrasi 600 ppm untuk imago, sedangkan untuk nimfa instar III dicapai pada konsentrasi 700 ppm pada waktu papar 12 dan 15 jam, dan konsentrasi 400 ppm pada waktu papar 18 jam (Tabel 2). Nilai penduga parameter toksisitas LC_{50} dan LC_{95} terendah

Tabel 1. Rata-rata persentase mortalitas imago dan nimfa instar III *Aphis gossypii* pada beberapa konsentrasi fosfin formulasi cair pada waktu papar 12, 15, dan 18 jam

Fase serangga	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata mortalitas \pm SD ^a (%) ^b		
		12 jam	15 jam	18 jam
Imago	700	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	600	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	500	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	400	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	300	94,4 \pm 5,1 b	97,8 \pm 1,9 ab	100,0 \pm 0,0 a
	0 (Kontrol)	0,0 \pm 0,0 e	0,0 \pm 0,0 e	0,0 \pm 0,0 e
Nimfa instar III	700	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	600	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	500	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
	400	95,6 \pm 1,9 ab	97,8 \pm 1,9 ab	100,0 \pm 0,0 a
	300	77,8 \pm 1,9 d	83,3 \pm 3,3 c	95,6 \pm 5,1 ab
	0 (Kontrol)	0,0 \pm 0,0 e	0,0 \pm 0,0 e	0,0 \pm 0,0 e

^a: Standar deviasi; ^b: Rata-rata persentase mortalitas yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji tukey taraf 5%.

ditunjukkan pada waktu papar 15 jam, yaitu berturut-turut 209,8 ppm dan 397,8 ppm untuk imago, serta 213,3 ppm dan 539,4 ppm untuk nimfa instar III (Tabel 3).

Uji validasi dan pengaruh fosfin cair pada bunga potong krisan

Uji validasi dan pengaruh pada bunga potong krisan dilakukan berdasarkan hasil uji lanjut dengan persentase mortalitas tertinggi (100%). Uji validasi yang dilakukan pada 3 waktu papar (12, 15, dan 18 jam) pada konsentrasi 700 ppm menunjukkan persentase mortalitas 100% pada kedua fase kutudaun *A. gossypii* dan *M. sanborni*. Sementara pengaruh aplikasi fosfin formulasi cair terhadap bunga potong yang diamati hingga 120 JSP pada waktu papar 18 jam tidak menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan kontrol baik untuk bunga potong krisan varietas Zembla

white (Gambar 1) dan varietas Fiji white (Gambar 2). Rata-rata nilai skoring yang didapatkan pada setiap perlakuan adalah 0 yang diperlihatkan dengan tidak adanya layu maupun bercak pada bunga.

PEMBAHASAN

Waktu papar fumigan sangat berpengaruh terhadap kematian *A. gossypii* dan *M. sanborni*. Hal ini diperlihatkan pada lama pemaparan 6 dan 12 jam dengan konsentrasi 50–300 ppm yang tidak menyebabkan kematian (mortalitas) 100%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua spesies serangga ini tahan pada konsentrasi (50–300 ppm) dan lama pemaparan 6 dan 12 jam. Peningkatan lama pemaparan menjadi 18 jam dapat mematikan serangga uji hingga 100%. Setiap spesies

Tabel 2. Rata-rata persentase mortalitas imago dan nimfa instar III *Macrosiphoniella sanborni* pada beberapa konsentrasi fosfin formulasi cair pada waktu papar 12, 15, dan 18 jam

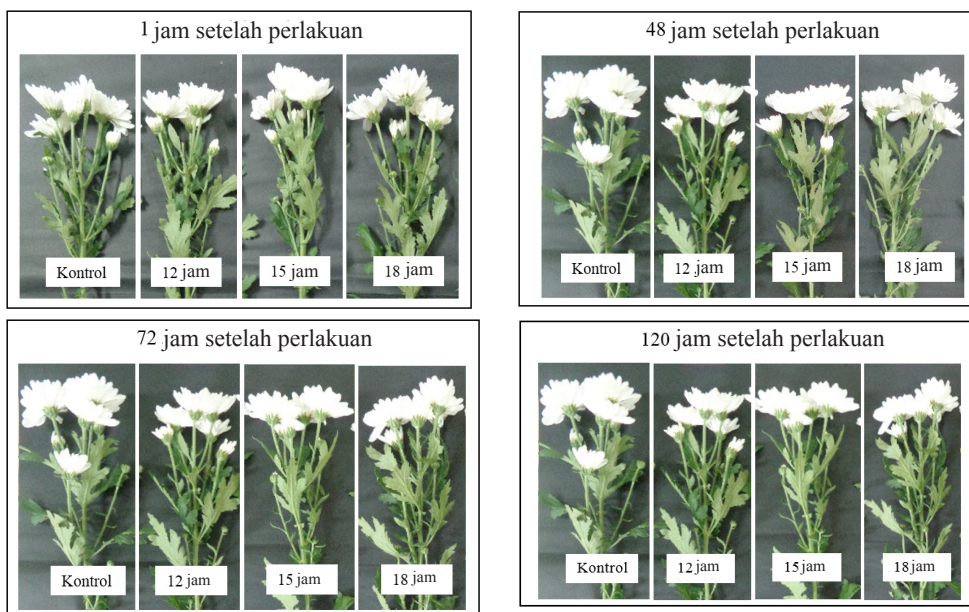
Fase serangga	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata mortalitas ± SD ^a (%) ^b		
		12 jam	15 jam	18 jam
Imago	700	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a
	600	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a
	500	92,2 ± 1,9 abc	97,8 ± 1,9 ab	100,0 ± 0,0 a
	400	78,9 ± 1,9 de	95,6 ± 5,1 ab	100,0 ± 0,0 a
	300	51,1 ± 5,1 f	82,2 ± 1,9 cde	100,0 ± 0,0 a
	0 (Kontrol)	0,0 ± 0,0 g	0,0 ± 0,0 g	0,0 ± 0,0 g
Nimfa instar III	700	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a	100,0 ± 0,0 a
	600	97,8 ± 1,9 ab	97,8 ± 0,0 ab	100,0 ± 0,0 a
	500	88,9 ± 8,4 bcd	90,0 ± 0,0 abc	100,0 ± 0,0 a
	400	82,2 ± 7,7 cde	83,3 ± 0,0 cde	100,0 ± 0,0 a
	300	73,3 ± 3,3 e	76,7 ± 0,0 e	97,8 ± 0,0 ab
	0 (Kontrol)	0,0 ± 0,0 g	0,0 ± 0,0 g	0,0 ± 0,0 g

^a: Standar deviasi; ^b: Rata-rata persentase mortalitas yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji tukey taraf 5%.

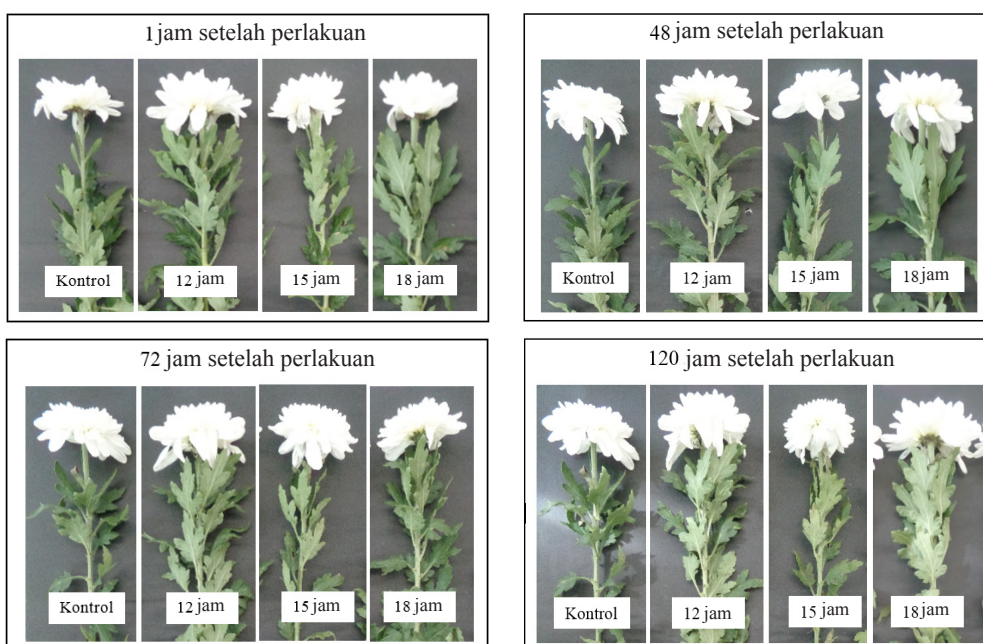
Tabel 3. Penduga parameter toksisitas fosfin formulasi cair terhadap mortalitas imago dan nimfa instar III *Macrosiphoniella sanborni* pada waktu papar 12 dan 15 jam

Serangga uji	Waktu papar/jam	a±GB	b±GB	LC ₅₀ (SK 95%)(ppm)	LC ₉₅ (SK 95%)(ppm)
Imago	12	-18,2 ± 2,2	7,3 ± 0,8	303,1 (277,6–323,2)	507,9 (472,7–562,5)
	15	-13,7 ± 3,1	5,9 ± 1,2	209,8 (144,2–248,6)	397,8 (363,7–454,3)
Nimfa instar III	12	-10,2 ± 1,8	4,3 ± 0,7	228,9 (171,7–268,3)	549,3 (493,5–654,2)
	15	-9,5 ± 1,9	4,1 ± 0,7	213,3 (149,4– 56,5)	539,4 (482,5–649,8)

a: intersep garis regresi probit; b: kemiringan garis regresi probit; GB: galat baku; SK: selang kepercayaan.



Gambar 1. Bunga potong krisan varietas Zembla white pada beberapa waktu paparan dengan konsentrasi 700 ppm.



Gambar 2. Bunga potong krisan varietas Fiji white pada beberapa waktu paparan dengan konsentrasi 700 ppm.

memberikan respons mortalitas beragam terhadap aplikasi fosfin formulasi cair. Pada imago *Thrips parvispinus* (Karny) pada bunga potong krisan fosfin formulasi cair efektif dilakukan pada konsentrasi 200 ppm dengan waktu paparan 1 jam (Setyawan 2014). Menurut Karunaratne et al. (1997), imago kutudaun dan larva Lepidoptera lebih tahan terhadap fosfin dibandingkan dengan imago thrips yang diuji pada suhu 24 °C. Persentase mortalitas spesies *A. gossypii* lebih tinggi dibandingkan dengan *M. sanborni*. Hal ini menunjukkan bahwa fumigan fosfin formulasi

cair ini memberikan respons yang berbeda untuk kedua spesies kutudaun ini. Menurut Bond (1984), penyerapan fumigan fosfin dapat bervariasi antar spesies dan fase yang berbeda.

Hasil uji lanjut aplikasi fosfin formulasi cair menunjukkan bahwa fase instar III lebih tahan dibandingkan dengan fase imago untuk kedua spesies kutudaun dan *M. sanborni* lebih tahan dibandingkan dengan *A. gossypii*. Hal ini sejalan dengan penelitian Park et al. (2010) bahwa fase nimfa kutudaun lebih tahan terhadap fosfin dibandingkan dengan fase imago kutudaun, thrips,

dan tungau. Menurut Pimentel et al. (2008), populasi dengan laju respirasi (tingkat respirasi/produksi CO₂) yang lebih rendah menunjukkan tingkat mortalitas yang lebih rendah karena rendahnya tingkat respirasi mengakibatkan penyerapan fumigan berkurang.

Hasil analisis probit terhadap mortalitas *M. sanborni* menunjukkan bahwa toksisitas fosfin formulasi cair bergantung pada waktu papar dan konsentrasi. Dengan meningkatnya waktu pemaparan, nilai LC₅₀ dan LC₉₅ semakin rendah dibandingkan dengan waktu papar yang lebih singkat. Nilai LC₅₀ pada fase imago pada waktu papar 12 dan 15 jam berturut-turut 303,1 dan 209,8 ppm, serta fase nimfa instar III berturut-turut 228,9 dan 213,3 ppm. Terlihat bahwa dengan waktu papar yang lebih singkat maka persentase mortalitas sebesar 50% membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan waktu papar yang lebih lama. Kefektifan fosfin dalam mematikan serangga bergantung pada waktu pemaparan dibandingkan dengan konsentrasi yang digunakan (Kutz 2013). Menurut Hole et al. (1976), penggunaan konsentrasi rendah dan waktu pemaparan yang lebih lama pada fumigasi menggunakan fosfin akan lebih efektif dibandingkan dengan konsentrasi tinggi dengan waktu pemaparan yang lebih singkat. Penentuan konsentrasi fosfin formulasi cair bergantung pada jenis komoditas, waktu pemaparan, jenis organisme pengganggu tumbuhan dan fase perkembangannya (Barantan 2013). Bond (1984) menyatakan bahwa selain konsentrasi dan waktu papar, faktor lain yang berpengaruh terhadap toksisitas fosfin adalah suhu. Peningkatan suhu dapat meningkatkan mortalitas karena dengan meningkatnya suhu maka laju respirasi akan semakin tinggi dan hal ini akan berkorelasi dengan banyaknya fumigan yang diserap.

Uji validasi aplikasi konsentrasi 700 ppm dengan waktu papar 12, 15, dan 18 jam menunjukkan bahwa persentase mortalitas 100% untuk kedua jenis serangga dan kedua fase serangga uji dapat tercapai, dan tidak berdampak pada kualitas bunga potong krisan varietas Zembra white dan varietas Fiji white. Persentase rata-rata kerusakan yang diamati terhadap kualitas layu dan bercak pada bunga hingga 120 JSP, tidak menunjukkan

penurunan kualitas bunga potong, seperti layu dan timbulnya bercak, bila dibandingkan dengan kontrol. Tidak adanya penurunan kualitas bunga potong krisan dengan aplikasi fosfin formulasi cair sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2012) terhadap *Dendranthema morifolium* (*white chrysanthemum*) yang difumigasi dengan menggunakan 3 taraf dosis 0,76, 1,52, 3,04 mg/l dengan waktu papar 2, 5, 8, dan 11 hari pada suhu 2 °C, menunjukkan hasil bahwa pada semua dosis fosfin yang diuji tidak menimbulkan perubahan pada penampilan bunga. Penelitian perlakuan fosfin formulasi cair pada konsentrasi 100, 500, 4.000 µl/l terhadap bunga *Protea* sp. (*king protea*), tulip, dan *Anigozanthos* spp. (*kangaroo paw*) selama 2 dan 4 jam tidak menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan bunga yang tidak diberikan perlakuan (kontrol) (Karunaratne et al. 1997).

Fosfin formulasi cair yang digunakan merupakan campuran 2% fosfin dan 98% CO₂. CO₂ dalam campuran fumigan ini selain berfungsi sebagai gas pembawa yang baik untuk fosfin, juga berfungsi untuk menjaga agar fosfin formulasi cair tidak mudah terbakar. Menurut Barantan (2013), CO₂ yang digunakan bersama dengan fosfin memiliki kecenderungan meningkatkan pernapasan serangga dan spirakel akan terbuka ketika bernapas sehingga akan mempercepat serangga mengambil konsentrasi mematikan dari fosfin formulasi cair. Penggunaan fosfin formulasi cair lebih efisien untuk mencapai hasil yang diinginkan dan waktu fumigasi dipersingkat karena reaksi sinergis tersebut. Menurut EPPO (2012), pengaruh fosfin dengan karbon dioksida menunjukkan bahwa penggunaan karbon dioksida memungkinkan pengurangan konsentrasi fosfin dan mengurangi efek fitotoksitas pada tanaman. Selain itu, konsentrasi CO₂ yang tinggi pada fosfin formulasi cair dapat menghambat proses biokimia, yaitu terhambatnya sintesa etilen sehingga dapat berfungsi sebagai penghambat laju pematangan buah (Barantan 2013). Menurut Setyadjit et al. (2012), CO₂ berfungsi dalam mencegah pengaruh buruk etilen serta menghambat senesens dengan memblokir reseptor etilen yang ada pada tanaman sehingga etilen tidak dapat menempati reseptor tersebut namun tidak secara permanen.

KESIMPULAN

Aplikasi fosfin formulasi cair terhadap *A. gossypii* dan *M. sanborni* pada bunga potong krisan efektif dilakukan pada konsentrasi berturut-turut 500 ppm dan 700 ppm dengan waktu papar 12 jam. Pada aplikasi fosfin formulasi cair dengan kedua konsentrasi tersebut dan waktu papar hingga 18 jam tidak berdampak buruk terhadap kualitas bunga potong krisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen Badan Karantina Pertanian yang telah memberikan dukungan dalam studi pascasarjana dan kepada Kepala beserta Staf Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian atas bantuan sarana untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2013. *Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 1645 Tahun 2003 tentang Standar Teknis Fosfin Formulasi Cair*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Data Ekspor dan Impor *Chrysanthemum*. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id/> [diakses pada 28 Juli 2014].
- [CABI] CAB International. 2014. Datasheets *Aphis gossypii*. Tersedia pada: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/6204> [diakses pada 5 Juli 2014].
- [EPPO] European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2012. Phosphine fumigation of grapevine to control *Viteus vitifoliae*. *Bulletin OEPP* 42:496–497. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/epp.2596>.
- [IPPC] Secretariat of the International Plant Protection Convention. 2011. *International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM): 34, Design and Operation of Post-Entry Quarantine Stations for Plants*. Rome: FAO.
- Blackman RL, Eastrop VF. 2000. *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information guide*. London: John Wiley & Sons Ltd.
- Blackman RL, Eastrop VF. 2006. *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. Volume 1 - Host Lists and Keys; Volume 2 - The aphids*. London: John Wiley & Son Ltd.
- Bond EJ. 1984. *Manual of Fumigation for Insect Control*. Rome: FAO.
- Dixon AFG. 1998. *Aphid Ecology*. 2nd ed. New York: Chapman & Hall.
- Hole BD, Bell CH, Mills KA, Goodship G. 1976. The toxicity of phosphine to all developmental stages of thirteen species of stored product beetles. *Journal Stored Product Research* 12: 235–244. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X\(76\)90039-4](http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X(76)90039-4).
- Karunaratne C, Moore GA, Jones, RB, Ryan RF. 1997. Vase life of some cut flowers following fumigation with phosphine. *HortScience* 32: 900–902.
- Kutz M. 2013. *Handbook of Farm Dairy and Food Machinery Engineering*. 2nd ed. New York: Elsevier Inc.
- Park MG, Sung BK, Tumaming J. 2010. Effect of PH₃ and CO₂ mixture as a quarantine fumigant in cut flowers. *Conference Proceedings. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reduction; (Florida, 2010 Nov 2-5)*. Florida: EPA & USDA.
- Pimentel MAG, Faroni LRD, Batista MD, da Silva FH. 2008. Resistance of stored-product insect to phosphine. *Pesq. agropec. bras., Brasília*. 43: 1671–1676.
- Rostami M, Zamani AA, Goldsteh S, Shoushtari RV, Kheradmand K. 2012. Influence of nitrogen fertilization on biology of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) reared on *Chrysanthemum indicum* (Asteraceae). *Journal of Plant Protection Research* 52:118–121. doi: <http://dx.doi.org/10.2478/v10045-012-0019-2>.
- Setyadjit, Sukasih E, Permana AW. 2012. Aplikasi 1-MCP dapat memperpanjang umur segar komoditas hortikultura. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 8:27–34.
- Setyawan TT. 2014. *Aplikasi Fosfin Formulasi Cair untuk Pengendalian Thrips parvispinus Karny (Thysanoptera: Thripidae) pada Bunga Potong Krisan Sebagai Perlakuan Karantina*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Weller GL, Graver JE van S. 1998. Cut flower disinfestation: assessment of replacement fumigants for methyl bromide. *Postharvest Biology and Technology* 14:325–333. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00054-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00054-4).
- Zhang F, Wang Y, Liu T, Li L, Li T. 2012. Effects of low temperature phosphine fumigation on post harvest quality of white chrysanthemum 'Dabaiju'. *Scientia Horticulturae* 142:90–97.