

Dampak Aplikasi Bioinsektisida Cair untuk Mengendalikan *Plutella xylostella* (L.) terhadap Komunitas Artropoda pada Pertanaman Caisin

Impact of Liquid Bio-insecticide Applications for Controlling *Plutella xylostella* (L.) on Community Arthropods in Cropping Mustard Green

Haperidah Nunilahwati^{1*)}, Siti Herlinda², Chandra Irsan², Yulia Pujiastuti²

¹Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Palembang. Jl. Darmapala No. I A. Bukit Besar. Palembang. 30139.

²Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Indralaya 30662

^{*)}Penulis untuk korespondensi: Tel./Faks. 0711-440650/0711-442318
email: haperidah@yahoo.com

ABSTRACT

Impact of Liquid Bio-insecticide Applications for Controlling *Plutella xylostella* (L.) on Community Arthropods in Cropping Mustard Green. Bio-insecticide based on entomopathogenic fungus was one type of insecticide which was effective in suppressing the population of *P. xylostella*. This study aimed to apply the liquid bio-insecticide to control *P. xylostella* in mustard green plants and its impact on the communities of arthropods. The method used was to apply liquid bio-insecticide on mustard green cropping and the mustard green cropping without treatment was regarded as a control. In the field, the application was done by spraying on the canopy of seven days after planting until forming pods of the mustard green with dosage 4 L per hectares in six times spraying. Arthropods after application of liquid bio-insecticide consists of 2 orders, 5 families, 8 species and 70 individuals fitofaga insects trapped in Pitfall, and direct observations at the plant canopy consists of 4 orders, 16 families, 31 species and 83 individuals. Insects entomofaga trapped in Pitfall consists of 3 orders, 4 families, 7 species and 152 individuals, and direct observations at the plant canopy consists of 8 orders, 20 families and 27 species. Liquid bio-insecticide to controlling *P. xylostella* not found in pitfall traps. The observations of *P. xylostella* at the mustard green canopy were 18 individuals and the one untreated field i.e. 37 individuals. In the field, application liquid bio-insecticide in suppressing of *P. xylostella* populations had little impact on community arthropods.

Key words : community arthropods, liquid bio-insecticide, mustard green plantation, *P. xylostella*

ABSTRAK

Bioinsektisida berbahan aktif jamur entomopatogen merupakan salah satu jenis insektisida yang efektif menekan populasi *P. xylostella*. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan bioinsektisida cair untuk mengendalikan *P. xylostella* pada pertanaman caisin dan dampaknya terhadap komunitas artropoda. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan mengaplikasikan bioinsektisida dan tanpa diaplikasi ke pertanaman caisin. Aplikasi bioinsektisida cair disemprotkan pada tajuk tanaman caisin dengan dosis 4 L per hektar. Aplikasi bioinsektisida dilakukan sejak tanaman berumur 7 hari setelah tanam. Serangga artropoda yang tertangkap setelah aplikasi bioinsektisida cair terdiri atas 2 ordo, 5 famili, 8 spesies dan 70 individu serangga fitofaga yang terperangkap dalam pitfall, sedangkan dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 4 ordo, 16 famili, 31 spesies dan 83 individu. Serangga entomofaga yang terperangkap dalam pitfall

terdiri atas 3 ordo, 4 famili, 7 spesies dan 152 individu. Sedangkan pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 8 ordo, 20 famili dan 27 spesies. *P. xylostella* pada pertanaman caisin yang diaplikasi bioinsektisida cair maupun kontrol tidak ditemukan pada perangkap lubang jebakan. *P. xylostella* yang tertangkap dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman caisin sebanyak 18 ekor. Sedangkan *P. xylostella* yang tertangkap pada pertanaman caisin di lahan kontrol ditemukan 37 ekor. Aplikasi bioinsektisida cair pada tanaman caisin dalam menekan populasi *P. xylostella* tidak terlalu berdampak terhadap komunitas artropoda.

Kata kunci: Bioinsektisida cair, komunitas artropoda, *P. xylostella*, tanaman caisin

PENDAHULUAN

Mengingat besarnya dampak negatif dari penggunaan insektisida sintetik, maka harus segera diupayakan mengurangi penggunaannya dan mulai beralih pada jenis-jenis insektisida hayati (bioinsektisida) yang aman bagi lingkungan. Oleh karena itu pencarian alternatif insektisida yang ramah lingkungan sangat dibutuhkan, antara lain insektisida yang berbahan aktif jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen sebagai bioinsektisida hayati relatif aman bagi lingkungan (Djunaedy 2009). Menurut Prayogo (2006), pemanfaatan bioinsektisida sebagai agens hayati pada pengendalian hama merupakan salah satu komponen pengendalian hama terpadu (PHT).

Jamur entomopatogen yang berpotensi mengendalikan serangga hama diantaranya adalah *Beauveria bassiana* (Cagan & Svercel 2001; Tafoya *et al.* 2004; Soetopo & Indrayani 2007; Deciyanto & Indrayani 2008; Herlinda 2010) dan *Metarhizium anisopliae* (Lomer *et al.* 2001; Wang & Powell 2002; Rodrigues *et al.* 2005; Sambiran & Hosang 2007; Ghanbary *et al.* 2009). Pengendalian hayati dengan memanfaatkan jamur yang patogenik bagi serangga hama berpotensi untuk dikembangkan dan terbukti cukup efektif membunuh serangga hama *Plutella xylostella* (Wu *et al.* 2010). Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan bioinsektisida cair untuk mengendalikan *P. xylostella* pada tanaman caisin dan dampaknya terhadap komunitas artropoda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada pertanaman caisin di Soak, Kota Palembang. Penelitian di mulai sejak bulan Maret sampai bulan Mei 2012.

Persiapan Isolat Cair. Media isolat cair menggunakan media GYB (*Glucose Yeast Broth*). Komposisi media GYB ialah setiap 1000 mL air steril dicampur dengan sukrosa 20 g, yeast 20 g, dan tepung jangkrik 5 g. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam gelas takar ukuran 1000 mL, lalu diaduk. Kemudian dimasukkan ke dalam botol selai masing-masing 200 mL, sehingga dari 1000 mL didapat 5 botol. Tutup botol dengan aluminium foil dan plastik kemudian ikat dengan karet. Botol selai yang telah berisi media GYB kemudian di otoklaf selama 20 menit dengan tekanan 1 atm. Setelah itu didiamkan selama 24 jam. Media GYB yang telah didiamkan selama 24 jam kemudian di inokulasi dengan jamur entomopatogen yang berasal dari isolat padat GYA sepanjang 1 cm. Lalu ditutup kembali dengan aluminium foil dan diikat dengan karet. Kegiatan ini dilakukan secara aseptik di ruang *laminar air flow*. Setelah itu botol selai yang berisi media GYB tersebut di shaker selama 7 hari, kemudian diinkubasikan selama 7 hari.

Bioinsektisida Cair. Bahan pembuatan bioinsektisida cair ialah EKKU steril 100 mL ditambah GYB 600 mL dan sukrosa 300 g, dimasukkan ke dalam gelas takar ukuran 1000 mL, kemudian diaduk sampai larut. Campuran tadi ditambahkan 10 mL minyak

sayur dan diaduk kembali sampai tercampur rata. Campuran itu kemudian dikemas, dalam botol plastik volume 1000 mL lalu disimpan selama 30 hari.

Aplikasi Bioinsektisida cair. Bioinsektisida cair yang telah disimpan 30 kemudian diaplikasikan pada pertanaman caisin di Soak, Kota Palembang. Luas petak tanaman caisin contoh 300 m². Petak tersebut dibagi menjadi tiga sub-petak, masing-masing seluas 50 m². Masing-masing petak terdiri atas tiga petak perlakuan dan tiga petak kontrol. Jarak petak tanaman perlakuan dengan kontrol adalah 500 m. Bioinsektisida cair yang diaplikasi dengan dosis 4 L ha⁻¹. Aplikasi dilakukan dengan disemprotkan ke tajuk tanaman caisin. Aplikasi bioinsektisida dilakukan 5 kali sejak tanaman berumur 7 hari setelah tanam (hst). Penyemprotan akan dilakukan pada sore hari sekitar pukul 17:00 WIB sesuai metode Suharsono dan Prayogo (2005) guna mempertahankan viabilitas konidia.

Pengamatan populasi serangga fitofaga dan entomofaga di tanah dan tajuk tanaman caisin. Pada penelitian ini diamati dampak bioinsektisida terhadap serangga fitofaga dan serangga entomofaga yang berada di tanah dan tajuk. Serangga yang terdapat di tajuk disampling melalui pengamatan langsung, sedangkan serangga di tanah diambil menggunakan perangkap lubang jebakan (*pitfall traps*). Masing-masing petak di pasang 4 perangkap. Perangkap lubang jebakan dipasang selama 2x24 jam. Ke dalam perangkap lubang jebakan di isi formalin 4% sekitar 5 ml. Serangga yang tertangkap dalam lubang jebakan langsung dimasukkan ke dalam kantong plastik yang berisi formalin 2%. Serangga yang di dapat dari lubang jebakan di kelompokkan berdasarkan famili. Serangga dari larutan formalin 2% disaring dengan saringan berpori 1 mm, dan dibilas dengan air steril, lalu dimasukkan dalam botol vial berisi alkohol 70%. Serangga tersebut selanjutnya diidentifikasi dan dihitung jumlah individunya.

Analisis Data. Spesies serangga fitofaga dan serangga entomofaga di tanah dan tajuk pada tanaman perlakuan dan kontrol yang ditemukan dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL

Hasil penelitian diperoleh, setelah aplikasi bioinsektisida cair serangga fitofaga yang tertangkap dengan perangkap *pitfall* terdiri atas 2 ordo, 5 famili, 8 spesies dan 70 individu, sedangkan dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 4 ordo, 16 famili, 31 spesies dan 83 individu (Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Jenis serangga fitofaga yang ditemukan pada pertanaman caisin setelah aplikasi bioinsektisida cair dan kontrol

Ordo	Famili	Spesies	Serangga yang ditemukan (ekor)				
			Tanah		Tajuk		
			A	B	A	B	
Orthoptera	Acrididae	<i>Acrida turrata</i>	1	0	1	3	
	Acrididae	<i>Atractomorpha crenulata</i>	0	0	1	6	
	Acrididae	<i>Eyprepocnemis plorans</i>	0	0	1	2	
	Acrididae	<i>Locusta migratoria</i>	0	0	4	12	
	Acrididae	<i>Phlaeoba fumosa</i>	0	0	0	1	
	Acrididae	<i>Tagasta marginella</i>	0	0	1	2	
	Acrididae	<i>Valanga nigricornis</i>	0	0	1	4	
	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa</i> sp.	5	17	1	5	
	Gryllidae	<i>Gryllotalpa bimaculatus</i>	13	11	4	10	
	Gryllidae	<i>Metioche vittaticollis</i>	0	0	1	2	
	Phaneropteridae	<i>Phaneroptera sparsa</i>	0	3	1	2	
	Tettigonidae	<i>Conocephalus dorsalis</i>	0	0	2	2	
	Tettigonidae	<i>Hydrangea katydid</i>	1	4	1	3	
	Tettigonidae	<i>Parattetix meridionalis</i>	0	9	3	6	
	Tetrigidae	<i>Tetrix subulata</i>	0	0	2	5	
	Tridactylidae	<i>Tridactylus</i> sp.	0	0	2	2	
	Coleoptera	Anthribidae	<i>Eucorynus</i> sp.	0	0	3	4
Chrysomelidae		<i>Agelastica alni</i>	0	0	5	17	
Chrysomelidae		<i>Aspidomoepha miliaris</i>	0	0	0	1	
Chrysomelidae		<i>Aulacophora</i> sp.	0	0	1	4	
Chrysomelidae		<i>Chrysomela</i> sp.	0	0	2	4	
Chrysomelidae		<i>Coleop A</i>	46	66	0	1	
Coccinelidae		<i>Epilachna</i> sp.	0	0	1	0	
Chrysomelidae		<i>Oulema</i> sp.	2	7	1	6	
Chrysomelidae		<i>Oulema gallaeciana</i>	1	2	8	10	
Chrysomelidae		<i>Phyllotreta vittata</i> F.	1	4	6	17	
Nitidulidae		<i>Carpophilus</i> sp.	0	0	1	1	
Hemiptera		Alydidae	<i>Leptocoris oratorius</i>	0	1	0	4
		Alydidae	<i>Riptortus</i> sp.	0	0	1	2
	Cicadellidae	<i>Bothrogonia</i> sp.	0	0	0	1	
	Coreidae	<i>Cletus</i> spp.	0	0	1	5	
	Coreidae	<i>Cletus</i> spp. (A)	0	0	1	3	
	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	0	16	3	5	
	Pentatomidae	<i>Eurydema ornatum</i>	0	0	4	10	
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	0	0	1	3	
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Hellula undalis</i>	0	0	0	3	
	Pyralidae	<i>Hymenia recurvalis</i>	0	0	0	1	
	Yponomeutidae	<i>Plutella xylostella</i>	0	0	18	37	
Total			70	140	83	206	

A= setelah aplikasi ; B= kontrol



Keterangan: a. *Phlaeoba fumosa* (Acrididae), b. *Valanga nigricornis* (Acrididae), c. *Tridactylus* sp. (Tridactylidae) d. *Epilachna* sp. (Coccinelidae), e. *Phyllotreta vittata* F. (Chrysomelidae), f. *Oulema* sp. (Chrysomelidae), g. *Plutella xylostella* (Yponomeutidae), h. *Hymenia recurvalis* (Pyralidae), i. *Hellula undalis* F. (Pyralidae)

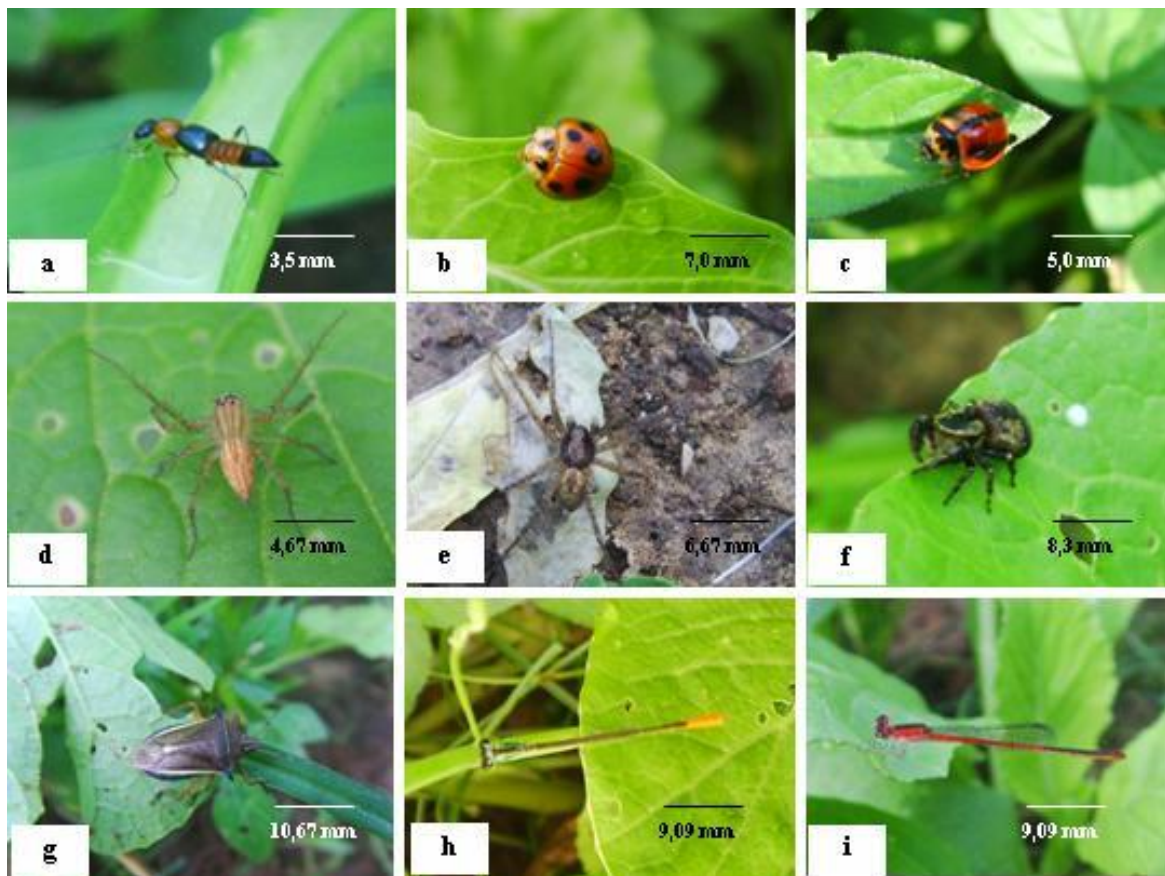
Gambar 1. Beberapa spesimen serangga fitofaga yang ditemukan pada pertanaman caisin di Soak

Serangga entomofaga yang tertangkap dengan perangkat pitfall setelah aplikasi bioinsektisida cair terdiri atas 3 ordo, 4 famili, 7 spesies dan 152 individu. Sedangkan dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 8 ordo, 20 famili dan 27 spesies. Jumlah seluruh serangga entomofaga yang didapat terdiri atas 8 ordo, 20 famili dan 28 spesies (Tabel 2 dan Gambar 2).

Tabel 2. Serangga entomofaga yang ditemukan pada pertanaman caisin yang telah diaplikasikan bioinsektisida cair dan kontrol

Ordo	Famili	Spesies	Serangga yang ditemukan (ekor)			
			Tanah		Tajuk	
			A	B	A	B
Arachnida	Lycosidae	<i>Pardosa</i> sp.	14	15	4	4
	Oxyopidae	<i>Oxyopes</i> sp.	0	0	1	3
	Oxyopidae	<i>Oxyopes</i> sp. (orange)	0	0	4	4
	Pisauridae	<i>Pisaurina</i> sp.	0	4	0	1
	Salticidae	<i>Salticid A</i>	2	2	2	6
Coleoptera	Carabidae	<i>Carabidae</i> sp.	0	0	1	2
	Cicindelidae	<i>Cicindela</i> sp.	0	0	1	2
	Coccinelidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	0	0	10	1
	Coccinelidae	<i>Micraspis lineata</i>	0	7	2	6
	Staphylinidae	<i>Paederus littorarius</i>	0	0	7	23
Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia</i> sp.	0	0	4	6
	Celyphidae	<i>Spaniocelyphus</i> sp.	0	0	6	7
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i> sp.	0	0	3	4
	Micropezidae	<i>Rainieria</i> sp.	0	0	3	7
	Sciomyzidae	<i>Tetanocera</i> sp.	0	0	2	4
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Euborellia</i> sp.	6	14	3	6
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Andrallus</i> sp.	0	0	1	2
Hymenoptera	Braconidae	<i>Cremnops desertor</i>	0	0	1	3
	Formicidae	<i>Brachymyrmex</i> sp.	21	27	5	10
	Formicidae	<i>Camponotus sylvaticus</i>	20	52	11	20
	Formicidae	<i>Formicoxenus</i> sp.	63	40	8	21
	Formicidae	<i>Formica obscuripes</i>	0	0	2	4
	Formicidae	<i>Leptogenys</i> sp.	0	0	5	14
	Formicidae	<i>Oecophylla smaragdina</i>	26	40	14	19
	Ichneumonidae	<i>Diadegma</i> sp.	0	0	0	1
Odonata	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis femina</i>	0	0	3	0
Orthoptera	Mantidae	<i>Mantis</i> sp.	0	0	2	4
Total			152	201	106	184

A= setelah aplikasi ; B= kontrol



Keterangan: a. *Paederus littorarius* (Staphylinidae), b. *Coelophora inaequalis* (Coccinelidae), c. *Micraspis lineata* (Coccinelidae), d. *Oxyopes* sp. (Oxyopidae), e. *Pardosa* sp. (Lycosidae), f. Salticidae, g. *Andrallus spinidens* (Pentatomidae), h. *Agriocnemis pygmaea* (Coenagrionidae), i. *Agriocnemis femina* (Coenagrionidae)

Gambar 2. Beberapa spesimen serangga entomofaga yang ditemukan pada pertanaman caisin di Soak

PEMBAHASAN

P. xylostella pada pertanaman caisin yang diaplikasi bioinsektisida cair maupun kontrol tidak ditemukan pada perangkap lubang jebakan. *P. xylostella* ialah serangga hama yang seluruh fase hidupnya terdapat pada tanaman (Wai *et al.* 2008). *P. xylostella* yang tertangkap pada pertanaman caisin yang diaplikasi bioinsektisida cair dan dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman caisin sebanyak 18 ekor. *P. xylostella* yang tertangkap pada pertanaman caisin di lahan kontrol ditemukan 37 ekor. Hal ini berarti bioinsektisida cair yang diaplikasikan tidak mematikan seluruh *P. xylostella* tetapi menekan populasi *P. xylostella*.

Jenis serangga entomofaga yang ditemukan di tanaman caisin pada lahan yang diaplikasi bioinsektisida cair maupun kontrol lebih banyak dibandingkan jenis serangga fitofaga. Menurut Herlinda *et al.* (2008) bioinsektisida berformulasi cair efektif menekan populasi serangga hama. Artinya keberadaan serangga entomofaga dapat menekan populasi *P. xylostella* yang masih ada setelah aplikasi bioinsektisida cair.

Jumlah serangga hama atau fitofaga tertinggi pada pertanaman caisin terdapat pada lahan kontrol dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman sebanyak 206 ekor dan terendah terdapat pada metode pengumpulan dengan menggunakan pitfall di lahan yang diaplikasi bioinsektisida sebanyak 70 ekor. Jumlah serangga entomofaga tertinggi pada pertanaman caisin terdapat di lahan kontrol dengan cara menggunakan pitfall sebesar 201 ekor, dan terendah terdapat pada lahan aplikasi bioinsektisida dengan cara pengamatan langsung pada tajuk sebesar 106 ekor.

Jumlah serangga fitopaga dan entomofaga lebih banyak dilahan kontrol dibandingkan dengan lahan yang diaplikasi bioinsektisida. Hal ini karena pada lahan kontrol tidak dilakukan perlakuan apapun yang menyebabkan keanekaragaman serangga lebih banyak. Diduga aplikasi bioinsektisida telah menekan kelimpahan dan keragaman populasi serangga pada pertanaman caisin.

Disamping itu menurut Bengtsson *et al.* (2005) bahwa pertanian tanpa menggunakan pestisida, herbisida dan pupuk anorganik dapat meningkatkan keanekaragaman hayati di lahan pertanian. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa aplikasi bioinsektisida pada tanaman caisin dalam menekan populasi *P. xylostella* tidak terlalu berdampak terhadap keanekaragaman serangga artropoda lainnya. Wahid (2010) menyatakan bahwa penggunaan bioinsektisida pada lahan pertanian dapat mempengaruhi perilaku serangga hama dan tidak sampai mematikan. Hal ini berarti keanekaragaman serangga artropoda pada pertanaman caisin yang diberi bioinsektisida masih cukup tinggi, tidak akan berdampak negatif terhadap kestabilan suatu komunitas. Wilby dan Thomas (2002) menyatakan bahwa keanekaragaman penting untuk menjaga stabilitas dan memperbaiki ekosistem. Stabilitas ialah kemampuan suatu populasi atau ekosistem kembali ke keadaan semula setelah terjadi gangguan ekosistem (Untung 2006). Ditambahkan oleh Karmana (2010) bahwa keanekaragaman menunjukkan indikator kestabilan suatu komunitas. Keanekaragaman spesies yang diuji berarti suatu komunitas itu akan relatif stabil walaupun terjadi gangguan terhadap komunitas itu.

KESIMPULAN

Serangga artropoda yang tertangkap setelah aplikasi bioinsektisida cair terdiri atas 2 ordo, 5 famili, 8 spesies dan 70 individu serangga fitofaga yang tertangkap dengan perangkap pitfall, sedangkan dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 4 ordo, 16 famili, 31 spesies dan 83 individu. Serangga entomofaga yang tertangkap dengan perangkap pitfall setelah aplikasi bioinsektisida cair terdiri atas 3 ordo, 4 famili, 7 spesies dan 152 individu. Sedangkan pengamatan langsung pada tajuk tanaman terdiri atas 8 ordo, 20 famili dan 27 spesies.

P. xylostella pada pertanaman caisin yang diaplikasi bioinsektisida cair maupun kontrol tidak ditemukan pada perangkap lubang jebakan. *P. xylostella* yang tertangkap dengan cara pengamatan langsung pada tajuk tanaman caisin sebanyak 18 ekor. Sedangkan *P. xylostella* yang tertangkap pada pertanaman caisin di lahan kontrol ditemukan 37 ekor. Aplikasi bioinsektisida cair pada tanaman caisin dalam menekan populasi *P. xylostella* tidak terlalu berdampak terhadap komunitas artropoda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengtsson JB, Ahnstrom J, Weibull AC. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261-269.
- Cagan L, Svercel M. 2001. Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin to the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* HBN (Lepidoptera: Crambidae). *J. Cent. Europ. Agric.* 2:227-234.
- Deciyanto S, Indrayani IGAA. 2008. Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*: potensi dan prospeknya dalam pengendalian hama tungau. *Perspektif.* 8:65-73.
- Djunaedy A. 2009. Biopestisida sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. *Embryo.* 6:88-95.
- Ghanbary MAT, Asgharzadeh A, Hadizadeh AR, Sharif MM. 2009. A quick method for *Metarhizium anisopliae* isolation from cultural soils. *Am. J. Agri. Biol. Sci.* 4:152-155.
- Herlinda S, Mulyati SI, Suwandi. 2008. Jamur entomopatogen cair sebagai bioinsektisida untuk pengendali wereng coklat. *Agritrop.* 27:119-126.
- Herlinda S. 2010. Spore density and viability of entomopathogenic fungal isolates from Indonesia, and their virulence against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Tropic. Life. Scienc. Res.* 21:13-21.
- Karmana IW. 2010. Analisis keanekaragaman epifauna dengan metode koleksi pitfall trap di kawasan hutan Cagar Malang. *Gane Swara.* 4:1-5.
- Lomer CJ, Bateman RP, Johnson DL, Langewald J, Thomas M. 2001. Biological control of locusts and grasshoppers. *Annu. Rev. Entomol.* 46:667-702.
- Prayogo Y. 2006. Upaya mempertahankan keefektifan cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan. *J. Litbang. Perta.* 25:47-54.
- Rodrigues S, Peveling R, Nagel P, Keller S. 2005. The natural distribution of the entomopathogenic soil fungus *Metarhizium anisopliae* in different regions and habitat types in Switzerland. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes: Melolontha IOBC/wprs Bull.* 28:185-188.
- Sambiran WJ, Hosang MLA. 2007. Pertumbuhan cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin pada media air kelapa. *Buletin Palma.* No.33, Desember 2007. Hal 9-17.
- Soetopo D, Indrayani IGAA. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif.* 6:29-46.
- Tafoya F, Zuniga-Delgadillo M, Alatorre R, Cibbrian-Tovar J, Stanley D. 2004. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against the cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist.* 87:533-536.
- Untung K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 348 hal.
- Wahid A. 2010. Efikasi bioinsektisida dan kombinasinya terhadap serangan hama ulat kantong *Pagodiella* spp. pada bibit mangrove *Rhizophoraspp.* di persemaian. *J. Agroland.* 17:162-168.
- Wai CN, Thu MK, Oo WNN. 2008. Study on the biology of diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.), on cabbage. *GMSARN International Conference on Sustainable Development: Issues and Prospects for the GMS.* 12-14 Nov. p.1-3.

- Wang C, Powell JE. 2002. Isolation and Evaluation of *Beauveria bassiana* for control of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology*. 41:1-13.
- Wilby A, Thomas MB. 2002. Are the ecological concepts of assembly and function of biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control ?. *Agric. Forest. Entomol.* 4:237-243.
- Wu J, Ali S, Huang Z, Ren S, Cai S. 2010. Media composition influences growth, enzyme activity and virulence of the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *Pakistan. J. Zool.* 42:451-459.