KEANEKARAGAMAN DAN KEMELIMPAHAN SERANGGA PADA PERKEBUNAN APEL (*Malus sylvestris* L.) KONVENSIONAL DI KOTA BATU, JAWA TIMUR

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF INSECT IN CONVENTIONAL APPLE (*Malus sylvestris* (L.) Mill) PLANTATION AT KOTA BATU, EAST JAVA

Bayu Kurniawan^{1)*}, RC. Hidayat Soesilohadi²⁾

Diterima : 18 Agustus 2020

Disetujui : 23 September 2020

Afiliasi Penulis:

¹⁾ Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin, Jambi

²⁾ Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

Alamat Korespondensi:

* bayu.kurniawan@uinjambi.ac.id

ABSTRAK

Apel merupakan tanaman yang rentan terhadap hama dan penyakit tanaman. Aplikasi pestisida dalam menekan populasi serangga hama memberikan dampak negatif terhadap serangga potensi musuh alami dan polinator. Tujuan penelitian mengetahui keanekaragaman dan dominansi jenis serangga hama, polinator, dan musuh alami tiap fase perkembangan tanaman apel di perkebunan konvensional Kota Batu, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan bulan Februari sampai Mei 2016 di setiap fase perkembangan tanaman apel yaitu pasca perompesan, bunga awal, bunga akhir, buah awal, dan buah akhir. Pada penelitian ini menggunakan lima plot, setiap plot memiliki ukuran seluas 10x10 m². Metode koleksi yaitu koleksi aktif (hand picking, insect net, dan beating tray) dan pasif (yellow trap, pitfall trap, light trap, dan stainer trap). Metode awetan serangga yaitu awetan kering dan basah. Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Entomologi, Fakultas Biologi, UGM dan Laboratorium Entomologi Bidang Zoologi Puslit Biologi LIPI Cibinong. Analisis data menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks dominansi Simpson, dan kemelimpahan. Sebanyak 38 spesies dari sembilan ordo serangga ditemukan pada perkebunan apel. Indeks keanekaragaman jenis serangga pada tiap fase perkembangan tanaman apel tertinggi pada bunga akhir (1,86) dan terendah pada buah awal (0,66). Indeks dominansi pada tiap fase perkembangan tanaman apel tertinggi pada buah awal (0,75) dan terendah pada bunga akhir (0,21). Indeks keanekaragaman hama (1,46), polinator (1,29), dan musuh alami (1,18). Kemelimpahan serangga polinator paling tinggi Apis cerana musuh alami *Pantala flavescens*, dan hama *Aphis gossypii*.

Kata kunci: keanekaragaman serangga, konvensional, perkebunan apel, pestisida

ABSTRACT

Apple is a plant that susceptible toward pests and diseases. Application of pesticide to suppress insect pest population gave negative impact toward natural enemies and insect pollinators. The purpose of this research was to determine the diversity and dominance of insect pests, pollinators, and natural enemies of each phase of apple plant development in conventional plantations in Kota Batu, East Java. This research was conducted in February to May 2016 in each phase of apple growth namely, after defoliation, early flower, late flower, early fruit, and late fruit. Plot size was 10x10 m² with total 5 plots and total plants in each plot were 60 trees. Collection methods were active collection (hand picking, insect net, and beating tray) and passive collection (yellow trap, pitfall trap, light trap, and stainer trap). Preservation methods used in this research were dry and wet preservation. Identification was conducted in Laboratorium of Entomology, Faculty of Biology UGM and Laboratorium Entomology, Zoology Division, Research Centre for Biology Indonesian Institute of Sciences, Cibinong. Data analyzed by using Shannon-Wiener Diversity Index, Simpson Dominance Index and Abundance Formulation. Thirty-eight species from nine insect orders were found in apple orchards. Diversity index in each phase of apple growth was the highest in late flowers (1,86) and the lowest was early fruit

Cara Sitasi:

Kurniawan, B & RC. H. Soesilohadi. 2020. Keanekaragaman dan kemelimpahan serangga pada perkebunan apel (*Malus sylvestris* L.) konvensional di Kota Batu, Jawa Timur: *Journal of Tropical Biology* 8 (3): 194-201.

(0,66). Domination index each phase of apple growth was the lowest in late flowers (0,21) and the highest in early fruit (0,79). The diversity index of potential insect as pest (1.46), as pollinator (1.29), and as natural enemies (1.18). The highest abundance of insects as pollinator was *Apis cerana*, as a natural enemy was *Pantala flavescens*, and as pest was *Aphis gossypii*.

Keywords: Conventional, diversity of insects, apple plantation, pesticide

PENDAHULUAN

Sistem perkebunan konvensional merupakan suatu bentuk tata cara pengelolaan tanah dan budidaya tanaman dengan memanfaatkan pupuk kimia untuk meningkatkan kandungan unsur hara dalam tanah dan penggunaan pestisida untuk mengurangi populasi hama, penyakit tanaman serta pengendalian gulma. Apel merupakan salah satu tanaman hortikultura yang rentan terhadap hama dan penyakit tanaman. Kerusakan tanaman ini terkait dengan kelimpahan populasi herbivora yang merupakan permasalahan utama dalam budidaya tanaman apel [1].

Aplikasi pestisida yang terjadwal tanpa memperhatikan adanya hama atau tidak merupakan tindakan sebagai usaha preventif [2] justru berdampak negatif dengan terbunuh atau perginya jenis serangga yang menguntungkan seperti polinator dan musuh alami pada perkebunan apel [2, 3] karena jenis serangga ini sangat sensitif terhadap pestisida. Keberadaan polinator dan musuh alami (parasitoid) pada lahan pertanian berperan sebagai bioindikator untuk menentukan tingkat toksisitas pada kebun buah [4].

Menurut [5], tiap tahunnya, populasi serangga polinator mengalami penurunan 26-36% yang disebabkan oleh penggunaan pestisida. Pestisida merupakan racun yang dapat menyebabkan serangga hama menjadi resisten jika digunakan secara terus menerus dan berlangsung dalam waktu yang lama [2].

Serangga secara antroposentris dikategorikan menjadi serangga yang menguntungkan dan merugikan [6]. Serangga yang menguntungkan pada tanaman apel yaitu potensi polinator dan musuh alami. Apel merupakan salah satu tanaman dengan sistem penyerbukan menggunakan bantuan polinator maupun angin (penyerbukan silang) [7]. Keberadaan polinator seperti lebah madu *Apis mellifera* dapat meningkatkan hasil produksi buah 96% [8].

Serangga potensi musuh alami pada tanaman apel yaitu serangga potensi predator

anggota dari Famili Formicidae, Carabidae, Staphylinidae, Geocoridae, Cicindelidae [4], dan serangga potensi parasitoid yaitu anggota Ordo Hymenoptera [3].

Serangga yang berpotensi merugikan yaitu sebagai hama. Beberapa jenis serangga potensi hama yaitu larva dan imago *Aphis* sp. yang merusak tanaman apel bagian tunas, daun, bunga, dan buah. Beberapa anggota dari Ordo Lepidoptera [9]. *Thrips* sp. merusak bunga [10]. Lalat buah merupakan jenis hama yang dapat merusak buah apel ditandai dengan bekas tusukan hitam serta gugurnya buah sebelum mencapai kematangan buah yang diinginkan [11].

Aplikasi pestisida dilakukan secara periodik mulai dari bunga hingga buah siap panen dan terus menerus sehingga potensi penurunan populasi serangga polinator dan musuh alami belum sepenuhnya disadari oleh petani apel yang selama ini masih menggunakan pestisida untuk menekan hama dan tumbuhan liar (gulma) di perkebunan apel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan dominansi jenis serangga setiap fase perkembangan tanaman apel dan mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan jenis serangga potensi polinator, potensi musuh alami, dan potensi hama pada perkebunan apel di Tulungrejo, Batu, Jawa Timur.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2016 di Tulungrejo, Batu, Jawa Timur dengan ketinggian 1254 meter di atas permukaan laut dan dengan koordinat S 07°48,665' E 112°31.506'. Pengamatan dilakukan pada lima plot dengan luas area masing-masing 10 m² dengan jumlah pohon 12 pohon tiap plot. Penelitian dilakukan mulai fase pasca perompesan, fase bunga awal, fase bunga akhir, fase buah awal, dan fase buah akhir.

Identifikasi serangga yang terkoleksi dilakukan di Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada

Yogyakarta dan Laboratorium Entomologi Bidang Zoologi Puslit Biologi LIPI Cibinong. Serangga diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi dan dicocokkan dengan kunci determinasi, serta membandingkan dengan serangga yang telah diidentifikasi hasil koleksi LIPI Cibinong.

Cara kerja. Koleksi serangga dilakukan sebanyak tiga kali pengamatan pada tiap fase perkembangan tanaman apel yaitu mulai dari pasca perompesan, bunga awal, bunga akhir, buah awal, dan buah akhir menggunakan dua metode koleksi yaitu metode koleksi aktif dan pasif [12]. Koleksi aktif dilakukan dengan cara mencari ke habitatnya menggunakan *insects net*, *beating tray* [13], dan *hand picking*. Koleksi pasif dilakukan menggunakan perangkap yaitu *light trap* [14, 15, 16], *yellow trap* [17, 18], *stainer trap* [19] masing-masing tiap plot terdiri dari satu perangkap dan *pitfall trap* [20] masing-masing tiap plot terdiri dari lima perangkap.

Pengawetan serangga dilakukan dengan dua cara yaitu awetan basah dan awetan kering [21]. Awetan basah dilakukan dengan cara sampel yang dikoleksi dimasukkan ke dalam botol flakon 10 ml berisi 7 ml alkohol 70% untuk serangga yang berukuran relatif kecil kurang dari 5 mm, misalnya *Thrips parvispinus* [22]. Metode awetan kering dilakukan dengan tiga cara, yaitu fiksasi serangga (*spreading-setting*). Penusukan serangga (*pinning*). Kertas segitiga (*card point*) [12, 23, 24].

Pengamatan identifikasi serangga yang memiliki ukuran relatif kecil kurang dari 5 mm seperti *Thrips parvispinus* dan *Aphis gossypii* dibuat preparat dengan metode *whole mount*. Identifikasi serangga yang memiliki ukuran relatif besar lebih dari 5 mm diamati menggunakan mikroskop cahaya untuk mengamati tiap karakter yang dimiliki serangga.

Indeks keanekaragaman jenis dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener ($H' = - \sum p_i \ln p_i$) dimana H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, p_i : proporsi spesies ke- i di dalam sampel total [25].

Indeks dominansi jenis dihitung menggunakan rumus Simpson [26].

$$C = \sum_{i=1}^s \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan:

C : indeks dominansi Simpson
 n_i : jumlah individu jenis ke- i
 N : jumlah total individ
 S : jumlah genera

Kemelimpahan individu dihitung dengan menggunakan rumus berikut [27]:

$$Kelimpahan = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas area sampling}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Riwayat aplikasi pestisida. Penyemprotan pestisida yang digunakan terdapat tiga jenis yaitu insektisida, fungisida, dan herbisida. Penyemprotan insektisida dilakukan fase bunga awal sebanyak tiga kali. Bunga akhir sebanyak tiga kali. Buah awal sebanyak dua kali. Buah akhir sebanyak empat kali yang bertujuan untuk menekan serangga potensi hama pada bunga, daun, dan buah. Penyemprotan fungisida dilakukan pada fase buah awal sebanyak dua kali dan buah akhir sebanyak empat kali yang bertujuan untuk menekan pertumbuhan fungi pada buah. Penyemprotan herbisida dilakukan pada buah awal satu kali yang bertujuan untuk menghilangkan tumbuhan liar (gulma).

Gambar 1. Riwayat aplikasi pestisida. Ket: A: pasca perompesan, B: bunga awal, C: bunga akhir, D: buah awal, E: buah akhir.

Indeks keanekaragaman (H') dan dominansi (D) jenis serangga. Berdasarkan hasil analisis yang terangkum pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis serangga lebih tinggi di pengamatan saat fase bunga akhir yaitu 1,89 dan nilai indeks keanekaragaman jenis serangga yang paling rendah yaitu fase buah awal yaitu 0,66. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman diduga disebabkan oleh

adanya gangguan dari faktor alam dan manusia. Gangguan dari faktor manusia yaitu disebabkan oleh adanya penyemprotan pestisida (Gambar 1). Fase awal buah terdapat tiga jenis pestisida yang digunakan yaitu insektisida, fungisida, dan herbisida. Pada faktor alam, tidak adanya *insect proof screens* menyebabkan paparan dari faktor alam diterima langsung oleh komunitas.

Gambar 2. Indeks keanekaragaman (H') dan Indeks dominansi (D) jenis serangga. Ket: A: pasca perompesan, B: bunga awal, C: bunga akhir, D: buah awal, E: buah akhir

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan 11 jenis serangga tidak ditemukan lagi saat fase buah awal (Gambar 3) meskipun secara perkembangan tanaman sama dengan fase bunga akhir yaitu masih terdapat bunga. Fase buah awal terdapat aplikasi insektisida, fungisida dan herbisida. Beberapa jenis serangga yang tidak ditemukan yaitu dari anggota Ordo Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera dan Diptera (Tabel 1).

Gambar 3. Jumlah spesies tiap fase perkembangan tanaman

Menurut [28] beberapa serangga pengunjung dapat dikategorikan sebagai serangga penyerbuk yaitu dari anggota Ordo Hymenoptera, Ordo Diptera dan Ordo Lepidoptera dikarenakan selain konsumsi

nektar juga mengkonsumsi serbuk sari serta dapat mentransferkan polen bunga ke bunga yang lain. Sejak tahun 2006 populasi serangga polinator (lebah madu) mengalami penurunan 26-36% setiap tahunnya yang disebabkan oleh penggunaan pestisida [5, 29].

Musuh alami predator seharusnya ditemukan pada perkebunan apel yaitu anggota Famili Coccinellidae, Cicindelidae, Staphylinidae (Coleoptera), anggota Famili Chrysopidae, Chrysopidae (Neuroptera), anggota Famili Anthicidae, Pentatomidae, Miridae, Reduviidae, Geocoridae (Hemiptera), anggota Famili Syrphidae, Chamaemyiidae (Diptera), Aeolothripidae (Thysanoptera), anggota Famili Vespidae, Formicidae (Hymenoptera), anggota Ordo Dermaptera [9]. Jenis parasitoid pada perkebunan apel yaitu anggota Famili Aphididae, Aphelinidae, Encyrtidae, Trichogrammatidae, Braconidae, Ichneumonidae, Bethyidae, Chrysididae, Tachinidae, dan Scelionidae [3].

[30] menyatakan bahwa penyemprotan herbisida dan fungisida secara langsung dan tidak langsung dapat menurunkan kelimpahan dan keanekaragaman jenis serangga di agroekosistem. Jenis pestisida ini secara langsung mampu membunuh serangga yang bermanfaat yaitu seperti karnivora (predator) dan secara tidak langsung jenis pestisida ini menghilangkan jenis gulma yang ada sebagai tempat bersembunyi serangga dan sebagai pakan alternatif baik itu pada serangga herbivora maupun karnivora. Kelimpahan serangga tanah seperti anggota Famili Formicidae dan Staphylinidae memiliki kelimpahan yang rendah pada lahan yang menggunakan aplikasi herbisida jika dibandingkan dengan lahan yang tanpa menggunakan aplikasi herbisida [31].

Hilangnya gulma ini juga mempengaruhi perubahan iklim mikro pada tanah dan dikarenakan setiap spesies memiliki persyaratan ekologis yang berbeda [31]. Tanaman penutup mempunyai fungsi sebagai sumber bahan organik bagi fauna tanah dan tempat hidup, menambah jumlah air hujan yang masuk ke dalam tanah, perakaran tanaman penutup membentuk pori-pori tanah sehingga infiltrasi air semakin meningkat, membentuk struktur dan tekstur tanah remah dan gembur, menahan pukulan air hujan secara langsung dari atas sehingga lapisan humus yang di atas tidak hilang terbawa air dan mempertahankan iklim mikro [32]. Siklus hidup jenis serangga musuh alami selain

membutuhkan *food plant* dan *host plant* juga membutuhkan tempat berlindung dan pakan alternatif dari tumbuhan liar [33].

Serangga yang tertangkap pada perkebunan apel konvensional di Tulungrejo, Batu terdiri dari sembilan ordo, 27 famili, dan 38 spesies (Tabel 1). Jumlah spesies yang paling banyak dijumpai yaitu pada fase bunga akhir 35% dari keseluruhan jumlah spesies yang ditemukan. Hal ini dikarenakan mekarnya bunga apel secara keseluruhan yang menyediakan sumber makanan (nektar) bagi serangga pengunjung

bunga dan juga terdapat tumbuhan liar (gulma) sebagai tempat bersembunyi dan tempat hidup serangga. Serangga secara umum mengunjungi bunga karena adanya faktor penarik yaitu bentuk bunga, warna bunga, serbuk sari, nektar, dan aroma [34]. [35] menyatakan bahwa ketersediaan pakan berkaitan erat dengan keanekaragaman serangga yang ada, semakin melimpahnya ketersediaan sumber pakan, semakin tinggi jenis serangga yang datang.

Tabel 1. Serangga yang tertangkap pada perkebunan apel konvensional di Tulungrejo, Batu

No.	Nama Spesies	A	B	C	D	E	Peran serangga
1	Coleoptera						
	Scarabeidae						
	<i>Serica</i> sp.	-	-	11	3	-	hama
	Carabidae						
	<i>Acupalpus</i> sp.	-	-	5	-	-	musuh alami
	Tenebrionidae						
	<i>Albitobius laevigatus</i>	-	-	7	-	-	hama
	Curculionidae						
	<i>Hemerus virens</i>	-	342	536	48	32	hama
	Coccinellidae						
	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	-	1	8	1	-	musuh alami
	Staphylinidae						
	Aleocharinae	13	12	10	-	1	musuh alami
2	Hymenoptera						
	Vespidae						
	<i>Vespa velutina</i>	-	6	12	4	3	musuh alami
	Apidae						
	<i>Apis cerana</i>	-	7	54	11	5	musuh alami
	<i>Xylocopa</i> sp.	-	1	3	-	-	musuh alami
	Formicidae						
	Sp.1	-	-	-	10	7	musuh alami
	<i>Odontoponera</i> sp.	22	18	89	18	73	musuh alami
	<i>Pseudolasius</i> sp.	-	-	5	-	-	musuh alami
	<i>Platythyrea</i> sp.	-	-	3	-	-	musuh alami
3	Hemiptera						
	Alydidae						
	<i>Riptorpus linearis</i>	-	-	-	1	1	hama
	Lygaeidae						
	Sp.1	-	-	-	-	1	hama
	Aphididae						
	<i>Aphis gossypii</i>	-	-	578	1578	810	hama
4	Orthoptera						
	Gryllotalphidae						
	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	-	-	-	-	1	hama
	Pyrgomorphidae						
	<i>Atractomorpha</i> sp.	-	-	-	1	6	hama
5	Diptera						
	Stratiomyidae						
	<i>Hermetia remittens</i>	-	-	3	-	9	polinator
	Tephritidae						
	<i>Bactrocera papayae</i>	-	86	75	75	395	hama
	Syrphidae						
	<i>Melanostoma melinum</i>	-	-	3	-	-	polinator
	Drosophilidae						

No.	Nama Spesies	A	B	C	D	E	Peran serangga
	Sp.1	-	-	-	31	74	hama
	Muscidae						
	<i>Musca domestica</i>	-	69	243	26	12	hama
6	Lepidoptera						
	Noctuidae						
	<i>Spodoptera litura</i>	-	5	7	-	1	hama
	<i>Episteme</i> sp.	-	-	1	-	-	polinator
	Piridae						
	<i>Spoladea recurvalis</i>	-	8	12	-	1	hama
	Papilionidae						
	<i>Atrophaneura aristolochiae</i>	-	-	1	-	-	polinator
	Nymphalidae						
	<i>Hypolimnas bolina</i>	-	-	1	-	-	polinator
	<i>Hypolimnas misippus</i>	-	1	-	-	-	polinator
	<i>Euripus nyctelius</i>	-	-	1	-	-	polinator
	<i>Danaus genutia</i>	-	-	1	-	-	polinator
	<i>Euploea mulciber</i>	-	1	-	-	-	polinator
	<i>Neptis hylas</i>	-	-	1	1	-	polinator
	Pieridae						
	<i>Delias hyparete</i>	-	-	-	1	-	polinator
	<i>Eurema blanda</i>	-	-	5	2	-	polinator
7	Thysanoptera						
	Thripidae						
	<i>Thrips parvispinus</i>	-	549	1063	-	-	hama
8	Odonata						
	Libellulidae						
	<i>Pantala flavescens</i>	-	10	312	18	-	musuh alami
9	Dermaptera						
	Anisolabididae						
	Sp.1	-	-	-	-	1	musuh alami
	Total Individu	35	1119	3050	1825	1460	

Indeks keanekaragaman (H') dan kelimpahan jenis serangga potensi polinator, predator, dan hama. Berdasarkan hasil analisis tentang indeks keanekaragaman jenis serangga potensi polinator, potensi musuh alami, dan potensi hama dapat diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis serangga potensi hama (1,49) lebih tinggi dari jenis serangga polinator (1,29) maupun predator (1,18).

Tabel 2. Indeks keanekaragaman (H') jenis serangga potensi polinator, musuh alami, dan hama

No	Peran imago	H'
1	Potensi polinator	1,29
2	Potensi Musuh alami	1,18
3	Potensi hama	1,49

Jenis serangga potensi polinator yang memiliki kelimpahan tinggi yaitu *Apis cerana* sebanyak 77 individu. Pada penelitian ini terdapat tiga ordo serangga yang berpotensi polinator yaitu anggota Ordo Diptera, Hymenoptera, dan Lepidoptera. Hal ini

menunjukkan bahwa tidak ada serangga yang spesifik yang berperan penting dalam proses penyerbukan terhadap bunga apel *Malus sylvestris*. Artinya semua jenis serangga potensi polinator yang berkunjung bisa dikatakan membantu proses penyerbukan.

Jenis serangga potensi musuh alami predator yang memiliki kelimpahan tinggi yaitu *Pantala flavescens* sebanyak 340 individu dan tidak ditemukan jenis musuh alami potensi parasitoid. [3] menyatakan penggunaan pestisida pada perkebunan apel menghilangkan serangga yang bermanfaat seperti musuh alami predator dan parasitoid karena sangat sensitif terhadap pestisida. Perkebunan apel organik memiliki keanekaragaman dan kelimpahan parasitoid lebih tinggi daripada perkebunan apel konvensional dengan aplikasi pestisida.

Jenis serangga potensi hama yang memiliki kelimpahan tinggi yaitu *Aphis gossypii* 2996 individu. Hilangnya musuh alami karena tekanan pada lingkungan seperti aplikasi pestisida menyebabkan tidak adanya kontrol

pada serangga potensi hama, sehingga dapat mengeksploitasi sumber daya yang ada.

KESIMPULAN

1. Keanekaragaman dan dominansi jenis serangga pada tiap fase perkembangan tanaman apel.
 - a. Keanekaragaman jenis serangga tertinggi pada fase bunga akhir.
 - b. Dominansi jenis serangga tertinggi pada fase buah awal.
2. Potensi peran serangga pada tiap fase perkembangan tanaman apel
 - a. Potensi peran jenis serangga polinator kelimpahan tertinggi yaitu *Apis cerana* pada fase bunga akhir.
 - b. Potensi peran jenis serangga predator kelimpahan tertinggi yaitu *Pantala flavescens* pada fase bunga akhir dan tidak ditemukan jenis serangga parasitoid.
 - c. Potensi peran jenis serangga hama kelimpahan tertinggi yaitu *Aphis gossypii* pada fase buah awal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Lab. Entomologi Fakultas Biologi UGM dan Lab. Entomologi Bidang Zoologi Puslit Biologi LIPI dan semua pihak yang telah membantu selama penelitian berlangsung hingga proses penulisan terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Holb IJ, Dremak P, Bitskey K, Gonda I (2012) Yield response, pest damage and fruit quality parameters of scab-resistant and scab-susceptible apple cultivars in integrated and organic production systems. *Scientia Horticulturae* 145 (2012): 109–117. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.08.003>.
- [2] Oka IY (1991) Penggunaan dan permasalahan serta prospek pestisida nabati dalam mengendalikan hama terpadu. Bogor: Balai penelitian tanaman.
- [3] Mates SG, Perfectoa I, Badgley C (2012) Parasitoid wasp diversity in apple orchards along a pest-management gradient. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 156: 82–88. doi:

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.016>.
- [4] Mathews CR, Bottrell DG, Brown MW (2004) Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control* 30 (2): 265–273. doi: [10.1016/j.biocontrol.2003.11.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2003.11.006).
 - [5] Pilatic H (2012) Pesticides and Honey Bees. San Francisco: Panna
 - [6] Price PW, Denno RF, Eubanks MD, Finke DL, Kaplan I (2011) *Insect Ecology: Behavior, populations and communities*. 1st edition. Cambridge. Cambridge University Press. 441-488p.
 - [7] Garratt MPD, Breeze TD, Jenner N, Polce C, Biesmeijer JC, Potts SG (2014) Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture Ecosystem and Environment* 184: 34-40. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.032>.
 - [8] Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE (2010) Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25(6): 345-353. doi: [10.1016/j.tree.2010.01.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007).
 - [9] Zhou H, Yi Yu, Tan X, Chen A, Feng J (2014) Biological control of insect pests in apple orchards in China. *Biological Control* 68: 47–56. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.009>.
 - [10] Broughton S, Bennington JMA, Cousins DA (2015) Thrips (Thysanoptera) damage to apples and nectarines in Western Australia. *Crop Protection* 72: 47-56. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.014>.
 - [11] Dhillon MK, Singh R, Naresh JS, Sharma HC (2005) The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management. *Journal of Insect Science*. 5 (40): 1-16. doi: [http://dx.doi.org/10.1673/1536-2442\(2005\)5\[1:TMFFBC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1673/1536-2442(2005)5[1:TMFFBC]2.0.CO;2)
 - [12] Jumar (2000) *Entomologi Pertanian*. Jakarta. Rineka Cipta. 89-209 hlm.
 - [13] Schauff ME (2001) *Collecting and preserving insects and mites: Techniques and tools*. Systematic Entomology Laboratory, USDA. Washington D.C. 11p.

- [14] Southwood TRE, Henderson PA (2000) Ecological methods. UK. Blackwell Science. 269-292p
- [15] Ramamurthy VV, Akhtar MS, Patankar NV, Menon P, Kumar R, Singh SK, Ayri S, Parveen S, Mittal V (2010) Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. *Munis Entomology & Zoology* 5 (1): 109-114.
- [16] Dadmal SM, Khadakkar S (2014) Insect faunal diversity collected through light trap at Akola vicinity of Maharashtra with reference to Scarabaeidae of Coleoptera. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2 (3): 44-48.
- [17] Rechcigl JE, Rechcigl NA (2000) Insect pest management: techniques for environmental protection. New York. CRC Press LLC. 39-42p.
- [18] Sunarno (2011) Ketertarikan serangga hama lalat buah terhadap berbagai papan perangkap berwarna sebagai salah satu teknik pengendalian. *Jurnal Agroforestri* VI (2): 129-134.
- [19] Hasyim A, Muryati, DeKogel WJ (2006) Efektivitas model dan ketinggian perangkap dalam menangkap hama lalat buah jantan, *Bactrocera* spp. *J.Hort.* 16 (4): 314-320.
- [20] Capinera JL (2008) Encyclopedia of Entomology. Springer Netherlands. 986, 3888-3899p.
- [21] Resh VH, Carde RT (2003) Encyclopedia of Insects. Academic Press. 30-34p.
- [22] Purnomo H, Tri NH (2007) Entomologi. Jember. Center for Society Studies.
- [23] Borror DJ, Triplehon CA, Johnson NF (1992) Pengenalan pelajaran serangga. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada Press. 943 hlm.
- [24] Gullan PJ, Cranston PS (2010) The Insect: an outline of entomology. United Kingdom. Wiley-Blackwell. 444-450 p.
- [25] Brewer R (1994) The science of ecology. McGraw-Hill Company. 302p.
- [26] Odum EP (1993) Dasar-dasar ekologi. Yogyakarta. UGM Press. 179 hlm.
- [27] Schowalter TD (2011) Insect ecology an ecosystem approach. 3rd edition. Entomology Department. Louisiana State University LSU Agricultural Center. London. Academic Press. 170p.
- [28] Banjo AD, Lawal OA, Aina, SA (2006) The entomofauna of two medicinal euphorbiaceae in Southwestern Nigeria. *J. Appli. Sci. Res.* 2:858-863.
- [29] Kurniawan B, Apriani RR, Cahayu S (2020) Keanekaragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera) pada habitat ekowisata Taman Bunga Merangin Garden Bangko Jambi. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology* 3 (1): 1-7. doi: 10.21580/ah.v3i1.6064.
- [30] Gailis, Turka (2013) Discussion on ground beetles and rove beetles as indicators of sustainable agriculture in Latvia: Review. *Research for Rural Development* 1: 56-62.
- [31] Minarro M, Espadaler X, Melero VX, Suarez-Alvarez V (2009) Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. *Agricultural and Forest Entomology* 11 (2): 133-142. doi: 10.1111/j.1461-9563.
- [32] Indahwati R, Herdrarto B, Izzati M (2013) Perbedaan kualitas lahan apel sistem pertanian intensif dengan sistem pertanian ramah lingkungan. *BIOMA* 15 (2): 90-97.
- [33] Miguel AA, Nicholls CI, Fritz M (2014) Manage Insects on Your Farm. A Guide to Ecological Strategies. California: Sustainable Agriculture Research and Education.
- [34] Apituley FL, Leksono AS, Yanuwiadi B (2012) Kajian komposisi serangga polinator tanaman apel (*Malus Sylvestris* Mill) di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *Kajian Komposisi Serangga* 2 (2): 85-96.
- [35] Sedgley M, Griffin AR (1989) Sexual reproduction of tree crops. *Forest Ecology and Management* 35 (3-4): 317.