

## Komposisi Serangga Kanopi di Kebun Apel di Poncokusumo, Malang dan Bumiaji, Batu

Amin Setyo Leksono<sup>1</sup>, Bagyo Yanuwadi<sup>1</sup>, M. Asmuni Hasyim<sup>1</sup>, dan  
Frank Leonardo Apituley<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya

Corresponding author: [amin28@ub.ac.id](mailto:amin28@ub.ac.id)

### ABSTRACT

This research objective is to analyze the difference of abundance, diversity and composition of canopy insect in Poncokusumo and Bumiaji on blossoming and fruiting seasons. Insect compositions were observed by regular sampling using blue and yellow water pan trap. Water pan traps were suspended on apple stands at 2m height. Sampling efforts was done by block system on 5 trees with 4 times collection, resulting 20 replications. Difference of mean was tested using general linear model analysis of variance. The canopy insect compositions between location were compared using Bray-Curtis similarity index. Overall, canopy insect diversity in twostudy sites was low. The abundance and diversity of canopy insect in Poncokusumo was higher than that in Bumiaji. The abundance and diversity of canopy insect in yellow traps was higher than that in blue traps. The effect of flowering phenology was significant on the overall abundance but not for the diversity. The effect of study locations on the abundance interacted with season. This meant there was a seasonal variation affecting location.

**Key words:** Apple farm, Batu city, Canopy insect composition, insect pollinator, Malang residence, and Water pan trap.

### PENDAHULUAN

Serangga merupakan komponen biotik yang memiliki peran penting dalam ekosistem (Schowalter & Ganio, 1999). Serangga memiliki berperan dalam proses herbivori, predasi, polinasi serta mendukung siklus transformasi material dalam suatu ekosistem. Dengan demikian maka kesuburan tanah akan terjaga, sehingga meningkatkan produktivitas tanaman

budidaya. Oleh karena itu, kinerja suatu komunitas yang sehat sangat didukung oleh kelestarian serangga.

Dari berbagai penelitian diketahui bahwa sebagian besar spesies tumbuhan dibantu proses penyerbukannya oleh beragam serangga polinator (Waser *et al.* 1996; Thompson 2001). Proses penyerbukan tersebut selain dilakukan oleh polinator yang merupakan serangga yang dipelihara misalnya lebah, juga dilakukan oleh serangga polinator yang tidak dipelihara (Klein *et al.* 2007; Rader *et al.*, 2011). Hasil penelitian yang ada menunjukkan banyak populasi tumbuhan budidaya dan tumbuhan alamiah tergantung pada penyerbukan yang dilakukan oleh komunitas serangga polinator alamiah ini (Kluser and Peduzzi, 2007).

Kajian mengenai sistem penyerbukan telah meningkat karena terjadinya penurunan komposisi serangga penyerbuk (Aizen *et al.*, 1998, Martin & Batalha, 2006). Pada beberapa kajian, komposisi serangga polinator dihubungkan dengan sifat bunga dan fenologi perbungaan khususnya di padang rumput dan tumbuhan herba (Bosch *et al.*, 1997; Martin & Batalha, 2006) serta di ekosistem hutan alami (Oliveira *et al.*, 2004). Namun demikian, kajian serangga polinator pada kebun apel masih terbatas (misalnya Hong, *et al.*, 1989; Raj, *et al.*, 2012).

Kawasan Bumiaji dan Poncokusumo merupakan salah satu daerah sentra perkebunan apel di Wilayah Malang yang cukup produktif dan potensial dikembangkan sebagai daerah agrowisata. Beberapa tahun terakhir terjadi penurunan produksi apel antara 0,8 hingga 2,1 persen per tahun, terkait dengan masalah ketersediaan lahan dan sistem pengolahan tanah (Distanhut Kota Batu, 2012). Survei yang

telah dilakukan menunjukkan adanya sistem pertanian intensif sangat tergantung pada bahan-bahan sintetik dari luar lahan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kelimpahan, diversitas dan komposisi serangga kanopi di dua lokasi yang berbeda pada musim berbunga dan musim berbuah.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Mei - Desember 2011, di area kebun apel Desa Bumiaji, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan di Desa Poncokusumo, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Lokasi pertama terletak di Desa Poncokusumo, Kec Poncokusumo, Kab Malang Propinsi Jawa Timur. Secara geografis berada pada  $7 - 44^{\circ}$  LS dan  $122^{\circ}$  BT yang merupakan dataran tinggi dengan ketinggian 960 meter di atas permukaan laut. Luas keseluruhan lahan pertanian di Desa Poncokusumo mencapai 500 ha yang sebagian besar ditanami apel. Keadaan klimatografi Kabupaten memiliki suhu minimum  $24 - 18^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum  $34 - 28^{\circ}\text{C}$  dengan kelembaban udara sekitar 75 - 98% dan curah hujan rata-rata 875 - 3000 mm per tahun sangat cocok untuk pengembangan berbagai komoditi tanaman sub tropis (terutama apel), tanaman hortikultur dan ternak.

Lokasi kedua terletak di Desa Bumiaji, Kota Batu Propinsi Jawa Timur. Secara geografis berada pada  $7 - 44^{\circ}$  LS dan  $122^{\circ}$  BT yang merupakan dataran tertinggi dengan ketinggian 873 meter di atas permukaan laut. Luas keseluruhan lahan pertanian di Desa Bumiaji mencapai 317,32 ha yang sebagian besar ditanami apel. Temperatur rata-rata kota Batu  $21,5^{\circ}\text{C}$ , dengan temperatur tertinggi  $27,2^{\circ}\text{C}$  dan terendah  $14,9^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata kelembaban relatif udara 86 % dan kecepatan angin 10,73 km/jam. Curah hujan tertinggi di kecamatan Bumiaji sebesar 2471mm dan hari hujan 134 hari. Dengan keadaan iklim ini Kota Batu sangat cocok untuk pengembangan berbagai komoditi tanaman sub tropis (terutama apel), tanaman hortikultur dan ternak (Profil Kabupaten/Kota).

Pencuplikan serangga kanopi dilakukan dengan metode perangkap bejana air.

Perangkap bejana diletakkan pada ketinggian 2m di atas permukaan tanah. Pada masing-masing lokasi perangkap dipasang pada 5 pohon yang dipilih secara sistematis. Perangkap bejana terdiri dari bejana air berwarna kuning dan biru berukuran diameter 25cm tinggi 15cm. Pada masing-masing bejana diisi dengan air, detergen dan bahan pengawet (natrium benzoat). Sampel serangga diambil tiga hari sekali sebanyak lima kali setiap musim. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium. Serangga yang tertangkap diawetkan dalam bentuk awetan kering atau awetan basah di dalam botol koleksi berisi larutan etanol 70%. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop cahaya. Sampel arthropoda diidentifikasi sampai tingkat famili atau genus jika memungkinkan.

Parameter yang diamati pada serangga kanopi adalah jumlah individu, jumlah famili, dan keanekaragaman famili. Mean kelimpahan serangga dibandingkan antar lokasi yang berbeda. Selanjutnya, hipotesis dianalisis dengan uji metode model linier umum (general linear model) analisis variansi *multivariate*. Komposisi komunitas serangga kanopi dianalisis dengan indeks Bray-Curtis. Kelimpahan dan kekayaan tersebut dibandingkan antar lokasi dengan metode model linier umum (general linear model) analisis variansi *multivariate*. Hasil uji yaitu *F*-statistic dianggap berbeda nyata pada  $P < 0.05$ .

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari total pencuplikan dan pengamatan diperoleh hasil sejumlah 1180 individu serangga. Kelimpahan serangga kanopi yang tertangkap pada bejana di Kec. Poncokusumo lebih tinggi (714 ind) dibandingkan dengan Kec. Bumiaji Kota Batu (466 ind) (Tabel 1). Kelimpahan serangga yang dicuplik dengan bejana warna kuning lebih tinggi dibandingkan dengan bejana warna biru. Hal ini konsisten di kedua lokasi. Di Kec. Poncokusumo serangga yang tercuplik dengan bejana warna kuning sebesar 439 individu sedangkan yang tercuplik dengan bejana warna biru sebesar 275 individu. Di Kec. Bumiaji serangga yang tercuplik dengan bejana warna kuning sebanyak 287 individu sedangkan yang

tercuplik dengan bejana warna biru sebanyak 179 individu.

**Tabel 1.** Kelimpahan serangga kanopi yang tertangkap pada bejana warna biru dan kuning di Kec. Poncokusumo dan Kec. Bumiaji Kota Batu.

Fase	Poncokusumo			Batu		Jumlah
	biru	kuning	Jumlah	biru	kuning	
Bunga	179	271	450	115	163	278
Non bunga	96	168	264	64	124	188
<b>JUMLAH</b>	<b>275</b>	<b>439</b>	<b>714</b>	<b>179</b>	<b>287</b>	<b>466</b>

Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil yang dilaporkan diberbagai tempat dengan menggunakan perangkap yang sama. Penelitian di lahan porang dan non porang di Kab. Madiun menunjukkan perangkap warna kuning lebih efisien dibandingkan dengan perangkap warna biru (Diana et al., 2011; Permana et al. 2010), demikian juga di lahan porang di Kab. Jember (Budiarti, 2011). Hal yang sama ditunjukkan dari hasil penelitian di kanopi hutan di Jepang (Leksono et al., 2005) dan di Brasil. Di kedua lokasi jumlah spesimen yang ditemukan pada musim berbunga lebih tinggi dibandingkan non bunga (buah muda). Di Poncokusumo proporsi individunya di musim bunga sebesar 63% sedangkan di Kec. Bumiaji Kota Batu proporsinya sebesar 59,7%.

Di kebun apel Poncokusumo, pada musim berbunga komunitas serangga kanopi didominasi oleh famili Pentatomidae (16%), Pompilidae (12,2%) dan Culicidae (11,1%). Pada musim non bunga (buah muda) serangga kanopi didominasi oleh Pompilidae (21,6%), Chloropidae (11,4%) dan Cicadellidae (9,5%). Di daerah Batu, pada musim berbunga komunitas serangga kanopi didominasi oleh Drosophilidae (28,8%), Cecidomyiidae (20,9%), Apidae (16%), sedangkan pada musim non bunga didominasi oleh Chloropidae (24,5%). Pada penelitian lain dilaporkan bahwa Apidae, Vespidae, Halictidae, Andrenidae, Formicidae and Pteromalidae Syrphidae, Cordiluridae, Calliphoridae dan

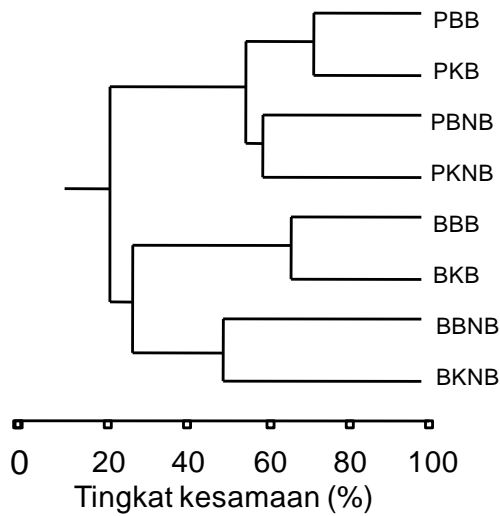
Dolichopodidae merupakan kelompok serangga polinator pada kebun apel. Di antara kelompok tersebut, Syrphidae dan Apidae merupakan polinator yang paling efektif (Raj et al., 2012).

Keanekaragaman serangga kanopi yang tertangkap pada bejana berwarna kuning lebih tinggi dibandingkan bejana berwarna biru. Kondisi ini terjadi di kedua lokasi. Secara keseluruhan keanekaragaman serangga kanopi di Poncokusumo lebih tinggi ( $H' = 0,54 - 0,75$ ) dibandingkan dengan di Batu ( $H' = 0,38 - 0,55$ ) (Tabel 2). Rendahnya keanekaragaman serangga kanopi di kedua lokasi kemungkinan disebabkan karena semakin terbatasnya lahan, kerusakan habitat dan pengaruh penggunaan pupuk serta pestisida kimiawi yang sangat intensif.

**Tabel 2.** Rata-rata keanekaragaman serangga kanopi (SE) yang tertangkap pada bejana warna biru dan kuning di Kec. Poncokusumo dan Kec. Bumiaji Kota Batu (n=20).

Fase	Poncokusumo		Batu	
	biru	kuning	biru	kuning
Bunga	0.67 ± 0.04	0.75 ± 0.03	0.38 ± 0.05	0.55 ± 0.03
Buah	0.54 ± 0.04	0.70 ± 0.04	0.46 ± 0.04	0.49 ± 0.03

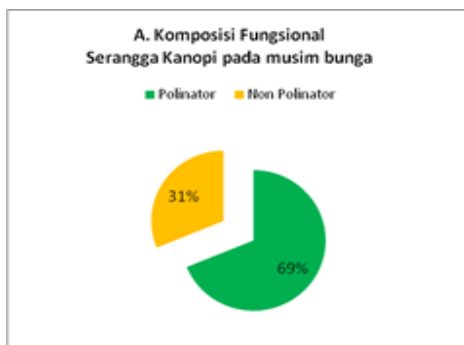
Hasil analisis kesamaan komposisi komunitas menunjukkan bahwa komposisi komunitas serangga kanopi berkelompok berdasarkan lokasi. Kelompok komunitas yang berasal dari lokasi kebun apel Poncokusumo dari bejana berwarna biru dan kuning pada musim bunga memiliki tingkat kesamaan yang tertinggi (68,9%). Dua komunitas serangga pada musim bunga dan buah di kebun apel Poncokusumo bertemu pada nilai 55,3%. Tingkat kesamaan dua komunitas serangga kanopi di kebun apel Bumiaji memiliki kesamaan lebih rendah yaitu 65,5% (bejana berwarna biru dan kuning pada musim bunga) dan 48,9% (musim buah). Semua komunitas dari kebun apel Poncokusumo dan Bumiaji bertemu pada titik 20% (Gambar 1).



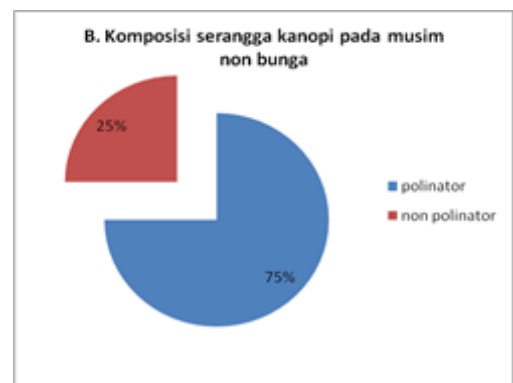
PBB = Poncokusumo, biru, musim berbunga  
 PKB = Poncokusumo, kuning musim berbunga  
 PBNB = Poncokusumo, biru musim berbuah  
 PKNB = Poncokusumo, kuning musim berbuah  
 BBB = Bumiaji, biru, musim berbunga  
 BKB = Bumiaji, kuning, musim berbunga  
 BBNB = Bumiaji, biru, musim berbuah  
 BKNB = Bumiaji, kuning, musim berbuah

**Gambar 1.** Tingkat kesamaan komposisi serangga kanopi pohon apel di Poncokusumo dan Bumiaji yang dikoleksi dengan perangkat bejana warna kuning dan biru pada musim berbunga dan berbuah.

Komposisi serangga di kedua lokasi menunjukkan hasil yang konsisten yaitu serangga polinator memiliki proporsi yang lebih tinggi. Di kebun apel Poncokusumo, proporsi serangga polinator yang ditemukan pada musim bunga dan buah hampir sama yaitu 69% dan 68% (Gambar 2). Adapun proporsi serangga polinator di kebun apel Bumiaji mengalami penurunan dari 93,9% pada musim bunga menjadi 75% pada musim buah (Gambar 3).



**Gambar 2.** Komposisi fungsional serangga kanopi pada perangkat bejana (A) pada musim bunga dan (B) pada musim non bunga di Kec. Poncokusumo.



**Gambar 3.** Komposisi fungsional serangga kanopi pada perangkat bejana (A) pada musim bunga dan (B) pada musim non bunga di Kec. Bumiaji, Kota Batu.

Hasil penelitian yang secara umum menunjukkan rendahnya kelimpahan dan diversitas serangga kebun apel di Bumiaji, Kota Batu kemungkinan disebabkan oleh tingginya tingkat intensifikasi pertanian di lokasi tersebut. Penelitian terdahulu melaporkan

bahwa penggunaan pupuk serta pestisida kimiawi sangat berpengaruh terhadap komunitas serangga khususnya serangga tanah (Gama & Leksono, 2010). Hal yang menarik adalah proporsi lebah di kebun apel Bumiaji lebih tinggi dibandingkan di Poncokusumo. Hal ini menunjukkan bahwa intensifikasi pertanian telah terjadi di kedua lokasi. Selain itu fakta di lapangan menunjukkan bahwa perkebunan apel di Kota Batu secara umum sudah mengalami degradasi kualitas tanah dan fragmentasi kebun.

Beberapa keadaan berhubungan dengan sistem pertanian modern yang menyebabkan lahan pertanian menjadi habitat yang buruk untuk polinator dan beberapa praktik budidaya pertanian memberikan dampak langsung atau tidak langsung pada populasi polinator. Lebah madu merupakan salah satu kelompok yang rentan terhadap intensifikasi budidaya apel yang menggunakan insektisida. Dibandingkan dengan penelitian lain (misalnya Rader et al., 2012; Raj, et al., 2012) dalam penelitian ini proporsi lebah sangat rendah (16% di Bumiaji, bahkan hanya 0,9% di Poncokusumo). Pada pengamatan

secara visual proporsi lebah juga kecil (18% di Bumiaji dan 2,7% di Poncokusumo) (Leksono et al., 2012).

Hasil analisis variansi (anova) GLM multivariate kelimpahan beberapa ordo serangga kanopi pengunjung pohon apel menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan lokasi dan warna signifikan terhadap kelimpahan dan diversitas serangga secara keseluruhan. Pengaruh lokasi sangat signifikan pada kelompok ordo Dermaptera, Hemiptera dan Homoptera, sedangkan pengaruh warna sangat signifikan terhadap Diptera dan Hymenoptera (Tabel 3). Pengaruh musim signifikan terhadap kelimpahan keseluruhan serangga kanopi namun tidak signifikan terhadap diversitas. Pengaruh lokasi terhadap kelimpahan berinteraksi dengan pengaruh musim artinya ada variasi pengaruh musim terhadap lokasi. Pengaruh lokasi dan warna pada diversitas dipengaruhi oleh interaksi ketiga faktor lingkungan yang diamati.

**Tabel 3.** Rangkuman nilai *F* diikuti dengan tingkat signifikansi analisis variansi (anova) GLM multivariate kelimpahan beberapa ordo serangga kanopi pengunjung pohon apel (N = 20).

	Lokasi	Musim	Warna	L*M	L*W	M*W	L*M*W
Kelimpahan	30.43***	7.03**	33.26***	18.15***	0.11 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>
Diversitas	56.72***	2.44 <sup>ns</sup>	17.75***	3.76 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	5.08*
Coleoptera	0.42 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	3.11 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>
Dermaptera	13.55***	5.58*	0.01 <sup>ns</sup>	5.58*	0.01 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>
Diptera	1.21 <sup>ns</sup>	4.27*	16.28***	17.19***	0.65 <sup>ns</sup>	0.60 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>
Hemiptera	64.70***	4.03*	1.37 <sup>ns</sup>	5.88*	4.48*	0.15 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>
Homoptera	29.49***	1.74 <sup>ns</sup>	6.09*	0.59 <sup>ns</sup>	1.87 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>ns</sup>	2.40 <sup>ns</sup>
Hymenoptera	5.25*	0.22 <sup>ns</sup>	8.51**	1.31 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>
Lepidoptera	1.09 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	2.46 <sup>ns</sup>	2.46 <sup>ns</sup>	2.46 <sup>ns</sup>	1.09 <sup>ns</sup>

Keterangan: \* = P < 0,05, \*\* = P < 0,01, \*\*\* = P < 0,001, ns = tidak signifikan

Secara umum penelitian terdahulu melaporkan bahwa kelimpahan, kekayaan dan keanekaragaman spesies lebih banyak dijumpai pada tipe hutan yang memiliki jenis tumbuhan yang lebih beragam. Hal ini tidaklah aneh, karena hutan dengan tumbuhan yang lebih beragam diperkirakan mampu mendukung kehidupan beragam jenis serangga (Chey et al. 1998). Kelimpahan dan diversitas serangga kanopi yang tinggi di kebun apel Poncokusumo kemungkinan juga dipengaruhi oleh keberadaan hutan sekunder yang masih luas di sekitar Poncokusumo, sementara di Bumiaji keberadaan hutan sudah mengalami pengurangan secara signifikan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

- a. Kelimpahan dan keanekaragaman serangga kanopi apel di Poncokusumo lebih tinggi dibandingkan di Bumiaji
- b. Kelimpahan dan keanekaragaman serangga pengunjung pohon apel yang ditemukan di perangkap warna kuning lebih tinggi dibandingkan pada perangkap warna biru
- c. Pengaruh musim signifikan terhadap kelimpahan keseluruhan serangga kanopi namun tidak signifikan terhadap diversitas. Pengaruh lokasi terhadap kelimpahan berinteraksi dengan pengaruh musim artinya ada variasi pengaruh musim terhadap lokasi.

### 2. Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai upaya konservasi serangga polinator misalnya dengan memodifikasi habitat berupa tumbuhan liar di sekitar pohon apel.
- b. Disarankan untuk dilakukan kajian hubungan komunitas serangga dengan faktor lingkungan dan produktivitas buah apel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aizen, M.A., Garibaldi, L.A., Cunningham, S.A. and Klein, A.M. 2008, Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. *Current Biol.* 18, 1572–1575.
- Bosch, J., Retana, J., and Cerdá, X.1997. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community, *Oecologia*, 109,4.
- Budiarti, I., A.S. Leksono & Z. Kusuma. 2011. Community structure and role of canopy arthropod in Jember. *Proceeding of 2<sup>nd</sup> ICGRC*.
- Chey, V.K., Holloway, J.D., Hambler, C., & Speight, M.R. 1998. Canopy knockdown of arthropods in exotic plantation and natural forest in Sabah, north-east Borneo, using insecticidal mist-blowing. *Bulletin of Entomological Research* 88: 15-24.
- Diana, P. F., A. S. Leksono, & N. Kurniawan. 2011. VERTICAL VARIATION STRUCTURE COMMUNITY OF CANOPY ARTHROPOD IN AGROFORESTRI AREA BASED ON PORANG, SARADAN FOREST, MADIUN. *Proceeding of 2nd ICGRC*.
- Distanhut Kota Batu, tanpa tahun, <http://distanhut-kotabatu.org/data-statistik/> diakses 5 September 2012.
- Hong, K.J., Lee, S.H., and Choi, K.M., 1989, Flower visiting insects on the flowers of pear, peach and apple trees in Suwon. *Korean. J. Apic.*, 4. 16-24.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., and Tscharntke, T., 2007, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Royal Soc. B*, 274, 303–313.
- Kluser S. and Peduzzi, P., 2007, *Global Pollinator Decline: A Literature Review*”, UNEP/GRID Europe, UNEP.
- LEKSONO, A.S., K. TAKADA, S. KOJI, N. NAKAGOSHI, T. ANGGRAENI and K. NAKAMURA (2005) Vertical and Seasonal Distribution of Flying Beetles in a Suburban Temperate Deciduous Forest Collected by Water Pan Trap. *Insect Science* 12: 203-210
- Leksono, A. S., B. Yanuwadi, M. A. Hasyim, B. Purwantiningsih, F. L. Apituley. 2012. Composition of insect visitors in Apple crop in Malang and Batu, East Java, Indonesia. *Tend in Entomology Vol 1: 1*. In press.
- Martins, F.Q., and Batalha, M.A. 2006, Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the Upper Taquari region (central Brazil) *Braz. J. Biol.*, 66, 2.
- Oliveira, P. E., Gibbs, P. E., and Barbosa, A. A. 2004, Moth pollination of woody species in the Cerrados of Central Brazil: a case of so much owed to so few? *Plant Syst. Evol.*, 245, 41-54.

- Permana, S. A., A. S. Leksono, & B. Yanuwadi. 2011. Diversity, Composition, and Community Structure of the Teak Canopy Arthropods in Porang Crop Area Saradan Forest, Madiun, East Java. Proceeding of 1st ICBS
- Rader, R., Howlett, B.G., Cunningham, S.A., Westcott, D.A., Newstrom-Lloyd, L., Walker, M., Teulon, D., and Edwards, W. 2009, Alternative pollinator taxa are equally efficient but not as effective as the honeybee in a mass flowering crop. *J. of Appl. Ecol.*, 46, 1080–1087.
- Rader, R., Howlett, B. G., Cunningham, S. A., Westcott, D. A. and Edwards, W., 2012, Spatial and temporal variation in pollinator effectiveness: do unmanaged insects provide consistent pollination services to mass flowering crops?, *J. of Appl. Ecol.*, 49: 126–134.
- Raj, H., Mattu V.K., and Thakur M.L. 2012, Pollinator diversity and relative abundance of insect visitors on apple crop in Shimla Hills of Western Himalaya, India *I.J.S.N.*, 3, 3, 507-513.
- Schowalter, T.D. & Ganio, L.M. 1999. Invertebrate communities in a tropical rain forest canopy in Puerto Rico following Hurricane Hugo. *Ecological Entomology* 24: 191-201.
- Thompson, J.D., 2001, How do visitation patterns vary among pollinators in relation to floral display and floral design in a generalist pollination system? *Oecologia* 126: 386-394.
- Waser, N.M., Chitaka, L., Price, M.V., Williams N.M., and Ollerton, J., 1996, Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology* 77: 1043-1060.
- Gama, Z. P. & A. S. Leksono. 2008. PENGARUH INTENSIFIKASI PERTANIAN DI KEBUN APEL TERHADAP KOMUNITAS ARTHROPODA TANAH DI BUMIAJI, KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Biologi dan Dekan Fakultas MIPA atas dukungan pelaksanaan penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Brawijaya. Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Fundamental, Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Penulis berhutang budi kepada petani lokal di Poncokusumo dan Bumiaji.