



Kemelimpahan dan Struktur Tingkat Trofik Serangga pada Tingkat Perkembangan Agroforestri Jati yang Berbeda di Nglanggeran, Gunungkidul Yogyakarta

Insect Abundance and Its Structure Trophic Level on Different Level of Teak-Based Agroforestry Development at Nglanggeran Village, Gunungkidul District, Yogyakarta

Ananto Triyogo^{1*}, Priyono Suryanto¹, Siti Muslimah Widyastuti¹, Aldino Dwi Baresi², & Isnaini Fauziah Zughro²

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Sleman, 55281

*Email: triyogo99@yahoo.com

² Sekolah Vokasi Program Studi Pengelolaan Hutan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sekip Unit I, Bulaksumur, Sleman, 55281

HASIL PENELITIAN

Riwayat naskah:

Naskah masuk (received): 14 November 2016

Diterima (accepted): 8 Mei 2017

KEYWORDS

agroforestry

teak

insect

trophic

pest

ABSTRACT

Modifications of land use have the economic and ecological implications. Protection upon biodiversity has been the center of concern on ecological side, while productivity of the land use has been considered a solution for food security. Insects are between these two major issues, namely conservation and food security. This study was aimed at tracing the structure of insect community based on its role on the trophic level on three different phases of teak-based agroforestry systems (early, middle, and advanced). The data was obtained in the area of Nglanggeran, Gunungkidul Regency of Yogyakarta during the dry season (April, May, and June 2016). Further, method of insect sample inventory utilized sweep net, pitfall trap, and sticky trap placed on measured area of 20 x 20 m². The plots were placed purposively on each of agroforestry land, with the total of 8 plots, consisting of 3 areas of early and middle levels of agroforestry land, and 2 for late phase. Caught insects varied according to agroforestry growth and observation time. This research suggests that insect's variety (abundance and morphospecies) is found based on agroforestry levels (early phase, middle phase and late phase) on observed teak agroforestry land in Nglanggeran Village of Batur Agung Zone, Gunungkidul. Early and middle agroforestry showed an abundance of insects (order), in which the largest proportion of them is categorized as pest (Lepidoptera, Diptera, Blattaria, Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera, Isoptera, and Dermaptera). The growth level of agroforestry has a direct impact on the presence of insects of Hymenoptera and Diptera orders. Furthermore, the variety of vegetation in early and middle agroforestry could increase the variety of insects functioning as either pest (trophic 2) or natural predators (trophic 3).

INTISARI

KATA KUNCI

agroforestri
jati
serangga
trofik
hama

Modifikasi pemanfaatan lahan memiliki dampak baik ekonomi maupun ekologi. Perlindungan terhadap keanekaragaman hayati menjadi pusat perhatian dari sisi ekologi sementara pemanfaatan lahan demi produktivitas dianggap sebagai solusi ketahanan pangan. Serangga berada di dua isu tersebut yaitu konservasi dan ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas serangga berdasarkan pada peran mereka dalam tingkatan trofik pada tiga tingkat perkembangan agroforestri (AF) jati yang berbeda (awal, tengah, lanjut). Pengambilan data dilakukan di Nglanggeran, Gunungkidul, Yogyakarta sepanjang musim kemarau (April, Mei, dan Juni 2016). Metode koleksi serangga yang digunakan adalah *sweep net*, *pitfall* dan *sticky trap* yang ditempatkan pada petak ukur (PU) 20 x 20 m². Petak ukur dibuat dan diletakkan secara *purposive* pada masing-masing tingkatan AF. Total terdapat 8 PU yang terdiri dari 3 PU untuk tingkatan AF awal dan tengah, serta 2 PU untuk AF lanjut. Serangga yang tertangkap bervariasi berdasar pada tingkat perkembangan agroforestri dan bulan pengamatan. Terdapat perbedaan keragaman serangga (jumlah dan jenis) berdasarkan perbedaan tingkatan agroforestri (awal, tengah, dan lanjut) pada lahan lahan agroforestri berbasis jati di Desa Nglanggeran, Zona Batur Agung, Gunungkidul. Agroforestri awal dan tengah menunjukkan kemelimpahan serangga (ordo) terbanyak dengan proporsi tertinggi serangga yang berperan sebagai hama berasal dari ordo Lepidoptera, Diptera, Blattaria, Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera, Isoptera, dan Dermaptera. Tingkatan AF berpengaruh terhadap kehadiran serangga dari ordo Hymenoptera dan Diptera, lebih lanjut keragaman vegetasi pada agroforestri (awal dan tengah) dapat meningkatkan keragaman serangga baik yang berperan sebagai hama (trofik 2) maupun musuh alami (trofik 3).

© Jurnal Ilmu Kehutanan-All rights reserved

Pendahuluan

Keanekaragaman hayati merupakan aspek yang diperlukan untuk kelanjutan kelangsungan hidup manusia. Kajian tentang bagaimana hubungan antara proses yang terjadi dalam ekosistem serta fungsi ekosistem terhadap keanekaragaman hayati telah dilakukan (Brose & Hillebrand 2016). Lebih lanjut disebutkan bahwa kegiatan pemanfaatan lahan, alih fungsi hutan, serta intensifikasi pertanian dapat menjadi penyebab utama hilangnya keanekaragaman hayati dan berkurangnya fungsi ekosistem (Pumarino et al. 2015). Pada level ekosistem, kegiatan pertanaman dengan mengkombinasikan tanaman keras dan tanaman semusim melalui sistem agroforestri dikatakan dapat mengurangi resiko akibat alih fungsi

hutan (Tschardt et al. 2011). Salah satu indikator keanekaragaman hayati pada level ekosistem dapat dilihat dari aspek kehadiran serangga (Moreno et al. 2007).

Agroforestri dapat mengurangi tingkat kerusakan tanaman berkayu akibat serangan serangga hama (Pumarino et al. 2015), misalkan pada pertanaman kakao, agroforestri mempengaruhi tingkat kehadiran serangga herbivora (kepik daun dan kumbang penggerek kakao) melalui efek naungan yang diberikan (Bisseleua et al. 2013). Kajian populasi serangga kaitannya dengan pemanfaatan lahan sebagian masih terbatas pada perannya sebagai hama (Pumarino et al. 2015). Informasi tentang bagaimana pengaruh tingkat agroforestri terhadap populasi

serangga berdasarkan tingkatan trofiknya masih sangat terbatas.

Nglanggeran merupakan salah satu bagian wilayah dari Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta yang sebagian besar warganya memanfaatkan lahan pertanian dengan pola agroforestri berbasis jati. Sistem agroforestri yang dikembangkan warga bervariasi berdasar pada tingkat perkembangan atau usia jati sebagai tanaman pokok. Sistem agroforestri, sebagai salah satu bentuk praktik pemanfaatan lahan dipandang dapat mendatangkan keuntungan ekonomi sehingga saat ini semakin banyak dilakukan (Saha 2006; Quinkenstein et al. 2009). Selain keuntungan secara ekonomi (Saha 2006), dari konteks ekologi aktivitas manusia dalam modifikasi pemanfaatan lahan dapat berpengaruh terhadap biodiversitas di dalamnya (Balvanera et al. 2006).

Sistem agroforestri, pada pelaksanaannya dapat dibagi menjadi tiga fase perkembangan yaitu (Suryanto et al. 2005): (a) agroforestri awal, adalah agroforestri dengan pemanfaatan ruang horizontal untuk tanaman semusim > 50%, (b) agroforestri tengah, merupakan model agroforestri dengan luas bidang olah adalah 25-50%, dan (c) agroforestri lanjut, mengarah pada pembentukan hutan rakyat (agroforestri kompleks). Dengan kata lain, perbedaan kondisi ekosistem (tingkat perkembangan agroforestri) akan berakibat kepada munculnya perbedaan karakteristik ekosistem (biotik dan abiotik) (Suryanto & Putra 2012) yang kemudian dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis serangga yang ditemukan (Balvanera et al. 2006)

Kajian tentang pengaruh keanekaragaman jenis dan komposisi pohon terhadap serangga herbivora telah dilakukan sebelumnya dengan hasil yang beragam (Vehviläinen et al. 2007). Selain kondisi lingkungan (habitat tempat inang tumbuh), kelimpahan serangga dapat dipengaruhi pula oleh kondisi individu tanaman inang. Lebih lanjut, pada level individu, kualitas tanaman inang berpengaruh

secara langsung terhadap kelimpahan serangga herbivora, dan selanjutnya memberikan efek kepada kelimpahan predator (Triyogo & Yasuda 2013). Pengaruh lain misalnya ketersediaan nutrisi yang tinggi pada daun tanaman inang yang terserang tumor berpengaruh terhadap kelimpahan kutu daun, perbedaan fase pembungaan, serta kondisi tajuk tanaman inang (Triyogo & Yasuda 2013; Damayanti et al. 2016).

Selama ini, kelimpahan serangga sebagai hama lebih banyak mendapat perhatian di kalangan peneliti (Denno & Kaplan 2007). Meskipun disadari bahwa dalam trofik level, serangga juga mampu memberikan dampak lain bagi ekosistem, misalnya sebagai predator hama, polinator, dan/atau vektor penyakit (Bronstein et al. 2006; Triyogo & Widyastuti 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komunitas serangga berdasarkan tingkat perkembangan ekosistem agroforestri, lebih lanjut bukan hanya sebagai hama tapi potensinya yang lain sesuai dengan tingkatannya dalam level tropik.

Bahan dan Metode

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di Dusun Nglanggeran Kulon yang berada di Zona Batur Agung, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Koleksi serangga dilakukan bulan April, Mei, dan Juni 2016.

Penentuan Lokasi Pengamatan

Lokasi (plot) pengamatan ditentukan dengan pertimbangan tingkat perkembangan agroforestri (AF) berbasis jati yang ditemui. Agroforestri (AF) jati yang dijadikan lokasi pengambilan sampel serangga adalah AF tingkatan awal, tengah, dan lanjut yang didasarkan pada umur tanaman pokok (jati), serta tingkat tutupan tajuk tanaman penyusun di dalamnya (Suryanto et al. 2005). Berdasarkan kriteria tersebut diperoleh 3 (tiga) tingkatan perkembangan AF yang berbeda yaitu: AF awal (tanaman jati 1 tahun); tengah

(2 tahun); dan lanjut (>5 tahun). Kondisi lingkungan pada masing-masing tingkatan AF disajikan pada Tabel 1.

Tanaman jati di tiap tingkat perkembangan AF ditanam secara acak dan dicampur dengan tanaman berbeda-beda. Tanaman jati pada AF awal ditanam bersama-sama dengan tanaman jagung, singkong, dan kacang. Agroforestri tengah tanaman jati mulai dikombinasi dengan tanaman kakao, serta tanaman kayu lain (sengon dan mahoni), dan AF lanjut hanya berisi tanaman jati dan mahoni yang tajuknya sudah saling bersentuhan.

Pembuatan Petak Ukur (PU)

Pada tiap plot pengamatan dibuat PU berbentuk *square* berukuran 20 x 20 m² dan diletakkan secara *purposive* dengan pertimbangan kondisi jati dan topografi. Jumlah PU berdasarkan pada luas masing-masing plot pengamatan. Luas masing-masing plot pengamatan yang digunakan adalah 0,25 ha; 0,15 ha, dan 0,15 ha berturut-turut untuk AF awal, tengah, dan lanjut. Dengan menggunakan intensitas sampling 10% diperoleh sebanyak 3 PU untuk AF awal dan tengah, dan 2 PU untuk AF lanjut. Petak ukur diletakkan berdampingan satu sama lain pada areal jati umur yang sama dengan jarak minimal 10 meter.

Pemasangan Perangkap

Untuk mengetahui komunitas serangga di lokasi penelitian digunakan pendekatan dengan menggunakan perangkap serangga yang ditujukan pada serangga terestrial dan serangga terbang. Koleksi

serangga dilakukan menggunakan *wetpitfall* dan *sticky trap*. *Pitfall trap* dipasang dengan cara memendam gelas plastik berukuran diameter sekitar 7,0 cm pada permukaan tanah dan menambahkan dengan cairan sabun/deterjen (Ribeiro et al. 2011). *Sticky trap* digunakan untuk mendapatkan serangga terbang berukuran kecil (misal: *bee*, *hoverflies*, atau kumbang *coccinela*). Jumlah *pitfall* yang diletakkan adalah sebanyak 9 buah mengikuti pola grid sementara 5 *sticky trap* diletakkan mengikuti pola diagonal dan ditempatkan secara proporsional di setiap petak ukur dalam setiap plot pengamatan. Total terdapat 40 dan 72 perangkap masing-masing untuk *sticky* dan *pitfall trap*. Sebagai tambahan, penangkapan dilakukan secara langsung pada serangga yang ditemui dengan menggunakan tangan atau *sweep net* pada saat pemanenan. *Sweep net* yang digunakan berukuran diameter 38 cm, dan digunakan dengan ayunan ganda pada ketinggian 1,3 m atau menyesuaikan tanaman sekitar. Total jumlah ayunan ganda *sweep net* yang dilakukan adalah 9/petak ukur. Serangga hasil koleksi dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi hingga level famili dan morfospesies.

Analisis Data

Kemelimpahan serangga yang ditemui pada tingkat perkembangan AF dan bulan pengamatan dihitung dan dianalisis dengan menggunakan bantuan program Microsoft excel. Data lapangan yang tidak mengikuti sebaran normal akan ditransformasi untuk kemudian dianalisis menggunakan SPSS 16.00. Pengaruh variasi bulan pengamatan dan AF terhadap

Tabel 1. Kondisi lingkungan pada masing-masing tingkatan agroforestri yang diamati pada tiga bulan berbeda.
Table 1. Environment conditions on each level of teak-based agroforestry systems observed on three different months.

Bulan (2016)	Kelembaban udara (%)				Intensitas cahaya (Lux)				Suhu permukaan tanah (°C)			
	Tingkat perkembangan agroforestri											
	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata
April	81	77	77	78,3	14654	9736,6	8270	10886,8	33,2	31,3	28,6	31,0
Mei	78	73	73	74,7	7146,6	5431,6	3310	5296	34,7	32,9	29,7	32,4
Juni	78	67	67	70,7	5100	2242	586	2642,7	35,5	33,1	28,9	32,5
Rerata	79	72,3	72,3	74,6	8966,8	5803,4	4055,3	6275,2	34,5	32,4	29,1	32,0

Keterangan : Aw = awal, Tng = tengah, Lnj = lanjut
Remark : Aw = early, Tng = middle, Lnj = advanced

kemelimpahan serangga pada level ordo dianalisis dengan melakukan analisis varian (ANOVA). Peran tiap ordo dan/atau famili serangga dalam trofik level dijelaskan secara analisis deskriptif. Indeks keanekaragaman (H') dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut (Krebs 2009):

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H' = indeks keanekaragaman
- p_i = n_i / N
- n_i = jumlah individu jenis ke- i
- S = jumlah jenis

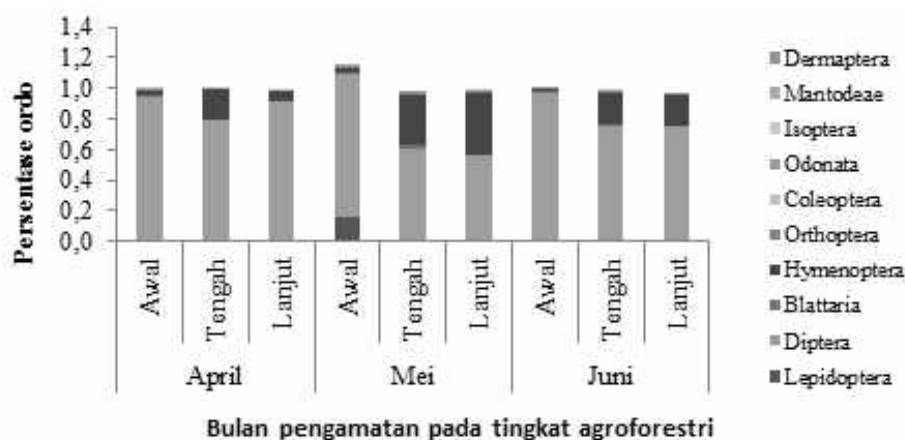
Hasil dan Pembahasan

Pengamatan kemelimpahan serangga berdasarkan bulan menunjukkan bahwa pada level ordo berturut-turut dari yang tertinggi adalah pada bulan Mei (9 ordo), April (8 ordo), dan Juni (7 ordo) (Gambar 1). Sementara, kemelimpahan serangga berdasarkan tingkat perkembangan AF menunjukkan bahwa jumlah ordo terbanyak pada AF awal dan tengah (10 ordo) dengan masing-masing 7.059 dan 2.542 individu. Terdapat keanekaragaman dan kemelimpahan serangga yang berbeda pada setiap bulan pengamatan maupun tingkat perkembangan AF (Gambar 1).

Rayap (Isoptera: Rotermitidae) dijumpai hanya pada bulan April pada AF awal (1 tahun) dan tengah (2

tahun). Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa respon rayap sangat beragam di tingkat jenis dan sangat dipengaruhi oleh faktor ketinggian tempat, kondisi drainase, dan intensitas pengolahan tanahnya (Kooyman & Onck 1987). Agroforestri tingkat awal dan tengah merupakan tipologi AF yang masih terdapat tanaman budidaya di dalamnya yang artinya ada tindakan pengolahan lahan (Suryanto & Putra 2012). Lebih lanjut, pengaruh positif adanya kegiatan pengolahan lahan terhadap jenis rayap *Microtermes* spp. telah dilaporkan sebelumnya (Kooyman & Onck 1987) hal ini yang diduga dapat mengakibatkan ditemuinya rayap pada level AF awal. Tonggak-tonggak jati sisa panen yang ditemui pada AF awal diduga berpengaruh pada keberadaan rayap.

Berdasarkan hasil analisis varian, faktor tingkatan agroforestri memberikan pengaruh nyata terhadap kemelimpahan ordo Hymenoptera (serangga terestrial) dan Diptera (aerial) (Tabel 2). Ordo Hymenoptera merupakan serangga terestrial dengan jumlah total individu terbanyak yang dijumpai di setiap tingkat perkembangan AF yaitu berturut-turut tengah (588 individu), lanjut (208), dan awal (137)(Tabel 3). Kelompok yang mendominasi dari ordo ini adalah semut (Formicidae) dan selebihnya adalah kelompok tawon (Braconidae dan Vespidae) (Tabel 3). Pengaruh kondisi lahan serta jenis dan kemelimpahan vegetasi terhadap kemelimpahan semut telah banyak diteliti (Bestelmeyer & Wiens 1996; Samson et al.



Gambar 1. Hasil koleksi serangga (level ordo) di tiga tingkatan perkembangan agroforestri pada bulan April - Juni 2016. Figure 1. The results of insect collection (ordo level) on three development phases of agroforestry on April, May, June 2016.

1997). Lebih lanjut disebutkan bahwa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas semut utamanya adalah faktor suhu (Kaspari & Weiser 2000; Weidenmüller et al. 2009). Agroforestri awal dan tengah memiliki tingkat tutupan tajuk yang lebih ringan sehingga memungkinkan cahaya matahari yang diterima sampai permukaan tanah lebih besar dibandingkan agroforestri lanjut (Suryanto & Putra 2012). Cahaya matahari yang mencapai permukaan lantai hutan akan mempengaruhi suhu tanah dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi aktivitas semut. Kondisi lingkungan pada ekosistem AF awal dan tengah yang lebih terbuka dapat mengakibatkan tingginya jumlah individu semut yang tertangkap dalam perangkap (Tabel 1).

Pengaruh tingkat AF juga terlihat pada kelimpahan serangga aerial dari ordo Diptera (Tabel 2). Berturut-turut kelimpahan Diptera dari yang tertinggi adalah pada AF awal (6.778 individu), tengah (1.882), dan lanjut (821) dengan komposisi terbanyak didominasi oleh berturut-turut famili Muscidae, Tephritidae, dan Culicidae (Tabel 3). Muscidae (*house fly*) merupakan anggota Diptera yang aktivitas terbangnya sangat dipengaruhi oleh temperatur dan umur (Buchan & Moreton 1981). Temperatur antara 14°C hingga 40°C merupakan kisaran pergerakan dari *house fly* ini, lebih lanjut dikatakan bahwa temperatur yang tinggi akan memacu pergerakan sehingga laju terbang dari *house fly* pun akan meningkat (Buchan and Moreton 1981). Agroforestri lanjut memiliki

karakter tutupan tajuk yang lebih rapat yang mengakibatkan intensitas cahaya matahari yang sampai permukaan tanah lebih rendah dibandingkan AF awal dan tengah (Tabel 1). Kondisi cahaya yang rendah mengakibatkan rendahnya frekuensi terbang dari *house fly* (Semakula et al. 1989).

Terdapat tiga famili yang hanya ditemukan pada tingkatan AF tengah yaitu Lymantriidae, Geometridae, dan Forficulidae (Tabel 3). Karakter level agroforestri tengah dengan komposisi vegetasi yang lebih didominasi tanaman berkayu (jati, sengon, mahoni, dan kakao) dapat menyebabkan perbedaan komunitas serangga terestrial yang hidup di dalamnya (Gambar 2). Vegetasi penyusun secara tidak langsung dapat mempengaruhi keberadaan serangga melalui kelimpahan serasah yang dihasilkan. Sebagai contoh, Dermaptera (Forficulidae) pada penelitian ini ditemukan aktif di tumpukan serasah vegetasi pada ekosistem AF tengah. Dermaptera dalam ekosistem dapat berperan sebagai hama (Dib et al. 2017) maupun sebagai predator (Dib et al. 2016).

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis (H') serangga (Krebs 2009) menunjukkan nilai yang beragam (Tabel 4). Data indeks keanekaragaman pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa besar indeks keanekaragaman serangga selalu berubah-ubah pada setiap tingkatan AF yang berbeda. Namun demikian dapat dilihat bahwa perbedaan tingkat keanekaragaman tidak terlampaui jauh. Nilai keanekaragaman tertinggi ada pada AF awal (2,86), tengah (2,76), dan lanjut

Tabel 2. Nilai F hitung hasil analisis varian pengaruh variasi bulan pengamatan (B), tingkat perkembangan agroforestri (AF), serta interaksinya terhadap serangga yang ditemui pada level ordo.

Table 2. F value results of ANOVA for the effects of month (B), agroforestry level (AF), and their interactions on the insects abundance on ordo level.

Sumber variasi	Hy.	Orth.	Col.	Dip.	Blat.	Od.	Lep.	Mant.	Isop.	Derm.
B	1,72	1,671	0,34	0,32	6,17**	0,23	0,94	0,71	1,42	2,85
AF	4,49**	11,97***	1,82	4,48**	6,12	4,16	1,73	0,78	0,31	3,12
B x AF	1,43	1,56	1,70	0,38	0,64	0,26	0,93	0,78	0,31	3,12

Keterangan: B: Bulan, AF: Tingkatan agroforestri, Hy: Hymenoptera, Orth: Orthoptera, Col: Coleoptera, Dip: Diptera, Blat: Blattaria, Od: Odonata, Lep: Lepidoptera, Mant: Mantodeae, Isop: Isoptera, Derm: Dermaptera
Tingkat signifikansi: ** $P < 0,05$; *** $P < 0,001$

Remark: B: Month, AF: Agroforestry level, Hy: Hymenoptera, Orth: Orthoptera, Col: Coleoptera, Dip: Diptera, Blat: Blattaria, Od: Odonata, Lep: Lepidoptera, Mant: Mantodeae, Isop: Isoptera, Derm: Dermaptera
Significance level: ** $P < 0,05$; *** $P < 0,001$

Tabel 3. Jumlah serangga pada level famili yang ditemukan pada tiga tingkatan perkembangan agroforestri (awal, tengah, dan lanjut) yang diamati pada bulan April, Mei, dan Juni dengan metode *sticky* dan *pitfall trap*.**Table 3.** The amount of insects on family level on three different levels of agroforestry (early, middle, and advanced) observed on April, May, and June by using sticky and pitfall trap method.

Serangga	April				Mei				Juni			
	Aw.	Tg.	Lnj.	Tot.	Aw.	Tg.	Lnj.	Tot.	Aw.	Tg.	Lnj.	Tot.
Lepidoptera												
Pyralidae	6	0	0	6	3	6	3	12	4	1	0	5
Lymantriidae	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0
Nymphalidae	1	3	1	5	0	0	0	0	1	0	0	1
Geometridae	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera												
Tephritidae	452	551	327	1330	144	170	116	430	187	235	130	552
Muscidae	1424	361	38	1823	1506	172	99	1777	2992	338	78	3408
Culicidae	19	17	1	37	46	22	29	97	8	16	3	27
Blattaria												
Blattellidae	7	0	0	7	22	19	4	45	18	8	0	26
Hymenoptera												
Braconidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vespidae	0	1	0	1	3	3	2	8	1	0	0	1
Formicidae	71	225	26	322	32	196	178	406	29	163	4	196
Orthoptera												
Gryllidae	13	1	0	14	6	5	2	13	7	9	1	17
Acrididae	5	2	2	9	17	2	2	21	3	0	0	3
Coleoptera												
Scaradiae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Carabidae	0	0	0	0	3	4	1	8	0	0	0	0
Languriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4
Coccinellidae	0	2	1	3	10	2	0	12	14	3	0	17
Chrysomilidae	3	0	6	9	0	0	0	0	1	3	0	4
Odonata												
Libellulidae	1	0	0	1	2	0	0	2	1	0	0	1
Isoptera												
Rinotermitidae	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantodeae												
Mantidae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Dermaptera												
Forficulidae	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
TOTAL	2003	1167	402	3572	1796	605	436	2837	3268	780	216	4245

Keterangan: Aw: Awal; Tg: Tengah; Lnj: Lanjut; Tot: Total

Remark: Aw: Early; Tg: Middle; Lnj: Advanced; Tot: Total

Tabel 4. Indeks keanekaragaman (H') serangga pada tiga tingkat perkembangan agroforestri yang berbeda.**Table 4.** Index diversity (H') of insects on three different levels of agroforestry.

Tingkatan agroforestri	Indeks keanekaragaman (H')
Awal	2,86
Tengah	2,76
Lanjut	2,52

(2,52) (Tabel 4). Berdasarkan atas nilai yang diperoleh tersebut tingkat keanekaragaman pada ketiga tingkatan perkembangan AF adalah kriteria sedang (Krebs 2009).

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa keanekaragaman hayati yang ada dalam suatu

ekosistem menjadi salah satu indikasi kestabilan lingkungan ekosistem tersebut (Brose & Hillebrand 2016). Di antara banyak faktor yang dapat mempengaruhi komunitas biologi di suatu ekosistem salah satunya adalah karakter dari ekosistem (McKinney 2008). Ekosistem dalam konteks sebagai habitat dapat mempengaruhi komunitas serangga melalui perbedaan karakter yang dimiliki antara lain jumlah, jenis, ukuran, dan kerapatan vegetasi di dalamnya (McKinney 2008; Uno et al. 2010). Pada penelitian ini AF tengah merupakan ekosistem dengan karakter jenis vegetasi yang beragam (jati, kakao, sengan, dan mahoni) tanpa keberadaan tanaman semusim.

Trofik 3	Trofik 3	Trofik 3
Odonata (Libellulidae: 1 morfospesies) Mantodeae (Mantidae: 1 morfospesies) Coleoptera (Coccinellidae: 1 morfospesies; Carabidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 7 morfospesies; Vespidae: 1 morfospesies; Braconidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 1 morfospesies) Diptera (Muscidae: 1 morfospesies; Culicidae: 1 morfospesies)	Coleoptera (Coccinellidae: 1 morfospesies; Carabidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 7 morfospesies; Vespidae: 1 morfospesies; Braconidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 1 morfospesies) Diptera (Muscidae: 2 morfospesies; Culicidae: 1 morfospesies) Dermaptera (Forficulidae: 1 morfospesies)	Odonata (Libellulidae: 1 morfospesies) Coleoptera (Coccinellidae: 2 morfospesies; Carabidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 4 morfospesies; Vespidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 2 morfospesies) Diptera (Muscidae: 2 morfospesies; Culicidae: 1 morfospesies)
Trofik 2	Trofik 2	Trofik 2
Lepidoptera (Pyralidae: 1 morfospesies; Nymphalidae: 1 morfospesies; Lymantriidae: 1 morfospesies) Diptera (Tephritidae: 1 morfospesies) Blattaria (Blattellidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 2 morfospesies; Acrididae: 2 morfospesies) Coleoptera (Chrysomilidae: 1 morfospesies; Scarabidae: 1 morfospesies; Languriidae: 1 morfospesies) Isoptera (Rhinotermitidae 1 morfospesies)	Lepidoptera (Geometridae: 1 morfospesies; Nymphalidae: 1 morfospesies; Pyralidae: 1 morfospesies; Lymantridae: 1 morfospesies) Diptera (Tephritidae: 1 morfospesies) Blattaria (Blattellidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 2 morfospesies; Acrididae: 3 morfospesies) Coleoptera (Chrysomilidae: 1 morfospesies; Buprestidae: 1 morfospesies; Languriidae: 1 morfospesies) Isoptera (Rhinotermitidae: 1 morfospesies) Dermaptera (Forficulidae: 1 morfospesies)	Lepidoptera (Pyralidae: 1 morfospesies; Nymphalidae: 1 morfospesies) Diptera (Tephritidae: 1 morfospesies) Blattaria (Blattellidae: 1 morfospesies) Hymenoptera (Formicidae: 1 morfospesies) Orthoptera (Gryllidae: 2 morfospesies; Acrididae: 2 morfospesies) Coleoptera (Chrysomilidae: 1 morfospesies; Buprestidae: 1 morfospesies)

Gambar 2. Struktur umum komunitas serangga berdasarkan trofik level yang terbentuk di tiap tingkatan agroforestri (a) awal, (b) tengah, dan (c) lanjut.

Figure 2. Structure of insects community based on its trophic level on level of agroforestry (a) early, (b) middle, and (c) advanced.

Berbeda dengan karakter vegetasi yang ada pada AF awal, merupakan kombinasi jati dan beberapa tanaman semusim (kacang-kacangan, singkong, dan/atau jagung) dominasi tutupan tanaman ada di dekat permukaan tanah. Karakter vegetasi yang didominasi tanaman berkayu (bertajuk) pada AF tengah dan dominasi tanaman semusim akan

mempengaruhi jenis serangga yang ada di dua ekosistem AF tersebut.

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai keanekaragaman jenis di suatu habitat, maka keseimbangan komunitasnya juga akan semakin tinggi (Ludwig & Reynolds 1988). Jenis vegetasi yang lebih beragam dapat mengakibatkan

lebih banyaknya serangga (jumlah dan jenis). Pada umumnya, serangga herbivora ditemukan pada inang karena memanfaatkan inang sebagai tempat tinggal atau tertarik terhadap karakter yang dimiliki oleh inang. Perbedaan karakter habitat yang terdapat pada masing-masing tingkatan AF mengakibatkan perbedaan komunitas serangga pada level ordo (Gambar 2).

Tanaman inang memberikan respon positif terhadap serangga dengan memberikan sumber makanan, senyawa volatil, arsitektur, dan tempat berlindung (Damman 1993; Schoonhoven et al. 1998). Secara umum, lapisan penyusun ekosistem terestrial dapat dibagi menjadi 3 tingkat yaitu tanaman inang pada tropik 1, kemudian serangga phytogamous pada tingkat 2, dan musuh alami di tingkat 3 (Utsumi & Ohgushi 2008). Sebagai tambahan adalah keberadaan organisme yang berperan sebagai dekomposer atau pengurai materi mati hanya ditemukan pada AF awal dan tengah. Famili Furculidae (Dermaptera) umumnya menggunakan materi tumbuhan yang telah mati dan membusuk, namun mereka dapat pula mengakibatkan kerusakan pada tanaman yang masih hidup (daun, jamur, semai, dan tunas). Berapa jenis dari ordo Dermaptera ini juga merupakan predator, yang memangsa serangga hidup lain dan invertebrata kecil. Peran yang lain dalam ekosistem adalah sebagai perombak bangkai serangga invertebrata kecil.

Seperti dijelaskan sebelumnya, bahwa jumlah ordo terbanyak ditemui pada AF awal dan tengah (10 ordo). Keberadaan serangga pada trofik 2 menjadi penting karena potensinya di ekosistem untuk dapat menjadi hama tanaman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh tingkatan agroforestri terhadap status keberadaan serangga (kemelimpahan maupun jenis) pada level ordo dan famili. Namun demikian, pengaruh tingkatan AF dapat berbeda ketika pengamatan dilakukan pada bulan yang berbeda. Pada tingkatan AF awal dan tengah ditemukan ordo dan famili terbanyak. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat keragaman vegetasi

diikuti dengan keragaman serangga namun demikian perlu diwaspadai potensi serangga yang dapat menjadi hama tanaman (trofik 2).

Kesimpulan

Terdapat perbedaan keragaman serangga (jumlah dan jenis) berdasarkan perbedaan tingkatan agroforestri (awal, tengah, dan lanjut) pada lahan-lahan agroforestri berbasis jati di Desa Nglanggeran, Zona Batur Agung, Gunungkidul. Agroforestri awal dan tengah menunjukkan kemelimpahan serangga (ordo) terbanyak dengan proporsi tertinggi serangga yang berperan sebagai hama berasal dari ordo Lepidoptera, Diptera, Blattaria, Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera, Isoptera, dan Dermaptera. Tingkatan AF berpengaruh terhadap kehadiran serangga dari ordo Hymenoptera dan Diptera, lebih lanjut keragaman vegetasi (AF awal dan tengah) dapat berpengaruh positif meningkatkan keanekaragaman serangga baik yang berperan sebagai hama (trofik 2) maupun musuh alami (trofik 3).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi 2016 dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian No: 684/UN1-P.III/LT/DIT-LIT/2016.

Daftar Pustaka

- Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He JS, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9: 1146–1156.
- Bestelmeyer BT, Wiens JA. 1996. The Effects of land use structure of ground foraging ant community in the Argentinean Chaco. *Ecological Applications* 6:1225–1240.

- Bisseleua HBD, Fotio D, Missoup AD, Vidal S. 2013. Shade tree diversity, cocoa pest damage, yield compensating inputs and farmers' net returns in West Africa. *PLoS one* **8**(3): p.e56115.
- Brose U, Hillebrand H. 2016. Biodiversity and ecosystem functioning in dynamic landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **371**:20150267.
- Bronstein JL, Alarcón R, Geber M. 2006. The evolution of plant-insect mutualisms. *New Phytologist* **172**: 412-428.
- Buchan PB, Moreton RB. 1981. Flying and walking of small insects (*Musca domestica*) recorded differentially with a standing-wave radar actograph. *Physiological Entomology* **6**(5): 149 - 155.
- Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ, Kremen C. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology letters* **14**(9):922-932.
- Damayanti A, Triyogo A, Ratnaningrum YWN. 2016. Pattern of insect community associated with *Santalum album*. Proceeding of International conference on biodiversity .19 - 20 March 2016, Yogyakarta,.
- Damman H. 1993. Patterns of herbivore interaction among herbivore species. Hlm. 132-169 dalam Stamp NE, Casey TM, editor. *Caterpillars: Ecological and evolutionary constraints on foraging*. Chapman & Hall, New York.
- Denno RF, Kaplan I. 2007. Plant-mediated interactions in herbivorous insects: mechanisms, symmetry, and challenging the paradigms of competition past. Dalam Ohgushi T, Craig TP, Price PW, editor. *Ecological communities: Plant mediation in indirect interaction webs*. Cambridge University Press.
- Kaspari M, Weiser MD. 2000. Ant activity along moisture gradients in a neotropical forest. *Biotropica* **32**(4):703-711.
- Kooyman C, Onck RFM. 1987. Distribution of termite (Isoptera) species in southwestern Kenya in relation to land use and the morphology of their galleries. *Biology and Fertility of Soils* **3**:69
- Krebs CJ. 2009. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 6th ed. Hlm. 655. .
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical ecology*. J. Wiley. New York.
- McKinney ML. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems* **11**:161-176.
- Moreno CE, Sánchez-rojas G, Pineda E, Escobar F. 2007. Shortcuts for biodiversity evaluation: a review of terminology and recommendations for the use of target groups, bioindicators and surrogates. *International Journal of Environmental Health* **1**:71-86.
- Ohgushi T, Craig TP, Price PW. 2007. *Ecological communities: plant mediation in indirect interaction webs*. Cambridge University Press.
- Pumariño L, Sileshi GW, Gripenberg S, Kaartinen R, Barrios E, Muchane, MN, Midega C, Jonsson M. 2015. Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: a meta-analysis. *Basic and Applied Ecology* **16**(7): 573-582.
- Quinkenstein A, Woelcke J, Böhm C, Gruenewald H, Freese D, Schneider BU, Huettl RF. 2009. Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. *Environmental Science and Policy* **12**(8):1112-1121.
- Ribeiro-Júnior MA, Rossi R, Miranda CL, Ávila-Pires TCS. 2011. Influence of pitfall trap size and design on herpetofauna and small mammal studies in a Neotropical Forest. *Zoologia* **28**(1):80-91.
- Saha SK. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. 2004. Hlm. 524 dalam Schroth G, da Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac AN, editor. Island Press, Washington DC.
- Samson DA, Rickart EA, Gonzales PC. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica* **29**:349 - 363.
- Schoonhoven LM, Jermy T, Van Loon JJA. 1998. Plants as insect food: not the ideal. Hlm.83-120. *Insect-plant biology*. Springer, US.
- Semakula LM, Taylor RAJ, Pitts CW. 1989. Flight behavior of *Musca domestica* and *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in a Kansas dairy barn. *Journal of Medical Entomology* **26**(6): 501-509.
- Suryanto P, Putra ETS. 2012. Traditional enrichment planting in agroforestry marginal land Gunungkidul, Java, Indonesia. *Journal of Sustainable Development* **5**(2): 77-87.
- Suryanto P, Sabarnurdin MS, Tohari. 2005. Resources sharing dynamics in agroforestry systems: Basic consideration in arrangement strategy silviculture. *Jurnal Ilmu Pertanian* **12**(2): 168-181.
- Triyogo A, Widyastuti SM. 2012. Peran serangga sebagai vektor penyakit karat puru pada sengon (*Albizia falcataria* L. Fosberg). *Jurnal Agronomi Indonesia* **40**(1):77-82.
- Triyogo A, Yasuda H. 2013. Effect of host-plant manipulation by a gall-inducing insect on abundance of herbivores on chestnut trees. *Applied Entomology and Zoology* **48**(3):345-353.
- Tscharntke T, et al. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - A review. *Journal of Applied Ecology* **48**: 619-629
- Uno S, Cotton J, Philpott SM. 2010. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban greenspaces. *Urban Ecosystem* **13**:425-441.
- Utsumi S, Ohgushi T. 2008. Host plant variation in plant-mediated indirect effects: moth boring-induced susceptibility of willows to a specialist leaf beetle. *Ecological Entomology* **33**(2):250-260.
- Vehviläinen H, Koricheva J, Ruohomäki K. 2007. Tree species diversity influences herbivore abundance and damage: meta-analysis of long-term forest experiments. *Oecologia* **152**: 287-298
- Weidenmüller A, Mayr C, Kleineidam CJ, Roces F. 2009. Preimaginal and adult experience modulates the thermal response behavior of ants. *Current Biology* **19**(22):1897-1902.
- Wilby A, Thomas MB. 2002. Are the ecological concepts of assembly and function of biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control? *Agricultural and Forest Entomology* **4**:237-43.