



## Keanekaragaman Jenis Semut pada Tingkat Perkembangan Lahan yang Berbeda: Pendekatan Fase Agroforestri

*The Diversity of Ants in Different Land Developmental: An Agroforestry Phase Approach*

Ananto Triyogo<sup>1\*</sup>, Budiadi<sup>1</sup>, SM. Widyastuti<sup>1</sup>, Suwito Setyo Budi<sup>2</sup>, & Selly Varanita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Sillvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Agro No. 1 Bulaksumur, Sleman, 55281

\*Email: triyog099@yahoo.com

<sup>2</sup>Sekolah Vokasi Program Studi Pengelolaan Hutan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sekip Unit 1, Bulaksumur, Sleman, 55281

### ABSTRACT

#### HASIL PENELITIAN

Riwayat Naskah :

Naskah masuk (received): 12 September 2018

Diterima (accepted): 29 Juli 2019

#### KEYWORDS

diversity  
ant  
functional group  
agroforestry phase

*The levels of land development process typically followed by changes in the vegetation structure of the ecosystems that comprises it. In a process, interventions whether artificial (human) or natural were able to affect land development, either support or hinder. Some of the interventions that possible to occur are human activities through revegetation and land use, such as agroforestry practice (AF). The levels of land development through the shift of AF development phase common followed by changes in the vegetation inside. In terms of ecology, the mechanism of how the AF development phase affects the community structure is important to know. This research was conducted to determine the community structure of ants under the AF ecosystem and it is functional groups. In addition, we divided the AF system based on its developmental phase (early, middle, and advance). The data was obtained in the area of Nglanggeran, Gunung Kidul Regency of Yogyakarta during the dry season (April, May, June, August, and September). Meanwhile, method of ant collection utilized pit-fall trap and direct collection method. A total 7 species of ants were obtained consisting *Odontoponera denticulate* (Ponerinae), *Odontomachus* sp. (Ponerinae), *Anaplolepis gracilipes* (Formicinae), *Pheidologeton* sp. (Myrmicinae), *Camponotus* sp. (Formicinae), *Polyrachis* sp. (Formicinae), and *Crematogaster* sp. (Myrmicinae). The AF phase are not followed by different species of ants but has an impact on the species abundance. The highest species diversity and the largest number of individual ants were found in middle, early, and advanced AF, respectively. Furthermore, there are 5 ant functional groups with various abundance based on AF phase. The early AF is more suitable for Generalized myrmicinae (GM) groups, middle for Dominant opportunist (DO) and GM groups, while advanced for Forest opportunist (FO) groups.*

### INTISARI

#### KATA KUNCI

agroforestri  
keanekaragaman jenis  
kelompok fungsional  
semut

Tingkat perkembangan lahan umumnya diikuti dengan perubahan struktur vegetasi penyusun ekosistem yang ada didalamnya. Dalam perjalanannya, muncul intervensi yang dapat mempengaruhi tingkat perkembangan lahan baik mendukung ataupun menghambat. Salah satu bentuk intervensi yang dapat terjadi adalah berupa aktivitas pemanfaatan lahan, sistem agroforestri (AF). Pergeseran tingkat perkembangan lahan melalui pendekatan tingkat perkembangan AF diikuti perubahan vegetasi penyusun menuju kearah ekosistem yang mendekati

ekosistem hutan. Dari sisi ekologi, bagaimana perkembangan AF berdampak terhadap struktur komunitas serangga penyusun di dalamnya, khususnya semut, penting diketahui. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui struktur komunitas semut yang menyusun ekosistem AF. Pengambilan data dilakukan di tiga tingkat AF (awal, tengah, dan lanjut) di musim kemarau (April, Mei, Juni, Agustus, dan September). Metode koleksi semut yang digunakan adalah *pit-fall trap* dan penangkapan langsung. Total diperoleh 7 jenis semut terdiri dari *Odontoponera denticulate* (Ponerinae), *Odontomachus* sp. (Ponerinae), *Anaplolepis gracilipes* (Formicinae), *Pheidologeton* sp. (Myrmicinae), *Camponotus* sp. (Formicinae), *Polyrachis* sp. (Formicinae), dan *Crematogaster* sp. (Myrmicinae). Tingkat perkembangan AF tidak diikuti dengan perbedaan jenis semut namun berdampak pada kelimpahan masing-masing jenis. Keanekaragaman jenis tertinggi serta jumlah individu semut terbesar berturut-turut ada pada AF tengah, awal, dan lanjut. Selanjutnya, terdapat 5 kelompok fungsional dengan variasi kelimpahan berdasarkan perkembangan AF. Tingkat AF awal lebih sesuai untuk kelompok *Generalized myrmicinae* (GM), AF tengah untuk kelompok *Dominant opportunist*, dan AF lanjut untuk *Forest opportunist* (FO).

---

© Jurnal Ilmu Kehutanan -All rights reserved

## Pendahuluan

Tingkat perkembangan lahan umumnya dijelaskan dengan gambaran perubahan struktur jenis penyusun komunitas suatu ekosistem selama jangka waktu tertentu, atau lebih dikenal dengan suksesi (Buma et al. 2017). Pada akhirnya, proses suksesi yang terjadi adalah menuju pada kondisi pemulihan lanskap (suksesi sekunder) atau pada kondisi keseimbangan. Dalam perjalanannya, intervensi yang ada dapat mempengaruhi tingkat perkembangan lahan baik memfasilitasi maupun menghambat. Salah satu bentuk intervensi yang dapat terjadi antara lain berupa revegetasi ataupun aktivitas pemanfaatan lahan. Salah satu sistem pemanfaatan lahan yang dianggap sesuai (baik sisi ekologi maupun ekonomi) adalah agroforestri (van Noordwijk et al. 2012). Disebutkan bahwa, pada level ekosistem, sistem agroforestri dikatakan dapat mengurangi resiko kerusakan lahan (Jiang et al. 2017), mencegah kerusakan akibat hama penyakit (Pumarino et al. 2015), serta meningkatkan pendapatan ekonomi petani. Kondisi kesehatan/kestabilan ekosistem atau habitat dapat dianggap sebagai kemampuan ekosistem tersebut dalam menjalankan fungsinya (*ecosystem service*) (Sandifer et al. 2015). Selain melalui berjalannya fungsi, indikator lain yang dapat digunakan untuk

kestabilan ekosistem adalah keanekaragaman hayati. Keragaman (jumlah dan jenis) baik vegetasi maupun fauna dapat menunjukkan baik atau buruknya kesehatan suatu ekosistem (Wheeler et al. 2015).

Ekosistem agroforestri yang merupakan kombinasi tanaman berkayu dengan tanaman semusim, umum dilakukan oleh petani di daerah tropis dengan luasan bervariasi 0,01 – 5 ha (Nair et al. 2009). Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang sebagian besar warganya memanfaatkan lahan pertanian dengan pola agroforestri. 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, adalah 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).

Kajian tentang bagaimana dampak pemanfaatan lahan (agroforestri) dan kaitannya dengan

keanekaragaman arthropoda secara umum telah dilakukan (Triyogo et al. 2017). Namun demikian, penelitian yang khusus mengkaji sampai level respon jenis terhadap perbedaan perkembangan agroforestri masih sangat terbatas. Pertanyaan umum yang muncul berkaitan dengan studi tentang keanekaragaman hayati pada sistem agroforestri adalah bagaimana dampak perubahan bentuk ekosistem terhadap komunitas setempat (Sans 2007). Komunitas di level spesies dianggap mampu menggambarkan proses dan fungsi dari suatu ekosistem (Gray et al. 2018), dan salah satu spesies yang memiliki banyak keunggulan dan umum digunakan sebagai indikator adalah semut (Hashimoto & Mohamed 2010; Woodcock 2011). Oleh karena jumlah yang berlimpah di daerah tropis (Schultz 2000), fungsi ekologis yang penting (Del Toro et al., 2012; Meyer et al. 2013), dan interaksi yang kompleks dengan ekosistem, semut seringkali digunakan sebagai bio-indikator dalam program penilaian kondisi ekosistem (Majer & Nichols 1998; Wang et al. 2000; Pecarevic et al. 2010). Holldobler dan Wilson (1990) menyatakan bahwa kehadiran semut dapat mengindikasikan kesehatan ekosistem dan memberikan gambaran tentang kehadiran organisme lain. Semut dapat menjadi indikator biologi untuk menilai perubahan lingkungan karena mudah dikoleksi, biomassa dominan, taksonomi maju, dan sensitif pada perubahan lingkungan (Agosti & Alonso 2000; Shahabudin 2011).

Dalam konteks kesehatan ekosistem, peran semut sebagai agen pengendali hayati yang efektif khususnya pada sistem agroforestri telah dikaji sebelumnya (Gonthier et al. 2013; Wielgoss et al. 2014). Beberapa jenis semut dari genus *Crematogaster* dan *Oecophylla* ditemukan melimpah dan berperan sebagai predator aktif terhadap hama penghisap pada agroforestri kakao (Beilhe et al. 2018). Beberapa jenis semut sensitif terhadap perubahan iklim mikro dan struktur habitat (Paknia & Pfeiffer 2011). Perkembangan agroforestri yang dicirikan dengan perubahan komposisi vegetasi serta intensitas pengelolaan yang berbeda diduga dapat berpengaruh terhadap komunitas semut yang ada. Sebagian besar tipe habitat memiliki jenis spesialis tertentu, yang muncul ketika keragaman dan kelimpahan jenis tinggi. Lebih lanjut jenis ini dapat digunakan sebagai

indikator perubahan kualitas habitat. Namun demikian, studi yang fokus pada keragaman dan kelimpahan satu jenis tertentu khususnya pada sistem agroforestri masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komunitas semut pada tingkat perkembangan agroforestri yang berbeda. Lebih lanjut, akan dikaji faktor apa yang dapat mempengaruhi keberadaan jenis semut tertentu pada sistem agroforestri.

## Metode Penelitian

### Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di Dusun Nglanggeran Kulon yang berada di Zona Batur Agung, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Koleksi serangga dilakukan selama periode musim kemarau yaitu April, Mei, Juni, Agustus, dan September.

### Penentuan lokasi pengamatan

Tingkat perkembangan lahan dibedakan melalui pendekatan berupa plot pengamatan yang ditentukan dengan pertimbangan tingkat perkembangan agroforestri (AF) yang ditemui. Agroforestri (AF) 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 pokok 1 tahun); tengah (2 tahun); dan lanjut (>5 tahun). Kondisi lingkungan serta diskripsi kondisi lahan pada masing-masing tingkatan AF disajikan berturut-turut pada Tabel 1 dan Tabel 2.

### Penentuan plot

Pada tiap plot pengamatan dibuat Petak Ukur (PU) berbentuk *square* berukuran 20 x 20 m<sup>2</sup> dan diletakkan secara *purposive* dengan pertimbangan kondisi tanaman pokok 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. PU diletakkan berdampingan satu sama lain pada areal tanaman pokok umur yang sama dengan jarak minimal 10 meter.

### Koleksi semut

Koleksi semut dilakukan dengan dua cara yaitu: (1) *Pit-fall trap*, pemasangan *pit-fall* dilakukan dengan cara memasukan gelas plastik berukuran diameter sekitar 7,0cm ke dalam tanah hingga menyisakan bibir gelas di atas permukaan tanah dan menambahkan dengan cairan sabun/deterjen sebanyak 10 ml (Ribeiro et al. 2011). Jumlah *pit-fall* yang diletakkan adalah sebanyak 9 buah mengikuti pola *grid* pada setiap plot pengamatan (Triyogo et al. 2017). *Pitfall* ditanam di lapangan selama maksimal 2 x 24 jam sebelum dipanen; dan (2) Penangkapan langsung, yaitu dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan sebanyak-banyaknya jenis semut yang berada di dalam plot pengamatan. Semut hasil koleksi dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi hingga tingkatan jenis.

### Kondisi lapangan

Pengamatan kondisi lapangan meliputi intensitas cahaya, kelembaban, dan suhu tanah untuk masing-masing PU diukur pada saat pemasangan dan

pemanenan *pit-fall trap*. Pengukuran kelembaban udara (thermometer hygrometer HTC-1) dilakukan di tengah-tengah PU bersamaan dengan pengukuran intensitas cahaya (Digital Lux meter Fuyi LX-1010B). Suhu permukaan tanah diukur dengan cara meletakkan termometer di atas permukaan tanah di dalam plot pengamatan di titik pusat PU. Masing-masing data lingkungan kemudian disajikan dalam bentuk rerata untuk masing-masing tingkatan AF.

### Analisis data

Kemelimpahan semut yang ditemui pada tingkat perkembangan AF dan waktu pengamatan dihitung dan dianalisis dengan menggunakan bantuan program Microsoft excel. Pengaruh variasi bulan pengamatan dan AF terhadap kemelimpahan jenis semut dianalisis dengan melakukan Analisis varian (ANOVA). Indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks keseragaman *Bray-Curtis* (S), dan indeks kemerataan ( $J'$ ) dihitung dengan menggunakan formula Krebs (2009). Data lapangan yang tidak mengikuti sebaran normal akan ditransformasi. Lebih lanjut, analisis *Principal Components Analysis* (PCA) digunakan untuk mengetahui kecenderungan pengelompokkan jenis-jenis semut yang ditemui berdasarkan perkembangan AF. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah SPSS 16.00 dan Primer 7.

**Tabel 1.** Kondisi lingkungan pada masing-masing fase agroforestri yang diamati pada lima bulan berbeda.

**Table 1.** Environment conditions on each agroforestry phase which observed on five different months.

Bulan	Kelembaban udara (%)				Intensitas cahaya (Lux)				Suhu permukaan tanah (°C)			
	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata	Aw.	Tng.	Lnj.	Rerata
	Fase agroforestri ...											
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
Agustus	64	67	66	65,4	3446,6	3588,6	1307	2780,3	33,3	31,5	31,1	33,3
September	52	57	58	55,7	50380	16566	8010	24985	36,3	34,7	31,1	33,5
Rerata	70,6	68,7	68,2	69,0	16145,2	7512,8	4296,6	9318,2	30,74	3	29,1	32,0

Keterangan: Aw.: Tingkat AF awal, Tng.: Tingkat AF tengah, Lnj.: Tingkat AF lanjut  
Remark: Aw.: Early phase of AF, Tng.: Middle phase of AF, Lnj.: Advance phase of AF

**Tabel 2.** Deskripsi pemanfaatan lahan pada tiga fase perkembangan agroforestri (AF).

**Table 2.** The description of land use on three agroforestry (AF) developmental phase.

Fase perkembangan AF	Deskripsi pemanfaatan lahan
Awal	Pohon pokok (jati 1 tahun) kombinasi singkong, jagung, dan kacang tanah.
Tengah	Pohon pokok (jati 2 tahun) kombinasi singkong, kakao, pisang, tanaman kayu lain (sengon dan mahoni)
Lanjut	Pohon pokok (jati >5 tahun) kombinasi dengan mahoni



## Hasil dan Pembahasan

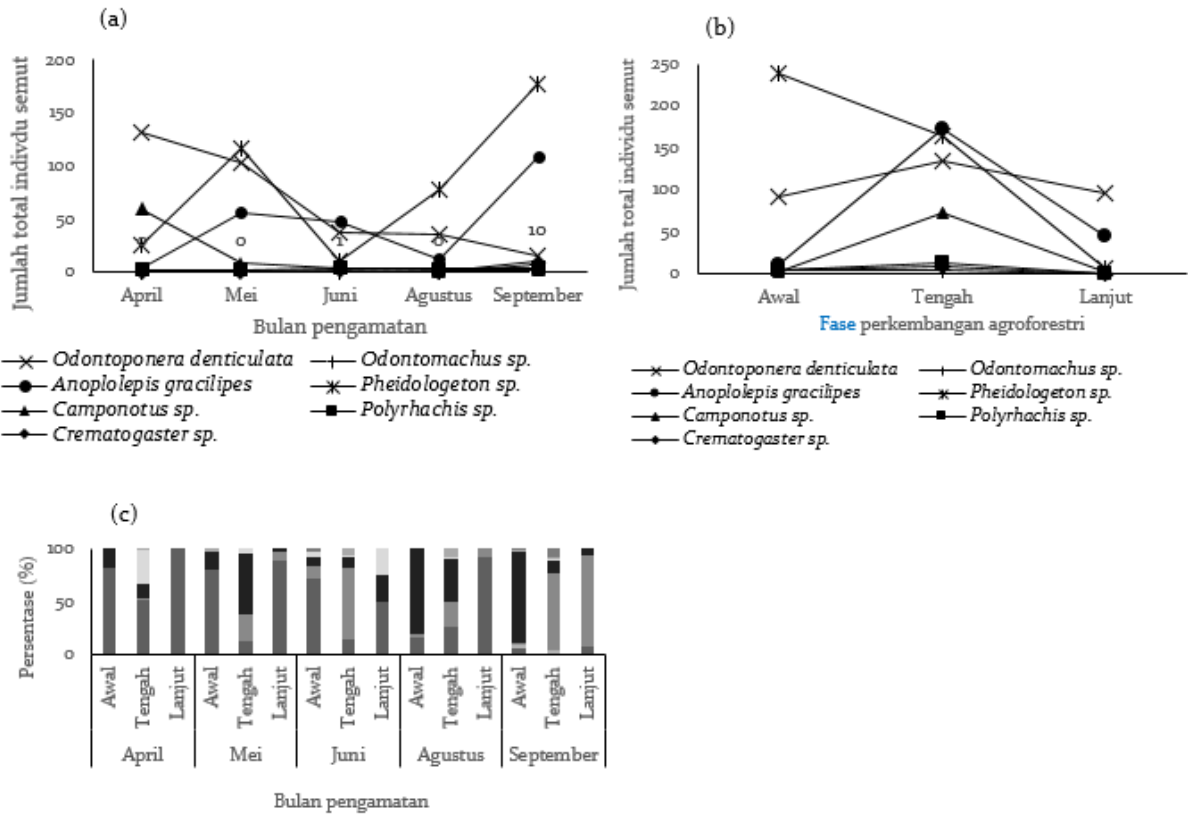
Berdasarkan pengamatan diperoleh total 1.064 individu semut yang terdiri dari 1 famili (Formicidae), 3 sub famili, dan 7 jenis yaitu *Odontoponera denticulate* (Ponerinae), *Odontomachus* sp. (Ponerinae), *Anoplolepis gracilipes* (Formicinae), *Pheidologeton* sp. (Myrmicinae), *Camponotus* sp. (Formicinae), *Polyrachis* sp. (Formicinae), dan *Crematogaster* sp. (Myrmicinae). Semua jenis semut ditemukan pada semua tingkat perkembangan AF dengan jumlah bervariasi, namun demikian jenis semut tertentu tidak muncul berdasarkan waktu pengamatan (Gambar 1a dan b). Tingkat perkembangan AF dan bulan pengamatan memberikan respon yang berbeda terhadap jumlah dan jenis semut. Sebagai contoh, berdasar bulan pengamatan, *O. denticulate* mendominasi pada bulan April, *Pheidologeton* sp. bulan Mei, Agustus, dan September, sementara *Anoplolepis* sp. bulan Juni (Gambar 1a). Sedangkan jenis *Odontomachus* sp. hanya dijumpai bulan Mei dan September, dan *Crematogaster* sp. yang hanya muncul di Bulan Juni dan September dengan jumlah yang sangat sedikit. Berdasarkan perkembangan AF hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis *Pheidologeton* sp., *A. gracilipes*, dan *O. denticulate* mendominasi berturut-turut untuk AF awal, tengah, dan lanjut (Gambar 1b).

Lebih lanjut, terdapat dinamika jenis penyusun komunitas semut di setiap tingkat perkembangan AF dan waktu pengamatan (Gambar 1c). Pada penelitian ini, AF tengah merupakan tipe habitat dengan paling banyak jumlah individu dan jenis semut (356 individu; 6 jenis), diikuti AF awal (352; 6) dan lanjut (148; 4). Hal yang menarik di sini adalah, terdapat variasi jenis semut yang mendominasi di setiap perkembangan AF (Gambar 1c). Semut *O. denticulate* dan *Pheidologeton* sp. dijumpai hampir di semua tingkat AF dan waktu pengamatan dengan jumlah yang bervariasi. Dalam kaitannya dengan AF, disebutkan bahwa, tingkat perkembangan AF memberikan pengaruh terhadap struktur tingkat trofik arthropoda termasuk serangga (Triyogo et al. 2017). Agrofrestri awal dan tengah secara umum dicirikan dengan adanya tindakan pengelolaan dan pemanfaatan lahan dengan jenis tanaman budidaya dengan luasan tertentu, sementara AF

lanjut ditunjukkan dominasi pohon berkayu dengan tutupan tajuk yang rapat sehingga menyerupai hutan rakyat (Triyogo et al. 2017; Suryanto & Putra 2012). Karakter dari masing-masing perkembangan AF tersebut berdampak pada jenis penyusun komunitas semut di dalamnya. Sebagai contoh, *Pheidologeton* sp. memiliki preferensi hidup pada kondisi habitat yang lembab dan pengamatan kondisi lingkungan AF awal menunjukkan kelembaban yang tinggi (Tabel 1). Kondisi tanah yang lembab mendukung ketersediaan pakan dari jenis semut *Pheidologeton* sp. ini yaitu cacing dan serangga kecil tanah (Moffett 1988).

Selain faktor kondisi lingkungan habitat, keberadaan sumber pakan juga berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis semut (Ribas et al. 2003). Dominasi semut *Pheidologeton* sp. menjadi berubah pada AF tengah seiring dengan meningkatnya populasi *A. gracilipes*. Jenis *Pheidologeton* sp. termasuk dalam kelompok fungsional *Generalized Myrmicinae* (GM) dan pemburu yang agresif (Fischer et al. 2014) sedangkan *A. gracilipes* termasuk dalam kelompok fungsional *Dominant Opportunist* (DO) pun bersifat agresif (Andersen 1997; 2000). Kedua jenis semut tersebut merupakan jenis predator agresif dan dapat memiliki mangsa yang sama. Keberadaan dua jenis semut dan berbagi sumber nutrisi pada habitat yang sama diduga dapat menekan kemelimpahan salah satunya melalui kompetisi (Ross et al. 2018). Hasil penelitian ini mengindikasikan terjadi kompetisi antara *Pheidologeton* sp. dan *A. gracilipes*. Sementara, pengamatan pada AF lanjut, semut *Odontoponera* mendominasi dibandingkan jenis semut yang lain. Hasil tersebut mendukung penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa *Odontoponera* termasuk dalam kelompok fungsional *Forest Opportunist* (FO) yang hidup baik pada ekosistem hutan (Andersen 1997; 2000; Berman et al. 2013).

Berdasarkan hasil analisis varian, bulan pengamatan dan tingkat perkembangan AF memberikan pengaruh yang nyata terhadap jenis semut tertentu. Bulan pengamatan berpengaruh nyata terhadap hampir semua jenis semut (Tabel 3). Pada penelitian ini, bulan pengamatan berpengaruh terhadap variasi jenis semut terutama dikarenakan fluktuasi suhu permukaan tanah (Tabel 1). Seperti



**Gambar 1.** Hasil koleksi serangga (level jenis) berdasarkan: (a) bulan pengamatan, (b) fase perkembangan agroforestri, dan (c) persentase jenis semut.

**Figure 1.** The results of insect collection (species level) based on: (a) observation month, (b) agroforestry developmental phase, and (c) percentage of ant species.

yang disampaikan Weidenmuller et al. (2009) bahwa faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi keberadaan dan aktivitas semut adalah suhu. Bulan pengamatan, tingkat perkembangan AF, dan interaksinya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap *Odontomachus sp.* dan *Polyrhachis sp.*. Semut *Odontomachus sp.* memiliki kemampuan adaptasi tinggi berkaitan dengan perubahan kondisi lingkungan berupa strategi yang baik dalam kebiasaan membangun sarang, koloni, serta mencari makan (Ronque et al. 2018). Sementara, kemampuan semut *Polyrhachis sp.* dalam membuat sarang diduga dapat membantu semut ini untuk bertahan hidup dalam kondisi habitat yang beragam (Robson et al. 2015).

Pengaruh tingkat perkembangan AF secara nyata tampak pada jenis *A. gracilipes*, *Pheidologeton sp.*, dan *Camponatus sp.*. Tingkat perkembangan AF yang diikuti dengan perubahan komposisi tanaman lebih lanjut akan mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan mikro (Suryanto & Putra 2012). Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa

peningkatan jenis dan jumlah vegetasi dapat berpengaruh positif terhadap kelimpahan semut (Song et al. 2010; Brown 2012; Tixier et al. 2013; Dassou et al. 2015). Namun demikian, penelitian ini menunjukkan beberapa jenis semut (*O. denticulata*, *Odontomachus sp.*, *Polyrhachis sp.*, dan *Crematogaster sp.*) tidak terpengaruh oleh perkembangan AF. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa perbedaan komposisi vegetasi tidak berpengaruh sama terhadap semua jenis arthropoda, termasuk semut (Dassou et al. 2015).

Tingkat perkembangan AF tidak memberikan pengaruh terhadap *O. denticulata*, artinya, tidak ada perbedaan kelimpahan jenis semut ini di setiap tingkat AF. Namun demikian, interaksinya dengan bulan pengamatan menunjukkan hasil yang signifikan (Tabel 2.). Sebelumnya telah disebutkan bahwa, waktu pengamatan berpengaruh terhadap keberadaan semut melalui suhu permukaan tanah tinggi (Asfiya et al. 2016), pada penelitian ini *O. denticulata* di bulan September (Tabel 1 dan Gambar

**Tabel 3.** Nilai F hitung hasil ANOVA pengaruh variasi bulan pengamatan (B), fase perkembangan agroforestri (AF), serta interaksinya terhadap serangga yang ditemui pada level jenis.

**Table 3.** F value results of ANOVA for the effects of month (B), agroforestry developmental phase (AF) and their interactions on the insects' abundance on the species level.

Sumber variasi	Odontp.	Odontm.	Anop.	Pheid.	Camp.	Polyr.	Cremt.
B	7,42***	2,41	7,11***	12,43***	6,09***	0,128	2,63*
AF	0,98	0,83	17,85***	22,89***	8,18***	3,00	1,04
B x AF	4,96***	0,70	2,67*	21,23***	8,13***	0,34	1,04

Keterangan: B: Bulan, AF: Fase agroforestri, Odontp: *Odontoponera denticulata*, Odontm: *Odontomachus* sp., Anop: *Anaplolepis gracilipes*, Pheid: *Pheidologeton* sp., Camp: *Camponatus* sp., Cremt: *Crematogaster* sp..

Tingkatan signifikansi: P \* < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

Remark: B: Month, AF: Agroforestry phase, Odontp: *Odontoponera denticulata*, Odontm: *Odontomachus* sp., Anop: *Anaplolepis gracilipes*, Pheid: *Pheidologeton* sp., Camp: *Camponatus* sp., Cremt: *Crematogaster* sp..

Significance level: P \* < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

ib). Pengaruh signifikan yang muncul akibat interaksi bulan dan tingkat AF menunjukkan bahwa pola vegetasi yang ada pada tingkat AF, khususnya AF lanjut, secara tidak langsung mempengaruhi kehadiran *O. denticulata* melalui perubahan suhu khususnya pada bulan September. Tipologi habitat AF lanjut berupa dominasi pohon (> 5 tahun) kombinasi dengan pohon lain berukuran besar menghadirkan tajuk yang berlapis dan rapat diduga dapat mempengaruhi kehadiran *O. denticulata*, sehingga jenis semut ini mendominasi dibanding jenis lain pada AF lanjut (Gambar 1b).

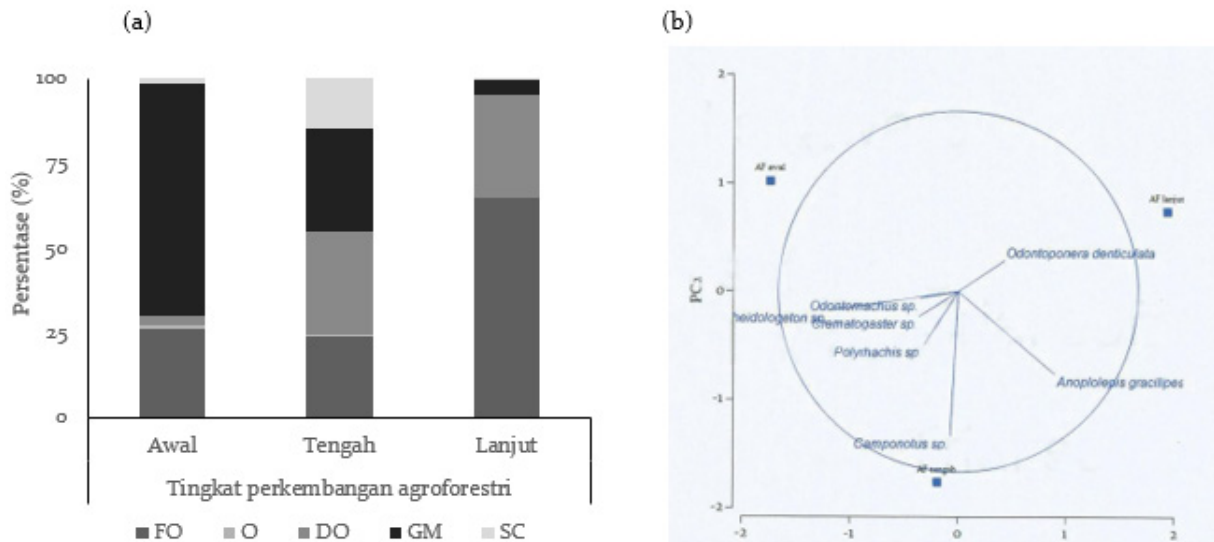
Hasil pengamatan terhadap kelompok fungsional semut yang ada menunjukkan hasil yang beragam berdasarkan perkembangan AF (Gambar 2a). Keberadaan jenis tanaman semusim dan buah-buahan yang menjadi inang dari mangsa semut dari kelompok GM (*Pheidologeton* sp.) dan DO (*A. gracilipes*). Sebagai contoh, semut *A. gracilipes* merupakan serangga predator serangga kecil seperti *thrips* dan kutu putih yang merupakan hama tanaman semusim (Ikbal et al. 2014). Kemelimpahan kelompok FO (*O. denticulata*) di ekosistem AF awal dikarenakan lokasi yang jauh dari pemukiman, dekat dengan kawasan hutan, serta kombinasi tanaman buah-buahan (meski tidak sebanyak pada AF tengah). Jenis *O. denticulata* merupakan predator potensial dari hama lalat buah (Suputa et al. 2007). Selanjutnya, berdasarkan uji PCA tampak bahwa jenis semut yang ditemukan memiliki kecenderungan menyukai kondisi habitat AF tengah (Gambar 2b). Kecuali, jenis *O. denticulata* yang lebih cocok pada ekosistem AF lanjut, sementara *A. gracilipes* ada diantara AF tengah dan lanjut.

Selain kemelimpahan individu semut terbesar, pada AF tengah juga ditemukan keanekaragaman semut tertinggi dibandingkan AF lanjut dan awal (Tabel 4). Nilai keanekaragaman tertinggi pada AF tengah didukung dengan hasil PCA yang mengindikasikan bahwa karakter AF tengah sesuai untuk beberapa jenis semut yang dijumpai (Gambar 2b). Sementara nilai kemerataan yang hampir sama yaitu 0,46 – 0,77 (Tabel 4) menandakan bahwa terdapat kehadiran jenis semut yang relatif sama antar habitat meskipun karakter ekosistem memberikan pengaruh terhadap kemelimpahan dari masing-masing jenis. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ekosistem dapat mempengaruhi komunitas serangga melalui karakter vegetasi yang ada di dalamnya (Uno et al. 2010). Karakter vegetasi yang tumbuh di dalam AF tengah dapat memberikan dampak positif terhadap kehadiran beberapa jenis semut. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang ada pada ekosistem AF tengah lebih mendukung keberadaan semut. Seperti yang telah dijelaskan bahwa, AF tengah merupakan habitat dengan keanekaragaman vegetasi (jenis maupun jumlah) yang lebih besar dibandingkan AF awal maupun lanjut (Tabel 2).

**Tabel 4.** Hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan kemerataan (J') jenis semut pada tiga fase perkembangan agroforestri yang berbeda.

**Table 4.** Index diversity (H') and evenness index (J') of ants species on three agroforestry developmental phase.

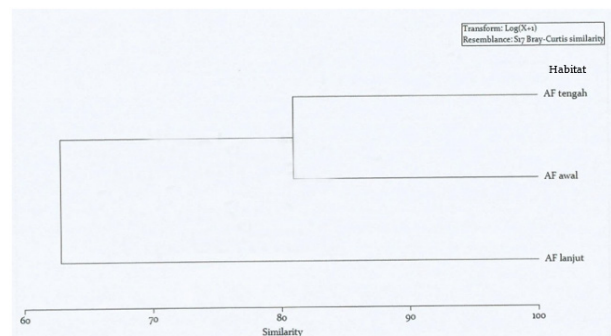
Tingkat Agroforestri	H'	J'
Awal	0,88	0,46
Tengah	1,49	0,77
Lanjut	0,81	0,58



**Gambar 2.** (a) Persentase kelimpahan semut berdasarkan kelompok fungsional semut pada tiga fase perkembangan AF dan (b) Hasil uji PCA terhadap jenis semut yang ditemui pada tiga fase perkembangan AF  
Keterangan: FO: *Forest opportunist*, O: *Opportunist*, DO: *Dominant opportunist*, GM: *Generalized myrmicinae*, SC: *Subordinate componotini*. (Penggolongan kelompok fungsional semut berdasarkan pada Andersen 1997; 2000; Berman et al. 2013; Fischer et al. 2014).

**Figure 2.** (a) The percentage of ants abundance based on its functional group on three agroforestry developmental phase and (b) Result of PCA on ant species obtained on three agroforestry developmental level.  
Remark: FO: *Forest opportunist*, O: *Opportunist*, DO: *Dominant opportunist*, GM: *Generalized myrmicinae*, SC: *Subordinate componotini*. (The classification of ant functional group based on Andersen 1997; 2000; Berman et al. 2013; Fischer et al. 2014).

Gambar 3 menunjukkan tingkat keseragaman (indeks *Bray-Curtis/S*) terhadap komposisi semut antar AF. Hasil analisis menunjukkan tingkat kesamaan tertinggi adalah antara AF tengah dan awal (80%), kemudian antara AF lanjut dengan kedua AF yang lain, AF tengah dan awal (63%). Hal tersebut mengindikasikan bahwa komposisi komunitas semut yang menyusun masing-masing perkembangan AF relatif sama. Namun demikian, munculnya variasi kelimpahan maupun keanekaragaman di tiga perkembangan AF yang diduga berkaitan dengan kondisi ideal bagi masing-masing jenis semut. Sebagai contoh, ketersediaan tanaman dan hewan di atas lahan sebagai sumber pakan, tempat untuk bersarang, serta kondisi pH tanah (Rahmawati 2004; Borrer et al. 2005).



**Gambar 3.** Indeks keseragaman *Bray-Curtis* (S) terhadap jenis semut yang berasal dari tiga fase perkembangan agroforestry (AF).

**Figure 3.** The *Bray-Curtis* (S) similarity index of ants' species from three agroforestry (AF) developmental phase.

## Kesimpulan

Tingkat perkembangan lahan melalui pendekatan fase AF menghasilkan variasi komunitas dan kelompok fungsional semut di dalamnya. Secara umum, AF tengah merupakan ekosistem yang paling cocok terhadap keberadaan jenis semut. Perlu dikaji lebih lanjut kaitannya perkembangan AF terhadap kelompok fungsional. Perbedaan kondisi



ekosistem AF tidak mengakibatkan perbedaan jenis namun berdampak pada kelimpahan jenis semut dan kelompok fungsionalnya. Keberadaan jenis semut yang beragam dengan kelompok fungsional tertentu dapat menunjukkan status ekosistem yang ditempati. Keanekaragaman jenis tertinggi serta jumlah individu semut terbesar berturut-turut ada pada AF tengah, awal, dan lanjut. Berdasarkan kelompok fungsionalnya, AF awal lebih sesuai untuk kelompok GM, AF tengah untuk kelompok DO dan GM, serta AF lanjut untuk kelompok FO.

### 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 Dasar Unggulan Perguruan Tinggi 2018 dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian No: 69/UN1/DITLIT/DIT-LIT/LT/2018.

### Daftar Pustaka

- Agosti D, Alonso LE. 2000 The ALL protocol. Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press. Washington DC 280: 204-206.
- Andersen AN. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24(4): 433-460.
- Andersen AN. 2000. Global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. In: Agosti D, majer JD, Alonso LE, Schultz TR (Ed.). Ants: standart methods for measuring and monitoring biodiversity. Washington: Smithsonian Institution. pp 1-8.
- Asfiya W, Yeeles P, Lach L, Majer JD, Heterick B, Didham RK. 2016. Abiotic factors affecting the foraging activity and potential displacement of native ants by the invasive African big-headed ant *Pheidole megacephala* (FABRICIUS, 1793)(Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 22:43-54.
- Berman M, Andersen AN, Hely C, Gaucherel C. 2013. Overview of the distribution, habitat association, and impact of exotic ants on native ant communities in New Caledonia. *Plos One* 8(6): e67245.
- Buma B, Bisbing S, Krapek J, Wright G. 2017. A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska. *Ecology* 98(6): 1513-1523.
- Del Toro I, Ribbons RR, Pelini SL. 2012. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 17: 133-146.
- Fischer G, Azorsa F, Fisher B. 2014. The ant genus *Carebara* wetwood (Hymenoptera, Formicidae): synonymisation of *Phedologeton* Mayr under *Carebara*, establishment and revision of the *C. polita* species group. *ZooKeys* 438: 57 - 112.
- Gray RE, Ewers RM, Boyle MJ, Chung AY, Gill RJ. 2018. Effect of tropical forest disturbance on the competitive interactions within a diverse ant community. *Scientific Reports* 8(1): 5131.
- Hannan MA. 2007. Ant records from Savar, Dhaka, Bangladesh. *Asian Myrmecology* 1: 101-104.
- Hashimoto Y, Mohamed M. 2010. Ground-dwelling ant diversity in Maliau Basin, Borneo: Evaluation of hand-sorting methods to estimate ant diversity. *Tropics* 19(2): 85-92.
- Holldobler B, Wilson EO. 1990. The ants. Harvard University Press.
- Ikbal M, Putra NS, Martono E. 2014. Keragaman semut pada ekosistem tanaman kakao di Desa Bajaroya Kalibawang Yogyakarta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 18(2): 79-88.
- Jayatilaka P, Raderschall CA, Narendra A, Zeil J. 2014. Individual foraging patterns of the jack jumper ant *Myrmecia croslandi* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 19: 75-83.
- Jiang XJ, Liu W, Wu J, Wang P, Liu C, Yuan ZQ. 2017. Land degradation controlled and mitigated by rubber-based agroforestry systems through optimizing soil physical conditions and water supply mechanisms: A case study in Xishuangbanna, China. *Land Degradation & Development* 28(7): 2277-2289.
- Johnson C. 1988. Species identification in the eastern *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Entomological Science* 23(4): 314-332.
- Krebs CJ. 2009. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 6<sup>th</sup> Ed. Hlm. 655.
- Kwon TS, Park YK, Lee CM, Lim JH. 2013. Change of ant communities in the burned forests in eastern coastal area. Research Report 13-24. Korea Forest Research Institute Seoul.
- Latumahina FS, Musyafa M, Sumardi S. 2014. Kelimpahan dan keragaman semut dalam hutan lindung Sirimau Ambon. *Biospecies* 7(02).
- Majer JD, Nichols OG. 1998 Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. *Journal of Applied Ecology* 35(1): 161-182.
- Meyer ST. et al. 2013. Leaf-cutting ants as ecosystem engineers: topsoil and litter perturbations around *Atta cephalotes* nests reduce nutrient availability. *Ecological Entomology* 38(5): 497-504.

- Moffett MW. 1987. Ants that go with the flow: a new method of orientation by mass communication. *Naturwissenschaften* 74(11): 551-553.
- Moffett MW. 1988. Foraging dynamics in the group-hunting myrmicine ant, *Pheidologeton diversus*. *Journal of Insect Behavior* 1(3): 309-331.
- Nair PK, Mohan KB, Nair VD. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172(1): 10-23.
- Paknia O, Pfeiffer M. 2011. Hierarchical partitioning of ant diversity: implications for conservation of biogeographical diversity in arid and semi-arid areas. *Diversity and Distributions* 17(1): 122-131.
- Pecarevic M, Danoff-Burg J, Dun RR. 2010. Biodiversity on Broadway-enigmatic diversity of the societies of ants (Formicidae) on the streets of New York City. *Plos One* 5(10): e13222.
- Pierre EM, Idris AHJ. 2013. Studies on the predatory activities of *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae) on *Pteroma pendula* (Lepidoptera: Psychidae) in oil palm plantations in Teluk Intan, Perak (Malaysia). *Journal Asian Myrmecology* 5(1): 163-176.
- Pumarino L, Sileshi GW, Bripenberg 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.
- Ribas CR, Schroeder JH, Pie M, Soares SM. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology* 28(3): 305-314.
- Rizali, A. 2006. Keanekaragaman Semut di Kepulauan Seribu, Indonesia. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 66 hal.
- Rizali A, Bos MM, Buchori D, Yamane S, Schulze CH. 2008. Ants in tropical urban habitats: the myrmeco fauna in a densely populated area of Bogor, West Java, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences* 15(2): 77-84.
- Robson SK, Kohout RJ, Beckenbach AT, Moreau CS. 2015. Evolutionary transitions of complex labile traits: Silk weaving and arboreal nesting in *Polyrhachis* ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 69(3): 449-458.
- Ronque MU, Fourcassié V, Oliveira PS. 2018. Ecology and field biology of two dominant *Camponotus* ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Brazilian savannah. *Journal of natural history* 52(3-4): 237-252.
- Sans FX. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1): 44-49.
- Sandifer PA, Sutton-Grier AE, Ward BP. 2015. Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services* 12: 1-15.
- Schultz TR. 2000. In search of ant ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97: 14028-14029.
- Shahabudin. 2011. Effect of land use change on ecosystem function of dung beetles: Experimental evidence from Wallacea Region in Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas* 12(3): 177-181.
- Suputa, Yamane S, Martono E, Hossain Z, Arminudin AT. 2007. *Odontoponera denticulata* (Hymenoptera: Formicidae): a potential biological control agent for true fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia. Edisi Khusus* 3: 351-356.
- 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.
- Suryanto P, Putra ETS. 2012. Traditional enrichment planting in agroforestry marginal land Gunung Kidul, Java, Indonesia. *Journal of Sustainable Development* 5(2): 77-87.
- Tranter C, Hughes WOH. 2016. A preliminary study of nest structure and composition of the weaver ant *Polyrhachis (Cyrtomyrma) delecta* (Hymenoptera: Formicidae), *Journal of Natural History* 50(19-20): 1197-1207.
- Triyogo A, Suryanto P, Widyastuti SM, Baresi AD, Zughro IF. 2017. Kemelimpahan dan struktur tingkat trofik serangga pada tingkat perkembangan agroforestri jati yang berbeda di Nglanggeran, Gunung Kidul Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 11(2): 239-248.
- van Noordwijk M, Tata HL, Xu J, Dewi S, MInang PA. 2012. Segregate or integrate for multi-functionality and sustained change through rubber-based agroforestry-the future of global land use. Pg 69-104. Springer. Dordrecht.
- Wang C, Strazanac JS, Butler L. 2001. Association between ants (Hymenoptera: Formicidae) and habitat characteristics in oak-dominated mixed forests. *Environmental Entomology* 30(5): 842-848.
- Wetterer JK. 2005. Worldwide distribution and potential spread of the long-legged ant, *Anoplolepis gracilipes* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 45(1): 77-97.
- Weidenmuller 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.
- Wheeler BW, Lovell R, Higgins SL, White MP, Alcock I, Osborne NJ, Husk K, Sabel CE, Depledge MH. 2015. Beyond greenspace: an ecological study of population general health and indicators of natural environment type and quality. *International Journal of Health Geographics* 14(1): 17.
- Woodcock P, Edwards DP, Fayle TM, Newton RJ, Khen CV, Bottrell SH, Hamer KC. 2011. The conservation value of South East Asia's highly degraded forests: evidence from leaf-litter ants. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 366(1582): 3256-3264.