



Keanekaragaman dan struktur komunitas semut pada perkebunan lada di Lampung

Diversity and community structure of ants in pepper plantation, Lampung Province

Yudiyanto^{1,2*}, Ibnul Qayim³, Abdul Munif⁴, Dede Setiadi³, Akhmad Rizali⁵

¹Program Studi Biologi Tumbuhan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Jurai Siwo, Metro
Jalan Ki Hajar Dewantara 15A, Kota Metro, Lampung 34111

³Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor
Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

⁴Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

⁵Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145

(diterima Juli 2013, disetujui Mei 2014)

ABSTRAK

Keberadaan semut pada habitat pertanian dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dan kesesuaian kondisi lingkungan untuk tempat bersarang. Semut yang umumnya sebagai predator, memiliki peranan yang penting dalam mengendalikan populasi hama di habitat pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman semut pada perkebunan lada. Hasil yang diperoleh dapat menjadi informasi awal dalam memanfaatkan semut dalam sistem budi daya tanaman lada. Penelitian dilaksanakan pada empat kabupaten di Provinsi Lampung, pada setiap kabupaten dipilih dua plot pengamatan di dalam satu desa. Di setiap plot, semut dikoleksi dengan menggunakan perangkap pitfall. Sebanyak 28 spesies semut dikoleksi dari lahan perkebunan lada di empat kabupaten di Lampung. Dua diantaranya, yaitu *Anoplolepis gracilipes* dan *Solenopsis geminata* merupakan spesies semut “tramp” dan bersifat invasif. Terdapat perbedaan komposisi spesies semut antara kabupaten yang berbeda. Keberadaan semut pada perkebunan lada diduga lebih dipengaruhi oleh habitat sekitar dan curah hujan.

Kata kunci: perkebunan, *Anoplolepis gracilipes*, *Solenopsis geminata*, perangkap pitfall

ABSTRACT

The occurrence of ants in agricultural habitat is related to the availability of food resources as well as environmental condition for its nesting site. As predator, ants play an important role on controlling pest population in agricultural habitat. The objective of this research was to study the diversity of ants in pepper plantation. The research outcome can be used as basic information for cultivation management of pepper. Ecological observation was conducted in four regencies in Lampung Province with two selected plots on each regency. On each plot, ants were sampled using pitfall traps. In total, 28 ant species were recorded from pepper field in four regencies. Two species i.e. *Anoplolepis gracilipes* and *Solenopsis geminata* are well-known as tramp and invasive species. There is significantly different of ant species composition among regencies. The occurrence of ants in pepper plantation is probably affected by habitat condition surrounding pepper plantation and precipitation.

Key words: plantation, *Anoplolepis gracilipes*, *Solenopsis geminata*, pitfall trap

*Penulis korespondensi: Yudiyanto. Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Jurai Siwo, Metro
Jalan Ki Hajar Dewantara 15A, Kota Metro, Lampung 34111
Tel:0725-41507, Faks: 0725-42796, Email: yudiyudi0222@gmail.com

PENDAHULUAN

Keberadaan serangga pada suatu habitat tidak terlepas dari ketersediaan makanan dan kesesuaian kondisi lingkungan (Schowalter 2011). Pada habitat pertanian seperti persawahan, serangga-serangga herbivora cenderung lebih mendominasi karena ketersediaan tanaman padi sebagai sumber makanan (Settle et al. 1996). Walaupun demikian, serangga-serangga lain baik yang memiliki hubungan tropik dengan serangga herbivor (kelompok predator dan parasitoid) maupun yang tidak memiliki hubungan tropik secara langsung, seperti kelompok pengurai dan polinator, juga ditemukan melimpah pada habitat pertanian (Settle et al. 1996). Keanekaragaman serangga-serangga tersebut bervariasi bergantung pada cara budi daya yang digunakan dan kondisi lahan pertanian (Altieri 1999).

Kawasan pertanian di sekitar habitat alami, seperti hutan cenderung memiliki keanekaragaman serangga yang tinggi dibandingkan dengan lahan pertanian yang monokultur dan dengan sistem budi daya intensif. Lahan persawahan di sekitar hutan alami sebagai contoh, memiliki keanekaragaman serangga termasuk musuh alami yang tinggi sehingga tidak menimbulkan ledakan (*outbreak*) hama (Rizali et al. 2002). Kondisi habitat dan lingkungan yang mendukung menciptakan keseimbangan dalam hubungan tropik antara tanaman pertanian, serangga herbivor dan musuh alaminya (Tylianakis et al. 2007).

Perubahan yang terjadi pada lahan pertanian, seperti perubahan umur tanaman akan diikuti oleh perubahan keanekaragaman serangga yang ada di dalamnya. Peningkatan umur tanaman akan memengaruhi keberadaan relung (*niche*) dan ketersediaan makanan. Sebagai contoh, peningkatan umur tanaman perkebunan, seperti kakao memengaruhi peningkatan keanekaragaman semut yang ada pada habitat tersebut (Rizali et al. 2012). Berbeda dengan kakao, pada habitat persawahan menunjukkan bahwa peningkatan umur padi tidak menyebabkan perubahan keanekaragaman semut (Setiani et al. 2010) walaupun untuk kelompok serangga lain menunjukkan perubahan.

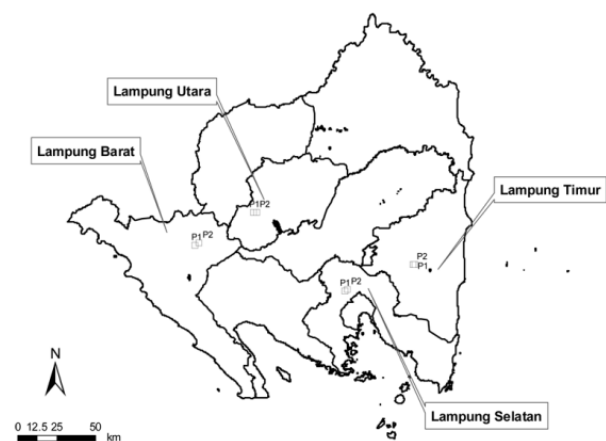
Sebagai kelompok serangga terestrial paling dominan, semut mudah dijumpai pada berbagai ekosistem daratan (Wilson 1990). Semut memiliki

peranan penting sebagai predator, pengurai dan penyebar biji (Hölldobler & Wilson 1990). Selain itu, semut juga memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap gangguan habitat sehingga semut dapat digunakan sebagai bioindikator perubahan kondisi lahan (Andersen et al. 2002). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman dan struktur komunitas semut pada tanaman lada. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai semut yang berasosiasi dengan tanaman lada untuk dapat digunakan sebagai data dasar dalam pemanfaatannya sebagai indikator kondisi habitat tanaman lada.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak pada empat kabupaten di Provinsi Lampung yang merupakan sentra produksi tanaman lada (Gambar 1). Di setiap kabupaten dipilih dua lahan perkebunan lada di dalam satu desa (Tabel 1) dengan umur tanaman yang sama, yaitu 6 tahun untuk digunakan sebagai plot penelitian meliputi Desa Sekincau (Lampung Barat), Cahaya Negeri (Lampung Utara), Sukadana Baru (Lampung Timur) dan Negara Ratu (Lampung Selatan). Desa Sekincau merupakan daerah dataran tinggi, sedangkan ketiga desa yang lain masuk ke dalam kategori dataran rendah (Tabel 1). Di seluruh lokasi, tanaman lada ditanam dengan menggunakan tanaman hidup sebagai penagak, yaitu gamal (*Gliricidia sepium*) dan dadap (*Erythrina subumbram*).



Gambar 1. Lokasi penelitian pada perkebunan lada di empat kabupaten di Provinsi Lampung.

Tabel 1. Lokasi penelitian dan jumlah perangkap *pitfall* yang dipasang pada setiap plot di empat kabupaten di Provinsi Lampung

Desa/Kabupaten	Plot	Latitude	Longitude	Altitude (m dpl)	Curah hujan (mm/th)	Budi daya	Kondisi habitat
Sekincau/ Lampung Barat	P1	-5.054167	104.309233	1191	1850	Pengendalian hama tanpa pestisida	Lahan banyak serasah dan dekat permukiman
	P2	-5.042367	104.330517	1191			
Negara Ratu/ Lampung Selatan	P1	-5.318167	105.172833	72	1230	Pengendalian hama tanpa pestisida	Lahan tanpa gulma dan dekat permukiman
	P2	-5.310750	105.188350	72			
Sukadana Baru/ Lampung Timur	P1	-5.167600	105.575150	113	2170	Pengendalian hama tanpa pestisida	Lahan tanpa gulma dan jauh dari permukiman
	P2	-5.167500	105.567817	113			
Cahaya Negeri/ Lampung Utara	P1	-4.865100	104.643567	170	2160	Pengendalian hama tanpa pestisida	Lahan ditutupi oleh <i>legume cover crop</i> (LCC) dan jauh dari permukiman
	P2	-4.866883	104.662783	170			

Pengambilan contoh serangga

Metode yang digunakan untuk melakukan pengambilan contoh serangga adalah dengan menggunakan perangkap *pitfall* (perangkap jebak). Perangkap ini merupakan perangkap yang umum digunakan untuk mengkoleksi serangga permukaan tanah khususnya semut (Bestelmeyer et al. 2000). Pengambilan contoh serangga dilakukan di bulan Maret 2012, pada saat tanaman lada dalam kondisi awal berbuah yang merupakan salah satu fase yang sangat diperhatikan petani dalam mengendalikan hama. Kondisi permukaan tanah tidak banyak ditutupi oleh gulma karena sering dilakukan penyiangan. Pada seluruh lokasi tidak dilakukan penyemprotan pestisida maupun pemupukan. Pada setiap plot dipilih 10 pohon lada untuk dilakukan pemasangan perangkap *pitfall*. Perangkap dipasang selama tiga hari untuk kemudian serangga yang terperangkap diawetkan dengan alkohol 70% dan dibawa ke laboratorium untuk proses sortasi dan identifikasi.

Identifikasi

Keseluruhan semut yang diperoleh diidentifikasi hingga genus (Bolton 1994) untuk kemudian pembedaan spesies (morfospecies)

dilakukan berdasarkan perbedaan karakter morfologinya (Lattke 2000). Apabila memungkinkan, beberapa genus dilakukan identifikasi hingga tingkat spesies. Spesies kemudian diidentifikasi apakah termasuk semut *tramp* (semut yang berasosiasi dengan keberadaan manusia) atau semut invasif menurut McGlynn (1999).

Analisis data

Kurva akumulasi spesies (Colwell & Coddington 1994) digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai keanekaragaman semut pada setiap lokasi, sedangkan Chao estimator (Colwell & Coddington 1994) digunakan untuk mengetahui keefektifan metode yang digunakan. Kemiripan komposisi spesies dilakukan analisis dengan menggunakan analisis *multi dimensional scaling* (MDS) berdasarkan indeks kemiripan Bray-Curtis (Legendre & Legendre 1998). Untuk mengetahui perbedaan komposisi dilakukan analisis lanjut dengan menggunakan analisis kemiripan (ANOSIM). Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkap lunak R statistik (R Development Core Team 2012) dengan package vegan (Oksanen et al. 2013).

HASIL**Keanekaragaman semut pada habitat tanaman lada**

Berdasarkan pemasangan perangkap *pitfall* yang dilakukan pada empat kabupaten di Lampung, sebanyak 28 spesies dari 5 subfamili semut teridentifikasi berasosiasi dengan tanaman

lada (Tabel 2). Kabupaten Lampung Selatan yang memiliki ketinggian paling rendah dibandingkan dengan tiga kabupaten yang lain, memiliki keanekaragaman semut paling tinggi (Gambar 2, Tabel 2). Walaupun demikian, hasil estimasi dengan menggunakan Chao menunjukkan bahwa Lampung Barat yang merupakan dataran tinggi dan dengan sistem pertanian tidak intensif (Tabel

Tabel 2. Keanekaragaman semut pada empat lokasi penelitian, dengan masing-masing dua plot (P1 dan P2) untuk setiap lokasi

No	Spesies	Lampung Barat		Lampung Selatan		Lampung Timur		Lampung Utara	
		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Dolichoderinae									
1.	<i>Dolichoderus</i> sp.01	1					1		
2.	<i>Tapinoma</i> sp.01			2	3			7	2
3.	<i>Technomyrmex</i> sp.01	1			2				
Formicinae									
4.	<i>Acropyga</i> sp.01	1			2				
5.	<i>Anoplolepis gracilipes</i> *			1	6	2		10	27
6.	<i>Camponotus</i> sp.01	4		5	4		2	6	5
7.	<i>Nylanderia</i> sp.01	2		5	3	1		1	
8.	<i>Nylanderia</i> sp.02	3	3	1	3	1	1	3	1
Myrmicinae									
9.	<i>Aphaenogaster</i> sp.01	41	46		1	9			
10.	<i>Crematogaster</i> sp.01	2		4	1	1			7
11.	<i>Crematogaster</i> sp.02							1	20
12.	<i>Crematogaster</i> sp.03								3
13.	<i>Mayriella</i> sp.01			1				1	
14.	<i>Mayriella</i> sp.02							38	3
15.	<i>Monomorium</i> sp.01			14	3	42	32	6	
16.	<i>Monomorium</i> sp.02				1		5	6	
17.	<i>Monomorium</i> sp.03	1		3	6	1	1		
18.	<i>Pheidole</i> sp.01	8	211	59	45	152	2	1	
19.	<i>Pheidole</i> sp.02			5	1				
20.	<i>Pheidole</i> sp.03	41							
21.	<i>Pheidole</i> sp.04	13							
22.	<i>Rhoptromyrmex</i> sp.01	2	1	1	3	4			
23.	<i>Solenopsis geminata</i> *			111	54				
Ponerinae									
24.	<i>Hypoponera</i> sp.01	2				4	5		
25.	<i>Leptogenys</i> sp.01	1	2						
26.	<i>Odontoponera</i> sp.01	19	40	23	13	11	4	17	6
27.	<i>Ponera</i> sp.01	1							
Pseudomyrmecinae									
28.	<i>Tetraoponera</i> sp.01				1			1	

*: spesies semut *tramp* dan invasif

1) memiliki keanekaragaman semut paling tinggi karena baru sekitar 52% spesies semut berhasil dikoleksi di lokasi tersebut dibandingkan dengan Lampung Selatan yang telah mencapai 68% spesies semut terkoleksi (Gambar 2).

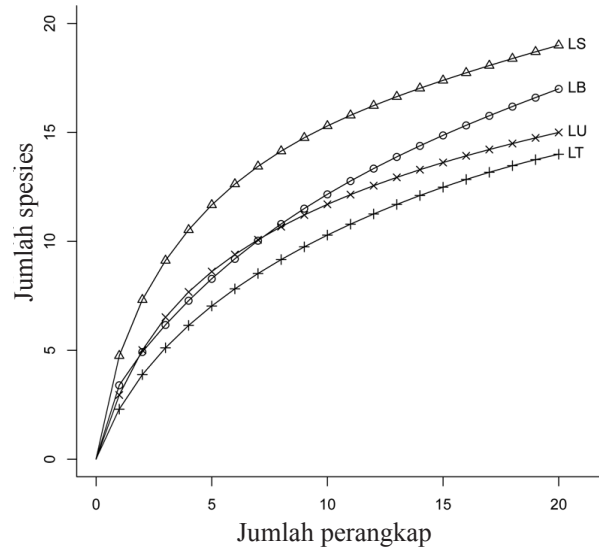
Perbedaan komposisi semut antar lahan tanaman lada

Hasil analisis MDS menunjukkan bahwa komposisi spesies semut berbeda untuk setiap lahannya (Gambar 3). Keempat kabupaten di Lampung secara signifikan tidak memiliki kemiripan spesies semut berdasarkan ANOSIM ($R = 0,563$; $P = 0,024$). Spesies yang ditemukan di seluruh lokasi, yaitu *Nylanderia* sp.02, *Pheidole* sp.01 dan *Odontoponera* sp.01. Spesies yang lain hanya ditemukan pada lokasi tertentu, seperti spesies semut *tramp* dan invasif, yaitu *Anoplolepis gracilipes* dan *Solenopsis geminata* hanya ditemukan pada daerah dataran rendah (Tabel 2).

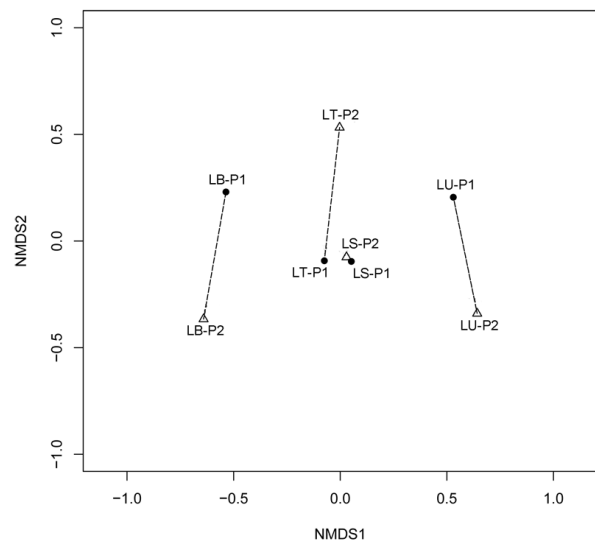
PEMBAHASAN

Keanekaragaman semut pada perkebunan lada khususnya semut-semut permukaan tanah lebih dipengaruhi oleh kondisi habitat yang ada di dalamnya. Lampung Barat dan Lampung Selatan memiliki keanekaragaman yang tinggi mengingat lokasi kebun yang relatif dekat dengan lokasi permukiman penduduk. Sistem budi daya ternyata tidak memengaruhi keanekaragaman semut pada perkebunan lada. Kondisi habitat yang berdekatan permukiman cenderung memfasilitasi keberadaan semut-semut *tramp* atau semut yang biasa berasosiasi dengan manusia (McGlynn 1999). Berdasarkan metode yang digunakan, keempat wilayah memiliki keanekaragaman dan komposisi spesies yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan kondisi lahan sangat memengaruhi keanekaragaman semut yang ada pada suatu daerah. Setiani et al. (2010) menemukan bahwa perbedaan kondisi habitat sekitar lahan persawahan memengaruhi keanekaragaman semut yang ada pada lahan persawahan

Sebagai sentra produksi lada, keempat kabupaten yang dijadikan sebagai lokasi penelitian memiliki perbedaan iklim, seperti curah hujan. Perbedaan curah hujan disinyalir memengaruhi



Gambar 2. Kurva akumulasi spesies semut yang ditemukan pada empat daerah penelitian. LS: Desa Negara Ratu, Lampung Selatan; LB: Desa Sekincau, Lampung Barat; LU: Desa Cahaya Negeri, Lampung Utara; LT: Desa Sukadana Baru, Lampung Timur. Proporsi spesies hasil observasi/estimasi Chao: LB = 17/33 (52%); LS = 19/28 (68%); LT = 14/17 (85%); dan LU = 15/21 (71%).



Gambar 3. Analisis MDS dari kemiripan spesies semut antar lokasi penelitian berdasarkan indeks kemiripan Bray-curtis (stress = 0,013). LB: Lampung Barat; LT: Lampung Timur; LS: Lampung Selatan; LU: Lampung Utara. P1: Plot 1; P2: Plot 2.

perbedaan komunitas semut, seperti yang terjadi pada perkebunan kakao (Rizali et al. 2013). Curah hujan dalam hal ini memengaruhi ketersediaan iklim mikro dan sekaligus menyebabkan pembatasan *niche* pada spesies tertentu yang menjadikan perbedaan komposisi semut antar habitat yang berbeda (MacArthur & Levins 1967; Andersen 2000).

Faktor iklim juga disinyalir memberikan pengaruh terhadap keberadaan spesies semut invasif. Walaupun demikian, keberadaan spesies semut invasif yang ada pada perkebunan lada berpotensi sebagai predator untuk pengendali hama (Way et al. 1998) disamping memiliki dampak negatif terhadap keberadaan semut yang lain (Holway et al. 2002). Semut invasif, seperti *A. gracilipes* dan *S. geminata* yang mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan ekstrim (Holway et al. 2002) menyebabkan semut ini lebih dapat bertahan dibandingkan dengan kelompok semut yang lain. Di sisi lain, hubungan mutualisme antara semut invasif dan hama khususnya dari kelompok Hemiptera menjadi permasalahan sendiri di dalam pemanfaatan semut dalam pengelolaan hama tanaman lada. Semut invasif dalam hal ini memanfaatkan sekresi gula yang dikeluarkan oleh hama, sedangkan hama mendapatkan perlindungan semut dari serangan predator lain.

KESIMPULAN

Keanekaragaman semut yang ditemukan di perkebunan lada di empat kabupaten di Lampung berjumlah 28 spesies, dua spesies diantaranya merupakan spesies semut invasif. Berdasarkan struktur komunitas semut, tidak terdapat kemiripan komposisi spesies antar keempat wilayah perkebunan lada. Perbedaan keanekaragaman semut antara lokasi lebih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar perkebunan lada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Widilianto, Sutomo, dan Rizki yang telah membantu dalam penelitian. Penelitian ini

dibiayai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti), Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, melalui program beasiswa BPPS.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74:19–31. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6).
- 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 (Eds.), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. pp. 25–34. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Andersen AN, Hoffmann BD, Müller WJ, Griffiths AD. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* 39:8–17. doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00704.x>.
- Bestelmeyer BT, Agosti D, Alonso LE, Brandão CRF, Brown WL Jr., Delabie JHC, Silvestre R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (Eds.), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. pp. 122–144. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Bolton B. 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Cambridge: Harvard University Press.
- Colwell RK, Coddington JA. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 345:101–118. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>.
- Hölldobler B, Wilson EO. 1990. *The Ants*. Cambridge: Harvard University Press. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-10306-7>.
- Holway DA, Lach L, Suarez AV, Tsutsui ND, Case TJ. 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33:181–233. doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150444>.
- Lattke JE. 2000. Specimen processing: building and curating an ant collection. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (Eds.), *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring*

- Biodiversity*. pp. 155–171. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Legendre P, Legendre L. 1998. *Numerical ecology 2nd English Edition*. Dordrecht: Elsevier.
- MacArthur R, Levins R. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101:377–385. doi: <http://dx.doi.org/10.1086/282505>.
- McGlynn TP. 1999. The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography* 26:535–548. doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00310.x>.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O’Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H. 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0–6: Available at: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. [accessed Juli 2013].
- R Development Core Team. 2012. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Rizali A, Buchori D, Triwidodo H. 2002. Insect diversity at the forest margin-rice field interface: indicator for a healthy ecosystem. *HAYATI Journal of Biosciences* 9:41–48. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/d5010026>.
- Rizali A, Clough Y, Buchori D, Tscharntke T. 2013. Dissimilarity of ant communities increases with precipitation, but not reduced land-use intensity, in Indonesian cacao agroforestry. *Diversity* 5:26–38. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/d5010026>.
- Rizali A, Clough Y, Buchori D, Hosang MLA, Bos MM, Tscharntke T. 2012. Long-term change of ant community structure in cacao agroforestry landscapes in Indonesia. *Insect Conservation and Diversity* 6:328–338. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00219.x>.
- Rizali A, Lohman DJ, Buchori D, Prasetyo LB, Triwidodo H, Bos MM, Yamane S, Schulze CH. 2010. Ant communities on small tropical islands: effects of island size and isolation are obscured by habitat disturbance and ‘tramp’ ant species. *Journal of Biogeography* 37:229–236. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02194.x>.
- Schowalter TD. 2011. *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*, 3 edn. Oxford: Elsevier.
- Setiani EA, Rizali A, Moerfiah, Sahari B, Buchori D. 2010. Ant diversity in rice field in urban landscape: investigation on the effect of habitat condition and age of rice plant. *Jurnal Entomologi Indonesia* 7:88–99.
- Settle WH, Ariawan H, Astuti ET, Cahyana W, Hakim AL, Hindayana D, Lestari AS, Pajarningsih, Sartanto. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77:1975–1988. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2265694>.
- Tylianakis JM, Tscharntke T, Lewis OT. 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host–parasitoid food webs. *Nature* 445:202–205. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nature05429>.
- Way MJ, Islam Z, Heong KL, Joshi RC. 1998. Ants in tropical irrigated rice: distribution and abundance, especially of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research* 88:467–476. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485300042218>.
- Wilson EO. 1990. *Success and Dominance in Ecosystems: The Case of Social Insects*. Olderdorf/Luhe: Ecology Institut.