

Jurnal Ilmu Kehutanan

Journal of Forest Science
<https://jurnal.ugm.ac.id/jikfkt>



Peranan Semut di Ekosistem Transformasi Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah

The Role of Ants in Lowland Tropical Rainforest Transformation

Noor Farikhah Haneda^{1*}, Nisfi Yuniar²

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat, 16680

² Balai Taman Nasional Manupeu Tanah Daru dan Laiwangi Wanggameti, Waingapu, 87112

Email: nhaneda@yahoo.com, nhaneda@apps.ipb.ac.id

HASIL PENELITIAN

Riwayat Naskah :

Naskah masuk (received): 12 Maret 2019

Diterima (accepted): 17 Januari 2020

KEYWORDS

deforestation, transformation ecosystems, tropical rainforest, roles, ants

KATA KUNCI

deforestasi, transformasi ekosistem, hutan hujan tropis, peranan, semut

ABSTRACT

Deforestation or changes functions from forest to non-forest play a role in changing ecosystems and the species within them. Insect as one of the fauna is an interesting aspect to study, especially ants. Aims of this study is to identify the roles of the genus of ants that found in the transformation ecosystem. This study was conducted in Bungku Village, Bajubang District, Batanghari Regency, Jambi. Method used in this study is to make a plot of observation by purposive sampling. Ant sampling techniques use pitfall traps in four ecosystems i.e.. secondary forest, oil palm plantation, rubber plantation, and jungle rubber. This study found 33 genera from 6 subfamilies. Furthermore, 33 genera are grouped based on their roles, i.e. (1) 46% foragers, (2) 36% for predators, (3) 3% for army ants, (4) 3% for scavengers, and (5) 3% for others (harvesting ants, omnivores, predators and scavengers too). Camponotus as the dominant genus has a role for foragers, and Pheidole has a role as a seed destroyer and the other part is omnivorous.

INTISARI

Deforestasi atau perubahan fungsi dari hutan menjadi non-hutan berperan dalam perubahan ekosistem dan spesies di dalamnya. Serangga sebagai salah satu fauna di dalamnya merupakan aspek yang menarik untuk dikaji khususnya semut. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi peranan-peranan dari genus semut yang ditemukan di ekosistem transformasi. Penelitian dilaksanakan di Desa Bungku, Kecamatan Bajubang, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat plot pengamatan secara *purposive sampling*. Plot pengamatan dipasang di empat ekosistem hutan dengan jumlah masing - masing ekosistem sebanyak empat plot. Setiap plot memiliki lima sub plot yang tersebar di empat ekosistem hutan untuk pemasangan pitfall trap. Teknik pengambilan sampel semut menggunakan pitfall trap di empat ekosistem. Empat ekosistem tersebut yaitu hutan sekunder, perkebunan kelapa sawit, kebun karet, dan hutan karet. Hasil penelitian ditemukan sebanyak 33 genus dari 6 subfamili. Selanjutnya dari 33 genus dikelompokkan berdasarkan peranannya. Berdasarkan peranannya terdapat 46% pencari makan, 36% predator, 3% semut tentara, 3% pemakan bangkai, dan 3% lainnya (semut pemanen/pemetik,

omnivora, predator, dan pemakan bangkai). *Camponotus* sebagai genus dominan memiliki peranan pencari makan, dan *Pheidole* mempunyai peranan sebagai penghancur biji dan sebagian lainnya adalah omnivora.

© Jurnal Ilmu Kehutanan -All rights reserved

Pendahuluan

Ekosistem merupakan suatu sistem yang terdiri dari makhluk hidup dan lingkungannya, terjadi interaksi antara keduanya untuk mempertahankan kehidupan. Hutan sebagai salah bentuk ekosistem memiliki karakteristik habitat yang berbeda untuk spesies tertentu. Deforestasi atau perubahan fungsi dari hutan menjadi non-hutan juga berperan dalam perubahan ekosistem dan spesies di dalamnya. Kerusakan ekosistem mempengaruhi struktur dan komposisi penyusunya, salah satunya adalah keanekaragaman serangga. Menurut Malcolm et al. (2006) perubahan ekosistem hutan mempengaruhi struktur dan fungsi ekosistem, interaksi ekologi antar spesies dan sebaran geografi spesies, dengan konsekuensi keragaman hayati. Saat ini banyak ekosistem termasuk hutan tropis telah dipengaruhi kombinasi perubahan iklim yang belum pernah terjadi sebelumnya seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan atau semak, dan serangan serangga (Locatelli et al. 2006)

Serangga sebagai salah satu fauna yang ada, merupakan aspek yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. Serangga adalah organisme yang banyak ditemukan dan beragam jenisnya di dunia dan masih belum banyak dari keberagamannya yang terdeskripsikan secara jelas dan inventarisasi dasar dimana status keberadaannya. Masih sangat sedikit pemanfaatan spesies serangga yang potensial dijadikan sebagai indikator biologi untuk penilaian terhadap perubahan ekosistem (Jurzenski et al. 2012). Salah satu jenis serangga yang populasinya cukup tersebar diberbagai ekosistem dan masih perlu dikaji keanekaragaman dan peranannya yaitu semut. Semut merupakan jenis serangga yang memiliki populasi cukup stabil sepanjang musim dan tahun. Jumlahnya yang banyak dan stabil membuat semut menjadi salah satu koloni serangga yang penting di ekosistem. Oleh karena jumlahnya yang berlimpah, fungsinya yang penting, dan interaksi yang kompleks dengan ekosistem yang ditempatinya, semut

seringkali digunakan sebagai bio-indikator dalam program penilaian lingkungan, seperti kebakaran hutan, gangguan terhadap vegetasi, penebangan hutan, pertambangan, pembuangan limbah, dan faktor penggunaan lahan (Wang et al. 2000). Menurut Andersen (1995) semut dapat digunakan sebagai indikator kestabilan ekosistem karena semut mampu merespon perubahan dan gangguan yang terjadi. Pendapat lain dari Kumar dan O'Donnell (2007) bahwa semut dapat digunakan untuk menilai kondisi ekosistem hutan untuk tujuan pencapaian kesehatan hutan karena semut mempunyai korelasi yang kuat dengan beberapa variabel ekosistem yakni vegetasi, iklim mikro, tanah, dan fauna tanah lainnya. Semut sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan.

Semut adalah semua serangga yang termasuk dalam ordo Hymenoptera dan famili Formicidae. Sebagian besar semut dikenal sebagai serangga sosial karena hidup berkoloni dan dalam satu sarang dapat beranggotakan ratusan bahkan ribuan semut. Setiap jenis memiliki peranan masing-masing di ekosistem berdasarkan dari kebiasaan dan sumber makanannya. Menurut Borror et al. (1996) kebiasaan-kebiasaan makan semut sangat beragam. Banyak yang bersifat karnivor, makan daging hewan-hewan lain (hidup atau mati), beberapa makan tanaman, jamur, cairan tumbuhan, dan bakal madu.

Peran semut di alam dapat memberikan pengaruh positif dan negative terhadap hewan dan manusia. Manfaat segi positif tidak dapat secara langsung dinikmati oleh manusia misalnya perannya sebagai predator, menguraikan bahan organik, mengendalikan hama dan bahkan membantu penyerbukan. Semut secara ekonomi kurang bermanfaat langsung bagi manusia, namun bila dilihat secara ekologi dapat bermanfaat untuk hewan lain dan tumbuhan, karena dalam rantai makanan memiliki peran yang sangat penting. Semut dapat dimanfaatkan menjadi predator untuk mengurangi hama di perkebunan (Riyanto 2007).

Rossi dan Fowler (2002) menginformasikan bahwa *Solenopsis* sp. di Brazil dapat dimanfaatkan sebagai agen pengontrol kepadatan larva *Diatraea saccharalis*. Selanjutnya, Depparaba dan Mamesah (2005) bahwa populasi dan serangan pengerek daun (*Phyllocnistis citrella* Staint) pada tanaman jeruk dapat dikurangi semut hitam (*Dolichoderus* sp.). Beberapa contoh diatas peranan semut secara spesifik, penelitian ini difokuskan peranan semut secara umum berdasarkan genus yang ditemukan di masing-masing ekosistem di Desa Bungku, wilayah Provinsi Jambi.

Desa Bungku termasuk terdapat empat ekosistem yang menunjukkan transformasi ekosistem. Keempat ekosistem tersebut adalah hutan karet (*Jungle rubber*), kebun karet (*Rubber plantation*), hutan sekunder (*Secondary forest*), dan perkebunan kelapa sawit (*Oil palm plantation*).

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi peranan-peranan dari genus semut yang ditemukan di ekosistem transformasi. Adapun hasil penelitian dapat dijadikan informasi dasar untuk mengetahui semut yang berpotensi sebagai predator untuk pengendalian hama.

Bahan dan Metode

Bahan dan alat

Penelitian dilaksanakan di Desa Bungku, Kecamatan Bajubang, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Penelitian dilakukan pada empat ekosistem hutan yaitu hutan karet (*Jungle rubber*), kebun karet (*Rubber plantation*), hutan sekunder (*Secondary forest*), dan perkebunan kelapa sawit (*Oil palm plantation*). Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama pengambilan sampel semut dilaksanakan pada Bulan November 2012, dan tahap kedua yaitu identifikasi sampel semut pada Bulan Oktober 2013 sampai Januari 2014. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop, cawan petri, pinset, botol film, ependov, kamera, laptop, sarung tangan, mistar/penggaris 150 cm, pita ukur, cangkul, bak plastik, tali rafia, kertas label, *tally sheet*, kalkulator, patok kayu, kamera, densiometer, termometer tanah, kertas indikator pH/kertas lakmus, oven, *trashbag*, alat tulis, GPS dan buku

identifikasi serangga. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang berupa koleksi semut dari empat ekosistem yang berbeda berasal dari Desa Bungku, Provinsi Jambi yang dikoleksi oleh Laboratorium Entomologi Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB dan alkohol 70% yang digunakan untuk mengawetkan spesimen selama identifikasi.

Metode pengumpulan data

Penentuan plot pengamatan

Plot pengamatan dibuat di empat tipe ekosistem yang berbeda yaitu hutan sekunder, perkebunan kelapa sawit, kebun karet, dan hutan karet.

- Ekosistem Hutan Sekunder (*Secondary Forest*) adalah hutan yang tumbuh dan berkembang secara alami sesudah terjadi kerusakan/perubahan pada hutan yang pertama terdiri dari perdu, semak, dan tumbuhan bawah yang cukup padat. Pohon penyusun ekosistem ini adalah karet (*Hevea brasiliensis*), jenis bambu, bulian, dan rambutan hutan (*Nephelium mutabile*) sehingga tutupan tajuknya tergolong sedang.
- Ekosistem Perkebunan Kelapa Sawit (*Oil Palm Plantation*) hanya didominasi oleh tanaman kelapa sawit (*oil palm*) dan rumput di strata bawah, sehingga ekosistem ini tutupan tajuknya sangat rendah.
- Ekosistem Kebun Karet (*Rubber plantation*) adalah lahan yang sengaja dibangun oleh masyarakat menjadi kebun karet dan tanamannya hanya satu jenis saja yaitu jenis karet.
- Ekosistem Hutan Karet (*Jungle rubber*) menurut informasi dari masyarakat bahwa hutan karet sudah ada sejak dahulu dan didominasi pohon karet (*Hevea brasiliensis*), areal tersebut juga ditumbuhi perdu, semak, dan tumbuhan bawah.

Setiap ekosistem dibuat empat plot yang ditentukan secara *purposive sampling*. Plot yang telah dibuat kemudian ditandai dengan GPS agar dapat dipetakan sehingga memperjelas posisi masing-masing plot. Setiap ekosistem hutan dibuat 4 plot, dengan masing-masing plot dibuat 5 sub plot. Setiap sub plot dipasang 5 *pitfall trap* secara sistematis .

Pengambilan sampel semut

Setiap sub plot yang telah dibuat kemudian dipasang *pitfall trap*. Metode *pitfall trap* menggunakan gelas plastik berdiameter ± 7 cm dan tinggi ± 10 cm yang $\frac{1}{4}$ bagiannya diisi dengan alkohol 70% dan cuka makan 1 tetes, sehingga semut yang terperangkap tenggelam dan mati. Satu sub plot dipasang sebanyak 5 trap sehingga diperoleh 100 botol koleksi semut setiap ekosistemnya. Pengambilan sampel semut dilakukan setiap tiga hari sekali selama tiga minggu.

Identifikasi semut

Seluruh semut yang terperangkap dalam *pitfall trap* dikoleksi dan diawetkan dalam alkohol 70%. Pengamatan untuk identifikasi menggunakan mikroskop stereo. Identifikasi menggunakan beberapa kunci identifikasi semut yakni *Australian Ants Key* (Shattuck 2001), *A Field Key to The Ants* (Hymenoptera, Formicidae) (Plowes & Patrock 2000), buku *Inventory and Collection* (Hashimoto & Rahman 2003). Identifikasi dilakukan hingga tingkatan genus.

Pengukuran faktor lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan dilakukan dengan mengambil data suhu tanah, pH tanah, suhu udara, kelembaban udara, pengukuran tebal serasah, dan pengukuran kerapatan tajuk di setiap plot. Suhu tanah diukur dengan termometer tanah dengan cara memasukan ke dalam permukaan tanah sedalam 10 cm kemudian dibaca secara langsung angka yang tertera setelah mencapai nilai konstan. Pengamatan suhu tanah dilakukan tiga kali setiap 10 menit. Pengukuran pH menggunakan pH Indikator dengan cara dicelupkan ke dalam campuran sampel tanah dengan *aquades* yang diendapkan selama ± 3 menit. warna yang terbentuk pada kertas lakmus dicocokkan dengan warna-warna baku pH yang terdapat pada kertas lakmus untuk menentukan besaran pH dapat ditetapkan. Pengukuran suhu udara dilakukan dengan menggunakan termometer. Pengamatan dilakukan tiga kali setiap 15 menit. Pengukuran kelembaban udara diperoleh dari pengukuran suhu udara dengan termometer bola basah dan bola kering. Kemudian dikonversi menjadi kelembaban udara. Parameter pengukuran serasah

yang dilakukan yaitu ketebalan serasah pada 3 titik pengamatan. Kerapatan tajuk diukur menggunakan densiometer dengan pengamatan dalam 1 plot dilakukan sebanyak empat kali menghadap timur, barat, utara, dan selatan, kemudian diambil nilai rata-rata dari keempat arah tersebut sebagai nilai tingkat tutupan tajuk.

Analisis data

Indeks Keanekaragaman Spesies (H')

Indeks keanekaragaman spesies dihitung dengan menggunakan Shannon-Wiener Index (Ludwig & Reynold 1988), yaitu:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (pi \ln pi) \dots\dots\dots(1)$$

Nilai pi diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$pi = \frac{n_i}{N} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu setiap spesies

N = Jumlah individu seluruh spesies

Indeks Kekayaan Jenis (DMg)

Nilai kekayaan jenis digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis berdasarkan jumlah jenis pada suatu ekosistem. Indeks yang digunakan adalah Indeks kekayaan jenis Margalef :

$$DMg = \frac{(S-1)}{\ln N} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

DMg = Indeks Kekayaan Jenis Margalef

S = Jumlah jenis yang ditemukan

N = Jumlah individu seluruh jenis

Indeks Kemerataan Spesies (E)

Derajat kemerataan kelimpahan individu antara setiap spesies dapat ditentukan dengan indeks kemerataan spesies (Magurran 2004), yaitu:

$$E = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

E = Indeks kemerataan

H' = Indeks keanekaragaman spesies

S = jumlah spesies

Indeks Morisita

Indeks morisita menunjukkan pola distribusi dari suatu spesies (Pauley & Hutchens 2004 diacu dalam Riyanto 2007), yaitu:

$$Id = n \left(\frac{\sum X^2 - N}{N(N-1)} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Id = Indeks Morisita

n = jumlah plot

$\sum x^2$ = jumlah kuadrat seluruh spesies untuk setiap plot

N = jumlah individu keseluruhan

Apabila $Id = 1$ maka penyebarannya acak, $Id > 1$ maka penyebarannya mengelompok, dan jika $Id < 1$ maka penyebarannya teratur atau seragam.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi jenis semut

Hasil identifikasi menemukan sebanyak 5484 individu semut yang terbagi dalam 33 genus, 50 morfospesies dari 6 subfamili yaitu Dolichodorinae, Dolichorinae, Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae, dan Pseudomyrmicinae. Morfospesies yang paling banyak ditemukan adalah dari subfamili Myrmicinae dan Ponerinae masing-masing 15 morfospesies, diikuti Formicinae (14 morfospesies), Pseudomyrmicinae (4 morfospesies), Dolichodorinae (2 morfospesies), dan Dolichorinae (1 spesies). Myrmicinae juga ditemukan dominan pada beberapa penelitian sebelumnya oleh Ito et al. (2001) serta Herwina dan Nakamura (2007) di Kebun Raya Bogor. Genus *Camponotus*, *Pheidole*, *Tetramorium*, *Tetraoponera*, *Heteroponera*, *Anoplolepis*, dan *Oligomyrmex* merupakan genus semut yang mendominasi pada penelitian di keempat ekosistem ini.

Ekosistem hutan sekunder ditemukan koleksi semut sejumlah 1162 individu, 28 genus, 36 morfospesies dari 5 subfamili. Morfospesies dominan yang ditemukan di ekosistem ini adalah jenis *Pheidole* sp. sebanyak 282 individu dan *Heteroponera* sp. 229 individu. *Pheidole* termasuk dalam subfamili Myrmicinae. Genus ini merupakan genus terbesar kedua di dunia dengan 893 spesies dan hampir ditemui di seluruh dunia. Hal ini menjadi alasan bahwa kedua genus semut tersebut mendominasi

di ekosistem hutan sekunder disamping memiliki variasi pakan yang lebih banyak juga dikenal kosmopolit. Pada ekosistem hutan hujan tropis, sarang semut biasanya terdapat pada kayu-kayu yang sudah lapuk di lantai hutan (Shattuck 2001). Adapun *Heteroponera* termasuk dalam subfamili Ponerinae yang sering ditemui pada serasah, dan sering membuat sarang di tanah, bawah bebatuan atau di kayu yang sudah lapuk (Shattuck 2001).

Selanjutnya di ekosistem perkebunan kelapa sawit ditemukan sebanyak 1007 individu, 31 morfospesies, 24 genus dari 6 subfamili. Morfospesies paling dominan yaitu *Pheidole* sp. sebanyak 506 individu. Meskipun *Pheidole* sp. sama-sama mendominasi, tetapi jumlahnya lebih banyak dibandingkan di ekosistem hutan sekunder. Banyaknya genus ini kemungkinan karena kemampuan *Pheidole* dalam mencari makan dan membuat sarang di lingkungan yang kurang menguntungkan (Shattuck 2001). Genus ini juga terspesialisasi sebagai pemakan bangkai, predator, dan pemakan biji (Hölldobler & Wilson 1990) sehingga kemampuan untuk hidup di dalam habitat yang beragam dan dapat memperluas wilayah pencarian makan.

Ekosistem kebun karet hanya ditemukan 864 individu, 17 genus, 29 morfospesies dari 6 subfamili. Morfospesies dominan di ekosistem ini adalah jenis *Camponotus* sp. sebanyak 166 individu, sedangkan berdasarkan genus yang paling dominan adalah genus *Camponotus*. Genus ini termasuk dalam subfamili Formicinae yang penyebarannya cukup luas di dunia. Jenis *Camponotus* sp banyak ditemukan di ekosistem kebun karet karena semut ini lebih suka bersarang pada kanopi pohon, batang pohon tua yang mulai lapuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pierre dan Idris (2013) bahwa Individu semut dari genus *Odontomachus*, *Solenopsis*, *Polyrachis*, *Camponotus* dan *Oecopylla* jarang ditemukan di permukaan tanah untuk beraktivitas karena kebiasaannya yang bersarang pada kanopi pohon. Menurut Suriana (2017) bahwa *Camponotus* sp. merupakan semut berukuran kecil, menempati atau bersarang pada batang yang telah tua dan kulitnya mulai mengelupas. Semut tersebut merupakan semut yang menggunakan remah-remah sebagai sumber makanannya. Selain itu semut ini juga dapat memakan serangga lain yang telah mati.

Shattuck (2001) menyatakan bahwa sarang semut jenis ini sering ditemukan pada area yang luas termasuk tanah baik tertutup atau tidak tertutup, antara bebatuan, kayu, diantara akar tanaman dan ranting pada semak-semak atau pohon. Penelitian Agrawal dan Rastogi (2010) menyebutkan bahwa *Componatus* sp. juga menunjukkan hubungan saling menguntungkan dengan tanaman, sebab semut tersebut mendatangi tanaman untuk mencari *Extra floral Nectar* sebagai makanan dan keberadaannya sekaligus sebagai pengendali hama.

Ekosistem terakhir yaitu hutan karet ditemukan jumlah semut sebanyak 2451 individu, 36 morfospesies, 24 genus dari 6 subfamili. Morfospesies dominan yaitu *Camponotus* sp. sebanyak 1058 individu. Genus dominan di hutan karet sama dengan di ekosistem kebun karet yaitu *Camponotus*. Banyaknya genus ini kemungkinan karena karet (*Hevea brasiliensis*) yang termasuk famili Moraceae menghasilkan jenis zat tertentu yang disukai oleh *Camponotus*. Menurut Schultz dan McGlynn (2000) terdapat jenis tumbuhan *Cecropia* dari famili Moraceae menghasilkan glikogen yang cukup banyak dari petiole daunnya. Zat tersebut sangat disenangi oleh spesies Azteca termasuk juga *Camponotus*.

Masing-masing plot di setiap ekosistem dihitung nilai indeks morisita (I_d) yang menunjukkan pola sebaran semut. Hasil menunjukkan bahwa di seluruh plot dari keempat ekosistem memiliki nilai $I_d < 1$, artinya pola sebarannya seragam. Hanya ada satu plot yang memiliki pola sebaran mengelompok (*clumped*) untuk genus *Camponotus* dengan nilai $I_d > 1$ yaitu 1.67 di ekosistem hutan karet plot ke-2. Hal ini kemungkinan karena pemasangan *pitfall trap* mendekati sarang atau koloni semut. Selain

itu diduga plot yang ditemukan persebaran yang mengelompok karena semut terkadang berpindah ke suatu tempat ke tempat yang lain tergantung dari ketersediaan pakan dan pengaruh lingkungan.

Perbandingan jumlah individu semut di setiap ekosistem

Berdasarkan jumlah individu, kelimpahan semut terbanyak di ekosistem hutan karet, diikuti hutan sekunder, perkebunan kelapa sawit, dan kebun karet. Jumlah total individu di ekosistem hutan karet menempati posisi pertama sebanyak 2451 individu (44,70%), sedangkan untuk jumlah morfospesies antara hutan sekunder dan hutan karet sama yaitu 36 morfospesies. Secara lebih jelas untuk perbedaan penemuan koleksi semut di setiap ekosistem tersaji dalam Tabel 1.

Ada perbedaan jumlah individu, spesies, dan genus semut dari pengambilan sampel semut pada empat ekosistem yang berbeda. Hal ini dikarenakan adanya faktor yang mempengaruhi keberadaan semut, salah satunya akibat aktifitas manusia seperti yang dinyatakan oleh Chung dan Maryati (1996), yaitu habitat yang terganggu karena kehadiran manusia akan memiliki diversitas semut yang lebih rendah jika dibandingkan dengan habitat yang tidak mengalami gangguan.

Kelimpahan semut di ekosistem kebun karet paling rendah, karena frekuensi pengambilan getah karet oleh pemilik kebun lebih sering dilakukan sehingga gangguan terhadap semut menjadi lebih tinggi. Ekosistem perkebunan kelapa sawit memiliki kelimpahan semut lebih tinggi dibandingkan kebun karet. Aktifitas manusia di ekosistem perkebunan kelapa sawit lebih sedikit. Misalnya, kegiatan perawatan tanaman hanya dilakukan setiap 4-6 bulan

Tabel 1. Jumlah total individu, morfospesies, dan genus semut yang ditemukan di empat ekosistem yang berbeda
Table 1. Total numbers of individuals, morphospecies and genus found in four different ecosystems

| Kategori | BF | BO | BR | BJ | Total |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| Jumlah total individu | 1162 (21,20%) | 1007 (18,36%) | 864 (15,74%) | 2451 (44,70%) | 5484 (100%) |
| Jumlah morfospesies | 36 | 31 | 29 | 36 | 50 |
| Genus | 28 | 24 | 17 | 24 | 33 |
| Sub famili | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Keterangan: BF = *secondary forest*, BO = *oil palm plantation*, BR = *rubber plantation*, BJ = *jungle rubber*
Remarks: BF = *secondary forest*, BO = *oil palm plantation*, BR = *rubber plantation*, BJ = *jungle rubber*

Tabel 2. Biodiversitas semut pada empat ekosistem yang berbeda
Table 2. Biodiversity of ants in four differents ecosystems

| Ekosistem | Jumlah morfospesies (S) | Indeks keragaman (H') | Indeks Kekayaan (DMg) | Indeks Kemerataan (E) |
|-----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| BF | 36 | 2,76 | 4,96 | 0,70 |
| BO | 31 | 2,04 | 4,34 | 0,52 |
| BR | 29 | 2,66 | 4,14 | 0,68 |
| BJ | 36 | 2,13 | 4,48 | 0,54 |

Keterangan : BF = secondary forest, BO = oil palm plantation, BR = rubber plantation, BJ = jungle rubber
 Remarks : BF = secondary forest, BO = oil palm plantation, BR = rubber plantation, BJ = jungle rubber

sekali; pemangkasan dan pemanenan buah setiap 2 minggu sekali. Selang waktu yang relatif panjang dapat memberi kesempatan kepada komunitas semut yang terganggu untuk memulihkan diri. Aktifitas manusia di ekosistem hutan karet dan hutan sekunder tidak terlalu sering sehingga kelimpahan semut masih relatif tinggi.

Keragaman, kekayaan, dan pemerataan semut

Keanekaragaman yang diamati dalam penelitian ini adalah indeks keragaman atau *index of diversity* (H'), indeks kekayaan atau *richness* (DMg), dan indeks pemerataan atau *evenness* (E). Nilai indeks keanekaragaman untuk setiap ekosistem disajikan dalam Tabel 2.

Data pengamatan memperlihatkan bahwa jumlah morfospesies (S) di ekosistem hutan sekunder dan hutan karet lebih banyak (36 morfospesies) dibandingkan dengan kedua ekosistem lainnya. Parameter jumlah morfospesies belum bisa menjamin keanekaragaman hayati, tetapi apabila dilihat dari indeks keanekaragamannya, ekosistem hutan sekunder relatif lebih stabil dibandingkan ketiga ekosistem lainnya (H' = 2.76, DMg = 4.96, E = 0.70). Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Odum (1998) yang menyatakan bahwa keanekaragaman identik dengan kestabilan ekosistem, yaitu jika keanekaragaman tinggi, maka kondisi ekosistem cenderung stabil. Hasil analisis data untuk indeks pemerataan menunjukkan bahwa ketiga ekosistem tersebut memiliki nilai E berkisar antara 0.52 - 0.68. Artinya setiap jenis pada ekosistem tersebut memiliki tingkat penyebaran jenis yang hampir merata.

Pengaruh karakteristik ekosistem terhadap keberadaan Semut

Spesies semut memiliki tingkat toleransi yang sempit dan respon yang cepat terhadap perubahan

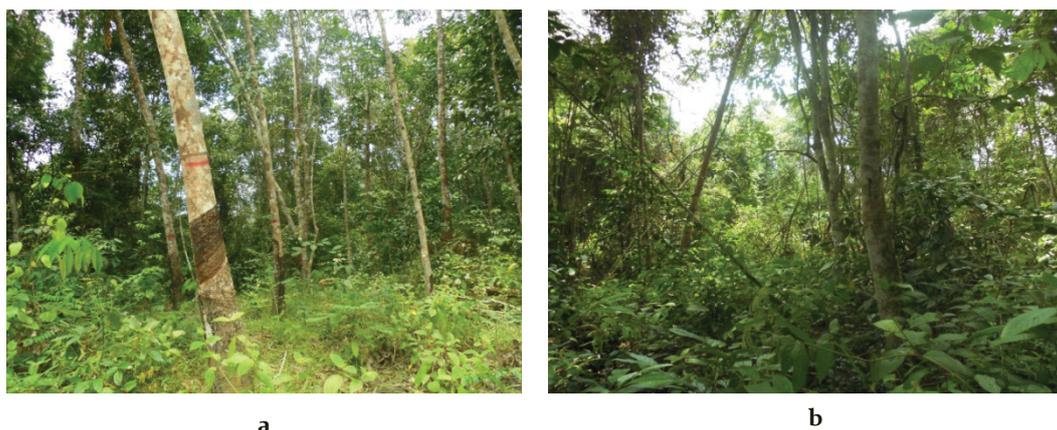
lingkungan. Ukuran semut yang kecil dan relatif bergantung pada kondisi temperatur, membuat mereka sangat sensitif terhadap perubahan iklim mikro dalam suatu habitat (Kaspari & Mejer 2000). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan terhadap beberapa faktor fisik atau lingkungan yang kemungkinan berpengaruh terhadap keberadaan semut di setiap ekosistem. Hasil pengamatan faktor-faktor fisik atau lingkungan yang diamati di setiap ekosistem tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan faktor lingkungan yang mempengaruhi diversitas semut pada empat tipe ekosistem yang berbeda
Table 3. Comparison of environmental factors that affect the diversity of ants in four differents ecosystems

| Faktor | BF | BR | BO | BJ |
|------------------------|-------|------|-------|-------|
| Strata vegetasi | III | II | I | III |
| Spesies | II | I | I | I |
| Ketebalan serasah (cm) | 5,20 | 4,15 | 0,31 | 5,85 |
| Suhu tanah (°C) | 26,8 | 27,6 | 27,8 | 26,1 |
| Suhu udara (°C) | 29,0 | 29,1 | 30,0 | 28,0 |
| Kerapatan tajuk (%) | 84 | 78 | 64 | 85 |
| ph tanah | 4 | 4 | 4 | 5 |
| Kelembaban udara (%) | 86,20 | 85,4 | 75,00 | 91,00 |

Keterangan :
 BF = secondary forest, BO = oil palm plantation, BR = rubber plantation, BJ = jungle rubber, I = sangat rendah, muda, sangat kecil; II = rendah; III = sedang; IV = tinggi, tua atau luas; V = sangat tinggi (Room 1975)

Remarks : BF = secondary forest, BO = oil palm plantation, BR = rubber plantation, BJ = jungle rubber, I = very low, young, very small; II = low; III = moderate; IV = high, old, large; V = very high (Room 1975)



Gambar 1. Kondisi strata vegetasi (a) Hutan karet (b) Hutan sekunder.
Figure 1. Vegetation strata conditions (a) Jungle rubber (b) Secondary forest.

Andersen (2000) menyatakan bahwa keberadaan semut sangat terkait dengan kondisi habitat dan beberapa faktor pembatas utama yang mempengaruhi keberadaan semut yaitu suhu rendah, habitat yang tidak mendukung untuk pembuatan sarang, sumber makanan yang terbatas serta daerah jelajah yang kurang mendukung. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pengamatan dilakukan pada strata vegetasi, spesies pohon, ketebalan serasah, suhu tanah, kerapatan tajuk, pH tanah, kelembaban udara. Strata vegetasi meliputi komposisi penyusun suatu ekosistem misalnya pohon, perdu dan semak, serta tumbuhan bawah. Spesies pohon yaitu jenis pohon yang terdapat di setiap ekosistem. Hal ini tentu saja akan berpengaruh terhadap ketersediaan pakan bagi semut.

Ekosistem hutan karet memiliki jumlah total individu semut paling banyak yaitu 2451 individu, namun stabilitas keanekaragaman lebih rendah dibandingkan ekosistem hutan sekunder. Kondisi strata vegetasi antara hutan karet dan hutan sekunder sama-sama berada dalam tingkat sedang (III) dominasi pohon karet, perdu dan semak, serta tumbuhan bawah yang cukup padat (Gambar 1). Perbedaan kondisi kedua ekosistem tersebut disebabkan oleh faktor spesies vegetasi penyusun ekosistem. Ekosistem hutan sekunder tersusun atas, pohon karet (*Hevea brasiliensis*), jenis bambu, bulian dan rambutan hutan (*Nephelium mutabile*).

Keanekaragaman dapat digunakan untuk mengukur pengaruh faktor lingkungan abiotik terhadap komunitas. Faktor suhu dan kelembaban udara mikro dalam ekosistem dapat mempengaruhi

kehidupan semut, karena titik optimum suhu dan kelembaban yang dibutuhkan oleh masing-masing semut berbeda. Data menunjukkan bahwa suhu tanah pada empat ekosistem berkisar antara 26,1°C – 27,8°C sehingga semut masih banyak dijumpai, dan suhu udara berkisar antara 28,0°C – 30,0°C. Menurut (Riyanto 2007) kisaran suhu 25°C – 32°C merupakan suhu optimal dan toleran bagi aktifitas semut di daerah tropis. Suhu tanah merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah. Suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Secara tidak langsung terdapat hubungan kepadatan organisme tanah dan suhu, bila dekomposisi material tanah lebih cepat maka vegetasi lebih subur dan mengundang serangga untuk datang. Suhu tanah yang tidak terlalu dingin disukai oleh arthropoda terutama fauna di permukaan tanah (epifauna), sehingga individu semut masih banyak dijumpai pada masing-masing ekosistem.

Perbedaan suhu dan kelembaban udara dari masing-masing ekosistem dapat terjadi karena penyinaran matahari yang berbeda. Penyinaran matahari dipengaruhi oleh kerapatan tajuk, berdasarkan data pengamatan semakin tinggi kerapatan tajuk maka kelembaban udara semakin tinggi pula. Kerapatan tajuk di hutan karet dan hutan sekunder hampir sama yaitu 85% dan 84%. Sementara kerapatan tajuk kebun karet dan perkebunan kelapa sawit masing-masing 78% dan 64%. Kondisi tajuk di ekosistem perkebunan kelapa sawit disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi tajuk di ekosistem perkebunan kelapa sawit.
Figure 2. Canopy in oil palm plantation ecosystem

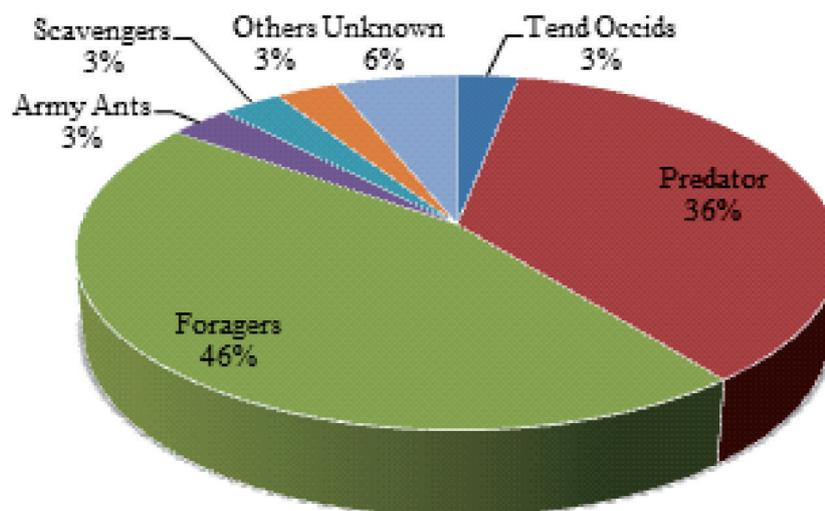
Faktor berikutnya yaitu pH tanah, ketiga ekosistem memiliki pH sedikit asam yaitu 4 untuk hutan sekunder, kebun karet, perkebunan kelapa sawit dan 5 (netral) untuk hutan karet. Kondisi pH tanah ini masih toleran untuk semut, artinya semut masih dapat hidup dengan baik (Rahmawati 2004).

Ketebalan serasah berpengaruh terhadap jumlah biomassa yang dapat terdekomposisi, semakin tebal serasah maka akan semakin banyak bahan organik yang dihasilkan (Syaufina et al. 2007). Semut salah satu jenis arthropoda pendekomposisi bahan organik. Oleh karena itu serasah adalah sumber pakan bagi semut, disamping serasah yang lebih

tebal dapat menciptakan iklim mikro yang sesuai bagi semut.

Potensi semut sebagai predator serangga hama

Kajian ini berhasil menemukan 33 genus semut. Peranan dari 33 genus semut yang dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan peranannya (menurut Brown 2002; Tabel 4) yaitu pencari makan (*foragers*), predator, dan peran lainnya (peran lainnya yang dimaksudkan di sini seperti pemakan jamur, penjaga pintu sarang, pemakan biji bijan, dan pemakan bangkai). Hasil pengelompokan atau klasifikasi peranan semut tersaji dalam Gambar 3.



Gambar 3. Klasifikasi peranan semut dari koleksi yang ditemukan
Figure 3. Classification of the role of ants from the collection found

Tabel 4. Peranan 33 genus semut yang ditemukan
Table 4. The role of 33 genus of ants found

| No | Genus | Peranan Semut |
|----|----------------------|--|
| 1 | <i>Acropyga</i> | Pemanen/pemetik biji |
| 2 | <i>Amblyopone</i> | Predator |
| 3 | <i>Anoplolepis</i> | Pencari makanan (<i>foragers</i>) |
| 4 | <i>Calomyrmex</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 5 | <i>Camponotus</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 6 | <i>Centromyrmex</i> | Predator rayap/anai-anai |
| 7 | <i>Colobostruma</i> | Predator |
| 8 | <i>Rhopalothryx</i> | Predator |
| 9 | <i>Diacamma</i> | Predator |
| 10 | <i>Dolichoderus</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>), predator |
| 11 | <i>Dorylus</i> | Semut tentara |
| 12 | <i>Echinopla</i> | Predator |
| 13 | <i>Emeryopone</i> | Predator |
| 14 | <i>Formica</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 15 | <i>Gnamptogenys</i> | Predator, pemakan bangkai (<i>scavengers</i>) |
| 16 | <i>Heteroponera</i> | Predator |
| 17 | <i>Hypoponera</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 18 | <i>Mesostruma</i> | Predator <i>Collembola</i> |
| 19 | <i>Monomorium</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>), semut pemanen/pemetik (<i>harvester</i>) |
| 20 | <i>Odontomachus</i> | Predator |
| 21 | <i>Oligomyrmex</i> | Pemakan rayap, semut pencuri |
| 22 | <i>Paratrechina</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 23 | <i>Pheidole</i> | Pemanen biji, omnivora, predator, pemakan bangkai |
| 24 | <i>Plagiolepis</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 25 | <i>Polyrachis</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 26 | <i>Pristomyrmex</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>), predator |
| 27 | <i>Probolomyrmex</i> | Predator |
| 28 | <i>Pyramica</i> | - |
| 29 | <i>Pseudolasius</i> | Pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 30 | <i>Solenopsis</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>), semut pencuri, predator |
| 31 | <i>Tetramorium</i> | Sebagian besar pencari makan (<i>foragers</i>) |
| 32 | <i>Tetraoponera</i> | - |
| 33 | <i>Trachymyrmex</i> | Pengumpul jamur, penjaga pintu masuk |

Beberapa penelitian menjelaskan peran semut sebagai predator, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai pengendali hama tanaman. Pengamatan pada empat ekosistem menemukan 16 genus yang berpotensi sebagai predator, di antaranya adalah genus *Amblyopone*, *Centromyrmex*, *Colobostruma*, *Rhopalothryx*, *Diacamma*, *Echinopla*, *Emeryopone*, *Heteroponera*, *Odontomachus*, *Solenopsis*, *Dolichoderus*, *Pheidole* dan lain-lain. Penelitian yang

dilakukan oleh Riyanto (2007) menunjukkan bahwa *Solenopsis* sp. dapat menguraikan bahan organik dari hewan dan tumbuhan, simbiosis dengan kutu daun, serta sebagai predator pada yang lebih lemah, demikian pula *Dolichoderus* sp. dan *Ponera* sp. menurut Saputa dan Martono (2005) semut *Ponera* sp. memiliki sengat dan diketahui sebagai predator pada rayap dan lalat buah. Sayangnya dalam penelitian ini tidak dijumpai semut dari

genus *Ponera* hanya *Solenopsis* sp. dan *Dolichoderus* sp. Sementara itu, *Solenopsis* sp. dapat digunakan sebagai pengendali kepadatan larva *Diatraea saccharalis* yang merupakan larva pengebor tanaman tebu (Rossi & Fowler 2002). Depparaba dan Memesah (2005) menyatakan bahwa populasi dan serangan penggerek daun (*Phyllocnistis citrella* Staint) pada tanaman jeruk dapat dikurangi dengan semut hitam (*Dolichoderus* sp.).

Oecophylla smaragdina juga mempunyai peranan sebagai pengendali biologis terhadap beberapa hama ulat di perkebunan sawit (Falahudin 2013), namun tidak ditemukan dalam penelitian ini. Selain sebagai predator, beberapa genus semut lainnya berperan sebagai semut pengumpul makanan (*foragers*), pemanen/pemetik biji (*harvesters*), pemakan jamur, omnivora dan pemakan bangkai (*scavengers*). Menurut Borror et al. (1996) kebiasaan makan semut memang agak beragam. Banyak semut yang bersifat karnivor, makan daging hewan-hewan lain (hidup atau mati), beberapa makan tanaman, jamur, cairan tumbuhan, dan madu. Genus *Camponotus* sebagai genus dominan dalam penelitian ini, menurut Agosti et al. (2000), mempunyai peran fungsional sebagai pengumpul makanan (*foragers*), dan genus *Pheidole* mempunyai peran sebagai penghancur biji-bijian dan beberapa jenis sebagai omnivora.

Kesimpulan

Peranan semut yang ditemukan di ekosistem transformasi hutan hujan tropis dataran rendah dari 33 famili yaitu 46% pencari makan, 36% predator, 3% semut tentara, 3% pemakan bangkai, dan 3% lainnya (semut pemanen/pemetik, omnivora, predator, dan pemakan bangkai). *Camponotus* sebagai genus dominan memiliki peranan pencari makan, dan *P. Heidole* mempunyai peranan sebagai penghancur biji dan sebagian lainnya adalah omnivora. Keberadaan semut sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari masing-masing ekosistem seperti strata vegetasi, spesies pohon, ketebalan serasah, suhu udara, suhu tanah, pH, dan kelembaban udara. Semut yang berpotensi sebagai predator untuk serangga hama terdapat 15 genus yaitu *Amblyopone*, *Centromyrmex*, *Colobostruma*, *Diacamma*, *Dolichoderus*, *Echinopla*, *Emeryopone*, *Gnamptogenys*, *Heteroponera*, *Mesostruma*, *Odontomachus*, *Oligomyrmex*,

Pristomyrmex, *Probolomyrmex*, dan *Solenopsis*. Berdasarkan 15 genus yang ditemukan, beberapa genus yang sudah sering digunakan sebagai predator untuk serangan hama adalah *Dolichoderus* dan *Solenopsis*. Adanya data peranan semut ini dapat dijadikan data awal untuk pengendalian hama tertentu baik dalam bidang kehutanan maupun pertanian tidak hanya pada kedua genus tersebut.

Daftar Pustaka

- Abidin Z. 2005. Studi dampak kebakaran hutan terhadap biota tanah dengan metode Forest Health Monitoring (FHM) di Taman Buru Masigit Gunung Karembi Sumedang. [skripsi] Bogor : Fakultas Kehutanan IPB.
- Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR. 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Amerika Serikat (US): Smithsonian Inst.
- Agrawal VM, Rastogi N. 2010. Ants as dominant insect visitors of the extrafloral nectaries of sponge gourd plant, *Luffa cylindrica* (L.) (Cucurbitaceae). *Asian Myrmecology* 3:45-54.
- Andersen AN. 1995. Classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22:5-29.
- Andersen AN. 2000. Global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. Di dalam: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editor. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Volume 3. Amerika Serikat (US): Smithsonian Inst. hlm 25-34.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1996. Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi ke-6. Partosoedjono S, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gajahmada Univ Pr. Terjemahan dari: *An Introduction to the Study of Insect*.
- Chung, Maryati. 1996. A comparative study of the ant fauna in primary and secondary forest in Sabah, Malaysia. Di dalam: Edward DS, Booth WE, Choy SC, editor. *Tropical Rainforest Research-Current Issues*. Dordrecht (NL): Kluwer Academic.
- Dharmawan. 2005. *Ekologi Hewan*. Malang (ID): UM Press.
- Depparaba F, Memesah D. 2005. Populasi dan serangan penggerek daun (*Phyllocnistis citrella* Staint) pada tanaman jeruk dan alternatif pengendaliannya. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 8 (1): 88-93.
- Falahudin I. 2013. Peranan Semut Rangrang (*Oecophylla smaragdina*) Dalam Pengendalian Biologis Pada Perkebunan Kelapa Sawit. Disampaikan pada Conference proceeding Palembang
- Hashimoto Y, Rahman H. 2003. *Inventory Collection: Total Protocol for Understanding of Biodiversity*. Sabah (MY): Research and Education Component BBEC Programme.

- Herwina H, Nakamura K. 2007. Ant species diversity studied using pitfall traps in a small yard in Bogor Botanical Garden, West Java, Indonesia. *Treubia* 35: 99-116.
- Hölldober B, Wilson EO. 1990. *The Ants*. Cambridge (US): Harvard Univ Pr.
- Ito F, Yamane S, Egucchi K, Noerdjito WA, Kahono S, Tsuji K, Ohkawa K, Yamauchi K, Nishida T. 2001. Ants species diversity in the Bogor Botanic Garden, West Java, Indonesia, with description of two new species of the genus *Leptanilla* (Hymenoptera, Formicidae). *Tropics* 3: 379-404.
- Jurzenski J, Albrecht M, Hoback WW. 2012. Distribution and diversity of ant genera from selected ecoregions across Nebraska. *The Prairie Naturalist* 44(1):17-29.
- Karmana IW. 2010. Analisis keanekaragaman epifauna dengan metode koleksi pitfall trap di kawasan hutan Cagar Malang. *GaneÇ Swara* 4(1): 1-5.
- Kumar A, O'Donnell S. 2007. Fragmentation And Elevation Effects On Bird Army Ant Interactions In Neotropical Montane Forest Of Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 23(5):581-590.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical Ecology*. Amerika Serikat (US): Wiley-Interscience.
- Magguran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford (UK): Blackwell.
- 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: 163-176
- Plowes NJR, Patrock R. 2000. *A Field Key to The Ants (Hymenoptera, Formicidae) found at Brackenridge Field Laboratories, Austin, Travis County, Texas*. Austin (US): Brackenridge Field Laboratories University of Texas.
- Rahmawati. 2004. Studi keanekaragaman mesofauna tanah di kawasan hutan wisata alam Sibolangit. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/910/1/hutan-rahmawaty12.pdf>. Diakses Juni 2014
- Riyanto. 2007. Kepadatan, pola distribusi dan peranan semut pada tanaman di sekitar lingkungan tempat tinggal. *Jurnal Penelitian Sains* 10(2): 241-253.
- Room PM. 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest, grassland, and tree crops in Papua New Guinea. *Australian Journal of Zoology* 23 :71-89.
- Rossi MN, Fowler HG. 2002. Manipulation of fire ant density, *Solenopsis* spp. For short-term reduction of *Diatraea saccharalis* larva densities in Brazil. *Scientia Agricola* 59(2): 389-392.
- Saputa, Martono E. 2005. *Semut*. Perlintan UGM. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Schultz TR, McGlynn TP. 2000. The interaction of ants with other organism. Di dalam: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editor. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Volume 4. Amerika Serikat (US): Smithsonian Inst. hlm 35-44.
- Shattuck SS. 2001. *Australian Ant: Their Biology and Identification*. Australia (AU): CSIRO.
- Suriana. 2017. Deksripsi morfologi dan status taksonomi semut dari komunitas mangrove di Pulau Hoga kawasan Taman Nasional Wakatobi. *Biowallacea* 4(2): 602-610.
- Syaufina L, Haneda NF, Buliyansih A. 2007. Keanekaragaman arthropoda tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Media Konservasi* 7(2): 57-66.
- Wang C, Strazanac J, Butler L. 2000. Abundance, diversity, and activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in oak-dominated mixed appalachian forest treated with microbial pesticides. *Environmental Ecology* 29(3):579-586.