

Respon Semut Terhadap Kerusakan Antropogenik Pada Hutan Lindung Sirimau, Ambon

Fransina Latumahina

¹ Program Doktor Ilmu Kehutanan, Universitas Gajah Mada Yogyakarta,
Jl. Agro No.1 Bulaksumur, Sleman Yogyakarta 55281
Email: fransina.latumahina@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon semut terhadap kerusakan habitat akibat kehadiran manusia dalam hutan lindung Sirimau di Ambon. Respon semut diketahui dengan pendekatan kekayaan, kelimpahan, keragaman, frekuensi dan tanggap fungsional terhadap kerusakan antropogenik dalam hutan lindung melalui metode *line transect*. Parameter tambahan yang diamati adalah faktor iklim mikro, sifat fisik dan kimia tanah. Hasil penelitian menemukan keberadaan 23 spesies semut, 16.601 individu, kelimpahan spesies tertinggi sebesar 0,158, frekuensi 32,44% dan indeks keragaman sebesar 2,92 yang tergolong sedang. Kelompok fungsional semut terbagi menjadi kelompok oportunist (1 spesies), *myrmicinae* umum (1 spesies), predator spesialis (4 spesies), spesialis iklim tropis (6 spesies), *dolichoderinae* dominan (4 spesies), *camponitini* subordinat (6 spesies) dan *criptic species* (4 spesies). Faktor antropogenik yang menyebabkan kerusakan habitat hutan lindung yakni pembukaan wilayah hutan, penebangan pohon, pembakaran hutan, perladangan berpindah dan pembangunan fisik akibatnya terjadi fragmentasi dan degradasi habitat yang diikuti dengan ketidakseimbangan lingkungan dan komponen ekosistem.

Kata Kunci : antropogenik, kerusakan habitat, komunitas semut, respon semut.

The Response Of Ants To Anthropogenic Damage In Sirimau Conservation Forest, Ambon

ABSTRACT

The objective of field study was to study the response of ants to forest damage due to presence of human activities in Sirimau Conservation forest, Ambon. The respons of ants was analyzed based on their richness, abundance, diversity, frequency and functional response to anthropogenic damage by used of line transecting method. Secondary parameters measured were local microclimate as well as soil physical and chemical characteristics. The study found 23 species of ants and 16,601 individual ants in the forests; the highest species abundance was 0.158, while frequency and diversity index was 32.44% and 2.92 each and were classified as moderate. Functionally ants consisted of oppurtunist (1 species), generalized myrmicinae (1 species), specialist predators (4 species), tropical climate specialists (6 species), dominant dolichoderinae (4 species), subordinate camponitini (6 species) and criptic species (4 species). Anthropogenic activity contributed to forest habitat destruction through forest opening, logging, forest fires and shifting cultivation. Anthropogenic damage in secondary forest caused fragmentation and degradation, followed by inbalance of environment and ecosystem components

Keywords: anthropogenic, ant communities, ant response, habitat destruction.

PENDAHULUAN

Hasil interperetasi citra landsat 7ETM+ tahun 2009 menunjukkan adanya perubahan tutupan vegetasi dalam hutan lindung Sirimau Ambon Maluku. Perubahan ini terjadi akibat kerusakan antropogenik berupa pembukaan kawasan hutan untuk dijadikan areal

pertanian, pemukiman, jalan raya, fasilitas pemerintah, penebangan pohon dan penggembalaan ternak oleh warga di sekitar hutan lindung. Akibat lebih lanjut adalah terbentuk klaster hutan sekunder seluas 578,58 ha (Anonim, 2009). Perubahan penggunaan lahan dan tutupan vegetasi berpotensi menimbulkan kerusakan habitat

akibatnya terjadi degradasi dan transformasi habitat yang akan mengubah perilaku semut, diversitas semut, komposisi semut dan perubahan fungsi ekosistem dalam skala yang luas.

Gejala transformasi habitat yang terjadi dalam hutan lindung Sirimau mengarah pada kerusakan parmanen dan bersifat kontinyu, sehingga dibutuhkan upaya untuk menyelamatkan potensi keragaman hayati guna mengembalikan fungsi dan peran sebagai hutan lindung di Kota Ambon. Upaya awal yang dilakukan adalah memantau kerusakan yang terjadi dalam kawasan hutan lindung Sirimau secara fisik, biologi dan kimia. Semut dipilih sebagai obyek dalam penelitian ini karena mempunyai arti ekologi yang penting dalam ekosistem hutan. Semut mampu menyediakan layanan ekosistem sebagai penyebar benih, pengendali hama secara biologis, predator, bioindikator lingkungan, *seed harvester* dan polinator (Garden *dkk.*, 2007).

Holldobler dan Wilson (1990) menyatakan bahwa kehadiran semut dapat mengindikasikan kesehatan ekosistem dan memberikan gambaran tentang kehadiran organisme lain, karena banyaknya interaksi semut dengan berbagai tumbuhan maupun hewan lain. Semut dapat menjadi indikator biologi untuk menilai perubahan lingkungan karena mudah dikoleksi, biomassa dominan, taksonomi maju, dan sensitif pada perubahan lingkungan (Agosti dan Alonso, 2000) dan mampu merespon perubahan yang terjadi dalam ekosistem (Pecarevic *dkk.*, 2010). Semut mempunyai korelasi yang kuat dengan variabel ekosistem yakni vegetasi, iklim mikro, tanah, dan fauna tanah lainnya (Shahabudin, 2011). Secara teknis pengambilan sampel semut relatif mudah dilakukan dan secara taksonomi mudah diidentifikasi sehingga semut dapat digunakan untuk membantu memahami kaidah ekologi, *biomonitoring* untuk tujuan konservasi dan pengelolaan hutan (Majer dan Nichols, 1998).

Beberapa studi tentang penggunaan semut sebagai indikator ekosistem telah

banyak dipelajari di areal reklamasi tambang di Australia. Hasilnya menemukan bahwa pada areal bekas tambang tidak ditemukan semut yang mampu hidup dalam kurun waktu lima tahun (Majer dan Nichols, 1998). Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kehadiran semut pada perkebunan kakao di Brasil karena faktor kandungan nitrogen pada tanaman yang ditanam dan sistem pengelolaan tanah yang dikerjakan dimana semut mengalami perubahan kehadiran, vitalitas dan memberikan respon terhadap praktek pengelolaan tanah (Pecarevic *dkk.*, 2010). Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon semut terhadap kerusakan habitat serta hubungannya dengan faktor lingkungan.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan dalam hutan sekunder seluas 578,58 ha yang merupakan bagian dari Hutan Lindung Sirimau Ambon. Pengamatan dan analisis dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Dasar Fakultas Pertanian UGM.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada enam jalur pengamatan berukuran 500 x 20 m. Pengambilan semut menggunakan tiga metode, yakni *pitfall trap* (PT) atau perangkap jebak, *bait trap* (BT) dengan umpan gula dan ikan tuna serta *hand collecting*. *Pitfall trap* berupa gelas plastik berdiameter ± 7 cm dengan tinggi ± 10 cm yang diisi dengan 25 mL larutan air sabun. *Pitfall trap* ditanam sedalam ± 10 cm dan diletakkan pada tiap jarak 20 m dan ditinggalkan hingga sore hari kemudian diambil, disortir dan diidentifikasi. *Bait trap* dengan umpan larutan gula dan ikan tuna diletakkan dalam piring plastik sebanyak 10 buah, digantung pada pohon tiap jarak 20 m dan ditinggalkan hingga sore hari baru dikumpulkan (Hashimoto *dkk.*, 2001). Metode *hand collecting* dimana peneliti berjalan menyusuri jalur pengamatan selama satu jam dan mencari semut dan sarangnya yang hidup di

sekitar tumbuhan yang rendah, di antara bebatuan, permukaan tanah, gundukan tanah dan patahan kayu (Andersen *dkk.*, 2004). Sampel dikoleksi dengan pengawetan alkohol 70 % dan diidentifikasi dengan mikroskop stereo binokuler hingga tingkat spesis.

Analisis Data

Kerusakan habitat akibat kehadiran manusia. Tingkat kerusakan habitat didekati dengan pendekatan vegetasi. Analisis vegetasi meliputi kekayaan spesis, keragaman spesis, kelimpahan dan frekuensi vegetasi dapat menjadi indikator untuk menilai kerusakan habitat hutan sekunder akibat kehadiran manusia.

Respon semut terhadap kerusakan hutan Lindung. Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui respon semut terhadap kerusakan yang terjadi dalam hutan sekunder dianalisis menggunakan pendekatan nilai keragaman, frekuensi dan kelimpahan spesis semut (Bilton *dkk.*, 2006). Pendekatan kelompok fungsional semut dalam hutan sekunder diklasifikasikan berdasarkan sistem pembagian kelompok fungsional semut di Australia dalam merespon tekanan dan gangguan yang terjadi dalam habitat (Andersen *dkk.*, 2004). Parameter lingkungan diukur meliputi faktor iklim (Suhu dan kelembaban udara) serta faktor tanah (pH tanah, suhu tanah dan kandungan bahan organik).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehadiran Manusia dan Kerusakan Habitat dalam Hutan Lindung

Surat Keputusan Menteri Kehutanan nomor 871/Menhut-II/2013 tanggal 6 Desember 2013 menyebutkan bahwa luas hutan lindung di Propinsi Maluku tersisa 631,368,52 ha dengan laju deforestasi sebesar 283,2 ha/tahun. Angka ini menunjukkan bahwa kondisi hutan lindung di Maluku termasuk Hutan lindung Sirimau semakin memprihatinkan tiap tahun karena mengarah

pada gejala degradasi dan transformasi habitat. Degradasi dan transformasi hutan disebabkan oleh faktor manusia (*antropogenik*) dan faktor alam (*non antropogenik*) di antaranya penebangan liar, pembakaran hutan, pembangunan pemukiman, sarana pemerintah, erosi, banjir dan serangan hama penyakit. Persentase kerusakan antropogenik dalam Hutan Lindung Sirimau akibat penebangan pohon (70,09 %), pembakaran hutan (54,23 %), pengembalaan ternak (24,99 %), pembangunan prasarana pemerintah (63,59 %), kegiatan bercocok tanam (45,88 %), pengambilan hasil hutan kayu (40,68 %), pengambilan hasil hutan non kayu (15,96 %), pembangunan perumahan (50,09 %) dan kegiatan lainnya (15,67 %) (Talaohu, 2012). Data ini memperlihatkan bahwa hutan lindung Sirimau telah mengalami kerusakan ekosistem yang berat akibatnya kehidupan komponen ekosistem mengalami gangguan termasuk semut yang hidup didalamnya.

Pengamatan visual peneliti menemukan bahwa kegiatan *illegal logging* atau penebangan liar dilakukan oleh warga sekitar hutan sekunder untuk dijadikan kayu bakar dan bahan bangunan yang dijual untuk meningkatkan pendapatan keluarga, pembakaran hutan secara sengaja oleh warga sekitar hutan lindung dilakukan dengan cara membakar untuk dijadikan pemukiman, kebun dan ladang. Warga membuka hutan untuk dijadikan ladang selama beberapa bulan, setelah tanah tidak lagi berproduksi warga berpindah mencari areal hutan baru. Perladangan berpindah dalam hutan Sirimau adalah warisan nenek moyang karena sudah menjadi tradisi dalam bercocok tanam bagi warga setempat pada saat musim kemarau. Pasca konflik di Kota Ambon, banyak warga kehilangan tempat tinggal, sehingga hutan lindung Sirimau dijadikan alternatif pengungsian bagi warga. Pembangunan sarana dan prasarana milik pemerintah pasca konflik diantaranya Instalasi Pengelolaan Sampah Terpadu (ITSP), jalan raya dan sarana kesehatan masyarakat dan pengembalaan ternak dimana warga menggembalakan ternak

sapi dan kambing secara intensif dalam kawasan hutan .

Kekayaan, Keragaman dan Kemerataan Jenis Vegetasi

Kerusakan habitat dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan faktor vegetasi yakni kekayaan jenis, keragaman dan kemerataan jenis vegetasi. Kekayaan jenis adalah jumlah individu dalam suatu komunitas yang dinyatakan dalam nilai indeks (Alteri dkk.,1999). Keragaman jenis adalah parameter yang berguna untuk

membandingkan dua komunitas, terutama untuk mengetahui pengaruhnya dari gangguan biotik, atau untuk mengetahui tingkat suksesi serta kestabilan suatu spesies. Keragaman spesies ditandai dengan banyak spesies yang membentuk sebuah komunitas. Kemerataan menunjukkan derajat kemerataan kelimpahan individu antar spesies, yang digunakan sebagai indikator gejala dominansi antara tiap spesies dalam suatu komunitas atau untuk mengetahui kemerataan satu spesies vegetasi dalam satu komunitas. Nilai ketiga parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekayaan,keragaman dan kemerataan vegetasi dalam hutan lindung

Parameter	Hutan primer	Hutan sekunder	Pertanian lahan kering	Semak-belukar	Pemukiman
Kekayaan jenis	9,87 (Tinggi)	7,75 (Tinggi)	4,94 (Sedang)	3,01 Rendah)	3,65 (Rendah)
Keragaman jenis	3,67 (Tinggi)	3,30 (Sedan)	2,68 (Sedang)	1,17 (Rendah)	1,36 (Rendah)
Kemerataan jenis	0,21 (Rendah)	0,10 (Rendah)	0,60 (Sedang)	1,22 (Tinggi)	0,80 (Tinggi)

Variasi nilai ketiga parameter diduga dipengaruhi oleh faktor iklim yakni suhu, kelembaban, pH tanah, curah hujan, sifat fisika dan kimia tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Irwanto (2007) bahwa faktor iklim dan tanah sangat mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi vegetasi dalam kawasan hutan. Faktor klimatis juga mempengaruhi kekayaan vegetasi pada satu ekosistem karena berhubungan dengan radiasi matahari, temperatur udara, kelembaban udara, presipitasi dan angin. Tinggi rendah suhu udara menentukan tumbuh kembang, reproduksi dan kelangsungan hidup tanaman. Suhu yang cocok untuk pertumbuhan vegetasi antara 22 - 37 °C. Suhu yang lebih atau kurang dari batas normal mengakibatkan pertumbuhan yang lambat atau berhenti karena kadar air dalam udara dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih cepat dan sebaliknya kelembaban rendah diperlukan untuk pertumbuhan generatif (Soerianegara, dkk., 1988).

Faktor ketinggian tempat memberikan pengaruh terhadap kekayaan vegetasi pada

kelima klaster. Hutan primer terletak pada ketinggian 250 - 525 m dpl, hutan sekunder 100 - 375 m dpl, pertanian lahan kering 50 - 250 m dpl, semak-belukar 75 - 525 m dpl dan pemukiman 100 - 200 m dpl. Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh terhadap jumlah dan jenis vegetasi namun bersifat tidak langsung, artinya perbedaan ketinggian tempat akan mempengaruhi keadaan lingkungan tempat tumbuh pohon terhadap suhu, kelembaban, oksigen di udara, dan keadaan tanah. Meskipun pengaruhnya tidak langsung, tetapi berpengaruh terhadap keragaman vegetasi (Soerianegara dkk.,1988). Tekstur atau susunan partikel tanah, air tanah, temperatur tanah, dan unsur hara yang terkandung di dalam tanah juga berpengaruh terhadap perbedaan vegetasi yang tumbuh di atasnya (Soerianegara dkk., 1988). Serangan hama dan penyakit kategori sedang hingga sangat berat pada Tusam (*Pinus merkussi Jung Et De Vriese*) dengan ulat api coklat (*Milonia basalis*), ekaliptus (*Eucaliptus alba*) dengan *helloweltis spp*, akasia (*Acacia mangium*) dengan kupu - kupu kuning (*Eurema spp*), jati (*Tectona grandis*) dengan *hiblaea puera* juga mempengaruhi komposisi

dan keragaman spesies vegetasi (Sahusilawane, 2010).

Kehadiran manusia berkaitan dengan kekayaan vegetasi pada kelima klaster. Dalam hutan primer ditemukan aktivitas perburuan oleh warga namun tidak secara kontinyu, pada hutan sekunder ditemukan aktivitas pengambilan kayu, galian C dan hasil hutan non kayu untuk dijadikan bahan bangunan meskipun intensitasnya juga tidak terlalu tinggi. Pada klaster pertanian lahan kering, aktivitas warga cukup tinggi. Warga menebang pepohonan untuk bercocok tanam, mengambil dedaunan untuk makanan ternak, membuat kebun, mengembalakan ternak serta pengambilan pasir dan batu. Pemerintah juga ikut andil dengan program pembangunan pemukiman bagi warga pengungsi pasca konflik dan pembangunan jalan raya. Dalam klaster semak - belukar ditemukan kegiatan penggembalaan ternak secara kontinyu, pengambilan batu dan pasir, dan kebakaran akibat kekeringan juga ikut mempengaruhi kekayaan vegetasi dalam klaster ini. Pada klaster pemukiman ditemukan perumahan warga yang dibangun secara permanen maupun semi permanen, adanya pekuburan umum serta aktivitas manusia lainnya.

Index diversitas vegetasi pada kelima klaster berkisar dari sedang hingga tinggi. (Tabel 1). Hutan primer dan sekunder memiliki keragaman vegetasi tinggi hingga penyebaran jumlah individu dan kestabilan komunitas tinggi. Pertanian lahan kering, semak belukar dan pemukiman memiliki keragaman vegetasi, penyebaran dan kestabilan komunitas sedang. Semakin tinggi keragaman jenis vegetasi maka semakin banyak spesies yang dijumpai dalam tiap klaster. Hal ini dipengaruhi oleh kelimpahan spesies, kekayaan spesies dan frekuensi masing-masing spesies vegetasi pada kelima klaster. Semakin banyak jumlah jenis vegetasi maka semakin tinggi keragaman yang menunjukkan hubungan antara jumlah spesies dengan jumlah individu yang menyusun satu komunitas. Sebuah komunitas dikatakan mempunyai keragaman spesies yang tinggi apabila jumlah individu masing-masing spesies tersebut

terdapat dalam jumlah yang sama atau hampir sama. Sebaliknya apabila komunitas tersebut tersusun hanya satu spesies, atau hanya beberapa spesies yang kepadatannya rendah maka komunitas tersebut dikatakan mempunyai keragaman rendah. Beberapa faktor yang diduga sangat mempengaruhi keragaman vegetasi yakni ketinggian tempat. Semakin tinggi tempat dari permukaan laut maka spesies vegetasi semakin sedikit dan sebaliknya. Kelima klaster terletak pada ketinggian antara 100 -500 m dpl sehingga kekayaan, kelimpahan dan frekuensi kehadiran vegetasi akan bervariasi dan mempengaruhi keragaman vegetasi dalam kawasan hutan lindung, kesuburan tanah. Jenis tanah dapat mempengaruhi kesuburan tanah dalam sebuah ekosistem dan menyebabkan perbedaan jumlah maupun jenis vegetasi yang tumbuh di atasnya serta penebangan pohon dan kebakaran hutan akibat kemarau.

Kemerataan vegetasi pada kelima klaster bervariasi dari rendah hingga tinggi. Pada hutan primer dan sekunder indeks kemerataan vegetasi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa jenis vegetasi dalam hutan primer dan sekunder penyebarannya tidak merata, karena jenis vegetasinya bervariasi dan tidak mendominasi dalam klaster. Pada areal pertanian lahan kering dengan indeks kemerataan sedang menunjukkan variasi jenis vegetasi dan sebagian spesies lagi mendominasi dalam klaster sebagai akibat dari kegiatan bercocok tanam. Warga menanam tanaman pertanian berumur pendek diantaranya ubi kayu, jagung, nenas dan ubi jalar, langsung, duku dan mangga.

Respon Semut terhadap Kerusakan Antropogenik

Keragaman Jenis Semut

Hasil pengukuran keragaman semut dengan Indeks keragaman *Shanon* menunjukkan nilai indeks diversitas semut dalam hutan sekunder sebesar 2,92 dan tergolong kriteria sedang (Tabel 2). Nilai ini

menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap spesis semut dan kestabilan komunitas semut sedang, ekosistem masih mantap dengan produktivitas yang cukup baik dalam kawasan hutan. Keragaman semut dalam hutan sekunder diduga dipengaruhi oleh kompetisi interspesifik, ketersediaan sumber makanan, kualitas habitat dan perubahan aktivitas semut. Penggunaan lahan oleh warga di sekitar hutan lindung untuk dijadikan areal pertanian, penggembalaan ternak dan pemukiman sangat mempengaruhi keragaman semut. Perubahan arsitektur tanaman, perubahan kondisi habitat, penggunaan insektisida secara intensif, dan perubahan iklim. Ketinggian tempat dapat mempengaruhi keragaman semut dalam satu habitat meskipun ketinggian hutan sekunder terletak antara 250 - 500 m dpl namun tidak mempengaruhi kekayaan, kelimpahan dan keragaman semut dalam kawasan. Hal ini dikarenakan pada batas ketinggian ini semut dapat hidup dengan baik dan diduga cocok untuk semut melakukan berbagai aktivitas yang menunjang kehidupannya.

Pada dataran tinggi terjadi penurunan keragaman semut karena perubahan peran dalam ekosistem yang digantikan oleh artropoda lain. Suhu dan kelembaban udara dapat mempengaruhi penyebaran dan perkembangan semut dalam kawasan hutan sekunder. Rata-rata suhu dan kelembaban udara mikro yakni 27 °C dan 85 % diduga sesuai untuk perkembangan semut (Shattuck, 2000). Pendapat lain dari Cox dan Moore (2000) bahwa perbedaan suhu, kelembaban, pola makan dan aktivitas semut sangat berpengaruh terhadap keragaman spesis. Contohnya iklim dan pola makan dapat mengubah ukuran dan tampilan tubuh semut (Shattuck, 2000). Keragaman semut juga dipengaruhi oleh variasi ketersediaan makanan, kualitas habitat dan perubahan aktivitas semut (Bestelmeyer dan Wiens, 2000).

Komposisi dan Frekuensi Jenis Semut

Komposisi jenis dan frekuensi kehadiran semut menunjukkan hasil yang

berbeda yakni ditemukan lima subfamily masing-masing ponerinae, myrmicinae, formicinae, dolichoderinae dan cerapachyinae dengan 16 genus dan 23 spesis. Lima spesis semut dengan jumlah individu dan frekuensi tertinggi masing - masing *Polyrhachis bellicosa* (2626 dan 33,33 %), *Pheidole sp 1* (1656 dan 27,11 %), *Oecophylla smaragdina* (1366 dan 24,89 %), *Crematogaster sp 1* (1131 dan 23,56 %) dan *Pheidole sp 2* (1092 dan 22,01 %). Komposisi dan frekuensi jenis semut dalam hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 2.

Polyrhachis bellicosa memiliki jumlah individu terbanyak dengan metode *hand collecting* dan *pitfall trap* karena ini spesis memiliki kemampuan penyebaran yang tinggi dan beragam. Umumnya spesis ini ditemukan pada daerah dataran rendah hingga sedang. Pada saat penelitian ditemukan pada batang dan ranting pohon pule (*Alstonia scholaris*), jambu (*Eugenia sp*), beringin (*Ficus benjamina*), bacang (*Mangifera foetida*), cempedak (*Arthocarpus cempeden*), gondal (*Ficus septica*), dan rotan merah (*Calamus amphybolus*).

Pheidole sp 1 dan *Pheidole sp 2* banyak ditemukan pada permukaan tanah melalui metode *pitfall trap* dan *hand collecting* dengan frekuensi kehadiran masing -masing 27,11 dan 22,01 %. Umumnya spesis ini mendominasi hutan hujan tropis di seluruh dunia dengan perannya sebagai *scavenger* dan tergolong spesis *epigaeic* (Holldobler dan Wilson, 1990).

Oecophylla smaragdina memiliki kebiasaan yang sangat agresif. Spesis ini ditemukan sebanyak 1366 ekor dengan frekuensi 24,89 %. Aktivitas spesis ini sangat dipengaruhi suhu lingkungan antara 24-29 °C dengan kelembaban relatif antara 62-80 % (Andersen dkk., 2004). Rata-rata suhu udara dalam hutan sekunder 27 °C dengan kelembaban udara 85 % diduga sesuai dengan kebutuhan spesis semut ini. Spesis ini sangat melimpah pada tanaman mangga (*Mangifera indica*), dan kopi (*Coffee robusta*) melalui metode pengumpanan.

Crematogaster sp 1 berasal dari subfamily myrmicinae sebanyak 1131 ekor. Spesies ini merupakan spesies arboreal, ditemukan cukup banyak menjelajahi batang pepohonan, ranting dan cabang pohon tusam (*Pinus merkusii* Jung Et de Vriese), lenggua (*Pterocarpus indicus*), kayu merah (*Eugenia rumphii*) dan asam jawa (*Tamarinus indica*).

Subfamily ini bersifat omnivora, berperilaku seperti pemburu karena kasta pekerja cukup agresif dan akan menyerang jika diganggu. Berperan sebagai predator hemiptera, namun dapat pula sebagai pemakan madu dengan melindungi hemyptera dari predator lainnya (Nakamura *dkk.*, 2007).

Tabel 2. Frekuensi dan keragaman jenis semut dalam hutan sekunder

Jenis semut	Jumlah individu	Frekuensi jenis	Keragaman jenis
<i>Polyrhachis bellicosa</i>	2626	33,33	0,291
<i>Pheidole sp 1</i>	1656	27,11	0,229
<i>Oecophylla smaragdina</i>	1366	24,89	0,205
<i>Crematogaster sp 1</i>	1131	23,56	0,179
<i>Pheidole sp 2</i>	1092	22,00	0,178
<i>Polyrhachis dives</i>	921	19,11	0,160
<i>Cerapachys sp 1</i>	901	17,56	0,154
<i>Hypoponera sp 1</i>	779	16,44	0,143
<i>Iridomyrmex anceps</i>	663	16,22	0,128
<i>Dolichoderus beccarii</i>	615	15,78	0,122
<i>Platythyrea parallela</i>	614	13,78	0,121
<i>Anochetus graeffei</i>	599	13,56	0,119
<i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i>	583	12,89	0,117
<i>Polyrachis sp 3</i>	550	11,56	0,112
<i>Dolichoderus thoracicus</i>	523	11,33	0,108
<i>Hypoponera sp 2</i>	507	11,33	0,106
<i>Leptogenys diminuta</i>	419	9,56	0,092
<i>Hypoponera sp 3</i>	394	5,11	0,088
<i>Meranoplus bicolor</i>	316	4,67	0,075
<i>Echinopla lineata</i>	303	3,56	0,073
<i>Lophomyrmex opaciceps</i>	268	3,11	0,066
<i>Lophomyrmex sp 1</i>	238	2,67	0,060
<i>Cardiocondyla nuda</i>	195	1,56	0,052
Total	16601	304,38	2,922

Kelimpahan Jenis Semut

Kelimpahan jenis semut berkaitan dengan jumlah individu dan frekuensi kehadiran semut dalam satu habitat. Semakin tinggi jumlah individu dan frekuensi

kehadiran semut maka kelimpahan jenis akan semakin tinggi dan sebaliknya. Kelimpahan jenis tertinggi pada *Polyrhachis bellicosa* sebesar 0,158 dan terendah pada *Cardiocondyla nuda* sebesar 0,011 (Tabel 3).

Tabel 3. Kelimpahan jenis semut dalam hutan sekunder

Subfamily	Jenis semut	Kelimpahan jenis	
Formicinae	<i>Polyrhachis bellicosa</i>	0,158	
	<i>Oecophylla smaragdina</i>	0,082	
	<i>Polyrhachis dives</i>	0,046	
	<i>Polyrachis sp 3</i>	0,033	
	<i>Echinopla lineata</i>	0,018	
Myrmicinae	<i>Pheidole sp 1</i>	0,099	
	<i>Crematogaster sp 1</i>	0,065	
	<i>Pheidole sp 2</i>	0,055	
	<i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i>	0,035	
	<i>Meranoplus bicolor</i>	0,019	
	<i>Lophomyrmex opaciceps</i>	0,016	
	<i>Lophomyrmex sp 1</i>	0,014	
	<i>Cardiocondyla nuda</i>	0,011	
	Cerapachyinae	<i>Cerapachys sp 1</i>	0,041
	Ponerinae	<i>Hypoconer sp 1</i>	0,041
<i>Platythyrea parallela</i>		0,036	
<i>Anochetus graeffei</i>		0,036	
<i>Hypoconer sp 2</i>		0,030	
<i>Leptogenys diminuta</i>		0,025	
<i>Hypoconer sp 3</i>		0,023	
Dolichoderinae		<i>Iridomyrmex anceps</i>	0,039
	<i>Dolichoderus beccarii</i>	0,037	
	<i>Dolichoderus thoracicus</i>	0,031	

Variasi nilai kelimpahan jenis diduga dipengaruhi oleh faktor iklim, ketersediaan makanan, ketinggian tempat, kandungan bahan organik dan nilai pH tanah. Pada suhu udara yang terlalu tinggi beberapa proses fisiologis seperti reproduksi, metabolisme dan respirasi semut akan terganggu. Suhu udara yang sesuai untuk pertumbuhan semut antara 15-27 °C, dimana suhu yang lebih tinggi bersifat toleran apabila terdapat naungan yang cukup dengan kelembaban optimal (Rizali, 2007). Rata-rata suhu udara pada saat penelitian yakni 27°C dengan kelembaban udara sebesar 85 % diduga sangat cocok untuk aktivitas semut. Suhu udara berbanding lurus dengan kelimpahan, distribusi dan keragaman semut. Hal ini sejalan dengan keberadaan semut sebagai organisme *thermophilic* yang sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Semut menyukai udara yang sejuk dan lembab dan

tidak terlalu panas untuk aktivitas harian dan reroduksinya (Shattuck, 2000).

Faktor ketersediaan vegetasi dalam hutan sekunder juga dapat mempengaruhi keragaman dan kelimpahan semut, karena semut memanfaatkan vegetasi sebagai sumber bahan makanan, tempat bersarang, habitat dan tempat berlindung. Faktor ketinggian tempat dapat mempengaruhi kelimpahan semut dalam hutan sekunder, karena semakin tinggi ketinggian tempat maka akan semakin menurun kelimpahan spesiesnya. Ketinggian hutan sekunder antara 250-500 m dpl diduga cocok bagi penyebaran semut dalam kawasan hutan sekunder. Perbedaan umur tanaman juga dapat mempengaruhi kelimpahan spesies semut karena berhubungan dengan ketersediaan dan kualitas makanan. Pada saat penelitian ditemukan banyak sarang pada beberapa pohon yakni akasia (*Acacia*

mangium), salawaku (*Paraserianthes falcataria*), ekaliptus (*Eucalyptus alba*) dan durian (*Durio zibethinus*) yang diduga sangat disukai oleh semut dimana pepohonan ini dijadikan sebagai tempat bersarang dan sumber makanan bagi semut.

Kerusakan antropogenik melalui tindakan pengalihan fungsi kawasan dan pembukaan kawasan hutan untuk dijadikan sumber kayu bakar, sumber bahan makanan, lahan pengembalaan ternak dapat mempengaruhi kekayaan, kelimpahan, keragaman dan kekayaan spesis semut dalam hutan lindung.

Hal ini sependapat dengan (Garden dkk., 2007) bahwa perilaku manusia akan menurunkan keragaman jenis dan meningkatkan dominansi semut dan menimbulkan ketidakstabilan bio-diversitas.

Kelompok Fungsional Semut

Pengelompokan semut secara fungsional didasari pada respon semut terhadap kerusakan dan gangguan yang terjadi dalam habitat tempat hidupnya (Underwood dan Fisher, 2006). Respon semut terhadap kerusakan antropogenik dalam hutan sekunder dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kedudukan semut secara fungsional dalam hutan sekunder

Jenis semut	Kelompok fungsional	Kelimpahan jenis
<i>Polyrhachis bellicosa</i>	Subordinate Camponitini	0,158
<i>Pheidole sp 1</i>	Dominant Dolichoderinae	0,099
<i>Oecophylla smaragdina</i>	Tropical Climate spesialis	0,082
<i>Pheidole sp 2</i>	Dominant Dolichoderinae	0,055
<i>Polyrhachis dives</i>	Subordinate Camponitini	0,046
<i>Cerapachys sp 1</i>	Cryptic species	0,041
<i>Hypoponera sp 1</i>	Cryptic species	0,043
<i>Iridomyrmex anceps</i>	Dominant Dolichoderinae	0,039
<i>Dolichoderus beccarii</i>	Dominant Dolichoderinae	0,037
<i>Platythyrea parallela</i>	Specialis predators	0,036
<i>Anochetus graeffei</i>	Specialis predators	0,035
<i>Rhoptromyrmex wroughtonii</i>	Subordinate Camponitini	0,035
<i>Polyrachis sp 3</i>	Subordinate Camponitini	0,033
<i>Hypoconera sp 2</i>	Cryptic species	0,030
<i>Hypoconera sp 3</i>	Cryptic species	0,023
<i>Meranoplus bicolor</i>	Tropical Climate spesialis	0,019
<i>Echinopla lineata</i>	Subordinate Camponitini	0,018
<i>Lophomyrmex opaciceps</i>	Tropical Climate spesialis	0,016
<i>Lophomyrmex sp 1</i>	Tropical Climate spesialis	0,014
<i>Cardiocondyla nuda</i>	Oppurtunist	0,011

Semut dalam hutan sekunder menunjukkan respon yang berbeda dalam menanggapi tekanan dan gangguan yang terjadi dalam habitatnya. Spesis yang memberikan respon sama dikelompokkan dalam satu tipe fungsional yang sama dan spesis yang berbeda respon akan dikelompokkan dalam tipe fungsional yang berbeda. Dalam hutan sekunder terdapat tujuh tipe kelompok fungsional (Tabel 4) yakni

oppurtunist (1 spesis), *generalized myrmicinae* (1 spesis), *specialis predator* (4 spesis), *tropical climate spesialis* (6 spesis), *dominant dolichoderinae* (4 species), *subordinate camponitini* (6 spesis) dan *Criptic species* (4 spesis)

Semut *opportunist* umumnya hidup pada areal yang terganggu sebagai akibat kehadiran manusia atau pada daerah dengan tingkat diversitas yang rendah (Giler, 2002).

Habitat yang terganggu dapat mempengaruhi produktivitas semut dan tingkat keragamannya. Kelompok ini memiliki areal jelajah yang luas sehingga dapat ditemukan di berbagai tempat. Tipe *opportunist* biasanya hidup pada habitat yang memiliki fluktuasi suhu yang tinggi, kelembaban relatif rendah dan penutupan kanopi yang rendah khususnya areal hutan yang masih muda (Whitmore, 2000). Kelompok semut ini mengambil keuntungan dari gangguan yang terjadi dalam habitat, tidak mampu berkompetisi karena distribusinya sangat dipengaruhi oleh kompetisi dari semut lain. Distribusi habitat sangat luas, namun hanya mendominasi pada wilayah dengan tingkat tekanan dan gangguan yang tinggi sehingga akan membatasi produktivitas dan keragaman semut (Holldobler dan Wilson, 1990). Kelimpahan spesies *opportunist* berubah selama suksesi hutan sehingga terdapat hubungan yang linear antara kelimpahan spesies dengan umur hutan hujan tropis (House dkk., 2006). Kelompok fungsional *dominant dolichoderinae* ditemukan sangat melimpah, sifatnya sangat aktif dan agresif serta terjadi persaingan yang kuat antara koloni dan umumnya berperan sebagai *forager*. Jumlahnya sangat melimpah pada beragam habitat khususnya daerah tropis, dengan tingkat aktivitas mencari makan sangat tinggi. Kelompok ini merupakan taksa yang sangat dominan, bersifat kompetitif dan mendominasi lingkungan yang mengalami gangguan. Kelompok fungsional *subordinate camponitini* umumnya berukuran tubuh besar, banyak beraktivitas dari pagi hingga malam hari. Perilaku kelompok ini menyerupai tipe *dominant dolichoderinae* dengan berperan sebagai *forager*. Kelompok ini tidak sekompetitif semut lain dan biasanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit pada

tiap tipe habitat (Holldobler dan Wilson, 1990).

Kelompok *generalized myrmicinae* bersifat kosmopolitan karena dapat ditemukan di berbagai tipe habitat yang sesuai dengan kebutuhannya. Umumnya saling membantu apabila ada anggota koloni yang diserang. Bersifat mengelompok dalam pencarian makanan dan cenderung memiliki wilayah pencarian makan yang tidak jauh. Kelimpahan spesies ini berubah selama suksesi hutan sehingga terdapat hubungan yang linear antara kelimpahan spesies semut ini dengan umur hutan hujan tropis. Tipe ini mampu bersaing pada habitat yang kaya akan sumber daya. Kelompok fungsional *tropical climate spesialis* umumnya bersifat *generalized foragers* dalam hutan sekunder dengan perannya sebagai predator, *seed harvester* dan *scavenger*. Umumnya hidup pada habitat yang memiliki fluktuasi suhu yang tinggi, kelembaban relatif rendah dan penutupan kanopi yang rendah (Stephens dan Wagner, 2006). Kelompok fungsional *spesialis predator* umumnya berperan sebagai predator dalam jaring makanan. Senang memangsa arthropoda lain, jumlah spesiesnya rendah karena sangat tergantung pada mangsa dan umumnya memiliki interaksi yang rendah dengan semut lain. Kelompok *cryptic species* umumnya hidup di permukaan tanah, dalam tanah dan serasah, bersifat *generalized foragers*, serta mempunyai hubungan dengan semut *epigeic* (Stephens dan Wagner, 2006).

Parameter Lingkungan

Faktor iklim dan tanah digunakan sebagai parameter untuk melihat hubungannya dengan kehidupan semut, karena aktivitas semut ditentukan oleh faktor iklim dan tanah sebagai habitatnya (Purwanto dan Gintings, 2007). Data parameter lingkungan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter lingkungan dalam hutan sekunder

Parameter lingkungan	Nilai
Suhu tanah (°C)	26,30
Suhu udara (°C)	27,90
pH tanah	6,20
Kandungan bahan organik (%)	5,49
Kelembaban udara (%)	85,01

Suhu udara dalam hutan sekunder diduga sangat mendukung kehidupan semut yang hidup dalam habitat. Hal ini sependapat dengan Rizali (2007) bahwa suhu udara yang sesuai untuk aktivitas semut yakni antara 15 - 28 °C. Nilai pH tanah sebesar 6,2 menunjukkan bahwa tanah hutan sekunder bersifat asam dan mampu menunjang kehidupan semut. Keberadaan dan kepadatan semut sangat tergantung pada pH tanah. Semut biasanya dapat hidup pada tanah dengan pH asam maupun pH basa, sehingga dominasi semut sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Nilai pH tanah yang ideal untuk kehidupan semut berkisar dari 4,5 - 6,8 (Suin, 1997). Kandungan bahan organik sebesar 5,49 % yang tergolong kriteria sedang sangat berpengaruh terhadap kehidupan semut. Hal ini terlihat dari keragaman jumlah individu yang tinggi, jumlah spesis, kekayaan spesis, indeks keragaman dan kelimpahan semut. Bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan populasi semut dan mampu melindungi koloni semut dari tekanan

lingkungan dan kemungkinan adanya predator yang merugikan. Semut akan mengambil nutrisi dari bahan organik tanah sehingga ketersediaan bahan organik tanah yang cukup sangat mempengaruhi kelimpahan dan keragaman semut (Herwina *dkk.*, 2013).

Korelasi Semut dengan Vegetasi dan Faktor Lingkungan

Tabel 6 memperlihatkan hubungan semut dengan vegetasi, tanah dan iklim. Vegetasi berhubungan erat dengan kehidupan semut karena vegetasi menyediakan sumber makanan, tempat bersarang dan tempat perlindungan bagi semut. Suhu tanah berkontribusi terhadap kehidupan semut karena berkaitan dengan aktivitas harian semut di dalam tanah. Suhu tanah berhubungan erat dengan kehadiran dan kepadatan semut, karena suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah (Herwina *dkk.*, 2013).

Tabel 6. Korelasi semut dengan vegetasi dan faktor lingkungan

Parameter		pH tanah	Kandungan bahan organik	Suhu tanah	Suhu udara	Kelembapan udara	Jumlah individu vegetasi	Kelimpahan jenis vegetasi	Keragaman jenis vegetasi
Jumlah Individu semut	Pearson Correlation	0,607	0,319	0,695	0,560	0,130	0,952(**)	0,940(**)	0,908(*)
	Sig. (2-tailed)	0,201	0,537	.125	0,248	0,807	.003	0,005	0,012
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
Kelimpahan spesis semut	Pearson Correlation	0,769	0,480	0,882(*)	0,729	0,262	0,974(**)	0,908(*)	0,972(**)
	Sig. (2-tailed)	0,074	0,335	0,020	0,100	0,616	0,001	0,012	0,001
	N	6	6	6	6	6	6	6	6
Frekuensi kehadiran semut	Pearson Correlation	0,562	0,308	0,710	0,505	0,195	0,988(**)	0,976(**)	0,976(**)
	Sig. (2-tailed)	0,246	0,552	0,114	0,307	0,712	0,000	0,001	0,001
	N	6	6	6	6	6	6	6	6

KESIMPULAN

Kerusakan habitat hutan lindung Sirimau disebabkan karena faktor alam (non antropogenik) dan faktor manusia (antropogenik). Faktor antropogenik sangat berkontribusi terhadap kerusakan habitat hutan lindung sekunder melalui tindakan pembukaan wilayah hutan, penebangan pohon, pembakaran hutan, perladangan berpindah dan pembangunan fisik. Kerusakan antropogenik menimbulkan fragmentasi dan degradasi habitat yang diikuti dengan ketidakseimbangan lingkungan dan komponen ekosistem. Semut mengalami dampak negatif akibat degradasi dan fragmentasi habitat dimana kekayaan, kelimpahan, keragaman dan frekuensi semut mengalami fluktuasi dalam habitat. Semut memiliki peran yang sangat penting dalam hutan sekunder sehingga keberadaannya harus tetap dijaga sebagai bagian dari komponen pendukung ekosistem. Aktivitas manusia harus dibatasi dalam kawasan hutan sekunder untuk menjaga kelangsungan hidup komunitas semut dan komponen pendukung ekosistem lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. Statistik Kehutanan Indonesia. Kementrian Kehutanan Indonesia. Jakarta,
- Anonim, 2010. Ant parataxonomic Training Book Course ANeT University of Malasya, Kualalumpur.
- Anonim, 2013. Statistik Kehutanan Indonesia. Kementrian Kehutanan Indonesia. Jakarta.
- Agosti, D., Majer, J., Alonso, L., dan T. Schultz. 2000. *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Pr Washington.
- Agosti, D., dan Alonso, L., 2000. *Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants : An Overview*. In Agosti, D., Majer, J., Alonso, L., dan T. Schultz, T (ed) *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press Washington: Pp 35 -48.
- Altieri, M. A. 1999. *The Ecological Role of Biodiversity in Agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment*. *Austral Ecol* 74 : 19-31.
- Andersen, A. 2000. *Global Ecology of Rainforest Ants: Functional Groups in Relation to Enviromental Stress and Disturbance*, In Agosti, D., Majer, J., Alonso, L., dan Schultz, T (ed) *Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Pr Washington : pp 55-62.
- Andersen, A., Fisher, A., Hoffmann, B., Read, J., dan R. Richards. 2004. *Use of Terrestrial Invertebrates for Biodiversity Monitoring in Australian Rangelands, with Particular Reference to Ants*. *Austral Ecol* 29 : 87- 89.
- Bestelmeyer, B., dan J. Wiens. 2000. *The Effects of Land Use on The Structure of Ground- Foraging Ant Communities in The Argentine Chaco*. *Austral Ecol* 67 : 137 - 145.
- Bilton, D., Mc Abendroth, L., Bedford, A., dan P. Ramsay. 2006. *How Wide to Cast the Net? Cross-Taxon. Congruence of Species Richness, Community Similarity and Indicator Taxa in Ponds*. *Freshw Biol* 51: 578 - 590.
- Bolton, B., dan G. Alpert. 2011. *Barry Bolton's Synopsis of the Formicidae and Catalogue of Ants of the World*. Retrieved from: <http://gap.entclub.org/>
- Cox, C., dan D. Moore. 2000. *Biogeography : an Ecological and Evolutionary Approach*. 6th (ed). Blackwell Science Ltd Sydney: Pp 187 -196.

- Garden, J., McAlpine, B., Possingham, C., dan N. Jones. 2007. Habitat Structure is More Important Than Vegetation Composition for Local Level Management Terrestrial Reptile and Small Mammal Species Living in Urban Remnants: A Case Study from Brisbane, Australia. *Austral Ecol* 32: 669-685.
- Giller, G. 2002. Biodiversity and Ecosystem Function: Do Species Matter. *Biology and Environment* 3: 129 - 139
- Hashimoto, Y., Yamane, S. dan M. Mohamed. 2001. How to Design an Inventory Method for Ground Level Ants in Tropical Forests. *Nature and Human Activitie.* 167 -170
- Herwina, H., Nasir, N., Jumjunidang, M., dan M. Yaherwandi. 2013. The Composition of Ant Species on Banana Plants With Banana Bunchy Top Virus (BBTV) Symptoms in West Sumatera, Indonesia. *Jurnal Asian Myrmicology* : 151 – 155
- Holldobler, B., dan Wilson, E., 1990. *The Ants.* Cambridge Massachusetts: Harvard Univ Pr. Pp 17 - 44.
- House, A., Burwell, C., dan S. Brown. 2006. Ant assemblage in Brigalow regrowth vegetation. *Journal Ecol Manage Restor* (7):136 -140.
- Irwanto, M. 2007. Analisis Vegetasi untuk Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung Pulau Marsegu. [Tesis]. UGM. Yogyakarta.
- Majer, J., dan O, Nichols. 1998. Long Term Recolonization Patterns of Ants in Western Australian Rehabilitated Bauxite Mines with Reference to Their Use as Indicators of Restoration success. *Journal Appl Ecol* 35 : 161-182.
- Nakamura, A., Catterall, C., House, A., Kitching, R., dan C. Burwell. 2007. The Use of Ants and Other Soil and Litter Arthropods as Bioindicators of The Impacts of Rainforest Clearing and Subsequent Land Use. *Journal Insect Conserv.* 11: 177-186.
- Pecarevic, M. 2010. Biodiversity on Broadway - Enigmatic Diversity of the Societies of Ants (Formicidae) on The Streets of New York City. *Journal Appl Ecol* 5(10) : 121-125
- Purwanto, I., dan A. Gintings. 2007. Penelitian Sifat-sifat Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Hutan Alam Duabanga moluccana di Nusa Tenggara Barat. *Buletin Penelitian Hutan* 561 : 50 - 60
- Rizali, A. 2007. Keragaman Semut di Kepulauan Seribu, Indonesia [tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Sahusilawane. 2010. Inventarisasi Jenis Hama dalam Kawasan Hutan Sirimau Ambon. [Skripsi]. Ambon. Universitas Pattimura. Ambon.
- Shahabudin. 2011. Effect of Land Use Change on Ecosystem Function of Dung Beetles: Experimental Evidence From Wallacea Region in Sulawesi. *Jurnal biodiversitas* 3 : 177-181
- Shattuck, S. 2000. Australian Ants: Their Biology and Identification. Collingwood: CSIRO Sydney. Pp 197 - 199.
- Soerianegara, I dan Indrawan. 1988. *Ekologi Hutan Indonesia.* Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Stephens, S., dan M. Wagner. 2006. Using Ground Foraging Ant (Hymenoptera: Formicidae) Functional Groups as Bioindicators of Forest Health in Northern Arizona Ponderosa Pine Forests. *Environ Entomol* 35: 937- 949
- Suin, M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah,* Bumi Aksara, Jakarta.
- Suputa dan Hasimoto. 2010. Semut di Indonesia. UGM Press, Yogyakarta.

- Talaohu, 2012. Kerusakan Hutan Lindung Sirimau dan Pengaruhnya Terhadap Fungsi Lindung [Skripsi]. Universitas Pattimura. Ambon.
- Underwood, E., dan B. Fisher. 2006. The Role of Ants in Conservation Monitoring : if, When, and How. *Biol Conserv* 132 : 166 -182
- Whitmore,T. 2000. The Case of Tropical Rain Forests. *The Sustainable Development of Forests: Aspirations and The Reality. Naturzale* 15: 13-15.