

# Keanekaragaman Insekta Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan di Hutan Pendidikan Gunung Walat Dan Hubungannya dengan Peubah Lingkungan.

*Diversity of Soil Insects on Some Stand Types in Gunung Walat University Forest and Its Relationship with Environmental Variables.*

Cahyo Wibowo dan Sylvia Dewi Wulandari

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

## ABSTRACT

*Soil insects play an important role in maintaining forest soil fertility. Soil insects ingest the decomposing organic matter and transform them into simpler substances for plant nutrients and improve soil physical properties (Borror et al. 1992). This study shows that in Gunung Walat University Forest, species Rhinotermitidae 1 (termites), Formicidae (brown ant), and Scarabaeidae (larvae of Coleoptera) possessed the largest abundance in stands of agathis, pine, mixed forest and burnt pine. Soil insect abundance was greatest in agathis stand with low crown density. Insects were more abundant in soil than in litter. Mixed forest stand possessed the largest soil insect diversity as compared with other stand types.*

**Keywords:** soil insect diversity, soil insect, abundance, burnt pine

## PENDAHULUAN

Berbagai organisme berupa flora maupun fauna tanah hidup di dalam tanah. Keberadaan organisme ini ada yang bermanfaat dan ada yang merugikan. Organisme tanah dikatakan merugikan apabila aktivitasnya dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, atau dikatakan bermanfaat apabila misalnya dapat meningkatkan produktivitas lahan melalui kegiatan pengubahan bahan organik kasar menjadi humus (Hardjowigeno 2007).

Insekta tanah merupakan salah satu contoh dari fauna tanah yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesuburan tanah hutan. Insekta tanah tersebut memakan bahan organik yang membusuk, lalu mengubahnya menjadi zat-zat yang sederhana sebagai nutrisi bagi tumbuhan di atasnya. Selain itu insekta tanah memperbaiki sifat fisik tanah dan menambah kandungan bahan organiknya (Borror et al. 1992). Keberadaan insekta tanah di hutan dipengaruhi oleh struktur tanah, kelembaban tanah, suhu tanah, cahaya dan tataudara (Rahmawaty 2004). Informasi mengenai keanekaragaman insekta tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat pada saat ini belum memadai, sehingga penelitian ini diharapkan dapat membantu pengelola HPGW dalam hal penyediaan data insekta tanah untuk dijadikan referensi.

Penelitian yang telah dilakukan mengkaji keanekaragaman insekta tanah di berbagai tipe tegakan Hutan Pendidikan Gunung Walat dimana keanekaragaman serangga ini dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas tanah.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi insekta tanah di berbagai tipe tegakan Hutan Pendidikan Gunung Walat, menghitung kelimpahan,

keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan insekta tanah di berbagai tipe tegakan Hutan Pendidikan Gunung Walat, mengidentifikasi jenis insekta tanah yang dominan di petak Hutan Pendidikan Gunung Walat, dan menganalisa hubungan antara sifat tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat dengan keberadaan insekta tanahnya.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Juni-Juli 2013 yang terdiri dari kegiatan pengambilan data dan identifikasi serangga. Pengambilan data dilakukan di areal Hutan Pendidikan Gunung Walat di delapan tipe tegakan yaitu tegakan Agathis (*Agathis loranthifolia*) bertajuk jarang, Agathis bertajuk rapat, tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) bertajuk jarang, Pinus bertajuk rapat, tegakan pinus bekas terbakar bertajuk rapat, tegakan pinus bekas terbakar bertajuk jarang, tegakan campuran antara Agathis Pinus, Rasamala (*Altingia excelsa*) bertajuk rapat, tegakan campuran bertajuk jarang. Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Entomologi Hutan, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB.

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegakan Agathis (*Agathis loranthifolia*), tegakan Pinus (*Pinus merkusii*), Tegakan pinus bekas terbakar, tegakan campuran antara Agathis dengan Pinus, serta insekta tanah yang tertangkap dengan *hand sorting method* (pengumpulan menggunakan tangan).

## Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu termometer tanah, densiometer, GPS, sarung tangan, pinset, alkohol 70%, bak plastik, tabung plastik kecil, tali raffia, *trashbag* bening, cangkul, kertas label, kamera digital, *tally sheet*, pita ukur, patok kayu, mikroskop.

## Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Data primer didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan seperti suhu tanah, kerapatan tajuk, ketebalan serasah, dan insekta tanah. Data sekunder didapatkan melalui hasil wawancara dengan staf Hutan Pendidikan Gunung Walat berupa jenis tanah, pH tanah areal Hutan Pendidikan Gunung Walat, serta kondisi umum kawasan.

## Metode Kerja

### 1. Penentuan Plot Pengamatan

Plot pengamatan dibuat di delapan tipe tegakan tersebut. Plot pengamatan dibuat sejumlah tiga plot yang menyebar secara *purposive sampling* pada masing-masing tipe tegakan sehingga total plot berjumlah 24. Tiap plot berukuran 40 cm x 40 cm dan ditempatkan pada lokasi lantai hutan berserasah paling tebal di masing-masing tipe tegakan. Plot yang telah dibuat kemudian ditandai dengan GPS agar dapat dipetakan posisinya.

### 2. Pengambilan Insekta Tanah

Seluruh serasah yang berada di dalam plot pengamatan dipindahkan ke dalam *trashbag* bening secara cepat. Lapisan tanah setebal 10 cm pada plot juga dipindahkan ke dalam *trashbag* bening lainnya secara cepat. Masing-masing *trashbag* tersebut kemudian diberi label yang memuat keterangan tempat ditemukannya, nomor plot, dan lokasi pengambilan plot.

Seluruh hewan tanah yang berada di dalam serasah dan di dalam bahan tanah kemudian dikumpulkan dengan *hand sorting method* (pengumpulan menggunakan tangan) yang dibantu dengan pinset. Hewan tanah yang terambil dimasukkan ke dalam tabung plastik berisi alkohol 70%. Hewan yang telah dimasukkan ke dalam alkohol 70% kemudian difoto dan dideskripsi keadaan tubuhnya.

### 3. Pengukuran Faktor Lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan dilakukan dengan mengambil data kerapatan tajuk, suhu tanah, serta tebal serasah pada masing-masing plot. Kerapatan tajuk diukur menggunakan densiometer, suhu tanah diukur dengan termometer tanah dengan tiga kali ulangan tiap lima menit.

### 4. Identifikasi Insekta Tanah

Seluruh organisme yang tertangkap dari serasah dan bahan tanah diidentifikasi, disuahkan sampai tingkat famili, di laboratorium Entomologi Hutan Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB. Identifikasi bersumber dari buku identifikasi serangga, internet, dan bertanya kepada ahlinya.

Buku identifikasi serangga yang digunakan adalah :

- Friend of The Rice Farmer: Helpful Insect, Spiders, and Pathogens*, tahun 1987, oleh BM. Shepard, AT. Barrion, JA. Litsinger
- Kunci Determinasi Serangga, editor oleh Christina Lilies S, diterjemahkan oleh Ir. Subyanto, Prof. Dr. Ir. Achmad Suthoni.
- Pengenalan Pelajaran Serangga, tahun 1996, oleh Donald J. Borror, Charles A. Triplehorn, dan Norman F. Johnson, diterjemahkan oleh Partosoedjono.
- Simon and Schuster's "Guide to Insect"*, tahun 1981 oleh Dr. Ross H. Arnett, Jr, dan Dr. Richard L. Jacques, Jr.

## Analisis Data Insekta Tanah

### 1. Nilai Kekayaan Jenis Margalef (*Richness Index*)

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

DMg = Indeks Kekayaan Jenis Margalef  
S = Jumlah jenis yang ditemukan  
N = Jumlah individu seluruh jenis

### 2. Nilai Keragaman Jenis Shannon Wiener (*Diversity Index*)

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

$Pi = \frac{ni}{N}$   
ni = jumlah individu jenis ke i  
N = jumlah individu seluruh jenis

### 3. Nilai Kemerataan Pielou (*Evenness Index*)

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

E = Indeks kemerataan jenis  
H' = Indeks keragaman individu jenis *Shannon-Wiener*  
S = Jumlah jenis yang ditemukan

Nilai E berkisar antara 0-1. Nilai mendekati 0 menunjukkan suatu jenis menjadi dominan dalam komunitas. Nilai mendekati 1 menunjukkan seluruh jenis memiliki tingkat kemerataan jenis yang hampir sama.

### 4. Nilai Kesamaan Jenis (*Similarity Index*)

Nilai kesamaan jenis menggunakan rumus Jaccard, yaitu

$$CJ = \frac{J}{(a+b-J)}$$

CJ = Indeks Kesamaan Jackard

J = Jumlah spesies yang ditemukan pada habitat a dan b  
a = Jumlah spesies yang ditemukan pada habitat a  
b = Jumlah spesies yang ditemukan pada habitat b

Nilai kesamaan jenis Jaccard (CJ) berkisar antara 0-1, apabila mendekati nilai 1 menunjukkan tingkat kesamaan jenis antar habitat tinggi, dan apabila mendekati nilai 0 menunjukkan tingkat kesamaan jenis antar habitat rendah (Magurran 1998).

### 5. Nilai Kelimpahan Jenis

Mengacu pada jumlah individu suatu jenis yang ditemukan pada lokasi tertentu.

## 6. Frekuensi ditemukannya Jenis

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{plot ditemukannya jenis A}}{\Sigma \text{seluruh plot diamati}}$$

## 7. Analisis Tekstur dan Warna Tanah

Tekstur tanah ditentukan dengan *finger assessment method*. Warna tanah ditentukan dengan menggunakan buku Munsell *Soil Color Chart*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## Kondisi Umum Hutan Pendidikan Gunung Walat

SK Menhut No. 188/Menhut – II/2005 menetapkan fungsi hutan kawasan HPGW sebagai Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) dan pengelolaannya diserahkan kepada Fakultas Kehutanan IPB.

Luas kawasan HPGW sebesar 359 Ha, secara geografis berada pada 106°48'27"BT sampai 106°50'29"BT dan -6°54'23"LS sampai -6°55'35"LS. Secara administrasi pemerintahan HPGW terletak di wilayah Kecamatan Cibadak, Kabupaten Sukabumi, sedangkan secara administrasi kehutanan termasuk dalam wilayah Dinas Kehutanan Kabupaten Sukabumi.

HPGW terletak pada ketinggian 460-715 mdpl. Klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson termasuk tipe B, dan curah hujan tahunan berkisar antara 1600-4400 mm. Suhu maksimum di siang hari 29 °C dan minimum 19 °C di malam hari.

Tanah HPGW adalah kompleks Podsolik dan Litosol dari batu endapan dan bekuan daerah bukit, sedangkan bagian di barat daya terdapat areal peralihan

Tegakan di HPGW didominasi oleh jenis tanaman damar (*Agathis loranthifolia*), pinus (*Pinus merkusii*), pupsa (*Schima wallichii*), kayu afrika (*Maesopsis eminii*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), rasamala (*Altingia excelsa*), sono (*Dalbergia latifolia*), sengon (*Albizia falcataria*), meranti (*Shorea* sp.), mangium (*Acacia mangium*). Potensi tegakan hutan beruppa kayu damar ±10855 m<sup>3</sup>, kayu pinus 9471 m<sup>3</sup>, Puspa 464 m<sup>3</sup>, sengon 132 m<sup>3</sup>, dan kayu mahoni 88 m<sup>3</sup>.

## Kelimpahan Insekta Tanah yang Ditemukan pada Tegakan Agathis, Campuran, Pinus tak Terbakar, Pinus Pasca Terbakar

Tabel 1 menunjukkan kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada tegakan agathis, campuran, pinus tak terbakar, dan pinus pasca terbakar, yang terdiri dari 11 ordo, 37 famili, 510 individu.

## Kelimpahan Insekta Tanah yang Ditemukan pada Tegakan Bertajuk Rapat dan Jarang

Pengamatan kelimpahan insekta tanah juga dilakukan berdasarkan parameter penutupan tajuk. Tabel 2 menunjukkan tegakan agathis jarang memiliki kelimpahan tertinggi (179 individu) dan kelimpahan terkecil pada tegakan campuran jarang (9 individu). Rayap (*Rhinotermitidae* 1) merupakan jenis dengan kelimpahan terbesar di agathis jarang (128 individu). Hal ini dikarenakan plot penelitian yang diambil berada di dekat sarang rayap (*Rhinotermitidae*) dimana jenis ini merupakan makhluk yang hidup secara berkoloni sehingga individu yang ditemukan sangat banyak (128 individu).

Tabel 1 Kelimpahan insekta tanah di tegakan agathis, pinus tak terbakar, campuran, dan pinus pasca terbakar.

Ordo	Famili	Morfoespecies	Kelimpahan (individu) <sup>4)</sup>			
			A <sup>1)2)</sup>	C <sup>1)2)</sup>	P <sup>1)2)</sup>	PK <sup>1)2)</sup>
Diptera	<i>Anthomyliidae</i>	<i>Anthomyliidae</i> 1	1	1	0	0
	<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Ceratopogonidae</i> 1	4	1	0	0
	Famili 1	sp.1	0	1	1	1
	Famili 2	sp.2	0	0	1	0
	Famili 3	sp.3	0	0	1	0
	Famili 4	sp.4	0	0	0	1
	<i>Tipulidae</i>	<i>Tipulidae</i> 1	2	0	0	0
	<i>Agromyzidae</i>	<i>Agromyzidae</i> 1	0	0	0	2
Dermaptera	<i>Carcinophoridae</i>	<i>Carcinophoridae</i> 1	13	0	0	0
	<i>Forficulidae</i>	<i>Forficulidae</i> 1	1	0	0	2
	<i>Labiidae</i>	<i>Labiidae</i> 1	2	0	0	0
Coleoptera		<i>Scarabaeidae</i> 1	43	0	0	0
	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Scarabaeidae</i> 2	2	1	0	1
		<i>Scarabaeidae</i> 3	1	1	0	0
		<i>Bostrichidae</i> 1	3	0	0	0
	<i>Bostrichidae</i>	<i>Bostrichidae</i> 2	1	0	0	0
		<i>Bostrichidae</i> 3	0	0	1	0
Coleoptera	<i>Elateridae</i>	<i>Elateridae</i> 1	2	0	0	0
		<i>Elateridae</i> 2	1	0	0	1
		<i>Carabidae</i> 1	4	0	0	1
	<i>Carabidae</i>	<i>Carabidae</i> 2	0	6	1	0
		<i>Carabidae</i> 3	0	0	2	0
		<i>Staphylinidae</i> 1	1	1	1	1
	<i>Staphylinidae</i>	<i>Staphylinidae</i> 2	0	1	0	0

Tabel 1 (Lanjutan).

	Famili	Morfoespies	Kelimpahan (individu) <sup>4)</sup>			
			A <sup>1)2)</sup>	C <sup>1)2)</sup>	P <sup>1)2)</sup>	PK <sup>1)2)</sup>
Ordo	<i>Lathridiidae</i>	<i>Lathridiidae</i> 1	6	0	0	0
		<i>Lathridiidae</i> 2	0	1	0	0
	<i>Apionidae</i>	<i>Apionidae</i> 1	1	0	0	0
	<i>Meloidae</i>	<i>Meloidae</i> 1	0	1	0	0
	<i>Byrrhidae</i>	<i>Byrrhidae</i> 1	0	1	0	0
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomelidae</i> 1	0	1	1	0
	<i>Bruchidae</i>	<i>Bruchidae</i> 1	0	0	0	1
	<i>Silphidae</i>	<i>Silphidae</i> 1	1	0	0	0
<i>Blattaria</i>	<i>Blattellidae</i>	<i>Blattellidae</i> 1	1	3	1	0
		<i>Blattellidae</i> 2	4	0	0	1
		<i>Blattellidae</i> 3	1	0	0	0
		<i>Blattellidae</i> 4	0	0	2	0
	<i>Cryptocerdae</i>	<i>Cryptocerdae</i> 1	1	0	0	0
<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae</i> 1	5	2	1	2
		<i>Formicidae</i> 3	1	13	1	4
		<i>Formicidae</i> 5	5	1	1	3
		<i>Formicidae</i> 6	2	0	0	1
		<i>Formicidae</i> 11	4	3	0	1
		<i>Formicidae</i> 2	4	3	0	0
		<i>Formicidae</i> 4	6	24	2	11
		<i>Formicidae</i> 8	1	0	0	1
		<i>Formicidae</i> 7	6	0	1	0
		<i>Formicidae</i> 18	10	2	0	0
		<i>Formicidae</i> 10	0	1	0	3
		<i>Formicidae</i> 12	0	9	0	0
		<i>Formicidae</i> 9	0	10	0	0
		<i>Formicidae</i> 16	0	0	7	0
		<i>Formicidae</i> 15	0	0	11	0
		<i>Formicidae</i> 17	0	0	1	0
		<i>Formicidae</i> 13	0	0	0	1
	<i>Formicidae</i> 14	0	0	0	7	
<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae</i> 1	0	1	0	0	
<i>Isoptera</i>	<i>Rhinotermitidae</i>	<i>Rhinotermitidae</i> 1	131	12	15	12
		<i>Rhinotermitidae</i> 2	0	0	1	0
	<i>Termitidae</i>	<i>Termitidae</i> 1	10	0	0	0
<i>Diplura</i>	<i>Campodeidae</i>	<i>Campodeidae</i> 1	3	3	0	0
		<i>Campodeidae</i> 2	0	0	3	0
	<i>Japygidae</i>	<i>Japygidae</i> 1	0	0	0	1
<i>Lepidoptera</i>	Famili 1	sp.1	1	0	0	0
	Famili 2	sp.2	0	0	0	1
	<i>Sphingidae</i>	<i>Sphingidae</i> 1	0	0	0	1
<i>Collembola</i>	<i>Entomobryidae</i>	<i>Entomobryidae</i> 1	1	0	1	0
<i>Hemiptera</i>	<i>Hydrometidae</i>	<i>Hydrometidae</i> 1	0	0	0	1
<i>Orthoptera</i>	Famili 1	sp.1	0	0	0	1
Total Kelimpahan			286	104	57	63

A= agathis, P= pinus tak terbakar, C= campuran, PK= pinus pasca terbakar, 1)=kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada gabungan tanah dan serasah, 2)=kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada gabungan tegakan rapat dan jarang, 4)= insekta tanah yang ditemukan di enam plot tiap tegakan, tiap plot berukuran 40 cm x 40 cm.

Tabel 2 Kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada tegakan agathis, campuran, pinus, pinus pasca terbakar yang bertajuk rapat dan jarang

Ordo	Famili	Jenis	Kelimpahan (individu) <sup>5)</sup>							
			AR	AJ	CR	CJ	PR	PJ	PKR	PKJ
Diptera	Anthomyiidae	Anthomyiidae1	1	0	0	1	0	0	0	0
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae1	4	0	0	1	0	0	0	0
	Famili 1	Sp.1	0	0	1	0	1	0	1	0
	Famili 2	Sp.2	0	0	0	0	0	1	0	0
	Famili 3	Sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Famili 4	Sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	Tipulidae1	0	2	0	0	0	0	0	0
	Agromyzidae	Agromyzidae1	0	0	0	0	0	0	2	0
	Carcinophoridae	Carcinophoridae Sp.1	5	8	0	0	0	0	0	0
	Forficulidae	Forficulidae Sp.1	1	0	0	0	0	0	2	0
Dermaptera	Labiidae	Labiidae Sp.1	0	2	0	0	0	0	0	0
	Scarabaeidae	Scarabaeidae1	43	0	0	0	0	0	0	0
	Scarabaeidae	Scarabaeidae2	1	1	0	1	0	0	1	0
	Scarabaeidae	Scarabaeidae3	0	1	0	1	0	0	0	0
	Bostrichidae	Bostrichidae1	3	0	0	0	0	0	0	0
	Bostrichidae	Bostrichidae2	1	0	0	0	0	0	0	0
	Bostrichidae	Bostrichidae3	0	0	0	0	1	0	0	0
	Elateridae	Elateridae1	0	2	0	0	0	0	0	0
	Elateridae	Elateridae2	0	1	0	0	0	0	1	0
	Carabidae	Carabidae Sp.1	4	0	0	0	0	0	0	1
Coleoptera	Carabidae	Carabidae Sp.2	0	0	0	6	1	0	0	0
	Carabidae	Carabidae Sp.3	0	0	0	0	2	0	0	0
	Staphylinidae	Staphylinidae Sp.1	0	1	0	1	1	0	0	1
	Staphylinidae	Staphylinidae Sp.2	0	0	0	1	0	0	0	0
	Iathridiidae	Iathridiidae Sp.1	0	6	0	0	0	0	0	0
	Iathridiidae	Iathridiidae Sp.2	0	0	1	0	0	0	0	0
	Apionidae	Apionidae Sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Meloidae	Meloidae1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Byrrhidae	Byrrhidae1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Chrysomelidae	Chrysomelidae1	0	0	0	1	0	1	0	0
Blattaria	Bruchidae	Bruchidae1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Silphidae	Silphidae1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Blattellidae	Blattellidae1	1	0	2	1	1	0	0	0
	Blattellidae	Blattellidae2	4	0	0	0	0	0	0	0
	Blattellidae	Blattellidae3	1	0	0	0	0	0	0	0
	Blattellidae	Blattellidae4	0	0	0	0	2	0	0	0
	cryptocerdae	cryptocerdae 1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 1	5	0	0	2	1	0	2	0
	Formicidae	Formicidae 3	1	0	0	13	0	1	3	1
	Formicidae	Formicidae 5	5	0	0	1	0	1	2	1
Hymenoptera	Formicidae	Formicidae 6	2	0	0	0	0	0	0	1
	Formicidae	Formicidae 11	4	0	1	2	0	0	1	0
	Formicidae	Formicidae 2	2	2	1	2	0	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 4	1	5	2	22	2	0	9	2
	Formicidae	Formicidae 8	0	1	0	0	0	0	0	1
	Formicidae	Formicidae 7	0	6	0	0	0	4	0	0
	Formicidae	Formicidae 18	0	10	0	2	0	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 10	0	0	1	0	0	0	0	3
	Formicidae	Formicidae 12	0	0	9	0	0	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 9	0	0	0	10	0	0	0	0
Isoptera	Formicidae	Formicidae 16	0	0	0	0	7	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 15	0	0	0	0	11	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 17	0	0	0	0	1	0	0	0
	Formicidae	Formicidae 13	0	0	0	0	0	0	1	0
	Formicidae	Formicidae 14	0	0	0	0	0	0	0	7
	Alydidae	Alydidae1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Rhinotermitidae	Rhinotermitidae1	3	128	10	2	15	0	10	2
	Rhinotermitidae	Rhinotermitidae 2	0	0	0	0	1	0	0	0
	Termitidae	Termitidae1	10	0	0	0	0	0	0	0
	Diplura	Campodeidae	Campodeidae1	3	0	2	1	0	0	0
Campodeidae		Campodeidae2	0	0	0	0	3	0	0	0
Lepidoptera	Japygidae	Japygidae1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Famili1	Sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Famili2	Sp.2	0	0	0	0	0	0	1	0
Sphingidae	Sphingidae1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Collembola	Entomobryidae	Entomobryidae1	0	1	0	0	0	1	0	0
Hemiptera	Hydrometidae	Hydrometidae1	0	0	0	0	0	0	0	1
Orthoptera	Famili1	Sp.1	0	0	0	0	0	0	1	0
Total			107	179	30	74	50	9	39	22

AR = Agathis Rapat, AJ = Agathis Jarang, CR = Campuran Rapat, CJ = Campuran Jarang, PR = Pinus Rapat, PJ = Pinus Jarang, PKR = Pinus Pasca Terbakar Rapat, PKJ = Pinus Pasca Terbakar Jarang, 5) = kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada tiga plot masing-masing tegakan.

Tabel 3 Kelimpahan insekta tanah yang ditemukan di tanah maupun serasah di bawah tegakan agathis, campuran, pinus, dan pinus pasca terbakar

Ordo	Famili	Jenis	Kelimpahan (individu) <sup>6)</sup>		
			Tanah	Serasah	
Diptera	Anthomyliidae	Anthomyliidae1	2	0	
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae1	5	0	
		Famili 1	Sp.1	3	0
		Famili 2	Sp.2	1	0
		Famili 3	Sp.3	0	0
	Famili 4	Sp.4	0	0	
	Tipulidae	Tipulidae1	2	0	
	Agromyzidae	Agromyzidae1	0	0	
	Dermaptera	Carcinophoridae	Carcinophoridae Sp.1	5	8
		Forficulidae	Forficulidae Sp.1	2	1
Labiidae		Labiidae Sp.1	0	2	
Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeidae1	43	0	
		Scarabaeidae2	3	1	
		Scarabaeidae3	1	1	
	Bostrichidae	Bostrichidae1	1	2	
		Bostrichidae2	1	0	
		Bostrichidae3	0	1	
	Elateridae	Elateridae1	1	1	
		Elateridae2	0	2	
	Carabidae	Carabidae Sp.1	5	0	
		Carabidae Sp.2	6	0	
		Carabidae Sp.3	1	1	
	Staphylinidae	Staphylinidae Sp.1	2	2	
		Staphylinidae Sp.2	1	0	
	Iathridiidae	Iathridiidae Sp.1	0	6	
		Iathridiidae Sp.2	1	0	
	Apionidae	Apionidae Sp.1	1	0	
	Meloidae	Meloidae1	1	0	
	Byrrhidae	Byrrhidae1	1	0	
	Chrysomelidae	Chrysomelidae1	1	1	
	Bruchidae	Bruchidae1	0	1	
		Silphidae	Silphidae1	1	0
		Blattaria	Blattellidae	Blattellidae1	2
	Blattellidae2		Blattellidae2	0	4
	Blattellidae3		Blattellidae3	0	1
	Blattellidae4		Blattellidae4	2	0
	Hymenoptera	cryptocerdae	cryptocerdae 1	0	1
		Formicidae	Formicidae 1	6	2
			Formicidae 3	15	4
			Formicidae 5	8	1
			Formicidae 6	3	0
Formicidae 11			0	8	
Formicidae 2			1	6	
Formicidae 4			24	19	
Formicidae 8			1	1	
Formicidae 7			6	5	
Formicidae 18			2	10	
Formicidae 10			4	0	
Formicidae 12			9	0	
Formicidae 9			10	0	
Formicidae 16			7	0	
Formicidae 15			5	6	
Formicidae 17			1	0	
Formicidae 13	1	0			
Formicidae 14	7	0			
Isoptera	Alydidae	Alydidae1	0	1	
	Rhinotermitidae	Rhinotermitidae1	169	5	
Rhinotermitidae 2		1	0		
Diplura	Termitidae	Termitidae1	0	10	
	Campodeidae	Campodeidae1	4	2	
Campodeidae2		3	0		
Lepidoptera	Japygidae	Japygidae1	1	0	
	Famili1	Tenthredinidae	1	0	
		Sp.2	1	0	
Sphingidae	Sphingidae1	0	1		
Collembola	Entomobryidae	Entomobryidae1	1	1	
Hemiptera	Hydrometidae	Hydrometidae1	0	1	
Orthoptera	Famili1	Sp.1	0	1	
Total			386	124	

6)= insekta tanah yang ditemukan pada 24 plot.

### Kelimpahan Insekta Tanah yang Ditemukan pada Tanah atau Serasah di Seluruh Tegakan yang Diamati

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa insekta tanah banyak ditemukan di dalam tanah dengan kedalaman 1-10cm. Kelimpahan di dalam tanah sebesar 386 individu, sedangkan kelimpahan insekta tanah di serasah sebanyak 124 individu (Tabel 3) yang menunjukkan bahwa kelimpahan insekta tanah lebih banyak ditemukan di dalam tanah. Pada umumnya serangga tanah cenderung menghindari cahaya matahari sehingga tanah merupakan tempat yang sesuai untuk bertahan hidup. Menurut Buliyansih (2000), adanya kandungan pigmen insekta tanah yang rendah pada kutikula menyebabkan insekta tanah rentan terhadap pengaruh cahaya. Selain itu respon insekta tanah terhadap intensitas cahaya lebih disebabkan oleh aktivitas menghindari pemangsaan dari predator.

### Biodiversitas Insekta Tanah di Tegakan agathis, Campuran, dan Pinus tak Terbakar

Analisis terhadap biodiversitas insekta tanah disajikan pada tabel 4. Tegakan campuran memiliki keragaman jenis tertinggi (2.68). Nilai kekayaan jenis tertinggi jenis terdapat di tegakan agathis (6.36). Nilai kemerataan jenis tertinggi juga ditemukan pada tegakan agathis (0.54).

Tabel 4 Biodiversitas insekta tanah pada berbagai tegakan

Tegakan	H' <sup>7</sup>	DMg <sup>7)</sup>	E <sup>7)</sup>	S <sup>7)</sup>
Agathis	2.27	6.36	0.54	37
Campuran	2.68	5.58	0.63	26
Pinus	2.50	5.19	0.59	22

H' = Nilai Keragaman Jenis Shannon-Wiener, DMg = Nilai Kekayaan Jenis Margalef, E = Nilai Kemerataan Jenis Pielou, S = Jumlah morfospesies yang ditemukan, 7)=Biodiveritas insekta tanah di 6 plot masing-masing tegakan

Hal ini disebabkan karena tegakan campuran memiliki serasah yang lebih beranekaragam yang mempengaruhi komposisi makanan yang dibutuhkan bagi insekta tanah. Semakin beranekaragamnya serasah, maka semakin tinggi pula keanekaragaman binatang tanah, termasuk insekta tanah yang dikandungnya (Solihin 2000). Serasah yang beraneka ragam ini berasal dari campuran tegakan agathis, pinus, dan rasamala. Plot pengamatan di bawategakan campuran kaya akan tumbuhan bawah seperti rumput-rumputan dan umbi-umbian. Menurut Rahmawaty (2004) komposisi tegakan yang terdiri dari beberapa spesies pohon menghasilkan serasah dengan humifikasi yang cepat dan menumbuhkan berbagai tumbuhan bawah. Banyaknya tumbuhan bawah ini menjadi sumber makanan bagi serangga tanah.

Tegakan agathis memiliki nilai kekayaan jenis tertinggi dibandingkan tegakan lainnya. Hal ini berbanding lurus dengan morfospesies yang ditemukan yaitu sebanyak 37 morfospesies. Suatu komunitas dikatakan memiliki kekayaan yang tinggi apabila

disusun oleh banyak spesies. Menurut Umami (2007) tingginya indek kekayaan jenis dipengaruhi oleh faktor lingkungan berupa kandungan bahan organik, dan kelembaban tanah. Tegakan agathis memiliki kelembaban yang relatif tinggi, keadaan seperti ini menguntungkan bagi serangga tanah untuk bertahan hidup menghadapi musim kemarau.

Indeks kemerataan pada ketiga tegakan tersebut berkisar antara 0.54-0.66. Nilai 0.59 dan 0.66 mendekati nilai 1 yang menunjukkan seluruh jenis memiliki tingkat kemerataan yang sama. Hal ini disebabkan karena pada ketiga tegakan tersebut tersedia serasah yang banyak sebagai sumber makanan, dan memiliki kondisi lingkungan yang relatif sesuai bagi insekta tanah untuk bertahan hidup, serta insekta tanah yang ditemukan memiliki batas toleransi yang sama terhadap kondisi abiotik dan ketersediaan sumberdaya yang ada (Umami 2007). Nilai 0.54 pada tegakan agathis menunjukkan ada dominasi jenis tertentu yaitu rayap (Rhinotermitidae).

### Biodiversitas Insekta Tanah yang Ditemukan pada Tegakan Pinus tak Terbakar dan Pinus Pasca Terbakar

Hasil perhitungan (tabel 5) menunjukkan bahwa pinus pasca terbakar memiliki keragaman jenis terbesar (2.78) dengan nilai kekayaan jenis 6.03, nilai kemerataan 0.66 dan berbanding lurus dengan kelimpahannya yaitu sebesar 26 individu.

Tabel 5 Biodiversitas insekta tanah di tegakan pinus tak terbakar dan pinus pasca terbakar

Tegakan	H' <sup>7)</sup>	DMg <sup>7)</sup>	E <sup>7)</sup>	S <sup>7)</sup>
Pinus Tak terbakar	2.50	5.19	0.59	22
Pinus Pasca Terbakar	2.78	6.03	0.66	26

H' = Nilai Keragaman Jenis Shannon-Wiener, DMg = Nilai Kekayaan Jenis Margalef, E = Nilai Kemerataan Jenis Pielou, S = Jumlah morfospesies, 7)=Biodiveritas insekta tanah di 6 plot masing-masing tegakan.

Hal ini menunjukkan menunjukkan bahwa nilai keragaman insekta tanah pada tegakan pinus pasca terbakar lebih tinggi, diduga karena adanya bukaan tajuk yang besar pada pinus pasca terbakar menyebabkan dekomposisi serasah pada lantai hutan lebih aktif dan cepat (Syaufina *et al.* 2007). Kondisi ini menimbulkan habitat yang baik bagi insekta tanah. Tanah pasca terbakar memiliki jumlah semut (Formicidae) yang besar. Besarnya jumlah semut setelah kebakaran, mungkin terkait dengan pinus yang menghasilkan biji yang banyak dimana biji tersebut merupakan bahan makanan bagi semut (Buliyansih 2005).

### Biodiversitas Insekta Tanah pada Tegakan Agathis, Pinus tak Terbakar, Campuran, Pinus Pasca Terbakar yang Bertajuk Rapat dan Jarang

Hubungan antara penutupan tajuk dan biodiversitas insekta tanah tersaji pada tabel 6. Nilai biodiversitas

insekta tanah memiliki kecenderungan lebih tinggi pada tegakan bertajuk rapat. Agathis bertajuk rapat memiliki nilai keragaman jenis tertinggi (2.39), dan Agathis bertajuk jarang memiliki nilai keragaman jenis terendah (1.30).

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biodiversitas insekta tanah terdapat pada tegakan bertajuk rapat karena kaya akan bahan organik tanaman di lantai hutannya. Bahan organik tanaman ini berfungsi sebagai sumber makanan, tempat berlindung dari tekanan lingkungan bagi insekta tanah.

**Biodiversitas Insekta yang Ditemukan pada Tanah dan Serasah**

Tabel 7 menunjukkan bahwa biodiversitas insekta pada tanah lebih besar dibandingkan pada serasah. Biodiversitas insekta di tanah lebih besar dibandingkan di serasah karena pada *top soil* banyak serasah yang masuk ke dalam tanah bersama dengan akar dan tubuh

jasad renik yang mati dimana komponen ini merupakan sumber makanan bagi insekta tanah, yang oleh insekta tanah ini akan di dekomposisikan untuk membentuk humus (Rahmawaty 2004). Selain itu pengambilan sampel pada studi ini dilakukan pada masa jarang terjadi hujan, sehingga insekta tanah cenderung bermigrasi ke dalam tanah yang suhunya relatif lebih rendah daripada di permukaan tanah.

**Nilai Kesamaan Komunitas Antar Tegakan**

Indeks kesamaan jenis antara tegakan agathis, campuran, dan pinus tak terbakar pada tabel 8 berkisar antara 0.18 – 0.31 dimana nilai tersebut cenderung mendekati nilai 0, artinya kesamaan jenis insekta tanah antara ketiga tegakan berbeda satu sama lain. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan di antar tegakan berbeda-beda sehingga hanya jenis tertentu saja yang dapat hidup dan menyesuaikan diri sesuai kondisi lingkungan di masing-masing tegakan.

Tabel 6 Biodiversitas insekta tanah yang ditemukan di tegakan Agathis, Pinus, Campuran, Pinus pasca terbakar bertajuk rapat dan jarang<sup>8)</sup>

Keterangan	AR	AJ	PR	PJ	CR	CJ	PKR	PKJ
H'	2.39	1.30	2.15	1.79	1.84	2.38	2.34	2.20
DMg	4.92	3.28	3.58	2.79	2.65	4.88	4.09	3.56
E	0.57	0.31	0.51	0.42	0.44	0.57	0.55	0.52

AR=Agathis Rapat, AJ=Agathis Jarang, CR=campuran Rapat, CJ=Campuran Jarang, PR=Pinus Rapat, PJ=Pinus Jarang, PKR=Pinus Pasca Terbakar Rapat, PKJ=Pinus Pasca Terbakar Jarang, <sup>8)</sup>=kelimpahan insekta tanah yang ditemukan pada tiga plot masing-masing tegakan., H' = Nilai Keragaman Jenis Shannon-Wiener, DMg = Nilai Kekayaan Jenis Margalef, E = Nilai Kemerataan Jenis Pielou.

Tabel 7 Biodiversitas insekta di tanah dan serasah

Tegakan	H' <sup>9)</sup>	DMg <sup>9)</sup>	E <sup>9)</sup>
Serasah	3.33	8.18	0.79
Tanah	3.75	11.12	0.89

H' = Nilai Keragaman Jenis Shannon-Wiener, DMg = Nilai Kekayaan Jenis Margalef, E = Nilai Kemerataan Jenis Pielou, <sup>9)</sup> = Biodiversitas insekta tanah di 24 plot.

Tabel 8 Nilai indeks kesamaan jenis insekta tanah antar tegakan

Tegakan	Similarity Index
Agathis vs Campuran	0.31
Campuran vs Pinus tak terbakar	0.26
Agathis vs Pinus tak terbakar	0.18

**Nilai Kesamaan Jenis di Tegakan Pinus tak Terbakar dan Pinus Pasca Terbakar**

Kesamaan jenis insekta tanah di tegakan pinus tak terbakar dengan pinus pasca terbakar disajikan pada tabel 9, yaitu sebesar 0.17 dan hanya memiliki 17% jenis yang sama. Nilai tersebut mendekati nilai 0, yang artinya kesamaan jenis insekta tanah antara kedua tegakan berbeda satu sama lain. Hal ini menunjukkan tegakan pinus dan pasca terbakar memiliki daya dukung yang berbeda terhadap eksistensi keberadaan insekta tanahnya. Sehingga dapat dikatakan kedua tegakan ini memiliki kondisi lingkungan yang berbeda dan unik.

Tabel 9 Nilai indeks kesamaan jenis antar tegakan

Tegakan	Similarity Index
Pinus vs Pinus pasca terbakar	0.17

**Hubungan Antara Biodiversitas Insekta Tanah dengan Faktor Lingkungan**

Keanekaragaman dan kelimpahan insekta tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang diukur pada penelitian ini yaitu suhu tanah, ketebalan serasah, persen penutupan tajuk dan tekstur tanah. Tabel 10 menunjukkan bahwa tegakan agathis rapat memiliki nilai keragaman tertinggi.

Tabel 10 Hubungan antara keragaman insekta tanah dengan faktor abiotik

Nama Plot	H' <sup>8)</sup>	Suhu tanah (°C)	Tebal serasah (cm)	Kerapatan tajuk (%)
Agathis Rapat	2.39	20.0	3.70	95.70
Agathis Jarang	1.30	21.0	1.50	66.50
Pinus Rapat	2.15	19.7	3.00	86.00
Pinus Jarang	1.79	19.8	1.50	67.60
Campuran Rapat	1.84	19.7	2.5	87.70
Campuran Jarang	2.38	19.8	2.0	65.80
PK Rapat	2.34	20.7	2.5	92.50
PK Jarang	2.20	23.0	2.3	62.90

H' = Nilai Keragaman Jenis Shannon-Wiener, <sup>8)</sup>=biodiversitas insekta tanah yang ditemukan pada tiga plot masing-masing tegakan.



Tabel 11 Hasil analisis tekstur tanah di seluruh plot pengamatan

Plot		Tekstur Tanah	Warna tanah
Agathis Rapat	1	liat/clay	<i>Yellowish red</i>
	2	<i>Silty clay</i>	<i>Dark reddish brown</i>
	3	liat/clay	<i>Dark reddish brown</i>
Agathis Jarang	1	liat/clay	<i>Reddish brown</i>
	2	liat/clay	<i>Very dusky red</i>
	3	liat/clay	<i>Very dark brown</i>
Pinus Rapat	1	<i>Silty clay loam</i>	<i>Dark reddish brown</i>
	2	liat/clay	<i>Dark reddish brown</i>
	3	<i>Silty clay</i>	<i>Dark yellowish brown</i>
Pinus Jarang	1	<i>sandy clay loam</i>	<i>Dark yellowish brown</i>
	2	<i>Sandy loam</i>	<i>Dark reddish brown</i>
	3	<i>Sandy clay</i>	<i>Very dark brown</i>
Campuran Rapat	1	liat/clay	<i>Dark yellowish brown</i>
	2	liat/clay	<i>Strong brown</i>
	3	<i>silty clay</i>	<i>Dark reddish brown</i>
Campuran Jarang	1	liat/clay	<i>Dark yellowish brown</i>
	2	liat/clay	<i>Dark reddish gray</i>
	3	<i>Silty clay</i>	<i>Dark reddish brown</i>
Pasca Kebakaran Rapat	1	<i>Sandy clay loam</i>	<i>Dark yellowish brown</i>
	2	<i>Sandy clay</i>	<i>Dark yellowish brown</i>
	3	<i>sandy clay</i>	<i>Dark yellowish brown</i>
Pasca Kebakaran Jarang	1	liat/clay	<i>Strong brown</i>
	2	liat/clay	<i>Dark brown</i>
	3	<i>Sandy clay</i>	<i>Dark yellowish brown</i>

Suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, karena suhu tanah menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah (Suin 1997). Insekta tanah pada umumnya memiliki batas suhu efektif untuk kelangsungan hidupnya yang berkisar antara 15°-45 °C (Rahmawaty 2004). Serasah yang tebal merupakan sumber makanan utama bagi insekta tanah. Melalui proses dekomposisi mereka akan mengubahnya menjadi humus. Insekta tanah juga memanfaatkan serasah ini untuk berlindung dan mencari mangsa. Porsen kerapatan tajuk yang besar akan menghasilkan serasah yang banyak untuk menyediakan nutrisi bagi insekta tanah. Selain itu tajuk yang rapat menghasilkan iklim mikro tertentu yang dapat menghalangi sinar matahari menuju lantai tanah, dan insekta tanah cenderung bermigrasi ke tempat yang tidak terkena sinar matahari. Tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat memiliki pH sekitar 5.5. Tanah yang memiliki pH 5.5-7 cenderung bersifat netral, dimana jamur dan pengurai bahan organik akan tumbuh dengan baik. Khusus pada insekta tanah, pH tanah berpengaruh secara langsung terhadap organ-organ tubuhnya sehingga apabila tanah terlalu masam kelimpahan insekta tanahnya rendah (Umami 2007).

Tabel 11 menunjukkan bahwa tidak ada hubungan spesifik antara tekstur tanah dengan peubah peubah insekta tanah yang diamati dalam studi ini.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kelimpahan Insekta tanah yang ditemukan pada seluruh tegakan mencakup 11 ordo, 37 famili, 510 individu. Ordo yang umum ditemukan antara lain Diptera, Dermaptera, Coleoptera, Blattaria, Hymenoptera, Isoptera, Diplura, Lepidoptera, Collembola, Hemiptera, Orthoptera. Kelimpahan insekta tanah terbesar pada tegakan Agathis (286 individu pada 6 plot, tiap plot berukuran 1600 cm<sup>2</sup>).
2. Berdasarkan parameter penutupan tajuk, agathis bertajuk jarang, memiliki kelimpahan terbesar sebanyak 179 individu. Kelimpahan insekta tanah yang ditemukan di tanah lebih tinggi (386 individu) dibanding dengan yang di serasah (124 individu).
3. Tegakan campuran memiliki keragaman insekta tanah tertinggi ( $H' = 2,68$ ) dibandingkan tegakan agathis dan pinus karena memiliki serasah yang beranekaragam, suhu tanah lebih rendah, dan memiliki kerapatan tajuk tergolong rapat. Berdasarkan parameter penutupan tajuk, biodiversitas insekta tanah cenderung lebih tinggi pada tegakan bertajuk rapat.
4. Jenis rayap (*Rhinotermitidae*1), semut coklat (*Formicidae* 4), dan larva *Coleoptera* (*Scarabaeidae*1) memiliki kelimpahan tertinggi pada keseluruhan tegakan.

**Saran**

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai dinamika kelimpahan hewan tanah ini pada berbagai waktu dan kondisi untuk mempelajari lebih lanjut hubungannya dengan faktor faktor lingkungan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arnett RH, Jacquess RL. *Guide to Insect*. New York : Simon and Schuster Inc.
- Borror DJ, Triplehorn, Johnson NF. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Partosoedjono S, penerjemah; Brotowidjoyo MD, editor. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Ed ke-6.
- Buliyansih A. 2005. Penilaian dampak kebakaran terhadap makrofauna tanah dengan metode *Forest Health Monitoring* (FHM) [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Hanafiah KA, Napoleon A, Ghofar N. 2007. *Biologi Tanah*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada.
- Hardjowigeno. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta : CV. Akademika Pressindo.
- Patang F. 2010. Keanekaragaman takson se-rangga dalam tanah pada areal bekas tambang batubara PT. Mahakam Sumber Jaya Desa Separi Kutai Kartanegara-Kalimantan Timur. *Bioprospek*. 7(1):80-89.
- Rahmawaty. 2004. Studi keanekaragaman mesofauna tanah di kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit (Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Daerah Tingkat II Deli Serdang, Propinsi Sumatera Utara) [skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Shepard BM, Barrion JA, Litsinger. 1987. *Friend of The Rice Farmer: Helpful Insect, Spiders, and Pathogens*. Filipina : International Rice Research Institute.
- Solihin. 2000. Keanekaragaman binatang tanah pada berbagai tegakan hutan [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Suin NM. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Syaufina L, Haneda NF, Buliyansih A. 2007. Keanekaragaman arthropoda tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Media Konservasi*. 7(2):57-66.
- Umni ZR. 2007. Studi keanekaragaman serangga tanah di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI (Desa Purwodadi Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan [skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.