



TUGAS AKHIR - SB184830

**HUBUNGAN KEANEKARAGAMAN
MAKROFAUNA TANAH DENGAN KANDUNGAN
C-ORGANIK PADA LAHAN REKLAMASI BEKAS
TAMBANG KAPUR DI KABUPATEN TUBAN**

ALFIAN AMRULLAH
0131154000008

Dosen Pembimbing
Dr. Dewi Hidayati, M.Si
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



TUGAS AKHIR - SB184830

**HUBUNGAN KEANEKARAGAMAN
MAKROFAUNA TANAH DENGAN KANDUNGAN
C-ORGANIK PADA LAHAN REKLAMASI BEKAS
TAMBANG KAPUR DI KABUPATEN TUBAN**

ALFIAN AMRULLAH
0131154000008

Dosen Pembimbing
Dr. Dewi Hidayati, M.Si
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



FINAL PROJECT - SB184830

**CORRELATION BETWEEN DIVERSITY OF SOIL
MACROFAUNA WITH C-ORGANIC CONTENT IN
THE RECLAIMED LAND OF POST LIMESTONE
MINING IN TUBAN DISTRICT**

**ALFIAN AMRULLAH
0131154000008**

**Lecturers
Dr. Dewi Hidayati, M.Si.
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D.**

**BIOLOGY DEPARTMENT
FACULTY OF SCIENCE
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**

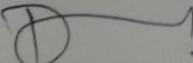
HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

HUBUNGAN KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA
TANAH DENGAN KANDUNGAN C-ORGANIK PADA
LAHAN REKLAMASI BEKAS TAMBANG KAPUR DI
KABUPATEN TUBAN

Oleh :

ALFIAN AMRULLAH
NRP. 0131154000008

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Dr. Dewi Hidayati, M.Si.  (Pembimbing I)

Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D.  (Pembimbing II)

Surabaya, 20 Juli 2019



Disetujui,
Kepala Departemen Biologi
Dr. Dewi Hidayati, S. Si., M.Si
NIP. 19690211199802 2 001

**HUBUNGAN KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA
TANAH DENGAN KANDUNGAN C-ORGANIK PADA
LAHAN REKLAMASI BEKAS TAMBANG KAPUR DI
KABUPATEN TUBAN**

Nama Mahasiswa : Alfian Amrullah
NRP : 0131154000008
Departemen : Biologi
Dosen Pembimbing : Dr. Dewi Hidayati, M.Si
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D

Abstrak

Kabupaten Tuban merupakan salah satu daerah tambang penghasil kapur di Jawa Timur. Namun, kegiatan penambangan tersebut menyebabkan dampak negatif yaitu terbentuknya lahan yang kurang produktif, sehingga perlu diatasi dengan kegiatan reklamasi dan revegetasi. Makrofauna tanah merupakan organisme yang berperan dalam proses penguraian bahan organik (dekomposisi) dalam tanah yang salah satunya dalam bentuk karbon (C-Organik). Karbon (C-Organik) merupakan salah satu komponen penting bahan organik tanaman yang menentukan laju dekomposisi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan c-organik pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban. Metode yang digunakan terdiri dari Pitfall trap dan Barlese Tullgren Funnel untuk pengumpulan makrofauna tanah, sedangkan untuk pengukuran kadar c-organik tanah menggunakan metode Walkley & Black. Analisa data menggunakan uji korelasi Pearson dengan menggunakan program SPSS. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa Makrofauna tanah yang

ditemukan di lahan R sebanyak 302 individu terdiri dari 19 Famili dan 21 Spesies dengan kisaran $H' = 0,93-1,50$; lahan K sebanyak 494 individu terdiri dari 19 Famili dan 19 Spesies dengan kisaran $H' = 1,42-1,88$; dan lahan S sebanyak 370 individu terdiri dari 19 Famili dan 20 Spesies dengan kisaran $H' = 1,75-2,10$. secara keseluruhan semua lahan menunjukkan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kategori sedang. Serta dapat diketahui bahwa tingkat keanekaragaman makrofauna tanah berkorelasi negatif dengan kandungan C-Organik namun dalam kategori sangat rendah dengan nilai korelasi ($R=-0,008$) dan ($r=-0,078$). sehingga dilakukan analisis kembali dengan kelimpahan masing-masing spesies yang didapatkan hasil, terdapat hubungan antara kelimpahan masing-masing spesies dimana lima spesies makrofauna tanah berkorelasi dengan kandungan C-Organik tanah dan termasuk kategori kuat yaitu Lumbricus sp. ($r=0,546$); Anoplodesmus sp. ($r=-0,764$); Calliphora sp. ($r=-0,674$); Gryllus sp. ($r=-0,554$); dan Coptotermes sp. ($r=0,701$).

Kata kunci: C-Organik, Makrofauna tanah, Reklamasi, Tambang kapur

**CORRELATION BETWEEN DIVERSITY OF SOIL
MACROFAUNA WITH C-ORGANIC CONTENT IN THE
RECLAIMED LAND OF POST LIMESTONE MINING IN
TUBAN DISTRICT**

Name : Alfian Amrullah
NRP : 0131154000008
Department : Biology
Lecture : Dr. Dewi Hidayati, M.Si
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D

Abstract

Tuban Regency is one of the limestone producing areas in East Java. However, the mining activities have a negative impact, namely the formation of less productive land, so it needs to be overcome by reclamation and revegetation activities. Soil macrofauna is an organism that plays a role in the process of decomposition of organic matter (decomposition) in the soil, one of which is in the form of carbon (C-Organic). Carbon (C-Organic) is one of the important components of plant organic matter that determines the decomposition rate. The purpose of this study was to determine the relationship of diversity of soil macrofauna with C-Organic content in the reclaimed land of a former limestone mine in Tuban Regency. The method used consisted of Pitfall trap and Barlese Tullgren Funnel for soil macrofauna collection, while for measuring soil c-organic levels using the Walkley & Black method. Data analysis using the Pearson correlation test using the SPSS program. Based on the results of this study, it can be concluded that the soil macrofauna found in R fields as many as 302 individuals consisted of 19 families and 21 species with a range of $H' = 0.93-1.50$; K land of 494 individuals consisted of 19 families and 19 species with a range of $H' = 1.42-1.88$; and S land of 370 individuals consisting of 19 families and 20 species with a range of $H' = 1.75-2.10$. Overall all fields show the diversity of soil macrofauna in the

medium category. And it can be seen that the level of diversity of soil macrofauna is negatively correlated with C-Organic content but in the very low category with a correlation value ($R = -0.008$) and ($r = -0.078$). So that an analysis was carried out again with the abundance of each of the results obtained, there was a correlation between the abundance of each species where five soil macrofauna species correlated with the content of c-organic soil and included a strong category, *Lumbricus* sp. ($r=0.546$); *Anoplodesmus* sp. ($r=-0,764$); *Calliphora* sp. ($r=-0,674$); *Gryllus* sp. ($r=-0,554$); and *Coptotermes* sp. ($r=0.701$).

Keywords: *C-Organic, Limestone mining, Reclamation, Soil macrofauna.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik pada Lahan Reklamasi Bekas Tambang Kapur di Kabupaten Tuban”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir di Departemen Biologi Fakultas Sains Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Dewi Hidayati, M.Si. selaku dosen pembimbing I
3. Ibu Indah Trisnawati D.T. M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing II
4. Bapak Farid Kamal Muzaki, S.Si, M.Si selaku dosen penguji I
5. Bapak Dr.rer.nat. Edwin Setiawan, S.Si, M.Sc selaku dosen penguji II.
6. Ibu Dr. Dra.Dian Saptarini M.Sc dan Ibu Iska Desmawati, S.Si, M.Si yang telah memberi bimbingan,saran, dan motivasi kepada penulis.
7. Orang tua yang telah yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil.
8. Teman terkasih Brilian Ratna Wati S.Si. yang telah memberikan dukangan dan motivasi kepada penulis.
9. Teman – teman Laboratorium Ekologi atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman angkatan 2015 atas dukungan moril yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, namun besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, 20 Juli 2019

Alfian Amrullah

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Tambang Kapur di Kabupaten Tuban.....	5
2.2 Kegiatan Reklamasi dan Revegetasi Lahan Bekas Tambang di Kabupaten Tuban	7
2.3 Keanekaragaman Hayati Tanah.....	9
2.4 Pengelompokan Fauna Tanah.....	10
2.5 Makrofauna Tanah	14
2.6 Peranan Makrofauna Tanah.....	15
2.7 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Keberadaan Makrofauna Tanah	17
2.8 Kabon (C-Organik) dalam Tanah.....	19
2.8.1 Sumber Karbon dalam Tanah.....	20
2.8.2 Bentuk Karbon Organik dalam Tanah.....	20
2.8.3 Dekomposisi Bahan Organik dalam Tanah.....	21

BAB III METODOLOGI

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	28
3.3	Alat dan Bahan	28
3.3.1	Alat dan Bahan untuk Sampel Makrofauna Tanah.....	28
3.3.2	Alat dan Bahan untuk Uji Kandungan C-Organik Tanah...	28
3.4	Metode Pelaksanaan Penelitian	29
3.4.1	Pemilihan Lokasi Sampling.....	29
3.4.2	Pengambilan Sampel Makrofauna Tanah dan Tanah Uji	29
3.4.2.1	Metode Pitfall Trap	31
3.4.2.2	Metode Barlesse Tullgren Funnel	31
3.4.2.3	Pengujian Kandungan C-Organik Tanah.....	32
3.5	Pengukuran Faktor Lingkungan	33
3.5.1	Suhu Tanah.....	33
3.5.2	pH Tanah	33
3.5.3	Kelembaban Tanah.....	34
3.6	Pengelompokan dan Identifikasi Fauna Tanah.....	34
3.7	Rancangan Penelitian dan Analisa Data.....	34
3.7.1	Analisa Kuantitatif Keanekaragaman Makrofauna Tanah	36
3.7.2	Analisis Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah Masing-Masing Lahan	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan di Lokasi Sampling	41
4.2	Hasil Analisis Kandungan C-Organik Tanah Lokasi Sampling	44
4.3	Komposisi, Kelimpahan, dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Lokasi Sampling.....	46
4.4	Hubungan Tingkat Keanekaragaman Makrofauna dengan C-Organik Tanah pada Lahan Lokasi Sampling	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fauna Tanah Berdasarkan Ukuran Tubuh	11
Gambar 2.2 Makrofauna Tanah Dalam Jenis Yang Berbeda	15
Gambar 2.3 Hubungan Antara Kelompok Perakayasa Kimia, Pengendali Biologi Dan Perakayasa Lingkungan	17
Gambar 2.4 Siklus Karbon : fotosintesi menyebabkan asimilasi CO ₂ atmosfer yang diimbangi oleh dekomposisi sisa tanaman dan seresah, dan bahan organik tanah.....	21
Gambar 2.5 Dekomposisi Bahan Organik.....	23
Gambar 2.6 Peran Fauna Tanah Terhadap Proses Dekomposisi	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian di Lahan Reklamasi Bekas Tambang Kapur di Kabupaten Tuban	27
Gambar 3.2 Desain Lokasi Dan Titik Sampling Penelitian	30
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Barlesse Tullgren Funnel</i>	32
Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Lima Spesies Yang Dominan Pada Masing-Masing Lahan Lokasi Sampling.....	49
Gambar 4.2 Tingkat Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Lahan Lokasi Sampling.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Potensi Tambang Unggulan Kabupaten Tuban	5
Tabel 2.2 Penyebaran Potensi Tambang Kapur di Kabupaten Tuban.....	6
Tabel 3.1 Titik Koordinat Lokasi Sampling.....	29
Tabel 3.2 Pengelompokkan tingkat (status) bahan c-organik	33
Tabel 3.3 Klasifikasi Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener	36
Tabel 3.4 Klasifikasi Nilai Indeks Kelimpahan Relatif.....	37
Tabel 3.5 Tabel Rancangan Penelitian Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah.....	39
Tabel 4.1 Hasil Analisis Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan Lokasi Sampling	41
Tabel 4.2 Hasil Uji Kandungan C-Organik Tanah di Lokasi Sampling.....	44
Tabel 4.3 Kelimpahan Makrofauna Tanah pada Tiga Tipe Lahan Lokasi Sampling.....	46
Tabel 4.4 Hasil Analisis Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah	55

Tabel 4.5 Keanekaragaman Makrofauna Tanah dan Kandungan C-Organik	56
Tabel 4.6 Spesies Makrofauna Tanah yang Berkorelasi dengan Kandungan C-Organik	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Tuban adalah daerah di Jawa Timur yang memiliki potensi pertambangan tanah liat dan batu kapur untuk bahan baku dalam industri semen sekitar 82,4 juta ton (Afriani, 2016). Pertambangan yang diterapkan adalah jenis pertambangan terbuka kuari (*quarry*) yaitu untuk menambang endapan mineral serta batuan pada lahan datar di daerah Tuban (Parascita *et al.*, 2015). Pertambangan terbuka dapat mengubah kondisi lahan, menyebabkan cekungan, keseimbangan ekosistem terganggu, dan produktivitas tanah serta lingkungan menurun (Subowo, 2011). Reklamasi merupakan salah satu upaya perbaikan lingkungan bekas tambang yang dapat mempercepat proses kembalinya kondisi lahan seperti sebelumnya. Secara ekologi, reklamasi dapat didefinisikan sebagai proses mengembalikan ekosistem dan fungsi seperti sebelumnya (Pietrzykowski *et al.*, 2010).

Salah satu perusahaan tambang di Kabupaten telah melakukan kegiatan reklamasi pada lahan bekas tambang kapur yang kegiatannya berupa revegetasi lahan reklamasi bekas tambang dengan menggunakan 3 media tanah yang berbeda yaitu *reject product*, *top soil* dan *spoil*. *Reject product* merupakan tanah atau kotoran buangan dari mesin pengolahan bahan baku semen memiliki bahan organik yang rendah. *Topsoil* merupakan tanah lapisan atas yang memiliki banyak bahan organik dan subur (Sugiharyanto dan Khotimah, 2009). *Spoil* merupakan tanah atau batuan buangan yang tidak dibutuhkan sebagai bahan baku semen, karakteristik tanah ini mudah terjadi erosi serta kemampuan menahan air dan nutrisi rendah (Jha and Singh, 1991). Kemudian agar lahan tersebut dapat berfungsi seperti peruntukannya maka perusahaan tersebut melakukan rehabilitasi lahan dengan kegiatan revegetasi yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 60 Tahun 2009 yang tertulis bahwa revegetasi merupakan usaha untuk memperbaiki dan memulihkan

wilayah yang rusak melalui kegiatan penanaman dan pemeliharaan pada kawasan pasca penambangan (Dephut, 2009). Dalam perkembangannya kawasan revegetasi akan menghasilkan banyak sekali seresah yang menumpuk di lantai hutan, dimana seresah merupakan salah satu bahan organik. Soepardi (2005) menyatakan bahwa bahan organik tanah merupakan sisa tumbuhan dan hewan yang sebagian telah mengalami pelapukan dan dekomposisi.

Kegiatan revegetasi suatu lahan perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui tingkat keberhasilannya. Zhao et al. (2013) menyebutkan bahwa kualitas tanah merupakan kunci untuk menilai keberhasilan proses reklamasi suatu lahan. Penilaian kualitas tanah dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi (Islam and Weil, 2000). Penilaian kualitas tanah secara biologi dapat dilakukan dengan menganalisis keanekaragaman fauna tanah (Yi et al., 2012). Menurut Rousseau *et al.* (2013), makrofauna tanah merupakan indikator yang paling sensitif terhadap perubahan dalam penggunaan lahan, sehingga dapat digunakan untuk menduga kualitas lahan. Makrofauna tanah adalah hewan tanah yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 2-20 mm, yang terdiri milipida, isopoda, insekta, moluska dan annelida (Hanafiah 2007; Wood, 1989).

Setiap grup fauna tanah dapat dijadikan bioindikator karena keberadaan fauna tanah sangat bergantung dengan faktor biotik dan abiotik tanah (Sugiyarto, 2010). Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah adanya bahan organik dalam tanah (Putra, 2012). Sinar tani (2011) menyatakan bahwa C-organik zat arang atau karbon yang terdapat dalam bahan organik merupakan sumber energi bagi organisme. C-organik ini berperan penting sebagai sumber nutrisi bagi fauna tanah. Menurut Tian (1992) laju dekomposisi bahan organik sisa tanaman dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, kondisi lingkungan, serta jenis organisme dekomposer yang berperan dalam proses penghancuran dan katabolisme sisa-sisa tanaman tersebut. Keanekaragaman jenis dekomposer makrofauna

diduga dipengaruhi kandungan bahan organik tanaman. Komposisi kimia yang berbeda dari bahan organik tanaman menjadikan laju dekomposisinya juga akan berbeda.

Proses dekomposisi dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanaman, organisme dekomposer dan faktor lingkungan. Karbon (C) merupakan salah satu komponen penting bahan organik tanaman yang menentukan laju dekomposisi (Buckman and Brady, 1982; Handayanto et al., 1997; Mofongoya et al., 1997; Cadish dan Giller, 1997; Nair et al., 1999). Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-Organik tanah pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban yang dapat digunakan sebagai informasi awal terhadap pengelolaan kegiatan revegetasi yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah pada 3 tipe tanah lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban ?
2. Bagaimana hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengambilan sampel makrofauna tanah dilaksanakan pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban dengan media tanah yang berbeda yaitu *top soil*, *spoil*, dan *reject product*.
2. Pengambilan sampel makrofauna tanah dilakukan pada periode musim hujan.
3. Identifikasi sampel makrofauna tanah dilakukan sampai dengan level genus.

4. Faktor lingkungan yang diukur adalah pH tanah, kelembaban tanah, suhu tanah.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah pada 3 tipe tanah lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban.
2. Mengetahui hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai informasi awal mengenai kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah yang terdapat di lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban serta mengetahui hubungan makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah sebagai bahan acuan dalam merencanakan pengelolaan kegiatan revegetasi pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban yang akan datang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Tambang Kapur di Kabupaten Tuban

Kabupaten Tuban merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang memiliki potensi sumber daya mineral yang melimpah, dimana pertambangan merupakan salah sektor unggulan selain pertanian, sektor pertambangan mengalami peningkatan yang cukup signifikan setiap tahunnya. Jenis pertambangan yang dimiliki oleh Kabupaten Tuban merupakan pertambangan mineral non logam yaitu batu kapur, fosfat, tanah liat, dolomit, *ball clay*, pedel, pasir kwarsa, dan sebagainya. Tambang mineral non logam di Kabupaten Tuban yang sudah dieksploitasi dari tahun 2007 hingga tahun 2009 yaitu pada tahun 2007 sebesar 12.661.653 ton, tahun 2008 sebesar 13.889.483 ton dan pada tahun 2009 sebesar 14.038.031 ton (Dinas Pertambangan Tuban, 2010).

Tabel 2.1 Kandungan Potensi Tambang Unggulan Kabupaten Tuban

No	Hasil Tambang	Satuan	Jumlah Produksi		
			2007	2008	2009
1	Batu kapur	Ton	9.993.506	10.989.273	11.061.168
2	Tanah liat	Ton	2.190.838	2.450.097	2.438.443
3	Ball clay	Ton	17.907	9.967	6.408
4	Pedel	Ton	286.770	303.991	387.007
5	Pasir Kwarsa	Ton	125.805	116.606	117.778
6	Dolomit	Ton	46.112	18.654	18.965
7	Pospat	Ton	715	895	980
8	Tanah urug	Ton			7.212
Jumlah			12.661.653	13.889.483	14.038.031

(Dinas Pertambangan Tuban, 2010)

Umumnya usaha pertambangan terbesar ada pada 4 wilayah Kecamatan yaitu Kecamatan Bancar, Tambakboyo, Semanding, dan Palang. Keempat Kecamatan tersebut merupakan wilayah dengan area penambangan bahan galian terbesar yang ada di wilayah Kabupaten Tuban. Kabupaten Tuban merupakan salah satu daerah penghasil batu kapur di Jawa Timur. Batu kapur merupakan salah satu bahan galian industri non logam yang sangat besar potensinya dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia (Shubri dan Armin, 2014).

Tabel 2.2 Penyebaran Potensi Tambang Kapur di Kabupaten Tuban

Bahan Galian	Luas (m2)	Jumlah (Ton)	Kecamatan	% Luas
Batu Kapur	28.805.484	3.460.470.993	Kenduruan	27,49640753
Batu Kapur	38.242.901	6.601.222.187	Bangilan	42,18968717
Batu Kapur	9.376.725	1.596.451.7111	Senori	9,723653281
Batu Kapur	20.959.125	3.830.896.307	Singgahan	29,12648175
Batu Kapur	69.231.574	15.083.337.161	Montong	44,21366793
Batu Kapur	16.471.989	4.868.229.727	Parengan	12,65008275
Batu Kapur	8.046.680	1.332.261.701	Soko	8,250828602
Batu Kapur	55.382.015	14.992.710.052	Rengel	41,87989498
Batu Kapur	4.566.168	590.962.658	Plumpang	3,506704809
Batu Kapur	31.345.293	2.384.614.734	Semanding	19,93932256
Batu Kapur	501.680	14.548.720	Jenu	0,598843709
Batu Kapur	7.260.427	462.054.574	Merakurak	6,959585018
Batu Kapur	53.598.315	8.253.673.739	Kerek	34,58906448
Batu Kapur	26.790.050	2.669.835.743	Tambakboyo	36,75810577
Batu Kapur	21.944.468	2.604.662.275	Jatirogo	17,31146884
Batu Kapur	18.938.438	2.943.629.080	Bancar	15,04770372

(Dinas Pertambangan Tuban, 2010)

Berdasarkan undang-undang nomor 11 Tahun 1976 tentang pertambangan menyatakan bahwa batu kapur sebagai bahan galian yang termasuk dalam bahan galian golongan C yaitu bahan galian yang tidak termasuk bahan galian strategis dan vital karena sifatnya tidak langsung memerlukan pasaran yang bersifat internasional, Oleh karena itu bahan galian berupa batu kapur tersebut memerlukan pengolahan lebih lanjut agar bisa dipasarkan secara lebih luas.

Batu kapur adalah salah satu bahan baku untuk pembuatan semen, selain batu lempung, gypsum serta pasir silika dan pasir besi sebagai bahan tambahan. Dalam era pembangunan sekarang ini, kebutuhan akan semen selalu meningkat sesuai dengan laju pembangunan diseluruh wilayah Indonesia (Sukandarrumidi, 1999). Potensi tersebut mendorong munculnya kegiatan penambangan serta mendorong munculnya pabrik-pabrik yang bergerak di bidang pengolahan batu kapur khususnya sebagai bahan baku pembuatan semen. Produksi semen Indonesia pada triwulan I tahun 2013 adalah sebesar 12.694,9 ribu ton. Produksi ini meningkat dari triwulan yang sama pada tahun 2012 yang besarnya hanya 11.896,3 ribu ton. Pertumbuhan produksi semen Indonesia pada triwulan I tahun 2013 mencapai 6,7 persen. Kenaikan jumlah produksi ini dapat terjadi karena beberapa pabrik semen baru mulai beroperasi di awal tahun 2013 (BAPPENAS, 2013).

2.2 Kegiatan Reklamasi dan Revegetasi Lahan Bekas Tambang di Kabupaten Tuban

Penambangan di Indonesia umumnya dilakukan dengan cara terbuka atau *open pit mining*. Dampak negatif dari tambang terbuka adalah perubahan lingkungan, yang meliputi perubahan kimiawi, perubahan fisik dan perubahan biologi. Perubahan kimiawi berdampak terhadap keberadaan air tanah dan air permukaan, berlanjut secara fisik yaitu mengakibatkan perubahan morfologi dan topografi lahan. Lebih jauh lagi adalah perubahan

iklim mikro yang disebabkan oleh perubahan kecepatan angin, gangguan habitat biologi berupa flora dan fauna, serta adanya penurunan produktivitas tanah dengan akibat tanah menjadi tandus atau gundul (Sabtando, 2008). Penurunan kualitas lahan pada lahan bekas tambang berhubungan dengan kesuburan dan sifat kimia tanah, tekstur tanah, kelerangan, dan genangan air sehingga lahan sulit untuk ditanami (Mansur, 2011). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan kegiatan reklamasi. Reklamasi adalah kegiatan penataan untuk memperbaiki dan memulihkan kembali lahan serta vegetasi hutan yang rusak agar dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan peruntukannya (UU No. 41 Tahun 1991 Pasal 44).

Peraturan Menteri Kehutanan No. 146/Kpts-II/1999 yang disempurnakan dalam Peraturan Menteri Kehutanan No. P.4/Menhut-II/2011 mengenai Pedoman Reklamasi Bekas Tambang Dalam Kawasan Hutan menyebutkan bahwa setiap perusahaan pertambangan dan energi memiliki kewajiban untuk melaksanakan reklamasi lahan bekas tambang atas kawasan hutan yang dipinjam-pakai (Kementerian Kehutanan, 2012). Hal itu bertujuan untuk memulihkan kondisi kawasan hutan yang rusak sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan sehingga kawasan hutan yang dimaksud dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya. Untuk mengimplementasikan Permenhut 146/1999 tersebut, menteri ESDM menerbitkan beberapa peraturan reklamasi, diantaranya adalah Peraturan Menteri ESDM No. 18/2008 tentang Reklamasi dan Penutupan Tambang, yang mewajibkan perusahaan pertambangan mereklamasi lahan bekas tambangnya, dan Peraturan Pemerintah RI No. 78/2011 yang mengatur lebih detail mengenai prinsip reklamasi, tata laksana sampai dengan jaminan penyerahan lahan reklamasi dan pasca tambang (Kementerian ESDM, 2012).

Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2009 tentang pedoman penilaian keberhasilan reklamasi hutan menjelaskan bahwa kriteria keberhasilan reklamasi hutan adalah dengan adanya kegiatan penataan lahan, pengendalian erosi dan

sedimentasi, serta adanya revegetasi atau penanaman pohon. Revegetasi adalah usaha penanaman kembali di lahan bekas tambang untuk perbaikan biodiversitas dan pemulihan estetika lansekap serta komunitas tumbuhan asli secara berkelanjutan untuk mengendalikan erosi dan aliran permukaan (Setiadi, 2006). Salah satu pabrik semen terbesar di Indonesia yang melakukan penambangan batu kapur di Kabupaten Tuban telah melakukan kegiatan reklamasi pada lahan yang telah dilakukan kegiatan penambangan batu kapur, yang salah satu kegiatannya adalah revegetasi / penanaman pohon menggunakan jenis tanah yang berbeda diantaranya media tanah *top soil*, media *spoil*, dan media tanah *reject product* di Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban..

1. Media tanah *top soil* adalah tanah rhizorfer dari lahan yang akan dilakukan proses penambangan.
2. Media tanah *spoil* adalah tanah yang berada di lokasi penambangan.
3. Media tanah *reject product* adalah bahan baku produksi industri semen yang tidak lolos uji kualitas bahan.

Keberhasilan Revegetasi pada lahan bekas tambang sangat ditentukan oleh banyak hal diantaranya adalah aspek penataan lansekap, kesuburan media tanam dan penanaman dan perawatan. kesuburan media sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Iskandar, 2012). Menurut Peraturan Menteri Kehutanan nomor P. 4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan menyatakan bahwa pada kegiatan reklamasi perlu dilakukan kegiatan evaluasi sekurang-kurangnya satu tahun sekali untuk mengetahui keberhasilan dari kegiatan reklamasi yang diadakan perusahaan tambang.

2.3 Keanekaragaman Hayati Tanah

Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis dan ekosistem pada suatu daerah. Keanekaragaman hayati melingkupi berbagai perbedaan atau variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan, baik

tingkatan gen, tingkatan spesies maupun tingkatan ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, para pakar membedakan keanekaragaman hayati menjadi tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis dan keanekaragaman ekosistem.

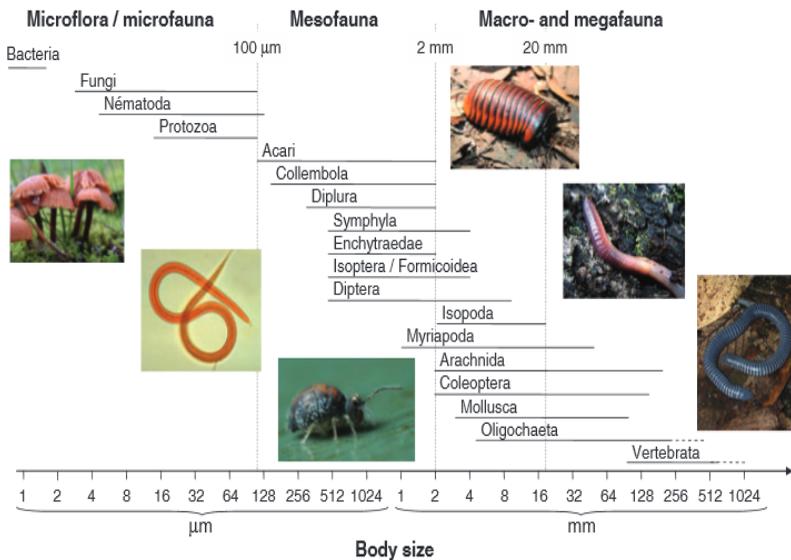
Sebagian besar keanekaragaman hayati dari ekosistem berada di dalam tanah. Interaksi jaring makanan di antara biota tanah (termasuk akar tanaman) memiliki efek besar pada kualitas tanaman, keberadaan hama dan penyakit, predator dan juga organisme yang menguntungkan (*beneficial organisms*). Keanekaragaman hayati tanah perlu dijaga, untuk menyeimbangkan ekosistem. Hasil penelitian Brussaard *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa keanekaragaman hayati tanah penting dijaga untuk mempertahankan fungsi ekosistem.

Keanekaragaman hayati tanah memegang peranan penting dalam memelihara keutuhan dan fungsi suatu ekosistem. Ada tiga alasan utama untuk melindungi keanekaragaman hayati tanah, yaitu: (a) secara ekologi; dekomposisi dan pembentukan tanah merupakan proses kunci di alam yang dilakukan oleh organisme tanah dan berperan sebagai pelayan ekologi bagi eksistensi suatu ekosistem, (b) secara aplikatif; berbagai jenis organisme tanah telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang misalnya pertanian, kedokteran dan sebagainya, dan (c) secara etika; semua bentuk kehidupan, termasuk biota tanah memiliki nilai keunikan yang tidak dapat digantikan (Hagvar, 1998). Menurut Mudgal *et al.*, (2010) organisme penghuni ekosistem tanah diperkirakan sejumlah seperempat dari seluruh organisme di bumi. Organisme tanah merupakan komponen utama dalam semua ekosistem tanah (Breure, 2004).

2.4 Pengelompokan Fauna Tanah

Fauna tanah merupakan fauna yang hidup di tanah, baik yang hidup di permukaan tanah maupun yang terdapat di dalam tanah. Kebanyakan fauna tanah hidup berada di atas 10 cm dari lapisan mineral tanah (Adeduntan, 2009). Fauna Tanah adalah semua

fauna yang hidup di tanah, baik yang hidup dipermukaan tanah maupun di dalam tanah, yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berlangsung di dalam tanah, serta dapat berasosiasi dan beradaptasi dengan lingkungan tanah (Wallwork, 1970). Menurut (Lavelle, 1994; Maftu'ah *et al.*, 2005) organisme tanah adalah organisme yang bertanggung jawab terhadap penghancuran dan sintesa organik. Fauna tanah merupakan fauna yang hidup di tanah, baik yang hidup di permukaan tanah maupun yang terdapat di dalam tanah.



Gambar 2.1. Fauna tanah berdasarkan ukuran tubuh (Decaens, 2010).

Fauna tanah dapat dikelompokkan berdasarkan ukuran tubuhnya. Menurut Suhardjono & Adisoemarto (1997), berdasarkan ukuran tubuh fauna tanah dikelompokkan menjadi: (1). Mikrofauna adalah kelompok binatang yang berukuran tubuh < 0,15 mm, seperti: Protozoa dan stadium pradewasa beberapa

kelompok lain misalnya Nematoda, (2). Mesofauna adalah kelompok yang berukuran tubuh 0,16 – 10,4 mm dan merupakan kelompok terbesar dibanding kedua kelompok lainnya seperti: Insekta, Arachnida, Diplopoda, Chilopoda, Nematoda, Mollusca, dan bentuk pradewasa dari beberapa binatang lainnya seperti kaki seribu dan kalajengking, (3). Makrofauna adalah kelompok binatang yang berukuran panjang tubuh > 10.5 mm, seperti: Insekta, Crustaceae, Chilopoda, Diplopoda, Mollusca, dan termasuk juga vertebrata kecil.

Makrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 2-20 mm, yang terdiri dari detritivor, herbivora (pemakan tanaman), dan karnivora (pemakan hewan kecil) (Hanafiah 2007). Menurut Yulipriyanto (2010) makrofauna berukuran >2 mm: cacing, rayap, dan kaki seribu.

Pengelompokan fauna tanah disamping berdasarkan ukuran tubuh juga dapat dikelompokkan atas dasar kehadirannya di tanah, habitat yang dipilihnya dan kegiatan makannya. Berdasarkan kehadirannya hewan tanah dibagi atas kelompok transien, temporer, periodik, dan permanen. Berdasarkan aktivitasnya dalam tanah, fauna tanah dikelompokkan menjadi empat golongan, yaitu: pertama fauna *transien*, merupakan kelompok fauna yang daur hidupnya tidak berada di dalam tanah, tetapi sewaktu imagonya berada di dalam tanah; kedua fauna *temporer*, merupakan kelompok fauna yang stadium telur dan larvanya di dalam tanah sedangkan imagonya berada di luar tanah; ketiga fauna *periodik*, merupakan kelompok fauna yang seluruh daur hidupnya berada di dalam tanah, hanya kadang-kadang keluar tanah dan keempat fauna *permanen*, merupakan kelompok fauna yang seluruh hidupnya berada di dalam tanah (Wallwork, 1970).

Berdasarkan kegiatan makannya hewan tanah ada yang bersifat herbivora, saprovora, fungivora, dan predator (Suin, 1997). Wallwork (1970) membagi fauna tanah berdasarkan aktivitas makan menjadi lima kelompok, yaitu karnivora, herbivora, saprofagus, pemakan tumbuhan mikro (*microphytic*

feeders) dan pemakan misel (*miscellaneous feeders*). Karnivora merupakan kelompok fauna tanah pemakan fauna lainnya. Herbivora merupakan fauna pemakan tumbuh-tumbuhan, baik bagian akar, daun, maupun batang. Saprofagus merupakan kelompok fauna yang memakan fauna maupun tumbuhan yang sudah mati. Pemakan tumbuhan mikro merupakan kelompok fauna pemakan spora, alga, dan lumut. Pemakan misel merupakan fauna pemakan segala jaringan tubuh makhluk hidup baik fauna maupun flora, segar maupun busuk, kayu maupun herba.

Berdasarkan habitatnya hewan tanah ada yang digolongkan sebagai epigeon (hidup pada lapisan tumbuh-tumbuhan dipermukaan tanah), hemiedafon (hidup pada lapisan organik tanah) dan euedafon (hidup pada tanah lapisan mineral). Fauna tanah berdasarkan tempat hidupnya menurut Rahmawaty (2006) dan Lilies (1992) dibedakan menjadi: 1). *Epigeon*, yaitu serangga tanah yang hidup pada lapisan tumbuh - tumbuhan. Misalnya Plecoptera, Homoptera. 2) *Hemiedafon*, yaitu serangga tanah yang hidup pada lapisan organik tanah. Misalnya Dermaptera, Hymenoptera. 3). *Euedafon*, yaitu serangga tanah yang hidup pada lapisan mineral. Misalnya Protura, Collembola.

Klasifikasi menurut cara hidup fauna tanah didasarkan pada morfologi dan fisiologi tergantung pada kedalaman tanah. Fauna *fitotrofik* memakan tanaman hidup, fauna *zootrofik* memakan materi binatang, fauna mikrotrofik hidup dalam mikroorganisme, dan fauna *saprofitik* menggunakan materi organik yang telah mati. Melalui proses mineralisasi materi yang telah mati akan menghasilkan garam-garam mineral yang akan digunakan oleh tumbuh-tumbuhan (Thomas & Mitchell, 1951).

Berdasarkan peranannya, Anderson & Ingram (1993) membagi fauna tanah menjadi tiga kelompok, yaitu *epigeik*, *anesik*, dan *endogeik*. Kelompok *epigeik* yaitu kelompok spesies yang hidup dan makan serasah di permukaan tanah, kelompok ini meliputi berbagai jenis fauna saprofagus dan berbagai jenis predatornya. Kelompok *anesik* memindahkan bahan organik tanaman dari permukaan tanah karena aktivitas makan, kelompok

ini meliputi anggota filum Annelida dan sebagian anggota filum Arthropoda. Fauna *endogeik* merupakan fauna yang hidup dan makan bahan organik di dalam tanah. Sebagian besar dari fauna *endogeik* terdiri atas cacing dan rayap.

2.5 Makrofauna Tanah

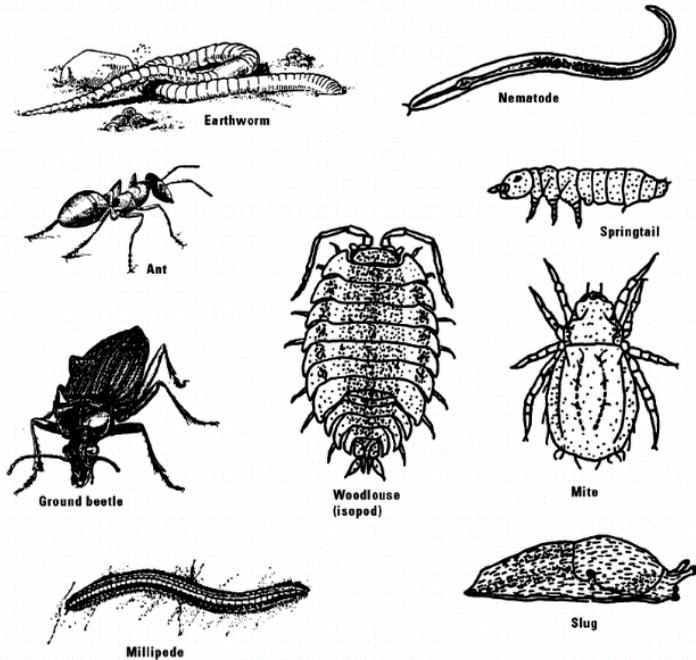
Organisme sebagai bioindikator kualitas tanah bersifat sensitif terhadap perubahan, mempunyai respon spesifik dan ditemukan melimpah di dalam tanah (Primack, 1998). Salah satu organisme tanah adalah fauna yang termasuk dalam kelompok makrofauna tanah (ukuran > 2 mm) terdiri dari milipida, isopoda, insekta, moluska dan annelida (Wood, 1989).

Makrofauna adalah hewan yang mempunyai ukuran tubuhnya berkisar antara 2-20 mm, yang terdiri dari herbivora (pemakan tanaman), dan karnivora (pemakan hewan kecil) (Hanafiah 2007). Menurut Yulipriyanto (2010) makrofauna berukuran >2 mm: cacing, rayap, dan kaki seribu.

Menurut Rousseau et al. (2013), makrofauna tanah merupakan indikator yang paling sensitif terhadap perubahan dalam penggunaan lahan, sehingga dapat digunakan untuk menduga kualitas lahan. Dalam menjalankan aktivitas hidupnya, makrofauna tanah memerlukan persyaratan tertentu. Kondisi lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan kelangsungan hidupnya, yaitu: iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) serta cahaya matahari (Hakim et al. 1986; Sugiyarto et al 2007). Menurut Notohadiprawiro (1998); Sugiyarto et al. (2007), makrofauna tanah lebih banyak ditemukan pada daerah dengan keadaan lembab dan kondisi tanah yang memiliki tingkat kemasaman lemah sampai netral. Oleh karena itu, keberadaan makrofauna tanah dapat menjadi penduga kualitas lingkungan, terutama kondisi tanah.

Singh (1980) menjelaskan bahwa yang termasuk kelompok makrofauna tanah adalah annelida, Molluska, Arthropoda, dan vertebrata kecil, diantaranya yang paling banyak ditemukan hidup

di tanah adalah dari kelompok Arthropoda, seperti : insecta, Arachnida, Diplopoda, Chilopoda.



Gambar 2.2. Makrofauna Tanah dalam Jenis yang Berbeda (Calow, 1993).

2.6 Peranan Makrofauna Tanah

Peranan makrofauna tanah adalah untuk mengubah bahan organik, baik yang masih segar maupun setengah segar atau sedang melapuk, sehingga menjadi bentuk senyawa lain yang bermanfaat bagi kesuburan tanah (Buckman & Brady, 1982). Keberadaan dan aktivitas makrofauna tanah dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah sehingga diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan keanekaragaman makrofauna tanah (Njira &

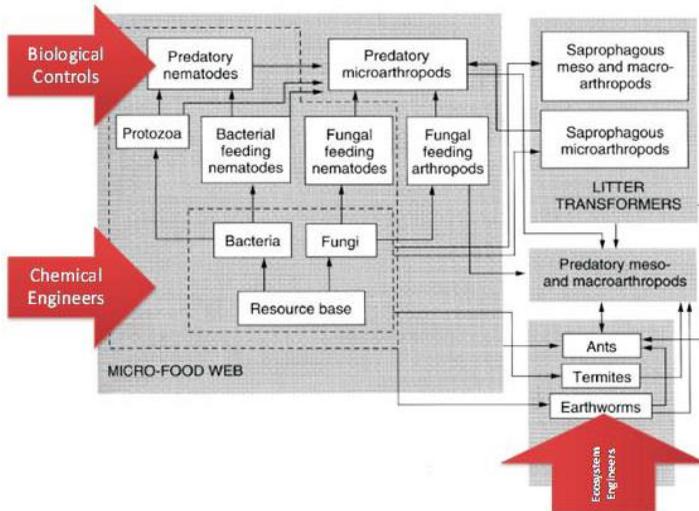
Nabwami, 2013). Makrofauna seperti cacing dan sejenisnya berperan dalam siklus energi dalam ekosistem (Bruyn, 1997).

Makrofauna tanah berperan penting dalam meningkatkan kadar bahan organik tanah, umumnya kelimpahan makrofauna disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya tanaman penutup (Merlim *et al.*, 2005). Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah adanya bahan organik dalam tanah (Putra, 2012). Keberadaan fauna dapat dijadikan parameter dari kualitas tanah, fauna tanah yang digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah tentunya memiliki jumlah yang relatif melimpah (Ibrahim, 2014).

Makrofauna tanah merupakan salah satu organisme penghuni tanah yang berperan sangat besar dalam perbaikan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah melalui penurunan berat jenis, peningkatan ruang pori, aerasi, drainase, kapasitas penyimpanan air, dan dekomposisi bahan organik, pencampuran partikel tanah, penyebaran mikroba, serta perbaikan struktur agregat tanah. Aktivitas tersebut menentukan besarnya energi atau karbon yang tersedia bagi mikrobia lain untuk mentransformasi unsur hara lain di dalam tanah, seperti N, S, P, Fe, K, Ca, Mg, Mn, Al, As dan Zn serta mineral-mineral. Aktivitas mikrobia ini menjadikan hara lebih tersedia bagi tanaman. Struktur fisik dari biota tanah dan berbagai eksudat yang dihasilkannya dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi struktur tanah. Biota tanah memegang peranan yang sangat penting dalam memelihara fungsi ekosistem (Roper & Gupta, 1995). Walaupun pengaruhnya terhadap pembentukan tanah dan dekomposisi bahan organik bersifat tidak langsung, secara umum fauna tanah dapat dipandang sebagai pengatur terjadinya proses dalam tanah (Battigelli *et al.*, 2003, Al-Haifi *et al.*, 2006, Tim sintesis kebijakan, 2008).

Setiap kelompok makrofauna tanah dapat dijadikan bioindikator karena keberadaan fauna tanah sangat bergantung dengan faktor biotik dan abiotik tanah (Sugiyarto, 2010).

Makrofauna tanah mempunyai peranan besar untuk memperbaiki sifat-sifat fungsional tanah (Nusroh, 2000).



Gambar 2.3. Hubungan antara kelompok perekayasa kimia, pengendali biologi dan perekayasa lingkungan (Mudgal *et al.*, 2010).

2.7 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Keberadaan Makrofauna Tanah

Faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap populasi fauna tanah adalah:

1. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah sangat erat hubungannya dengan populasi hewan tanah, karena tubuh hewan tanah mengandung air, oleh karena itu kondisi tanah yang kering dapat menyebabkan tubuh hewan tanah kehilangan air dan hal ini merupakan masalah yang besar bagi kelulusan hidupnya (Lee, 1985).

2. Suhu (temperatur) tanah

Kehidupan hewan tanah juga ikut ditentukan oleh suhu tanah. Suhu yang ekstrim tinggi atau rendah dapat mematikan hewan tanah. Disamping itu suhu tanah pada umumnya juga

mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, dan metabolisme hewan tanah. Tiap spesies hewan tanah memiliki kisaran suhu optimum (Odum, 1996). Selanjutnya dijelaskan oleh (Suin, 1997) bahwa suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, dengan demikian suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Fluktuasi suhu tanah lebih rendah dari suhu udara. Suhu tanah lapisan atas mengalami fluktuasi dalam satu hari satu malam dan tergantung musim. Fluktuasi itu juga tergantung pada keadaan cuaca, topografi daerah dan keadaan tanah (Suin, 1997), Menurut Wallwork (1970), besarnya perubahan gelombang suhu di lapisan yang jauh dari tanah berhubungan dengan jumlah radiasi sinar matahari yang jatuh pada permukaan tanah. Besarnya radiasi yang terintersepsi sebelum sampai pada permukaan tanah, tergantung pada vegetasi yang ada di atas permukaannya. Temperatur sangat mempengaruhi aktivitas mikrobial tanah. Aktivitas ini sangat terbatas pada temperatur di bawah 10°C, laju optimum aktifitas biota tanah yang menguntungkan terjadi pada suhu 18-30°C. Nitrifikasi berlangsung optimum pada temperatur sekitar 30°C. Pada suhu di atas 30°C lebih banyak unsur K-tertukar dibebaskan pada temperatur rendah (Hanafiah, 2007).

3. pH tanah

Keasaman (pH) tanah sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan kegiatan hewan tanah, karena hewan tanah sangat sensitif terhadap pH tanah, sehingga pH tanah merupakan salah satu faktor pembatas. Namun demikian toleransi hewan tanah terhadap pH umumnya bervariasi untuk setiap spesies (Edward & Lofty, 1977). Selanjutnya Suin (1997), menyatakan bahwa ada fauna tanah yang hidup pada tanah yang memiliki pH basa. Untuk jenis fauna tanah yang memilih hidup pada tanah yang asam disebut dengan golongan asidofil, yang memilih hidup pada tanah yang basa disebut dengan golongan kalsinofil, sedangkan yang dapat hidup pada tanah asam dan basa disebut golongan indifferen atau netrofil. Pengukuran pH tanah juga sangat diperlukan dalam

melakukan penelitian mengenai makro fauna tanah. Keadaan iklim daerah dan berbagai tanaman yang tumbuh pada tanahnya serta berlimpahnya mikroorganisme yang mendiami suatu daerah sangat mempengaruhi keanekaragaman relatif populasi mikroorganisme. Faktor-faktor lain yang mempunyai pengaruh terhadap keanekaragaman relatif populasi mikroorganisme adalah reaksi yang berlangsung di dalam tanah, kadar kelembaban tanah serta kondisi-kondisi serasi (Leksono, 2007).

2.8 Karbon (C-Organik) dalam Tanah

Karbon organik tanah (KOT) memainkan peranan penting dalam siklus karbon global, karena ia merupakan pool karbon permukaan bumi yang paling besar. Tanah di seluruh dunia mengandung kurang lebih 3,2 triliun ton karbon pada lapisan 6 feet teratas (Lal, 2002). Diperkirakan, sekitar 2,5 triliun ton adalah dalam bentuk karbon organik. Bahan organik membuat tanah menjadi subur. Sisanya, sebesar 0,7 triliun ton merupakan karbon anorganik.

Tanah merupakan representasi gudang karbon organik (*organic carbon pool/organic carbon reservoir*) yang sangat penting dalam periode jangka panjang pada ekosistem daratan, karena tanah mengakumulasi karbon (C) lebih besar daripada jumlah C pada biomassa tanaman dan atmosfer (Tarnocai et al., 2009; Schimel, 1995). Tetapi, carbon pool suatu sistem/gudang yang mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi dan melepaskan karbon (C) yang besar di dalam tanah tidak bersifat statis melainkan merupakan hasil dari suatu perbedaan 'keseimbangan dinamis' antara bahan organik dan anorganik yang masuk (*C-input*) dan yang keluar (*C-output*) dari waktu ke waktu. Karbon yang terakumulasi di dalam tanah (*soil carbon stock*) dipengaruhi oleh perubahan-perubahan pada vegetasi dan pertumbuhannya, sisa biomassa melalui pemanenan, dan gangguan mekanis pada tanah, misalnya pengolahan tanah (Schrumpf et al., 2011; IPCC, 2006).

Jumlah karbon organik tanah (SOC-*soil organic carbon*) yang disimpan di dalam tanah berkaitan erat dengan hasil dari saldo bersih (*net balance*) antara tingkat masukan karbon organik tanah dan tingkat mineralisasi pada masing-masing gudang karbon organik (*organic carbon pools*) (Post & Kwon, 2000). Sekuestrasi karbon pada tanah hutan bervariasi tergantung pada jenis tanaman, tipe tanah, iklim, praktek pengelolaan lahan, dan status tanah awal (Nsabimana et al., 2008). Selanjutnya menurut Swift (2001), potensi sekuestrasi karbon (C) pada jenis tanah apapun tergantung pada kapasitasnya untuk menyimpan komponen tanaman dalam jangka menengah (*medium term*) dan untuk melindungi dan mengakumulasi zat-zat humus yang terbentuk dari transformasi atau bahan organik pada lingkungan tanah.

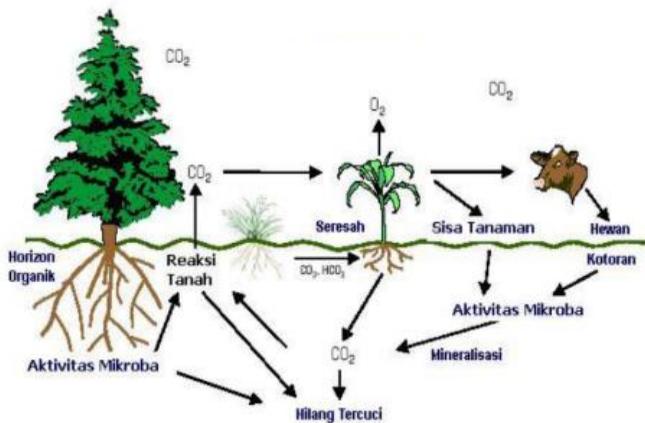
Dekomposisi karbon organik dalam tanah dilakukan oleh organisme perombak yang terdiri atas komunitas mikroorganisme dan fauna yang berperan dalam berbagai macam fungsi dalam ekosistem. Aktifitas organisme perombak menyebabkan terjadinya dekomposisi bahan organik dalam tanah. Aktifitasnya tergantung pada jumlah dan kualitas bahan organik, dan faktor fisik, kimia, dan iklim mikro yang ada di dalam subekosistem tanah (Swift et al, 1979). Mikroorganisme tanah mengatur siklus unsur hara dengan cara mempengaruhi proses dekomposisi yang mempengaruhi pelepasan dan retensi unsur hara. Selain daripada itu, biomasa mikroorganisme tanah mencerminkan pool bahan organik yang dinamis yang berfungsi sebagai penyedia unsur hara yang tersedia bagi tanaman (Paul dan Clark, 1989).

2.8.1 Sumber Karbon dalam Tanah

Sumber karbon yang utama adalah CO₂ atmosfer yang difiksasi oleh tanaman dan organisme fotoautotrof lainnya. CO₂ atmosfer difiksasi menjadi bentuk karbon organik penyusun jaringan tanaman melalui reaksi $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$. Jaringan tanaman kemudian dikonsumsi oleh herbivora. Sisa tanaman merupakan sumber karbon langsung untuk tanah,

sedangkan tubuh hewan herbivora dan limbahnya merupakan sumber karbon yang tidak langsung. Selain sisa tanaman dan hewan, beberapa organisme tanah seperti sianobakteri dan beberapa bakteri fotoautotrof dan khemoautotrof juga memberikan sumbangan ke dalam tanah karena kemampuannya memfiksasi CO_2 (Handayanto, 2017).

Selain sumber karbon tersebut di atas, karbon juga dapat masuk ke tanah dalam bentuk hidrokarbon aromatik polisiklik dari pembakaran bahan bakar fosil dan dalam bentuk produk industry seperti pestisida. Pada ekosistem yang produktif, pergantian (turnover) karbon umumnya berjalan cepat. Misalnya, hujan tropika basah mempunyai pool karbon tanah lima kali lebih besar daripada ekosistem pertanian. Semakin tidak produktif suatu ekosistem semakin rendah kecepatan turnover karbon dalam tanah (Handayanto, 2017).



Gambar 2.4. Siklus Karbon : fotosintesis menyebabkan asimilasi CO_2 atmosfer yang diimbangi oleh dekomposisi sisa tanaman dan seresah, dan bahan organik tanah (Post et al, 1990).

2.8.2 Bentuk Karbon Organik dalam Tanah

Sepuluh dari karbon organik dalam tanah berada dalam bentuk aromatik, 20% berasosiasi dengan nitrogen, dan sekitar 30% berada dalam bentuk karbon karbohidrat, asam lemak, dan karbon alkan. Walaupun karbon organik tanah terdapat dalam berbagai bentuk, secara sederhana karbon organik tanah dapat dikelompokkan menjadi 3 pool, yaitu :

- 1) Karbon Tidak Larut (*Insoluble*)
- 2) Karbon Larut (*Soluble*)
- 3) Karbon biomasa

Karbon organik tidak larut menyusun sekitar 90% total karbon organik tanah, meliputi komponen utama dinding sel tanaman (selulosa dan lignin) dan komponen utama dinding sel jamur dan eksoskeleton fauna tanah (khitin). Karbon organik tanah tidak larut ini juga termasuk bahan terlapuk dalam bentuk humus hara (Handayanto, 2017).

Karbon organik larut sebagian besar dihasilkan oleh akar tanaman dalam bentuk eksudat akar, oleh organisme lain yang menghasilkan eksudat, dan oleh dekomposisi enzimatik pada karbon tidak larut ini merupakan substrat antara berbagai mikroba tanah. Karena cepat diasimilasi oleh mikroba tanah, jumlah karbon organik yang larut ini biasanya kurang dari 1% total karbon organik tanah. Karbon biomasa terdiri atas mikroorganisme dan fauna tanah (Handayanto, 2017).

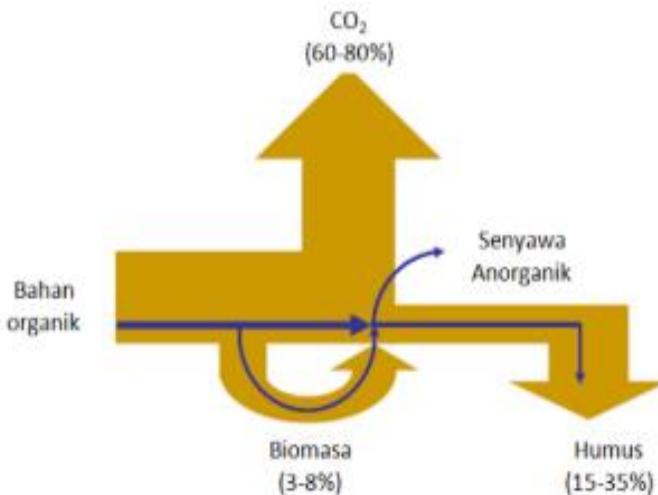
Turnover karbon biomasa di dalam tanah terutama dilakukan oleh mikroorganisme perombak (dekomposer) dan juga fauna tanah. Semua bahan organik melalui pool mikroba dulu sebelum di distribusikan ke pool lainnya. Oleh karena itu jumlah pool karbon biomasa ini di dalam tanah hanya berkisar 1-2 % total karbon organik tanah. Meskipun jumlahnya kecil, karbon biomasa berperan penting dalam siklus karbon dan unsur hara tanah lainnya (Paul dan Voroney, 1980).

2.8.3 Dekomposisi Bahan Organik dalam Tanah

Dekomposisi (*decomposition*) atau penguraian, adalah perombakan bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik. Menurut Sutedjo et al. (1991) dekomposisi merupakan peristiwa

perubahan secara fisik maupun kimiawi yang sederhana oleh mikroorganisme tanah baik bakteri, fungi, dan hewan tanah lainnya. Peristiwa ini sering juga disebut mineralisasi yaitu proses penghancuran bahan organik yang berasal dari hewan dan tanaman yang berubah menjadi senyawa-senyawa anorganik sederhana. Proses dekomposisi ini penting dalam siklus ekologi dalam hutan sebagai salah satu asupan unsur hara ke dalam tanah seperti disampaikan oleh Vos *et al.* (2013) bahwa proses dekomposisi bahan organik ini berperan penting dalam siklus karbon dan nutrisi lain.

Istilah dekomposisi sering digunakan untuk menerangkan sejumlah besar proses yang dialami oleh bahan-bahan organik, yaitu proses sejak dari perombakan dan penghancuran bahan organik menjadi partikel-partikel kecil sehingga menjadi unsur-unsur hara, yang tersedia dan dapat diserap oleh tanaman kembali. Istilah dekomposisi adalah istilah yang telah digunakan secara luas untuk menjelaskan perubahan-perubahan yang terjadi dalam biokimia, wujud fisik dan bobot bahan organik (Waring & Schlesinger, 1985).



Gambar 2.5. Dekomposisi Bahan Organik (Samadi, 2009)

Burges dan Raw dalam Rahmawaty (2000), menjelaskan bahwa secara garis besar proses perombakan berlangsung sebagai berikut : pertama-pertama perombak yang besar atau makrofauna meremah-remah substansi habitat yang telah mati, kemudian materi ini akan melalui usus dan akhirnya menghasilkan butiran-butiran feses. Butiran-butiran tersebut dapat dimakan oleh mesofauna dan tau makrofauna pemakan kotoran seperti cacing tanah yang hasil akhirnya akan dikeluarkan dalam bentuk feses pula. Materi terakhir ini akan dirombak oleh mikroorganisme terutama bakteri untuk diuraikan lebih lanjut. Selain dengan cara tersebut, feses juga dapat dikonsumsi lebih dahulu oleh mikrofauna dengan bantuan enzim spesifik yang terdapat dalam saluran pencernaannya. Dengan melihat proses aliran energi yang dikemukakan oleh Burges dan Raw (1967) dalam Rahmawaty (2000), dapat dikatakan bahwa tanpa adanya keberadaan makrofauna tanah, proses perombakan materi (dekomposisi) tidak akan dapat berjalan dengan baik.

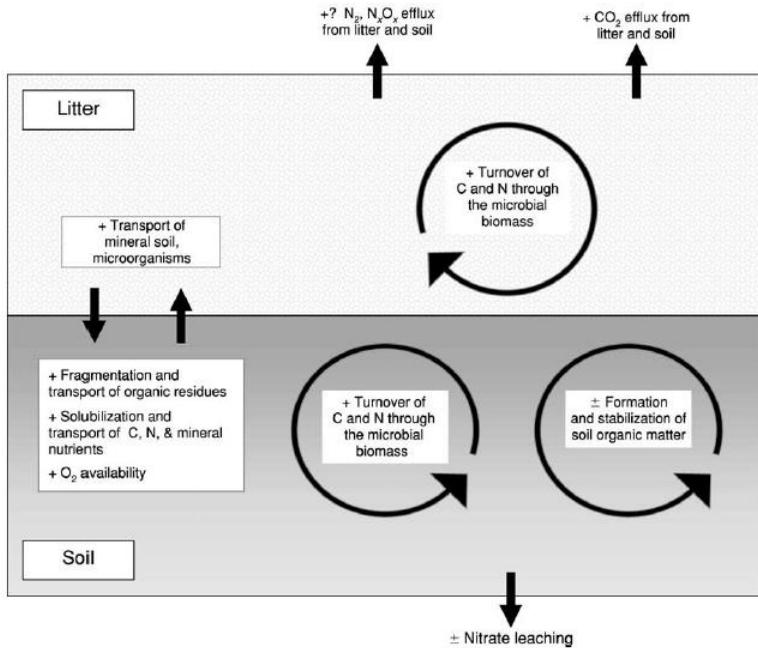
Menurut Sutanto (2005), ada tiga proses utama yang tumpang tindih, yakni sebagai berikut :

1. Proses biokimia. Tahap awal proses dekomposisi ini terjadi setelah jaringan tanaman atau hewan mati, sebelum terjadi proses hidrolisis dan oksidasi dan oksidasi yang memecahkan senyawa polimer (pati menjadi gula, protein menjadi peptik dan asam amino), serta oksidasi senyawa bentuk cincin (fenol) menjadi senyawa pewarna.
2. Penguraian secara mekanis menjadi fragmen yang lebih kecil oleh kegiatan makrofauna . Bahan organik diurai menjadi bahan yang lebih halus tanpa mengalami perubahan komposisi.
3. Penguraian oleh mikroorganisme heterotrofik dan saprofitik. Penguraian bahan organik secara enzimatik menghasilkan bahan dengan komposisi lebih sederhana, yang sebagian dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan sebagian lagi untuk energi.

Sedangkan, menurut Swift *et al* (1979), dekomposisi sisa tanaman terdiri atas tiga proses yang berkaitan, yakni pencucian (leaching) senyawa mudah larut, katabolisme (catabolism) oleh fauna tanah. Proses kehilangan awal yang berlangsung sangat cepat disebabkan oleh pencucian. Hujan yang menimpa sisa tanaman dapat mengikis senyawa mudah larut hanya dalam beberapa hari. Jumlah bahan yang tercuci ini bias mencapai 15% dari berat kering serasah hutan. Aktifitas lainnya berlangsung secara biologi dan dapat dipisahkan antara aktifitas fauna tanah dan mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah berperan dalam transformasi kimia selama proses dekomposisi. Aktifitas fauna tanah merangsang aktifitas mikroorganisme dalam melapuk sisa tanaman menjadi partikel yang lebih kecil, meningkatkan luas permukaan untuk kolonisasi mikroba dan menambah permukaan baru untuk kegiatan enzim.

Dekomposisi karbon organik dalam tanah dilakukan oleh organisme perombak yang terdiri atas komunitas mikroorganisme dan fauna yang berperan dalam berbagai macam fungsi dalam ekosistem. Aktifitas organisme perombak menyebabkan terjadinya dekomposisi bahan organik dalam tanah. Aktifitasnya tergantung pada jumlah dan kualitas bahan organik, dan faktor fisik, kimia, dan iklim mikro yang ada di dalam subekosistem tanah (Swift *et al*, 1979).

Menurut Sunarto (2003), kecepatan proses dekomposisi pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dekomposer, diantaranya adalah faktor iklim seperti curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya, suhu udara di sekitar daerah pengomposan dan kondisi lingkungan tempat tumbuh organisme seperti suhu air, pH, salinitas air, kandungan oksigen, kandungan hara organik dan lain-lain. Pada proses dekomposisi, semua faktor fisik, kimia, maupun biologis saling berinteraksi satu sama lain (Anderson, 1983).

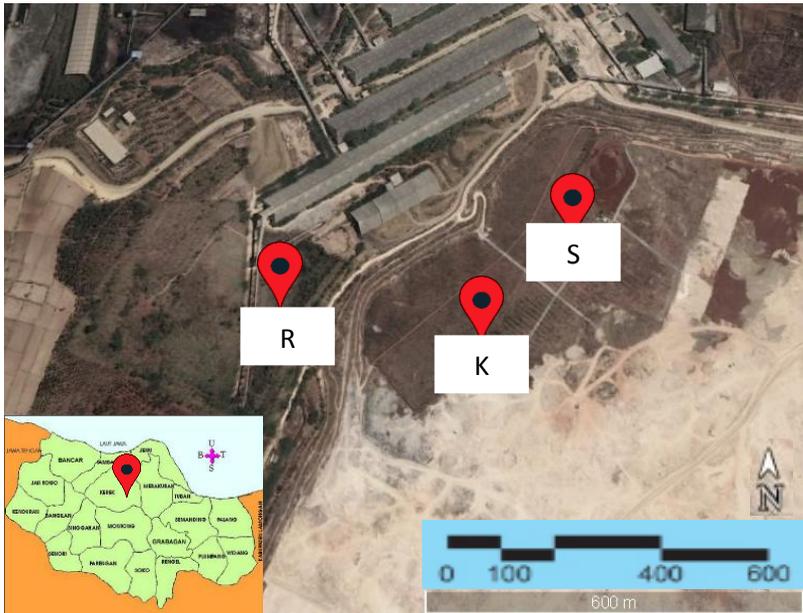


Gambar 2.6. Peran Fauna Tanah terhadap Proses Dekomposisi (Winsome, 2005).

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan reklamasi bekas tambang kapur yang terletak di Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan selama bulan Desember 2018 hingga bulan Februari 2019. Pengambilan sampel makrofauna dan sampel tanah dilakukan pada tiga lahan reklamasi dengan media tanah yang berbeda. Pengujian kadar C-organik tanah dan Identifikasi makrofauna tanah dilakukan di Laboratorium Zoologi dan Rekayasa Hewan Departemen Biologi FIA ITS.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian di lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban dengan skala 1:100 m (Google Earth, 2018).

3.2 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lahan reklamasi bekas tambang kapur terletak wilayah di Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban dengan luas 23 Ha. kegiatan reklamasi di wilayah tersebut dilakukan pada tiga lahan dengan menggunakan tiga jenis tanah yang berbeda yaitu *top soil*, *spoil*, dan *reject product* dengan luas masing-masing lahan kurang lebih 8 Ha. Ketiga media tanah ini memiliki perbedaan karakteristik. *Top soil* atau tanah lapisan atas merupakan lapisan tanah yang memiliki banyak bahan organik dan subur sehingga lapisan tanah ini sesuai untuk ditanami vegetasi (Sugiharyanto dan Khotimah, 2009). *Top soil* memiliki kandungan batuan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan *spoil* sehingga kemampuan tanah topsoil menahan air juga lebih baik daripada *spoil* (Sheoran *et al.*, 2010). Tanah *reject product* merupakan tanah atau kotoran buangan dari mesin pengolahan bahan baku semen, memiliki bahan organik yang rendah. Tanah *spoil* memiliki karakteristik batuan yang banyak. Tanah yang mengandung batuan lebih besar dari 50% disebut dengan tanah yang memiliki kualitas rendah (Sheoran *et al.*, 2010). Pada lahan reklamasi tersebut telah dilakukan kegiatan revegetasi dengan penanaman beberapa jenis pohon seperti pohon jati (*Tectona grandis*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), dan sengon (*Albizia chinensis*). Kegiatan revegetasi telah dilakukan sejak tahun 2010 hingga tahun 2016. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dan titik koordinat lahan dilihat pada Tabel 3.1.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk pengambilan sampel dilapangan yaitu *Pitfall Traps*, box sampel, tali rafia, pinset, gunting, plastik klip, botol vial, meteran lapangan, meteran jahit, *Global Positioning System* (GPS), sekop, linggis, pacul, *soil tester*, kamera digital, kertas label, alat tulis. Sedangkan untuk pengumpulan dan pengamatan sampel makrofauna tanah terdiri dari *Barlesse Tullgren Funnel*, mikroskop stereo dan buku identifikasi.

Bahan yang digunakan adalah alkohol 70% , larutan detergen dan akuades.

3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pemilihan Lokasi Sampling

Pemilihan lokasi sampling makrofauna dan tanah dilakukan di lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban. Pemilihan lokasi sampling ditentukan berdasarkan perbedaan media tanah yang digunakan pada lahan tersebut, yaitu :

1. Lahan reklamasi tambang batu kapur yang menggunakan media tanah *reject product* (bahan baku produksi industri semen yang tidak lolos uji kualitas bahan).
2. Lahan reklamasi tambang batu kapur yang menggunakan media tanah *spoil* (tanah yang berada di lokasi penambangan).
3. Lahan reklamasi tambang batu kapur yang menggunakan media tanah *top soil* (tanah rhizorfer dari lahan yang akan dilakukan proses penambangan).

Penandaan lokasi titik sampling masing-masing dilakukan dengan menggunakan GPS.

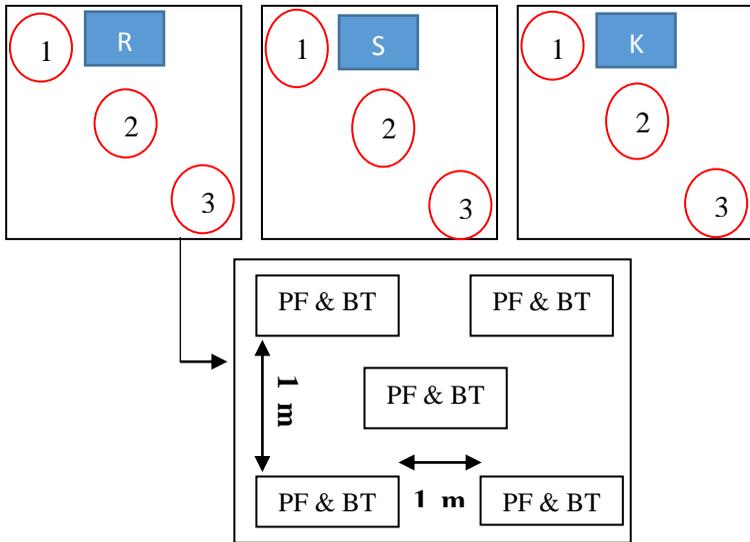
Tabel 3.1 Titik Koordinat Lokasi Sampling

No	Titik Sampling	Koordinat
1	Lahan Reklamasi Tanah Reject Product (R)	S 06 ⁰ 52'31.03" E 111 ⁰ 54'36.47"
2	Lahan Reklamasi Tanah Spoil (S)	S 06 ⁰ 52'29.39" E 111 ⁰ 54'58.34"
3	Lahan Reklamasi Tanah Top Soil (K)	S 06 ⁰ 52'30.98" E 111 ⁰ 54'53.19"

3.4.2 Pengambilan Sampel Makrofauna Tanah dan Tanah Uji

Pengambilan sampel makrofauna tanah menggunakan metode perangkap *Pitfall trap* pada jenis makrofauna permukaan tanah (*epifauna*) serta metode *Barlesse Tullgren Funnel* pada jenis makrofauna dalam tanah (*infauna*). Setiap lahan lokasi sampling

dipasang perangkat sebanyak 3 plot. Satu plot terdiri dari 5 titik *Pitfall trap* dan 5 titik pengambilan sampel tanah untuk metode *Barlesse tullgren funnel* dengan jarak masing-masing trap ± 1 meter. Sedangkan untuk pengambilan sampel uji tanah satu kali pada setiap titik dan dikumpulkan menjadi satu sampel tanah untuk satu plot. Pengukuran faktor lingkungan dilakukan disekitar lokasi pemasangan *Pitfall trap* dengan dua kali pengulangan pada setiap titik di masing-masing plot lokasi sampling. Pengambilan sampel fauna tanah dilakukan dua kali pada Bulan Desember 2018 dan Bulan Januari 2019.



Keterangan :

- R,S,K : Lahan Pengambilan Sampel Tanah
- 1,2,3 : Plot Lokasi Pengambilan Sampel Tanah
- PF : Titik Pengambilan Fauna Tanah dengan *Pitfall Traps*
- BT : Titik Pengambilan Fauna Tanah dengan *BarlesseTullgren Funnel*

Gambar 3.2 Desain lokasi dan titik *sampling* penelitian.

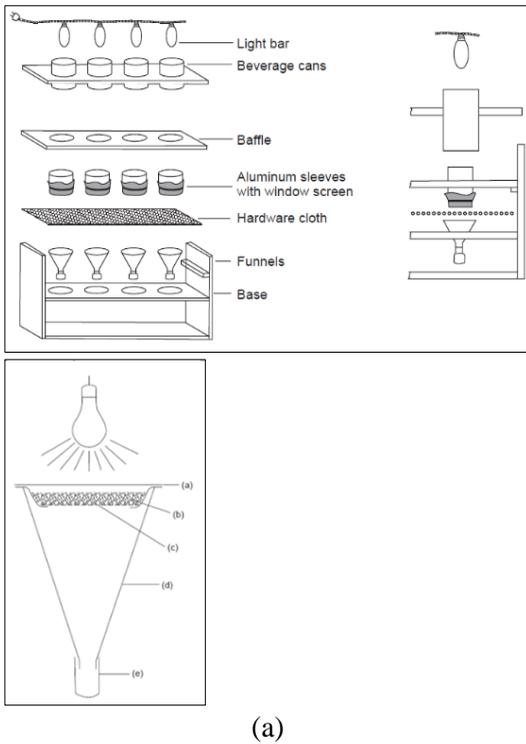
3.4.2.1 Metode *Pitfall Trap*

Metode ini dilakukan dengan cara disiapkan botol atau gelas plastik berdiameter ± 64 mm serta memiliki panjang ± 130 mm sebagai perangkat yang didalamnya telah diisi larutan detergen sebanyak sepertiga bagian gelas. Gelas kemudian dibenamkan ke dalam tanah yang telah digali sebelumnya dengan permukaan atas gelas rata dengan permukaan tanah. Kemudian dipasang pelindung pada bagian atasnya (atap) yang terbuat dari seng untuk melindungi trap dari hujan atau gangguan sejenisnya. Ditempatkan lima unit *pitfall trap* pada masing-masing areal titik *sampling*. Pemasangan *pitfall trap* dilakukan selama 3 hari setiap kali pelaksanaan *sampling* dimana setelah tiga hari perangkat harus diambil. Setelah susunan *trap* dibuat, dibuat penanda kecil pada masing-masing *trap* sehingga mudah diketahui. Ketika mengambil sampel hasil tangkapan pada tabung, digunakan saringan kecil yang telah dilapisi kain kasa nilon yang cukup halus untuk menyaring hasil tangkapan. penyaringan ini juga membuang setiap air hujan yang mungkin telah terakumulasi pada tabung selama masa penjebakan. Hasil tangkapan kemudian dimasukkan pada botol fial yang telah diisi dengan alkohol 70% dan telah diberi label yang sesuai (Toda *et al.*, 2009). Kemudian dibawa ke laboratorium, selanjutnya dipisahkan berdasarkan jenisnya dan diidentifikasi (Suin, 1997 dalam Terry, 2012).

3.4.2.2 Metode *Barlesse Tullgren Funnel*

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada sekitar area pemasangan unit *pitfall trap* per masing-masing lokasi titik *sampling* dengan membuat kuadran berukuran 25 cm x 25 cm pada kedalaman $\pm 15-20$ cm, kemudian tanah tersebut dimasukkan dalam kantong plastik yang telah diberi label dan sampel tanah yang didapat lalu dibawa ke laboratorium (Coleman *et al.*, 2004). Sampel tanah harus dijaga selalu dalam kondisi

tertutup dengan terhindar dari panas dan hujan (Brauns dalam Adianto, 1993). Kemudian sampel tanah tersebut dimasukkan ke dalam alat *Barlesse Tullgren Extractor*. *Barlesse Tullgren* merupakan instrumen untuk koleksi dan ekstraksi tahapan aktif fauna invertebrata kecil dalam tanah maupun seresah (Beck *et al.*, 1998 dalam Widyastuti, 2002). Sampel tanah dimasukkan kedalam corong untuk proses ekstraksi dengan dibiarkan selama \pm 48 jam dengan menggunakan penyinaran lampu 40 watt sebagai sumber panas dengan tujuan agar hewan tanah yang ada pada tanah masuk ke dalam botol penampung yang diisi dengan formalin 4%. Hewan-hewan tanah tersebut disortir dan dimasukkan ke dalam botol koleksi yang telah diberi alkohol 70%. Selanjutnya dilakukan identifikasi di laboratorium dengan bantuan mikroskop stereo dengan mengacu pada buku kunci determinasi (Boror, 1992, Subyanto, 1991, Suin, 1997, Daniel, 1990).



Gambar 3.3. a. Rangkaian *Barlesse Tullgren Funnel* b. Bagian-bagian penyusun satu unit *Barlesse Tullgren Funnel* (Coleman *et al.*, 2004).

3.4.3 Pengujian Kandungan C-Organik Tanah

Pengujian kandungan C-Organik tanah di lakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dengan Metode Walkley & Black (BPT, 2005).

Tabel 3.2 Pengelompokkan tingkat (status) bahan c-organik

Status c-organik	Status
< 1	Sangat Rendah
1-1,9	Rendah
2.0 – 3.0	Sedang
3.0 – 5.0	Tinggi
>5	Sangat tinggi

(Balai Penelitian Tanah, 2009)

3.5 Pengukuran Faktor Lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan meliputi faktor fisik dan kimia pada masing-masing lokasi titik *sampling* untuk menunjang data penelitian.

3.5.1 Suhu Tanah

Pengukuran suhu tanah dilakukan dengan termometer tanah. Termometer dimasukkan hingga kedalaman 20 cm kemudian ditunggu selama 60 detik. Selanjutnya suhu yang tertera di catat dalam ⁰Celcius (Notohadiprawiro, 1985).

3.5.2 pH Tanah

Sampel tanah diambil sebanyak kira-kira 5 mg, diietakkan dalam wadah plastik kemudian ditambahkan aquades sebanyak 12,5 ml dan diaduk merata. Dibiarkan kira-kira selama 15 menit, diaduk lagi dan selanjutnya pH suspensi diukur dengan menggunakan pH meter (Notohadiprawiro, 1985).

3.5.3 Kelembaban Tanah

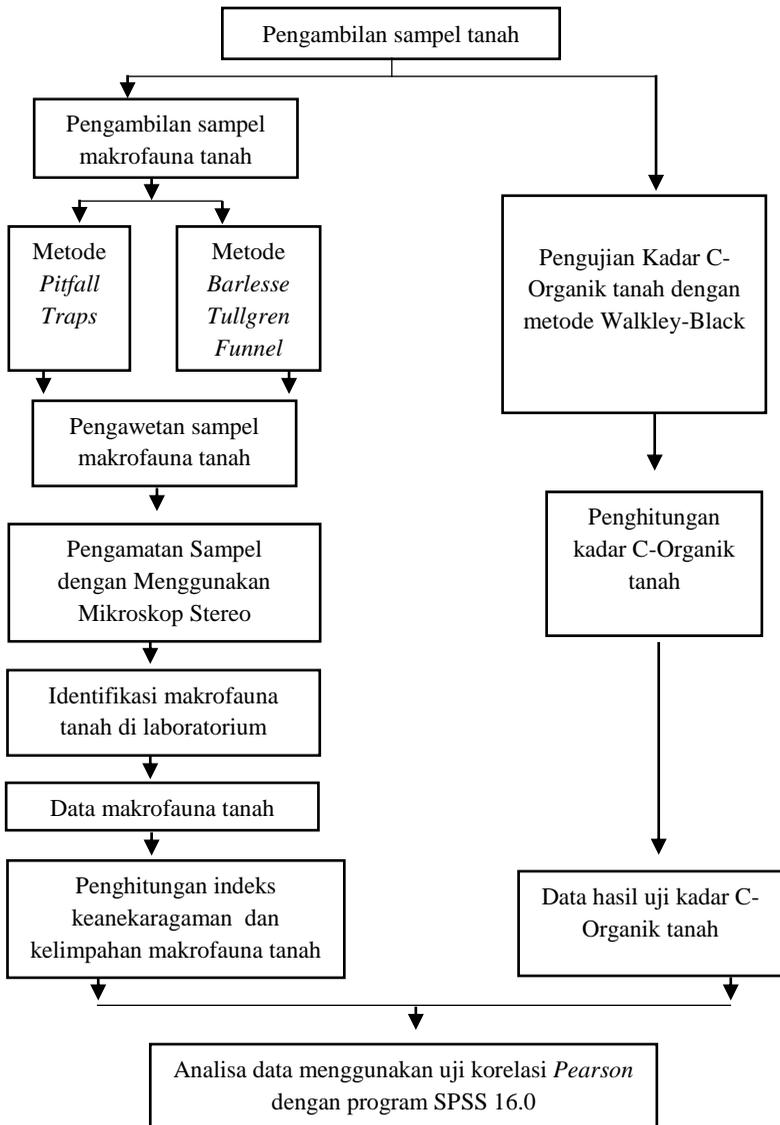
Kelembaban tanah dapat langsung diukur menggunakan alat *soil tester* (Notohadiprawiro, 1985).

3.6 Identifikasi dan Pengelompokan Makrofauna Tanah

Semua sampel disortir dan dihitung di laboratorium lalu diamati menggunakan mikroskop stereo. Hasil pengamatan didokumentasikan dengan kamera. Identifikasi menggunakan buku identifikasi.

3.7 Rancangan Penelitian dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif kuantitatif dengan menggunakan indeks keanekaragaman dan kelimpahan relatif. hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah akan dianalisis menggunakan metode uji korelasi *Pearson* dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0.



Gambar 3.4. Diagram Alur Penelitian

3.7.1 Analisa Kuantitatif Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Sampel makrofauna tanah yang telah didapat, diidentifikasi dan dihitung jumlahnya dan dianalisa.

Keanekaragaman spesies dapat dikatakan sebagai keheterogenan spesies dan merupakan ciri khas dari struktur komunitas. Rumus yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman spesies adalah rumus dari indeks diversitas *Shannon - Wiener* (Magurran, 1988), yaitu:

$$H' = - \sum [(ni/N) \times \ln (ni/N)]$$

dimana:

H' : indeks Diversitas *Shannon-Wiener*

ni : jumlah individu spesies ke- i

N : jumlah total individu semua spesies

Tabel 3.3 Klasifikasi Nilai Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H')

Nilai Indeks	Kategori
> 3	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi
1 – 3	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang
< 1	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah

(Odum, 1993)

Keanekaragaman spesies dalam suatu komunitas sangat berkaitan dengan kelimpahan spesies dalam area tertentu. Indeks kelimpahan relatif dapat di hitung dengan persamaan yang diadopsi dari Krebs (1989) yaitu :

$$R = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

dimana :

R = Kelimpahan Relatif

ni = jumlah individu setiap jenis (ekor)

N = jumlah seluruh individu

Tabel 3.4 Klasifikasi Nilai Indeks Kelimpahan Relatif

Nilai Indeks	Kategori
> 20 %	Kelimpahan relatif tinggi
15-20%	Kelimpahan relatif sedang
< 15%	Kelimpahan relatif rendah

(Krebs, 1989)

3.7.2 Analisis Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah Masing-Masing Tipe Lahan

Pada penelitian ini analisa data dilakukan dengan uji korelasi Pearson's dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0. dengan hipotesis awal :

H0 : Tidak ada hubungan yang signifikan antara tingkat keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-Organik tanah di lahan reklamasi bekas tambang kapur.

H1 : Ada hubungan yang signifikan antara tingkat keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-Organik tanah di lahan reklamasi bekas tambang kapur.

Korelasi Pearson's digunakan untuk menunjukkan hubungan positif dari dua variabel yang berfungsi untuk menjelaskan keterkaitan antara keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah. Untuk mencari hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) data berbentuk interval dan rasio (Hadi, 2004), dengan menggunakan rumus :

$$r_{xy} = \frac{(\sum xy)}{\sqrt{(\sum x^2 y^2)}}$$

Dimana : r = koefisien relatif r
 x = nilai dalam distribusi variabel x
 y = nilai dalam distribusi y

Berdasarkan perhitungan korelasi Pearson's nilai yang didapatkan berkisar Koefisien korelasi dilambangkan (r) adalah suatu ukuran arah dan kekuatan hubungan linear antara dua variabel (X) dan variabel terikat (Y), dengan ketentuan nilai r berkisar dari (-1<r<+1). Apabila nilai dari r = -1 artinya korelasi negatif sempurna (menyatakan arah hubungan antara X dan Y adalah negatif dan sangat kuat), r = 0 artinya tidak ada korelasi, r = 1 berarti korelasinya sangat kuat dengan arah yang positif. Sedangkan arti nilai (r) akan direpresentasikan dengan tabel sebagai berikut (Sugiyono, 2004):

Menurut Sarwono (2009) untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel maka diberikan kriteria berikut :

1. Nilai koefisien korelasi $r=0$ maka artinya tidak ada korelasi antara dua variabel.
2. Nilai koefisien korelasi lebih $0 < r \leq 0,25$ maka artinya korelasi sangat lemah.
3. Nilai koefisien korelasi lebih $0,25 < r \leq 0,5$ maka artinya korelasi cukup.

4. Nilai koefisien korelasi lebih $0,5 < r \leq 0,75$ maka artinya korelasi kuat.
5. Nilai koefisien korelasi $0,75 < r \leq 0,99$ maka artinya korelasi sangat kuat.
6. Nilai koefisien korelasi $r=1$ maka artinya korelasi sempurna.

Tabel 3.5. Tabel Rancangan Penelitian Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah

Kode Sampel	C-Organik Tanah	Indeks Keanekaragaman (H') Makrofauna Tanah
Reject Product (R)	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
Spoil (S)	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
Top Soil (K)	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan di Lokasi Sampling

Berdasarkan pengambilan data faktor abiotik lingkungan didapatkan hasil analisis faktor abiotik lokasi sampling meliputi suhu, kelembaban, dan derajat keasaman (pH) yang disajikan dalam tabel 4.1. seperti berikut.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Pengukuran Faktor Abiotik Lingkungan Lokasi Sampling

Faktor Abiotik	Ulangan Titik Pengambilan Sampel	R	S	K
Suhu (°C)	1	30	31	30
	2	30	32	30
	3	31	32	31
	4	29	31	30
	5	29	31	29
	6	30	31	30
Rentang nilai		29-31	31-32	29-31
Kelembaban (%)	1	9	6	7
	2	9	6	8
	3	9	6	7
	4	9	7	7
	5	10	7	9
	6	10	7	8
Rentang nilai		9-10	6-7	7-9
Derajat keasaman	1	6,5	7	7

(pH)	2	6,5	7	7
	3	7	6,5	7
	4	6,5	7	7
	5	6,5	7	7
	6	6,5	7	7
Rentang nilai		6,5-7	6,5-7	7

Keterangan : R (Lahan *Reject product*), S (Lahan *Spoil*), K (Lahan *Top soil*).

Parameter suhu, lahan R dan lahan K memiliki suhu berkisar antara 29-31 °C, sedangkan lahan S memiliki suhu berkisar antara 31-32 °C. Suhu yang lebih tinggi pada lahan S diakibatkan karena sedikitnya serasah yang menutupi permukaan tanah, sehingga lahan tersebut terpapar langsung oleh sinar matahari. Tingginya penyinaran cahaya matahari ke permukaan tanah meningkatkan suhu pada permukaan tanah (Noorhadi, 2003). sedangkan lahan R dan lahan K memiliki suhu yang lebih rendah meskipun tidak jauh berbeda dengan lahan S, hal ini dapat diakibatkan oleh ketebalan serasah pada kedua lahan tersebut yang membuat suhu lebih rendah. Besarnya radiasi yang terintersepsi sebelum sampai pada permukaan tanah, tergantung pada vegetasi dan ketebalan serasah yang ada di atas permukaannya (Rahmawaty, 2004).

Parameter kelembaban tanah, lahan R dan lahan K sama-sama memiliki nilai kelembaban tertinggi pada kisaran (9-10) dan (7-9) dan pada lahan S memiliki nilai kelembaban terendah pada kisaran (6-7). kelembaban pada lahan R dan lahan K yang lebih tinggi disebabkan oleh suhu tanah yang rendah pada kedua lahan yaitu pada kisaran suhu 29-31 °C. dimana lebih rendah daripada suhu lahan S yang memiliki kelembaban lebih rendah. Hal ini sesuai dengan teori bahwa kelembaban terkait dengan suhu,

semakin rendah suhu umumnya akan menaikkan kelembaban (Noorhadi, 2003). Juga dikatakan menurut Handayanto & Hairiah (2009) menjelaskan bahwa suhu tanah sangat terkait erat dengan kelembaban tanah.

Parameter pH tanah, lahan R dan S memiliki pH berkisar 6,5 - 7, namun pada lahan R yang lebih banyak didapatkan nilai pH 6,5 dibandingkan lahan S, kandungan pH tanah yang lebih asam pada lahan R dipengaruhi oleh faktor serasah tumbuhan yang melimpah dan kandungan bahan organik yang lebih tinggi yang membuat kandungan tanah menjadi lebih asam. Hal ini sesuai dengan penjelasan Soepardi (1983) dalam Kumalasari *et al.*, (2011) yang menyatakan bahwa kandungan bahan organik yang tinggi dan tipe vegetasi juga akan mempengaruhi kemasaman tanah. Proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik maupun asam anorganik, sehingga menimbulkan suasana asam.. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Kumalasari *et al.*, (2011) bahwa banyaknya serasah, menyebabkan peningkatan kemasaman atau pH tanah.

Dari hasil pengukuran faktor abiotik lingkungan sampling dapat diketahui dari ketiga lahan tersebut tidak jauh berbeda satu dengan lainnya. Menurut Hakim *et al* (1986) faktor abiotik di tanah seperti suhu tanah, kelembaban tanah, dan derajat keasaman (pH) tanah mempengaruhi aktifitas kehidupan makrofauna tanah. Aktivitas ini sangat terbatas pada suhu di bawah 10 °C, laju optimum aktifitas biota tanah yang menguntungkan terjadi pada suhu 18-30 °C (Hanafiah, 2007). Jumar (2000) menyatakan bahwa kisaran suhu tanah yang efektif untuk fauna tanah dalam perkembangan hidup yaitu antara 15-40 °C., dengan kisaran suhu optimum berkembang biak yaitu suhu 25 °C. Sedangkan untuk fauna yang berada di dalam tanah (*burrowing*) seperti cacing tanah memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan sebesar 30 °C,

sedangkan suhu optimum untuk reproduksi adalah 26,7 °C sampai 29 °C (Catalan (1981)).

4.2 Hasil Analisis Kandungan C-Organik Tanah Lokasi Sampling

Berdasarkan hasil analisis kandungan C-Organik tanah pada ketiga tipe lahan reklamasi didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.2. Hasil Uji Kandungan C-Organik Tanah di Lokasi Sampling

Ulangan Titik Pengambilan Sampel	R	S	K
1	1,38 %	1,19 %	1,52 %
2	1,80 %	0,74 %	1,24 %
3	1,55 %	1,00 %	2,03 %
4	1,56 %	1,11 %	1,63 %
5	1,83 %	0,86 %	1,89 %
6	1,27 %	1,02 %	1,26 %
Rata-rata	1,57 %	0,99 %	1,60 %

Keterangan : R (Lahan *Reject product*), S (Lahan *Spoil*), K (Lahan *Top soil*).

Pada tabel 4.2. diketahui lahan R memiliki kandungan C-Organik berkisar antara 1,38% - 1,83% dengan rata-rata 1,57 %, pada lahan S memiliki kandungan C-Organik berkisar antara 0,74% - 1,19% dengan rata-rata 0,99%, dan pada lahan K memiliki C-organik berkisar 1,24% - 2,03% dengan rata-rata 1,60%. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009) kandungan C-Organik pada ketiga tipe lahan reklamasi termasuk dalam kategori rendah yaitu antara rentang nilai 1 – 1,9 %. Rendahnya

kandungan C-Organik pada ketiga lahan reklamasi tersebut disebabkan karena umur lahan yang masih terbilang baru berkisar antara 3 hingga 9 tahun. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Griffin (2018) yang menyatakan bahwa setiap lahan memiliki rentang waktu tertentu untuk dapat pulih kembali seperti semula, pada rentang waktu 2 hingga 50 tahun kondisi substratnya masih dalam bentuk pertikulat bahan organik yang terdiri dari materi organik tumbuhan dan hewan yang terurai dan menghasilkan 2-25% dari total bahan organik tanah. Selain itu rendahnya kandungan C-Organik Selain itu, rendahnya kandungan C-Organik pada seluruh lahan dikarenakan jenis tanaman termasuk dalam kategori tanaman keras seperti pohon jati. Daun tanaman keras seperti jati termasuk daun yang sukar mengalami dekomposisi karena terdiri atas senyawa-senyawa kompleks seperti selulosa dan lignin. Senyawa-senyawa ini berukuran lebih besar dan terdiri dari satuan-satuan yang lebih kompleks (Tarmeji, 2018).

C-Organik mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan dan kesuburan tanah, peranan C-Organik tersebut antara lain : berperan dalam pelapukan dan proses dekomposisi mineral tanah, sumber hara tanaman, pembentukan struktur tanah stabil dan pengaruh langsung pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman di bawah kondisi tertentu (Kononova, 1966). Kandungan bahan organik yang rendah menyebabkan partikel tanah mudah pecah oleh curah hujan dan terbawa oleh aliran permukaan sebagai erosi, yang pada kondisi ekstrim mengakibatkan terjadinya desertifikasi. Rendahnya kandungan bahan organik tanah disebabkan oleh ketidakseimbangan antara peran bahan dan hilangnya bahan organik dari tanah terutama melalui proses oksidasi biologis dalam tanah, erosi tanah lapisan atas yang kaya akan bahan organik juga berperan dalam berkurangnya kandungan bahan organik tanah tersebut (Victorious, 2012).

Stevenson (1982) mengemukakan bahwa pengaruh C-Organik terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, yaitu

sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman, sebagai sumber energi bagi organisme tanah, sebagai penyangga (buffer) terhadap perubahan pH, dapat mengkelat logam-logam, berkombinasi dengan mineral liat memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation. C-Organik merupakan sumber energi bagi fauna tanah. C-Organik dalam tanah menyebabkan aktivitas dan populasi fauna tanah dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Hal tersebut sesuai dengan Putra (2012) yang menyatakan keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah adanya C-Organik dalam tanah.

4.3 Komposisi, Kelimpahan, dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Lokasi Sampling

Berdasarkan hasil pengamatan makrofauna tanah dari 6 titik sampling pada 3 tipe lahan reklamasi menunjukkan hasil jumlah individu dan spesies yang berbeda-beda. Berikut disajikan tabel hasil kelimpahan masing-masing spesies pada enam titik sampling pada tiga tipe lahan reklamasi (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Kelimpahan Makrofauana Tanah pada Tiga Tipe Lahan Reklamasi

NO	Kelas	Famili	Morfospesies	R	S	K
1	Arachnida	Lycosidae	<i>Trochosa sp.</i>	2	0	0
2		Lycosidae	<i>Rabidosa sp.</i>	18	24	16
3		Thelyphonidae	<i>Thelyphonus sp.</i>	1	1	0
4	Chilopoda	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	0	1	16
5	Clitellata	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	3	0	16
6	Diplopoda	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	10	119	26
7		Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	4	7	1
8	Insecta	Carabidae	<i>Nippononebria</i>	3	2	2

			<i>sp.</i>			
9		Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	1	28	21
10		Scarabaeidae	<i>Eutheola sp.</i>	6	2	4
11		Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	1	3	16
12		Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	3	29	76
13		Anisolabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	1	3	5
14		Agromyzidae	<i>Pegomya sp.</i>	1	0	8
15		Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	0	11	6
16		Phoridae	<i>Megaselia sp.</i>	1	3	1
17		Cydnidae	<i>Legnotus sp.</i>	0	3	5
18		Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris sp.</i>	1	1	0
19		Formicidae	<i>Oecophylla sp.</i>	8	5	0
20		Formicidae	<i>Formica sp.</i>	51	46	3
21		Pompilidae	<i>Entypus sp.</i>	0	1	0
22		Gryllidae	<i>Gryllus mirtatus</i>	2	51	34
23		Acrididae	<i>Metaleptea sp.</i>	1	0	1
24		Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	183	29	237
25		Mantidae	<i>Mantis sp.</i>	1	0	0
26	Malacostraca	Philosciidae	<i>Laevophiloscia sp.</i>	0	1	0
Jumlah Individu Total				302	370	494
Jumlah Spesies				21	20	19
Jumlah Famili				19	19	19

Keterangan : R (Lahan *Reject product*), S (Lahan *Spoil*), K (Lahan *Top soil*).

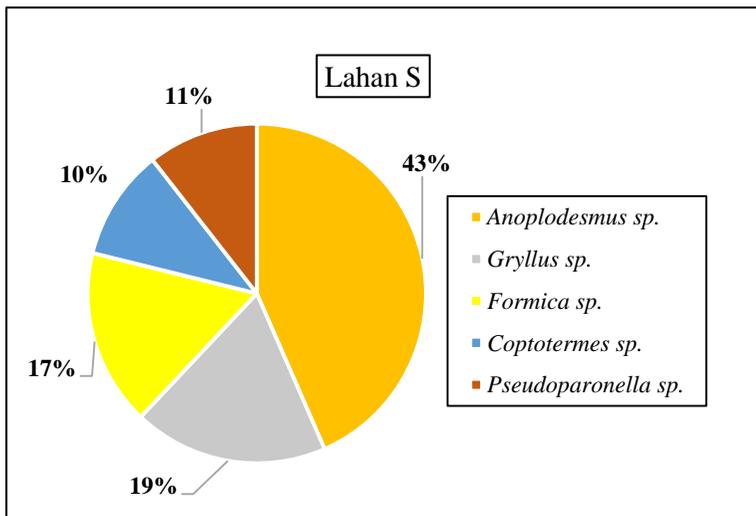
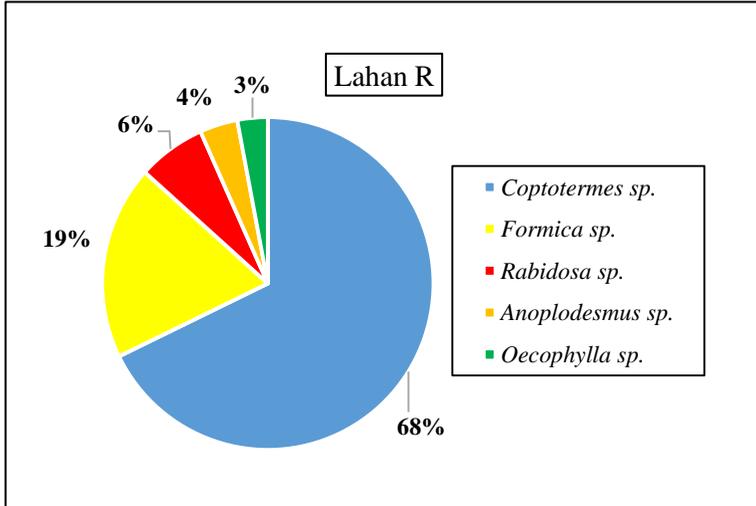
Total selama periode pengambilan data makrofauna tanah pada 3 tipe lahan reklamasi didapatkan jumlah total individu makrofauna tanah sejumlah 1.166 individu dengan jumlah sejumlah 26 spesies dan jumlah famili sebesar 24 famili. Terdapat beberapa jenis spesies yang paling banyak ditemukan diantaranya

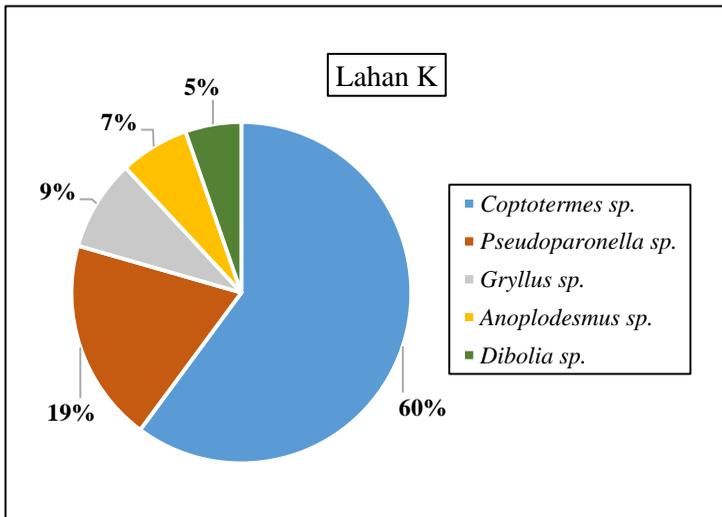
spesies *Coptotermes* sp. (famili Termitidae) sejumlah 449 individu, spesies *Anoploidesmus* sp. (famili Paradoxosomatidae) sejumlah 155 individu, spesies *Pseudoparonella* sp. (famili Paronellidae) sejumlah 108 individu, spesies *Formica* sp. (famili Formicidae) sejumlah 100 individu, dan spesies *Gryllus* sp. (famili Gryllidae) sejumlah 87 individu.

Titik sampling lahan R didapatkan total data makrofauna tanah sebanyak 302 individu. Jumlah spesies yang ditemukan sejumlah 21 spesies dari 19 famili. Lima jenis spesies yang paling banyak ditemukan yaitu spesies *Coptotermes* sp. (famili Termitidae) sebanyak 183 individu, spesies *Formica* sp. (famili Formicidae) sebanyak 51 individu, spesies *Rabidosa* sp. (famili Lycosidae) sebanyak 18 individu, spesies *Anoploidesmus* sp. (famili Paradoxosomatidae) sebanyak 10 individu, dan spesies *Oecophylla* sp. (famili Formicidae) sebanyak 8 individu.

Titik sampling lahan S didapatkan total data makrofauna tanah sebanyak 370 individu. Jumlah spesies yang ditemukan sejumlah 20 spesies dari 19 famili famili. Lima jenis spesies yang paling banyak ditemukan yaitu spesies *Anoploidesmus* sp. (famili Paradoxosomatidae) sebanyak 119 individu, spesies *Gryllus* sp. (famili Gryllidae) sebanyak 51 individu, spesies *Formica* sp. (famili Formicidae) sebanyak 46 individu, spesies *Coptotermes* sp. (famili Termitidae) sebanyak 29 individu, dan spesies *Pseudoparonella* sp. (famili Paronellidae) sebanyak 29 individu.

Titik sampling lahan K didapatkan total data makrofauna tanah sebanyak 494 individu. Jumlah spesies yang ditemukan sejumlah 19 spesies dari 19 famili. Lima jenis spesies yang paling banyak ditemukan yaitu spesies *Coptotermes* sp. (famili Termitidae) sebanyak 237 individu, spesies *Pseudoparonella* sp. (famili Paronellidae) sebanyak 76 individu, spesies *Gryllus* sp. (famili Gryllidae) sebanyak 34 individu, spesies *Anoploidesmus* sp. (famili Paradoxosomatidae) sebanyak 26 individu, dan spesies *Dibolia* sp (famili Chrysomelidae) sebanyak 21 individu.





Keterangan : Lahan R (Lahan *Reject product*); Lahan S (Lahan *Spoil*); Lahan K (Lahan *Top soil*).

Gambar 4.1. Lima Spesies yang Dominan pada Masing-Masing Tipe Lahan.

Berdasarkan hasil pengamatan dari ketiga tipe lahan, spesies yang dapat dijumpai pada tiap lahan adalah spesies *Coptotermes sp.* dan spesies *Anoplodesmus sp.* Spesies *Coptotermes sp.* merupakan spesies dengan kelimpahan tertinggi yang ditemukan pada lahan R (68%) dan lahan K (60%) dari kelimpahan total makrofauna tanah pada masing-masing lahan. Spesies *Coptotermes sp.* melimpah terutama pada lahan R dan K karena dilahan tersebut tersedia sumber makan yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Sisa-sisa bagian tumbuhan seperti

serasah merupakan penyumbang selulosa yang penting bagi kehidupan dan perkembangan rayap, terutama sebagai sumber makanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Jones (1998) dalam Panggabean (2001) yang menyatakan bahwa kelimpahan rayap disebabkan oleh melimpahnya bahan organik yang berasal dari tumpukan serasah. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan kandungan C-Organik tanah pada lahan R dan K memiliki rata-rata C-Organik lebih tinggi dibandingkan lahan S sebesar 1,57% dan 1,60%. Famili Termitidae berperan dalam proses dekomposisi bahan organik (Anderson, 1994). Rayap mampu menghancurkan serasah yang mengandung selulosa dikarenakan pada saluran pencernaan rayap terdapat mikroorganisme simbiosis penghasil enzim selulase yang mampu mendegradasi selulosa (Nandika dkk, 2003).

Spesies dengan kelimpahan tertinggi lainnya adalah spesies *Anoploidesmus* sp., spesies *Anoploidesmus* sp. ditemukan paling banyak di lahan S yaitu sebesar 119 individu (43%) dari total kelimpahan makrofauna tanah. Populasi *Anoploidesmus* sp. sering ditemukan dalam kepadatan tinggi, hal tersebut karena spesies *Anoploidesmus* sp. memiliki siklus hidup yang pendek dan tingkat reproduksi yang tinggi yaitu kemampuan bersosialisasi dengan agregasi hingga hampir 200 individu per meter persegi (Bano & Krishnamoorthy, 1985). Spesies *Anoploidesmus* sp. umumnya bersifat detritivor yang suka memakan bahan tanaman yang membusuk daripada tumbuhan hidup. mampu mencerna sendiri beberapa material tumbuhan, terutama beberapa jenis protein dan gula – gula sederhana. Mereka juga mencerna beberapa mikroorganisme yang hidup pada permukaan-permukaan benda, misalnya jamur. Kebanyakan kaki seribu adalah pembersih bangkai dan makan tumbuh-tumbuhan yang membusuk tetapi beberapa menyerang tumbuh-tumbuhan yang hidup dan terkadang menimbulkan kerusakan yang serius. *Anoploidesmus* sp. sering ditemukan dalam kepadatan tinggi, dapat mengkonsumsi dan memecah hingga 1 kg sampah kering per meter persegi per tahun (Bano, 1996). Karena kemampuannya yang dapat

mengonsumsi bahan-bahan organik dengan cepat sehingga sumber bahan organik pada lahan tersebut menjadi rendah dibuktikan dengan kandungan C-Organik pada lahan S dengan rata-rata 0,99%, lebih rendah dibandingkan dengan lahan R dan K.

Spesies makrofauna tanah lain yang juga ditemukan melimpah adalah semut yang termasuk famili Formicidae. Semut yang ditemukan adalah spesies *Formica* sp. dan *Oecophylla* sp. Keberadaan semut yang melimpah di ketiga tipe lahan disebabkan oleh karakteristik semut yang dapat hidup pada semua tipe habitat. Menurut Falahudin (2013) menyatakan bahwa semut memiliki beberapa karakteristik seperti hidup di berbagai habitat serta memiliki toleransi yang sempit terhadap perubahan lingkungan.

Spesies *Gryllus* sp. juga termasuk spesies yang banyak ditemukan pada lahan S. Jangkrik dapat ditemukan di bawah batu batuan, kayu-kayu lapuk, dinding-dinding tepi sungai dan di semak-semak belukar serta ada yang hidup pada lubang-lubang di tanah. Jangkrik dapat ditemui di hampir seluruh Indonesia dan hidup dengan baik pada daerah yang bersuhu antara 20-32°C dan kelembaban sekitar 65 - 80%, bertanah gembur/berpasir dan memiliki persediaan tumbuhan semak belukar (Erniwati, 2012).

Jenis collembola yang paling melimpah dan ditemukan di ketiga tipe hutan adalah spesies *Pseudoparonella* sp. dimana kelimpahan tertinggi ditemukan di lahan K. Keberadaan Collembola di lahan K ini disebabkan oleh faktor serasah dan sisa vegetasi yang melimpah yang merupakan makanan dari Collembola. Penyebaran Formicidae ditentukan oleh makanan, sedangkan keberadaan Collembola berhubungan dengan adanya serasah di suatu lahan (Falahudin *et al.*, 2011). Sebagian besar Collembola memakan sisa vegetasi yang telah membusuk (Neher *et al.*, 1999).

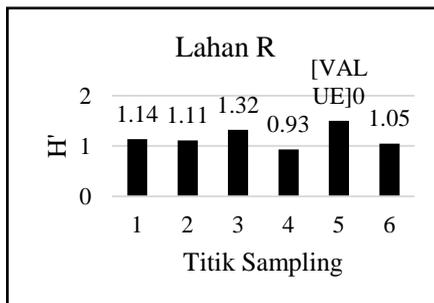
Keanekaragaman jenis ditunjukkan oleh banyaknya jenis organisme yang membentuk komunitas di kawasan tertentu. Hal tersebut dikuatkan oleh Sugiyarto (2005) bahwa suatu komunitas

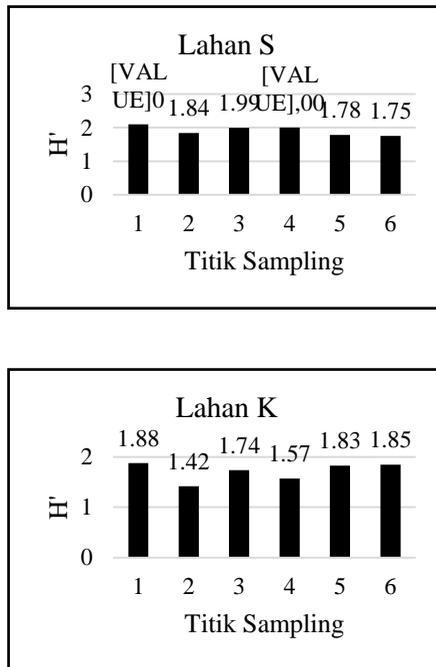
dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Indeks keanekaragaman makrofauna tanah (H') dihitung menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon wiener*. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') pada masing-masing titik lokasi sampling di setiap tipe lahan disajikan dalam grafik pada Gambar 4.3.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa pada tipe lahan R memiliki nilai indeks keanekaragaman sebesar (titik 1) sebesar 1.14; (titik 2) sebesar 1.11; (titik 3) sebesar 1.32; (titik 4) sebesar 0.93; (titik 5) sebesar 1.50; (titik 6) sebesar 1.05, dengan kekayaan jenis setiap titik di lahan R berkisar antara 6 hingga 11 jenis.

Pada tipe lahan S didapatkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman sebesar (titik 1) sebesar 2.10; (titik 2) sebesar 1.84; (titik 3) sebesar 1.99; (titik 4) sebesar 2.00; (titik 5) sebesar 1.78; (titik 6) sebesar 1.75, dengan kekayaan jenis setiap titik di lahan R berkisar antara 8 hingga 14 jenis.

Sedangkan pada tipe lahan K didapatkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna tanah sebesar (titik 1) sebesar 1.88; (titik 2) sebesar 1.42; (titik 3) sebesar 1.74; (titik 4) sebesar 1.57; (titik 5) sebesar 1.83; (titik 6) sebesar 1.85, dengan kekayaan jenis setiap titik di lahan R berkisar antara 8 hingga 14 jenis.





Gambar 4.2. Tingkat Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Lahan Lokasi Sampling.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa dari ketiga lahan lokasi sampling memiliki tingkat keanekaragaman yang sedang karena nilai indeks keanekaragaman dari ketiga lokasi semuanya diantara 1,00 hingga 3,00. Menurut Odum (1993), menyatakan bahwa jika nilai $H' < 1$ dikatakan memiliki nilai

keanekaragaman yang rendah , jika nilai H' diantara 1-3 dikatakan memiliki nilai keanekaragaman sedang dan jika nilai $H' > 3$ maka dikatakan memiliki nilai keanekaragaman yang tinggi. Menurut Buliyansih (2005) menyatakan bahwa keberadaan fauna tanah pada suatu habitat sangat dipengaruhi oleh kondisi habitat tersebut. Tidak meratanya jumlah individu untuk setiap spesies berhubungan dengan pola adaptasi masing-masing spesies, seperti tersedianya berbagai tipe substrat, makanan, dan kondisi lingkungan (Romadhoni, 2014).

4.4 Hubungan Keanekaragaman Makrofauna dengan C-Organik Tanah pada Lahan Lokasi Sampling

Data keanekaragaman makrofauna tanah dan kandungan C-Organik tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari 3 tipe lahan pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban. Kemudian dilakukan analisis korelasi antara keanekaragaman makrofauna tanah dengan C-Organik pada seluruh lahan reklamasi. Hasil dari analisis tersebut disajikan pada tabel 4.4 seperti berikut.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik Tanah

	N	Descriptive Statistics		Correlations	
		Mean	Std. Deviation	Pearson Correlation	Sig. (2tailed)
C-Organik	18	1.382	0.369	1	-
Jumlah Spesies	18	9.722	2.562	-0.008	0.975
Jumlah Individu	18	65.556	25.871	-0.078	0.758

Berdasarkan hasil analisis korelasi *Pearson's* tersebut dapat diketahui bahwa keanekaragaman makrofauna tanah yang terdiri

dari jumlah spesies dan jumlah individu berkorelasi negatif dengan kandungan C-Organik, dengan besar korelasi ($r = -0,008$) dan ($r = -0,078$) yang termasuk dalam kategori sangat lemah ($0 < r \leq 0,25$) (Sarwono, 2009). Namun hasil tersebut tidak signifikan dikarenakan nilai *p-value* nya 0,975 dan 0,758 (*p-value* > 0,05). Tidak signifikannya hasil korelasi antara keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-Organik pada lahan reklamasi disebabkan karena keanekaragaman makrofauna tanah tersusun atas berbagai jenis spesies makrofauna tanah, dimana setiap jenis spesies makrofauna tanah memiliki peran yang berbeda-beda di lingkungan khususnya yang berpengaruh langsung terhadap kandungan C-Organik di tanah.

Tabel 4.5 Keanekaragaman Makrofauna Tanah dan Kandungan C-Organik Tanah

	R	S	K
H'	0,93-1,50	1,75-2,10	1,42-1,88
C	6-11	8-14	8-14
D	<i>Coptotermes</i> sp. <i>Formica</i> sp. <i>Rabidosa</i> sp. <i>Anoplodesmus</i> sp. <i>Oecophylla</i> sp.	<i>Anoplodesmus</i> sp. <i>Gryllus</i> sp. <i>Formica</i> sp. <i>Coptotermes</i> sp. <i>Pseudoparonella</i> sp.	<i>Coptotermes</i> sp. <i>Pseudoparonella</i> sp. <i>Gryllus</i> sp. <i>Anoplodesmus</i> sp. <i>Dibolia</i> sp.
C-O	1,27%-1,83%	0,74%-1,19%	1,24%-2,03%

Keterangan : H' = Indeks Keanekaragaman; C = Kekayaan Jenis; D = Spesies Dominan; C-O = C-Organik Tanah.

Hal tersebut dapat dilihat pada lahan R yang memiliki indeks keanekaragaman makrofauna tanah pada masing-masing titik sampling berkisar antara 0,93-1,50 yang terdiri dari 6 hingga 11 spesies. kisaran nilai indeks keanekaragaman makrofauna tersebut merupakan kisaran nilai terendah dibandingkan dengan nilai indeks pada lahan S dan lahan K. Namun pada kandungan C-

Organik tanah pada lahan R memiliki C-Organik tanah yang lebih tinggi berkisar antara 1,27%-1,83% dibandingkan lahan S yang memiliki indeks keanekaragaman makrofauna tanah yang lebih tinggi. Meskipun memiliki indeks keanekaragaman yang rendah dengan kekayaan jenis yang rendah pula namun kandungan C-Organik pada lahan R memiliki kandungan yang lebih tinggi, hal tersebut dapat disebabkan salah satunya karena adanya spesies yang dominan dan berpengaruh terhadap kandungan C-Organik di tanah. Spesies yang dominan pada lahan R adalah spesies *Coptotermes* sp. atau disebut juga rayap.

Spesies *Coptotermes* sp. melimpah terutama pada lahan R karena dilahan tersebut tersedia sumber makan yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Sisa-sisa bagian tumbuhan yang tumbuh di lahan tersebut seperti serasah merupakan penyumbang selulosa yang penting bagi kehidupan dan perkembangan rayap, terutama sebagai sumber makanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Jones (1998) dalam Panggabean (2001) yang menyatakan bahwa kelimpahan rayap disebabkan oleh melimpahnya bahan organik yang berasal dari tumpukan serasah. Famili Termitidae berperan dalam proses dekomposisi bahan organik (Anderson, 1994). Rayap mampu menghancurkan serasah yang mengandung selulosa dikarenakan pada saluran pencernaan rayap terdapat mikroorganisme simbiosis penghasil enzim selulase yang mampu mendegradasi selulosa (Nandika dkk, 2003). Sama halnya dengan lahan R, pada lahan K yang memiliki kandungan C-Organik lebih tinggi dibandingkan lahan S, dimana spesies *Coptotermes* sp. juga merupakan spesies yang dominan pada lahan tersebut.

Lain halnya dengan lahan S, pada lahan S memiliki indeks keanekaragaman yang lebih tinggi dari pada lahan R sebesar 1,75 hingga 2,10 dengan kekayaan jenis yang lebih beragam pada

setiap titiknya bekisar antara 8 sampai 14 spesies. Meskipun memiliki indeks keanekaragaman yang lebih tinggi namun pada lahan S kandungan C-Organiknya paling rendah dibandingkan dengan dua lahan lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan karena terdapat spesies yang dominan pada lahan S yang berpengaruh langsung dengan kandungan C-Organik di lahan tersebut, spesies mendominasi pada lahan S adalah *Anoplodesmus* sp.

Spesies *Anoplodesmus* sp. merupakan makrofauna tanah yang termasuk dalam kelas Diplopoda (miliped). *Anoplodesmus* sp. umumnya bersifat detritivor yang suka memakan bahan tanaman yang membusuk daripada tumbuhan hidup. Invertebrata tanah purba ini memiliki dampak signifikan pada tanah karena penggalian, penguraian serasah, dan pencampuran bahan organik dan anorganik dalam sistem pencernaan mereka yang dialokasikan untuk lapisan tanah yang berbeda (Hopkin & Read, 1992). *Anoplodesmus* sp. mampu mencerna sendiri beberapa material tumbuhan, terutama beberapa jenis protein dan gula – gula sederhana. Mereka juga mencerna beberapa mikroorganisme yang hidup pada permukaan-permukaan benda, misalnya jamur. Kebanyakan kaki seribu adalah pembersih bangkai dan makan tumbuh-tumbuhan yang membusuk tetapi beberapa menyerang tumbuh-tumbuhan yang hidup dan terkadang menimbulkan kerusakan yang serius. Berdasarkan karakter dari spesies tersebut yang memakan bangkai dan bagian tumbuh-tumbuhan yang membusuk, dimana bangkai dan bagian tumbuh-tumbuhan yang telah membusuk merupakan sumber C-Organik, hal tersebut yang menyebabkan kandungan C-Organik pada lahan S lebih rendah dibandingkan dua lahan lainnya.

Untuk membuktikan bahwa masing-masing spesies memiliki hubungan dengan kandungan C-Organik maka dilakukan analisis korelasi antara kelimpahan spesies makrofauna tanah dengan C-

Organik tanah pada lahan reklamasi. Hasil dari korelasi antara kelimpahan spesies makrofauna tanah dengan C-Organik di sajikan pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.6. Spesies yang Berkorelasi dengan C-Organik

Spesies	N	Descriptive Statistics		Correlations	
		Mean	Std. Deviation	Pearson Correlation	Sig. (2tailed)
<i>Lumbricus</i> sp.	18	1,574	2,101	0,546	0,019
<i>Anoplodesmus</i> sp.	18	13,978	15,176	-0,764	0,000
<i>Calliphora</i> sp.	18	1,731	2,099	-0,674	0,002
<i>Gryllus</i> sp.	18	7,199	6,841	-0,554	0,017
<i>Coptotermes</i> sp.	18	38,596	24.794	0,701	0,001

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui terdapat lima spesies makrofauna tanah memiliki hubungan dengan kandungan C-Organik tanah. Spesies tersebut antara lain *Lumbricus* sp.(0,546); *Anoplodesmus* sp. (-0,764); *Calliphora* sp. (-0,674); *Gryllus* sp. (-0,554); dan *Coptotermes* sp.(0,701).

Spesies *Lumbricus* sp. dan *Coptotermes* sp. memiliki hasil korelasi positif dengan kandungan C-organik tanah pada lahan reklamasi dengan nilai koefisien korelasinya sebesar 0,546 dan 0,701, berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui kekuatan hubungan dari dua variabel tersebut yang berdasarkan Sarwono (2009) nilai koefisien korelasi tersebut memiliki arti berkorelasi kuat ($0,50 < r \leq 0,75$). Korelasi antara keanekaragaman *Lumbricus* sp. dan *Coptotermes* sp dengan kandungan C-Organik tanah

adalah korelasi positif artinya semakin tinggi kandungan C-organik maka semakin tinggi jumlah individu.

Spesies *Lumbricus* sp. merupakan organisme tanah heterotrof, bersifat hermaphrodit biparental. Dalam sistem taksonomi hewan, *Lumbricus* sp. termasuk filum Anelida, famili Lumbricidae. *Lumbricus* sp. pada prinsipnya dapat ditemukan pada tanah lahan kering masam sampai alkali yang memiliki air cukup. *Lumbricus* sp. biasanya hidup pada tanah bertekstur halus, umumnya liat, liat berdebu atau lempung berdebu, dan jarang ditemukan pada tanah berpasir. Umumnya cacing hidup pada pH 4,5–6,6, tetapi dengan bahan organik tanah yang tinggi mampu berkembang pada pH 3 (Fender dan Fender 1990). *Lumbricus* sp. bersifat “*Litter feeder*” (pemakan serasah), Cacing tanah berperan dalam dekomposisi bahan organik, baik secara langsung sebagai pemakan bahan organik maupun secara tidak langsung dengan mencampur bahan organik ke dalam tanah dan merangsang aktivitas mikroorganisme pada kotorannya dan sekitar liang. Cacing tanah mengurai bahan organik 3-5 lebih cepat dibandingkan proses penguraian sampah secara alami (Hatta, 2010). Fenomena ini menjadi penting karena dekomposisi bahan organik yang lambat, erosi tanah yang rendah, adanya pasokan C-Organik dari biomasa tanaman maupun dari eksudat organisme tanah dengan diikuti tingginya efisiensi penggunaan C-Organik oleh organisme tanah berperan penting dalam menjaga kelestarian fungsi bahan organik di dalam tanah (Monreal *et al.*, 1997).

Menurut Parmelee *et al.* (1990) dan Listyawan *et al.* (1998) cacing tanah memakan bahan organik setiap hari setara berat tubuh. Sedangkan menurut Scheu (1991) melaporkan bahwa pelepasan C-Organik harian melalui ekskresi mucus dari permukaan tubuh dan pada kotoran cacing tanah adalah 0,2 – 0,5 % dari total biomassa cacing tanah. Cacing tanah yang dapat membuat liang di dalam tanah dapat mengolah tanah secara biologi dan berlangsung terus menerus sesuai dengan daya dukung dan tidak merusak akar. Pada kondisi kering (musim kemarau), cacing tanah akan menutup mulut liang untuk mencegah

kehilangan air melalui evaporasi. Sebaliknya pada saat tergenang (musim hujan), cacing akan membuka mulut liang untuk mempercepat evaporasi (drainase). Pencernaan oleh cacing tanah menghasilkan kotoran yang merupakan makroagregat stabil dan agregat ini dapat bertahan lebih dari 1 tahun (Blanchart *et al.*, 1991 dalam Martin 1991). Kandungan Corganik pada kotoran cacing dua kali lebih tinggi pada lapisan 0–5 cm dan tiga kali lebih banyak pada lapisan 5–10 cm dibanding tanah di sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa *Lumbricus* sp. menggunakan sebagian hasil proses dekomposisi untuk keperluan hidup dan pertumbuhan hidupnya, sehingga sebagian besar tersimpan dalam tubuh cacing tanah dan akan dilepaskan kembali ke dalam tanah setelah cacing tanah mati.

Spesies *Coptotermes* sp. Merupakan salah satu jenis makrofauna tanah dari famili Termitidae yang dapat ditemukan di seluruh tipe lahan dan dengan jumlah yang paling banyak. Famili Termitidae dapat ditemukan di seluruh lokasi dikarenakan pada setiap lahan tersedia sumber makanan yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Menurut jenis makanannya, famili Termitidae dapat dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu kelompok rayap pemakan kayu, pemakan serasah, pemakan kayu permukaan dan tanah, pemakan tanah dan pemakan mikroepifit (Eggleton *et al.*, 1996; Eggleton *et al.*, 1997).

Famili Termitidae berperan dalam proses dekomposisi bahan organik (Anderson, 1994), merupakan mediator penting dalam proses ekosistem dan siklus hara (Genet *et al.*, 2001), serta merupakan organisme tanah yang paling merespon terjadinya perubahan kondisi lahan. Serasah merupakan penyumbang selulosa yang penting bagi kehidupan dan perkembangan rayap, terutama sebagai sumber makanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Jones (1998) dalam Panggabean (2001) yang menyatakan bahwa kelimpahan rayap disebabkan oleh melimpahnya bahan organik yang berasal dari tumpukan serasah. Rayap berperan penting dalam proses dekomposisi serasah menjadi unsur hara yang bermanfaat bagi tumbuhan di lokasi

penelitian. Rayap mampu menghancurkan serasah yang mengandung selulosa dikarenakan pada saluran pencernaan rayap terdapat mikroorganisme simbiosis penghasil enzim selulase yang mampu mendegradasi selulosa (Nandika dkk, 2003). Keberadaan serasah juga dijadikan sebagai tempat perlindungan bagi rayap dari kondisi sekitarnya karena rayap adalah serangga yang memiliki kulit tipis yang rentan terhadap proses dehidrasi oleh angin atau udara kering sehingga rayap membutuhkan kelembaban yang stabil, serta untuk mempertahankan kondisi iklim mikro yang tetap dan menyediakan sumber makanan. Famili Termitidae merupakan organisme tanah yang cocok digunakan sebagai indikator untuk mempelajari efek fragmentasi karena struktur komunitas dan distribusi famili Termitidae sangat dipengaruhi oleh tingkat penutupan vegetasi, struktur fisik, dan kondisi iklim mikro pada suatu habitat (Errouissi *et al.*, 2004 dalam Genet *et al.*, 2001).

Korelasi bersifat positif ini terbukti dilihat dari jumlah spesies *Lumbricus* sp. (16) dan *Coptotermes* sp. (237) yang ditemukan pada lahan K dengan jumlah masing-masing 16 dan 237, jumlah tersebut merupakan jumlah yang paling banyak ditemukan spesies tersebut dibandingkan dengan lahan R dan S, serta lahan K memiliki rata-rata kandungan C-organik yang lebih tinggi dibandingkan kedua lahan lainnya.

Sementara itu juga didapatkan hasil dimana terdapat tiga spesies yang memiliki nilai koefisien korelasi yang berdasarkan Sarwono (2009) nilai koefisien korelasi tersebut memiliki arti berkorelasi kuat ($0,50 < r < 0,75$), spesies tersebut antara lain *Anoplodesmus* sp. (-0,764); *Calliphora* sp. (-0,674); *Gryllus* sp. (-0,554). Namun berbeda dengan spesies *Lumbricus* sp. dan *Coptotermes* sp. yang memiliki korelasi positif, tiga spesies ini memiliki korelasi yang bersifat negatif dengan kandungan C-organik tanah pada lahan reklamasi, yang berarti semakin rendah kandungan C-Organik tanah maka semakin tinggi jumlah individu.

Spesies *Anoplodesmus* sp. merupakan makrofauna tanah yang termasuk dalam kelas Diplopoda (miliped). Kebanyakan anggota - anggota miliped (kaki seribu) hidup pada seresah daun – daunan atau membuat lubang pada permukaan tanah, tetapi beberapa spesies hidup di bawah tumpukan sampah pohon yang telah mati atau pada akar-akar tanaman dan terkadang dapat ditemukan merayap pada dinding pohon-pohon yang masih hidup (Radiopoetro, 1983 ; Borrer *et al.*, 1992). Kaki seribu mampu mencerna sendiri beberapa material tumbuhan, terutama beberapa jenis protein dan gula – gula sederhana. Mereka juga mencerna beberapa mikroorganisme yang hidup pada permukaan-permukaan benda, misalnya jamur. Kebanyakan kaki seribu adalah pembersih bangkai dan makan tumbuh-tumbuhan yang membusuk tetapi beberapa menyerang tumbuh-tumbuhan yang hidup dan terkadang menimbulkan kerusakan yang serius.

Anoplodesmus sp. merupakan makrofauna tanah yang cenderung lebih sering hidup di permukaan tanah sehingga selalu membutuhkan perlindungan, antara lain berupa sisasisa bahan organik tanaman, sisa bahan organik yang berfungsi sebagai sumber makanan maupun pelindungnya. *Anoplodesmus* sp. umumnya bersifat detritivor yang lebih suka memakan bahan tanaman yang membusuk daripada tumbuhan hidup. Invertebrata tanah purba ini memiliki dampak signifikan pada tanah karena penggalian, penguraian seresah, dan pencampuran bahan organik dan anorganik dalam sistem pencernaan mereka yang dialokasikan untuk lapisan tanah yang berbeda (Hopkin & Read, 1992). Populasi *Anoplodesmus* sp. sering ditemukan dalam kepadatan tinggi, dapat mengkonsumsi dan memecah hingga 1 kg sampah kering per meter persegi per tahun (Bano, 1996). Fakta yang sangat menarik dari *Anoplodesmus* sp. selain siklus hidupnya yang pendek dan tingkat reproduksi yang tinggi, adalah kemampuan bersosialisasi dengan agregasi hingga hampir 200 individu per meter persegi (Bano & Krishnamoorthy, 1985). Spesies ini paling aktif pada waktu senja dan berkumpul pada tengah malam dan selama tengah hari (Bano *et al.*, 1976; Bano,

1978; Bano & Krishnamoorthy, 1979). Seperti hampir semua Polydesmida, *Anoplodesmus* sp. mengeluarkan hidrogen sianida dari kelenjar repugnatorial untuk pertahanan melawan pemangsa potensial (Bano, 1978).

Spesies selanjutnya adalah *Calliphora* sp., spesies yang termasuk dalam famili Calliporidae ini memiliki peran yang sangat besar di lingkungan yakni sebagai dekomposer atau memakan zatzat organik yang membusuk (Borrer *et al.*, 1996). *Calliphora* sp. (oriental latrine fly) merupakan spesies yang umum ditemukan. Habitatnya sangat beragam mulai dari daerah pemukiman, pertanian, pengunungan, dan hutan asalkan tersedia sumber makanan yang cukup (Bunchu *et al.*, 2012). Menurut Rudianto dan Azizah (2005); Aminah (2005) bahwa tumpukan sampah organik yang membusuk merupakan tempat berkembang biak yang cocok bagi kehidupan lalat ini.

Larva lalat (Diptera) adalah kelompok yang sangat beragam dengan sumber makanan yang juga sangat beragam. Larva lalat memakan bahan tanaman yang membusuk tetapi lebih cenderung memakan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati. Terkadang larva lalat dapat menjadi dominan di tanah dan berperan penting dalam pengurangan massa serasah (Healey and Russel Smith, 1971; Deleporte, 1987).

Gryllus sp. merupakan serangga yang termasuk kedalam Ordo Orthoptera, *Gryllus* sp. banyak dijumpai pada musim hujan, dan jarang ditemukan pada musim kemarau. Di Indonesia, jangkrik umumnya hidup baik di daerah yang bersuhu antara 20°C-32°C dengan kelembaban sekitar 65%-80% (Sukarno, 1999). Jangkrik dan kerabatnya hidup di berbagai tipe lingkungan atau ekosistem antara lain hutan, semak/belukar, lingkungan perumahan, lahan pertanian, dan sebagainya (Kalshoven 1981; Meyer 2001; Erniwati 2003). Di alam, jangkrik berperan sebagai pemangsa, pemakan bangkai, pengurai material organik nabati dan hewani, pemakan bagian tumbuhan hidup dan mati, dan musuh alami dari berbagai jenis serangga lainnya (Borrer *et al.* 1992; Gwynne *et al.* 1996; Meyer 2001; Kahono & Amir 2003).

Berdasarkan karakter dari ketiga spesies tersebut dimana tiga spesies tersebut memakan berbagai jenis bahan organik baik dari tumbuhan dan hewan yang hidup maupun mati, dimana semua bahan tersebut merupakan sumber C-organik di tanah sehingga ketika jumlah spesies tersebut melimpah di alam maka jumlah dari sumber bahan organik penghasil C-organik di alam akan berkurang seperti pada lahan S yang ditemukan 3 spesies tersebut dengan jumlah terbanyak dibandingkan dengan dua lahan lainnya (*Anoplodesmus* sp. 119 individu ; *Calliphora* sp. 11 individu; *Gryllus* sp. 51 individu) namun kandungan C-Organik pada lahan S memiliki kandungan yang paling rendah dibandingkan dengan lahan lainnya. Hal tersebut sesuai dengan korelasi antara masing-masing dari ketiga spesies tersebut dengan kandungan C-Organik tanah pada lahan reklamasi yang bersifat negatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Makrofauna tanah yang ditemukan di lahan R sebanyak 302 individu terdiri dari 19 Famili dan 21 Spesies dengan kisaran $H' = 0,93-1,50$; lahan K sebanyak 494 individu terdiri dari 19 Famili dan 19 Spesies dengan kisaran $H' = 1,42-1,88$; dan lahan S sebanyak 370 individu terdiri dari 19 Famili dan 20 Spesies dengan kisaran $H' = 1,75-2,10$. secara keseluruhan semua lahan menunjukkan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kategori sedang.
2. Tingkat keanekaragaman makrofauna tanah berkorelasi negatif dengan kandungan C-Organik, dengan koefisien korelasi sangat rendah ($r = -0,008$) dan ($r = -0,078$) .
3. Korelasi antara kelimpahan makrofauna dengan kandungan C-Organik bergantung kepada setiap spesiesnya. Spesies *Anoplodesmus* sp.; *Calliphora* sp.; dan *Gryllus* sp. berkorelasi negatif dengan kandungan C-Organik, dengan koefisien korelasi kuat ($r = -0,764$; $r = -0,674$; $r = -0,554$). Spesies *Coptotermes* sp. dan *Lumbricus* sp. berkorelasi positif dengan kandungan C-Organik, dengan koefisien korelasi kuat ($r = 0,701$; $r = 0,546$).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap spesies fauna tanah lainnya seperti yang termasuk dalam kelompok mesofauna tanah dan mikrofauna tanah.

2. Perlu dilakukan analisa terhadap beberapa unsur hara penting lainnya di dalam tanah, seperti unsur hara nitrogen, posfor, kalium, dan lainnya, untuk lebih mengetahui tingkat kesuburan tanah serta mengetahui hubungan antara fauna tanah dengan kandungan unsur hara dalam tanah di lahan reklamasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Adeduntan, S. 2009. Diversity and Abundance of Soil Mesofauna and Microbial Population in South-Western Nigeria. **African Journal of Plant Science** 3: 210-216.

Aminah NS, Mardiana, Supraptini. 2005. Jenis Jamur dan Lalat yang ditemukan pada Makanan Jajanan dari Pasar dan Warung di Jakarta. **Media Litbang Kes** 15(1): 11- 16.

Anderson, J.M, and. Swift, M.J. 1983. **Decomposition in Tropical Rain forest: Ecology and Management. Special Publication No. 2. Eds. Sutton L, Whitmore TC, Chadwick AC. The British Ecological Society. Oxford: Blackwell Scientific Publication. 287-309**

Anderson, J.M. and J.S.I Ingram. 1993. **Tropical soil niology and fertility: A Handbook of Methods, 2nded.** CAB International. Wallingtoford. UK.

Anderson, J.M. 1994. **Functional Attributes of Biodiversity in Landuse System : in D.J. Greenland and I. Szabolcs (eds). Soil Resiliense and Sustainable Land Use.** CAB International. Oxon.

Atmojo, S. W.2003. **Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya.** Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Balai Penelitian Tanah. 2009. **Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.** 136 p.

Borror, D. J., C. A. Triphelon and N. F. Johnson. 1992. **An Introduction to The Study of Insects**. Philadelphia: Saunders College Pub.

Borror, D.J., Charles, A.T., Norman, F.J. 1996. **Pengenalan Pelajaran Serangga**. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.

Breure, A.M. 2004. Soil Biodiversity: Measurements, Indicators, Threats and Soil Functions. **Paper**. Spain.

Brussaard, L. 1998. Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. Appl. **Soil Ecol.** 9: 123-136.

Bruyn et al. 1997. The Status of Soil Macrofauna as Indicators of Soil Health to Monitor the Sustainability of Australian Agricultural Soil. **Ecological Economics** 23 : 167-178.

Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. **Ilmu Tanah** (diterjemahkan oleh Soegiman). Jakarta: Bhratara Aksara.

Buliyansih, A. 2005. **Penilaian dampak kebakaran terhadap makrofauna tanah dengan metode forest health monitoring (FHM)**. Repository IPB. Diakses pada 29 April 2019. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/11367/E05abu.pdf?sequence=2>. 121 p.

Bunchu N, Sukontason K, Sanit S, Chidburee P, Kurahashi H, Sukontason KL. 2012. Occurrence of Blow Fly Spesies (Diptera: Calliphoridae) in Phitsanulok Province, Northern Thai. **Trop Biomed** 29(4): 532– 543

Burges dan Raw. 1967. **Perombakan Makrofauna Tanah**. Jakarta: Penerbit Airlangga.

Cadish, G. and KE. Giller. 1997. **Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition**. Wallingford: CAB. International.

Catalan, G. I. 1981. **Earth Worms a New-Resource of Protein**. Philippine Earthworm Center. Philippines.

Coleman, D.C., D.A. Crossley & P.F. Hendrix. 2004. **Fundamental of Soil Ecology 2th eds**. Elzeiver Academic Press. Georgia.

Daniel T.W., J.A. Helms, dan F.S. Baker. 2014. Effects of soil composition and temperature on cassava green mite and 100 variety cyanogens potential. **Academia Journal of Agricultural Research** 2(4).

Decaens, T. 2010. Macroecological Patterns in Soil Communities. **Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.)** 19 : 287–302.

Dinas Pertambangan Kabupaten Tuban. 2010. **Profil Pertambangan Kabupaten Tuban**.

Dindal, D.L. 1990. **Soil Biology Guide**. New York: JohnWiley & Sons.

Edwards, C.A. dan Lofty, J.R. 1977. **Biology of Earthworms**. A Halsted Press Boo, John Wiley & Sons : New York.

Eggleton, P., S.E. Donovan & D.E. Biggnel. 1996. The Diversity, Abundance and Biomass of Termites Under Differing Levels of Disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. **Philosophical Transaction of the Royal Society of London** 351: 51-68.

Eggleton, P., R. Homathevi, D. Jeeva, D.T. Jones, R.G. Davies & M. Maryati. 1997. The Species Richness and Composition of Termite (Isoptera) in Primary and Regenerating Lowland Dipterocarp Forest in Sabah, Malaysia. **Ecotropica**.

Elzinga, R.J. 1978. **Fundamentals of Entomology**. NewDelhi: Prentice Hall of India.

Erniwati. 2003. Belalang (Orthoptera) dan kekerabatannya. Di dalam: Amir M, Kahono S (ed.). **Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Barat**. Biodiversity Conservation Project. Hal. 63-76.

Erniwati. 2012. Biologi Jangkrik (Orthoptera : Gryllidae) Budidaya dan Peranannya. **Fauna Indonesia** Vol 11 (2).

Fachrul, M. F. 2012. **Metode Sampling Bioekologi**. Edisi I Cetakan III. Jakarta: Bumi Aksara.

Falahudin, I. 2013. Peranan Semut Rangrang (*Oecophylla smaragdina*) dalam Pengendalian Biologis Pada Perkebunan Kelapa sawit. **Prosiding Konferensi AICIS XII**. 2604-2618.101

Faszly R, Idris AB and Sajap AS. 2005. Termites (Insecta: Isoptera) Assemblages from Sungai Bebar Peat Swamp Forest, Pahang. **Biodeversity Expedition Sungai Bebar, Pekan, Pahang 4**:137–140.

Fender, W.M. and D. McKey-Fender. 1990. **Oligochaeta: Megascolecidae and other earthworms from western North America**. p. 379–391. In D.L. Dindal (Ed.). **Soil Biology Guide**. A Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York, Chichaster, Brisbane, Toronto, Singapore.

Genet, J.A. Kristen, S.G. Thomas, M.B. Peter, G.M. and Ariel, E.L. 2001. Response of Termite Community and Wood Decomposition Rates to Habitat Fragmentation in a Subtropical Dry Forest. International Society for Tropical Ecology. **Tropical Ecology** 42 : 35-49.

Griffin, E, Hoyle, FC & Murphy, DV. 2013. '**Soil organic carbon**', in **Report card on sustainable natural resource use in Agriculture**. Department of Agriculture and Food, Western Australia, viewed 16 Mei 2019,

Gwynne DT, DeSutter L, Flook P, Rowell H. 1996. **Orthoptera. Crickets, katydids, grasshoppers, etc.** Version 01

Hanafiah KA, Napoleon A dan Ghoffar N. 2007. **Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah**. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Hanafiah, K.A. 2013. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Hagvar, S. 1998. The relevance of the Rio-Convention on Biodiversity to conserving biodiversity of soils. **Applied Soil Ecology** 9: 1-7.

Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. A. Dika, Go Ban Hong, H. H. Bailley. 1986. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Lampung : Penerbit Universitas Lampung.

Handayanto,E., K.E. Giller, and G. Cadish. 1997. Manipulation of nitrogen mineralization from mixtures of legume tree pruning of different quality and recovery of nitrogen by maize. **Soil Biology and Biochemistry** 29: 1417-1426.

Handayanto, E. & Hairiah, K. 2009. **Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat**. Cetakan II. Yogyakarta: Pustaka Adipura.

Handayanto, Eko , Muddarisna, Nurul , Fiqri, Amrullah. 2017. **Pengelolaan Kesuburan Tanah**. Malang : UB Press.

Harlan, Irwandi. 2006. **Aktivitas Pencarian Makan Dan Pemandahan Larva Semut Rangrang *Oecophylla smaragdina* (Formicidae : Hymenoptera)**. Bogor Agricultural University. Departemen Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.

Hatta M. 2010. **Kepadatan dan Distribusi Cacing Tanah di TPA**. Skripsi. Pendidikan Biologi FKIP UNRI. Pekanbaru.

Indriyati dan L.Wibowo. 2008. Keanekaragaman dan kelimpahan Collembola serta Arthropoda tanah di lahan sawah organik dan konvensional pada masa bera. **Jurnal Hama Penyakit Tanaman Tropika 8**: 110-116

Ibrahim, Hasan. 2014. **Keanekaragaman Mesofauna Tanah Daerah Pertanian Apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah dan Bahan Ajar Biologi SMA**. Skripsi Pendidikan Biologi UMM. Malang.

Islam, K. R. And R. R. Weil. 2000. Land Use Effects on Soil Quality in A Tropical Forest Ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystem, and Enviromental**. 79: 9-16.

Iskandar, D. T. Suwardi, Suryaningtyas. 2012. **Reklamasi Lahan-lahan Bekas Tambang : beberapa Permasalahan Terkait Sifat-sifat Tanah dan Solusinya** [terhubung berkala].

[Http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/.../62632/1/PRO2012_I SK.pdf](http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/.../62632/1/PRO2012_I_SK.pdf) [18 November 2018].

Jha, A. K. And J. S. Singh. 1991. Spoil Characteristics and Vegetation Development of An Age Series of Mine Spoils in A Dry Tropical Environment. **Vegetatio**. Vol.97:63-76.

Kahono S, Amir M. 2003. **Ekosistem dan khasanah serangga Taman Nasional Gunung Halimun. Di dalam: Amir M & Kahono S. (ed.), Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Barat**. Biodiversity Conservation Project. Hal. 1-22.

Kalshoven LGE. 1981. **Pests of Crops in Indonesia**. Laan PA van der, penerjemah. Jakarta : PT Ichtiar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari : De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie.

Kononova, M. M. 1966. **Soil Organic Matter**. Persemon Press. London. England.

Kumalasari, S. W., J. Syamsiah. 2011. **Studi Beberapa Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Berbagai Komposisi Tegakan Tanaman Di Sub Das Solo Hulu**. x 8(2) : 119 – 124.

Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. New York: Harper & Row Inc. Publisher.

Lal, R. 2002. Soil erosion and the global carbon budget. **Environment International**. 29 : 437– 450.

Latumahina, S.F., Musyafa, Sumardi, P., Nugroho, S. 2014. Penyebaran Semut Pada Hutan Lindung Sirimau Kota Ambon. **Jurnal Bumi Lestari, Volume 14 No. 2** 106

Lavelle, P. 1994. **Soil Fauna and Sustainable Land Use in The Humid Tropics**. CAB International : Oxon.

Lavelle, P. M., Dangerfield, C. F., V. Eschenbremer., D.Lopez-Vernandez, B. Pashanasi and L. Brussaard. 1994. **The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility**. John Wiley & Sons : USA .

Lee, K.E. 1985. **Earthworm, Their Ecology and relationships with Soil and Land Use**. Academic Press : London.

Leksono, A.S. 2007. **Ekologi Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif**. Bayumedia : Malang.

Lestari, Fajar. 2013. **Karakteristik Dan Cara Pengendalian Hama Ulat Pada Tanaman Penghasil Gaharu**. Kementerian Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Banjar Baru.

Lilies, S.C. 1992. **Kunci Determinasi Serangga**. Percetakan Kanisius : Yogyakarta.

Listyawan B., Aprianto, D.A. Siddik, Z. Badruzzaman, dan Sudrajat. 1998. **Teknologi VAP-BL**. PT Vermi Alam Prima Lestari. Jl. Babakan Jeruk II No. 11 Bandung Indonesia.

Maftu'ah, E., E. Soesiloningsih dan E. Handayanto. 2005. Studi Potensi Diversitas Makrofauna Tanah Sebagai Bioindikator Kualitas Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan. **Biodain** vol.2 no.2.

Magurran, AE. 1998. **Ecological Diversity and Measurement**. London: Crom Helm Limited.

Mansur, I. 2011. **Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang**. Bogor : SEAMEO BIOTROP.

Martin, A. 1991. Short and longterm effects of the endogeic earthworm *Millsonia anomala* (Omodeo) (Megascolecidae, Oligochaeta) of tropical savanna, on soil organic matter. **Biol. Fertil. Soils** 11: 234-238.

Merlim, Analy de Oliveira, José Guilherme Marinho Guerra; Rodrigo Modesto Junqueira. Adriana Maria de Aquino. 2005. Soil Macrofauna in Cover Crops of Figs Grown Under Organic Management. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 62(1): 57-61.

Meyer JR. 2001. **Orthoptera**. <http://www.cals.nscuedu/course/ent425/compendium/orthop.html> [diakses 22 Maret 2019].

Mofongoya, P.L., K.E. Giller and C.A. Palm. 1997. Decomposition and nutrient release pattern of prunings and litter of agroforestry trees. **Agroforestry Systems**. 38: 77-79.

Monreal, C.M., R.P. Zentner, and J.A. Robertson. 1997. **An analysis of soil organic matter dynamics in relation to management, erosion and yield of wheat in long-term crop rotation plots**. *Can. J. Soil Sci.* 77(4):553-563.

Mudgal, S., A. Turbe, A. De Toni, D. Lavelle, and P. Benito. 2010. Soil Biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. **Bio Intelligence Service**. France.

Nair, P.K.R., R.J. Buresh, D.M.C.A. Mugendi, and C.R. Laft. 1999. **Nutrient Cycling In Tropical Agroforestry Systems: Myths and Sciences**. In **Agroforestry In Sustainable Agriculture Systems**. (Eds. Buck L.E., J.P. Lassoie and C.M. Fernandes). Boca Raton: Lewis Publisher.

Nandika, D. Yudi R. dan Farah Diba. 2003. **Rayap : Biologi dan Pengendaliannya**. Harun JP, ed. Surakarta : Muhammadiyah Univ. Press.

Njira, Keston Oliver Willard & Nabwami, Janet. 2013. **Soil Management Practices that Improve Soil Health: Elucidating their Implications on Biological Indicators**. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 18(2): 2750-2760.

Noorhadi dan Sudadi. 2003. Kajian Pemberian Air dan Mulsa Terhadap Iklim Mikro Pada Tanaman Cabai di Tanah Entisol. **Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan**. Vol 4 (1): pp 41-49. Fakultas Pertanian UNS, Surakarta.

Notohadiprawiro T. (1998). **Tanah dan Lingkungannya**. Jakarta (ID): Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Nsabimana, D., Klemedtson, L., Kaplin, B.A., & Wallin, G. 2008. Soil carbon and nutrient accumulation under forest plantations in southern Rwanda. **African Jour. of Environmental Sci. and Techn.** 2 (6), 142- 149.

Nusroh, Z. 2007. Studi Diversitas Makrofauna Tanah di Bawah Beberapa Tanaman Palawija yang Berbeda di Lahan Kering Pada Saat Musim Penghujan. **Skripsi**. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret : Surakarta.

Odum, H., 1993. **Ekologi Sistem Suatu Pengantar**. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Odum, E.P. 1996. **Basic Ecology**. Saunders College Publishing : Holt-Saunders Japan 110.

Panggabean, Mozart. 2001. **Inventarisasi Rayap Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Sawit Mas Sejahtera Musi Banyuasin**. Skripsi. Inderalaya : FMIPA UNSRI.

Parascita, L., A.Sudiyanto dan G. Nusanto. 2015. Rencana reklamasi pada lahan bekas penambangan tanah liat di Kuari Tlogowaru PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. pabrik Tuban, Jawa Timur. **Teknologi Pertambangan** 1(1): 1-4.

Parmelee, R.W., M.H. Beare, W. Cheng, P.F. Hendrix, S.J. Rider, D.A. Crossley Jr., and D.C. Coleman. 1990. Earthworm and Enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to assess their role in organic matter breakdown. **Biol. Fertil. Soils** 10: 1-10.

Paul, E.A. and Voroney, R.P. 1980. **Nutrient and energy flows through soil microbial biomass**. Contemporary Microbial Ecology, 1, 215-237.

Paul, E.A. dan F.E. Clark. 1989. **Phosphorus transformation in soil. In Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publ.n New York.

Peraturan Menteri ESDM Nomor 07 Tahun 2014 **Tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pertambangan Mineral dan Batubara**.

Peraturan Menteri Kehutanan. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.60/Menhut-II/2009 tentang **Pedoman Penilaian Keberhasilan Reklamasi Hutan**.

Peraturan Menteri Kehutanan. 2011. **Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan**. Tanggal 20 November 2018.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2012 **Tentang Indikator Ramah Lingkungan Untuk Usaha dan atau Kegiatan Penambangan Terbuka Batubara.**

Permen ESDM Nomor 07 Tahun 2014 Tentang **Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pertambangan Mineral dan Batubara.**

Peritaka, M. Z. 2010. **Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Pola Agoforesi Lahan Miring Di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.** Skripsi. Tidak diterbitkan. Surakarta: Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan alam. Universitas sebelas maret

Pietrzykowski, M., W. Krzaklewski, M. Pajak, S. Socha. and W. Ochat. 2010. **Analysis and Optimization of Site Classification and Criteria of Forest Reclamation Assessment in Selected Mining Areas in Poland.** Krakow: University of Agriculture in Krakow Publishing House.

Post WM. 1990. **Report of a Workshop on Climate Feedbacks and the Role of Peatlands, Tundra, and Boreal Ecosystems in the Global Carbon Cycle.** Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN (ORNL/TM-11457).

Post, W. M., Kwon, K. C. 2000. Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential, **Global Change Biol.** 6, 317-327.

Primack, R. B., J. Supriatna; M. Indrawan , Kramadibrata. 1998. **Biologi Konservasi.** Yayasan Obor Indonesia : Jakarta: 111.

Putra, Muhammad; Wawan; Wardati. 2012. Makrofauna Tanah Pada Ultisol di Bawah Tegakan Berbagai UmurKelapa Sawit(*Elaeis Guineensis* Jacq.) **Jurnal PenelitianUNRI**: Riau.

Radiopoetro. 1983. **Zoologi**. Jakarta : Penerbit Airlangga.

Rahmawaty. 2004. **Studi Keanekaragaman Mesofuna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. Skripsi. Jurusan Kehutanan**. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Rahmawaty. 2006. **Studi Keanekaragaman Mesofuna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. Skripsi. Jurusan Kehutanan**. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Romadhoni, M. 2014. Struktur Komunitas Polychaeta Kawasan Mangrove Muara Sungai Kali Lamong-Pulau Galang, Gresik. **Skripsi**. ITS Surabaya.

Roper, M.M and V. V. S. R Gupta. 1995. Management Practices and Soil Biota. **Australian Journal Soil Research** 33: 321-339.

Rousseau L, Fonte SJ, Tellez O, Hoek RVD, Lavelle P. 2013. Soil macrofauna as indicator of soil quality and land use impact in smallholder agroecosystems of western nicaragua. **Ecological indicators**. 27 :71-82.

Rudianto H, Azizah R. 2005. Studi Tentang Perbedaan Jarak Perumahan Ke TPA Sampah Open Dumping Dengan Indikator Tingkat Kepadatan Lalat Dan Kejadian Diare (Studi Di Desa Kenep Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan). **J Kes Ling** 1(2) : 152- 159.

Sabtanto, J. ,Suprpto. 2008. Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian. **Jurnal Energi dan Sumber Daya Mineral**. 3 (1), hlm. 6-7.

Santos, P. Perreira., Vasconcellos, A., Jahyny, B., Delabie, J.H Charles. 2010. Ant fauna (Hymenoptera, Formicidae) associated to arboreal nests of *Nasutitermes* spp. (Isoptera, Termitidae) in a cacao plantation in southeastern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 54 (3)

Sarwono,Jonathan. 2009. **Statistik itu Mudah : Panduan Lengkap untuk Belajar Komputerisasi Statistik Menggunakan SPSS 16**. Yogyakarta: Andi.

Schimel, D.S. 1995. Terrestrial ecosystems and the carbon-cycle. **Glob. Change Biol.** 1, 77-91.

Schrumpf, M., Schulze, E.D., Kaiser, K., & Schumacher, J. 2011. How accurately can soil organic carbon stocks and stock changes be quantified by soil inventories? **Biogeosci. Discuss.** 8, 723-769.

Scheu, S. 1991. Mucus Excretion and Carbon Turnover of Endogeic Earthworms. **Biol. Fertil. Soils** 12: 217 220.

Setiadi, Y., 2006. **Teknik revegetasi untuk merehabilitasi lahan pasca tambang** [terhubung berkala]. [Http://pkrlt.ugm.ac.id/files/yadi_setiadi.pdf](http://pkrlt.ugm.ac.id/files/yadi_setiadi.pdf) [18 November 2018].

Sheoran, V., A. S. Sheoran and P. Poonia. 2010. Soil Reclamation of Abandoned Mine Land by Revegetation: A Review. **International Journal of Soil, Sediment and Water** Vol.3 (2): 1-20.

Shubri, E. I dan Armin. 2014. **Penentuan Kualitas Batu Kapur dari Desa Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota di Laboratorium Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat**, Universitas Bung Hatta.

Singh, S.P. 1980. **An Introduction to Animal Ecology**. India: Published by Rakesh K. Rastogi for Rastogi Publications, Meerut.

Siwi, S.S. 1992. **Kunci Determinasi Serangga**. Yogyakarta: Kanisius.

Soepardi. 2005. **Masalah Kesuburan Tanah di Indonesia**. Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Stevenson, F.T. 1982. **Humus Chemistry**. John Wiley and Sons, Newyork.

Subowo. 2011. Penambangan Sistem Terbuka Ramah Lingkungan Dan Upaya Reklamasi Pasca Tambang Untuk Memperbaiki Kualitas Sumberdaya Lahan Dan Hayati Tanah. **Jurnal Sumberdaya Lahan** Vol. 5 (2). Bogor.

Sugiyarto, Uteni Wulandari, Wiryanto. 2005. Pengaruh Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria*). **Bioteknologi** 4 (1): 20-27.

Sugiyarto, Efendi M, Mahajoeno E, Sugiti Y, Handayanto E, Agustina L. 2007. Preferensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik tanaman pada intensitas cahaya yang berbeda. **Biodiversitas**. 7(4):96-100.

Sugiyarto, Uteni Wulandari, Wiryanto. 2010. Pengaruh Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria*). **Bioteknologi**. 4 (1): 20-27.

Sugiharyanto dan N. Khotimah. 2009. **Diktat Mata Kuliah Geografi Tanah**. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Suhardjono, Y.R., Pudji A. dan Erniwati. 1997. Keanekaragaman Takson Arthropoda Tanah pada Lahan Terdegradasi di Jampang Jawa Barat. **Prosiding Seminar Biologi XIV dan Kongres Nasional Biologi XI**. Perhimpunan Biologi Indonesia, Cabang Jakarta. Depok. Hal : 290-293.

Suhardjono, Y.R. 1997. Serangga Serasah : Keanekaragaman Takson dan Peranannya Di Kebun Raya Bogor. **Biota**. Vol. III (1) : 16-24.

Suin, N.M. 1997. **Ekologi fauna tanah**. Bumi Aksara : Jakarta.

Suin, Muhammad Nurdin. 2012. **Ekologi Hewan Tanah**. Bandung: Bumi Aksara.

Sukandarrumidi. 1999. **Bahan Galian Industri**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Sukarno H. 1999. **Budidaya Jangkrik**. Cetakan I. Kanisius, Yogyakarta.

Sunarto. 2003. **Peranan Dekomposisi dalam Proses Produksi pada Ekosistem Laut**. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Supriyadi,S. 2008. Kesuburan tanah lahan kering madura. **Embryo** Vol 5 No.2.124-131

Sutanto. 2005. **Dasar dasar ilmu tanah konsep dan kenyataan**. Jakarta. Kanisus.

Sutedjo, MM., A.G. Kartasapoetra dan Sastroajmodjo. 1991. **Mikrobiologi Tanah**. Jakarta. Rineksa Cipta.

Swift, M.J., O.W. Heal, and J.M. Anderson. 1979. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Blackwell, Oxford.

Swift, M.J. and Bignell, D. 2001. **Standard Methods for Assessment of Soil Biodiversity and Land Use Practice**. A Alternatives to Slash and Burn Project.

Tarnocai, C., Canadell, J.G., Schuur, E.A.G., Kuhry, P., Mazhitova, G., & Zimov, S. 2009. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region. **Global Biogeochemical Cycles** 23, 11.

Terry, Pakki. 2012. Identifikasi Fauna Tanah Epigeon Dan Hemiedafon Pada Sistem Tumpangsari Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Dan Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) Pada Perlakuan Mikoriza Indigen Dan Pupuk Organik Cair. **Jurnal Agroteknos** 2 (3) : 156-165.

Thomas, C.A., and G.H. Mitchell. 1951. Eelworms. Nematodes as pest of mushrooms. **M.G.A Bull.** 22:61-71.

Tian, G. 1992. **Biologi Effect of Plant Residues With Contrasting Chemical Composition on Plant and Soil Under Humid Tropical Conditions**. London: Kluwer Academic Publisher.

Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Pemanfaatan biota tanah untuk keberlanjutan produktivitas pertanian lahan kering masam. **Pengembangan Inovasi Pertanian**. 1(2): 157-163. 116.

Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1991 **tentang Kehutanan**.

Victorious. 2012. **Penetapan Status P, K dan C organik Untuk Tanah Organik dan Anorganik**. Prenadamedia Group. Jakarta.

Vos VCA, Ruijven JV, Berg MP, Peeters THM, Berendse F. 2013. Leaf litter quality drives litter mixing effect through complementary resource use among detritivores. **Oecologia** 173:269–280.

Wallwork, J.A. 1970. **Ecology of Soil Animal**. London Mc : Graw Hill Book Company. pp. 58-74.

Waluyaningsih, S. R. 2008. Studi Analisis Kualitas Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Hubungannya dengan Tingkat Erosi di Sub Das Keduang Kecamatan Jatisrono Wonogiri. **Jurnal**. 12 (3):73-75.

Waring and Schlesinger. 1985. **Forest Ecology Concept and Management**. Academic Press. Inc, Orlando.

Widyastuti, R. 2002. Soil Fauna in Rainfed Paddy Field Ecosystems: Their Role in Organic Matter Decompositions and Nitrogen Mineralization. **Disertation**. University of Bonn.

Winsome, T. 2005. Fauna : Encyclopedia of Soils in the Environment. **Elsevier** (539-548)

Wood, M. 1989. **Soil Biology**. Chapman and Hall : New York.

Yi, Z., F. Jinchao, X. Dayuan, S. Weiguo and J. C. Axmacher. 2012. A Comparison of Terrestrial Arthropod Sampling Methods. **Journal of Resources and Ecology**. 3(2): 174-182.

Yulipriyanto H. 2010. **Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya**. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Zhao, Z., I. Shahrour, Z. Bai, W. Fan, L. Feng, H. Li. 2013. Soils Development in Opencast Coal Mine Spoils Reclaimed For 1-13

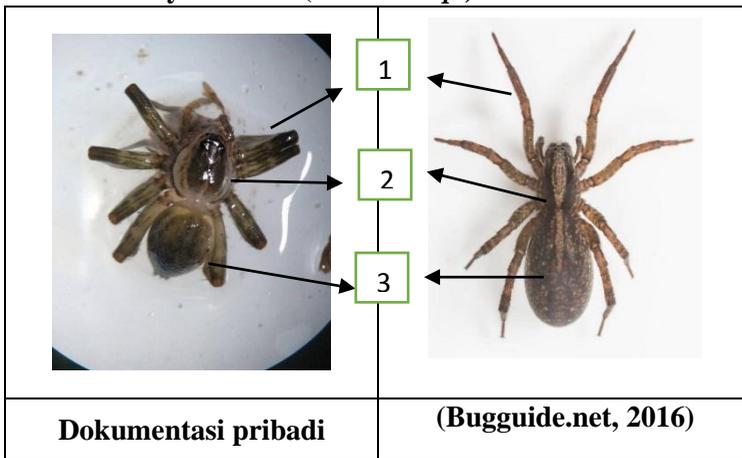
Years in The West-Northern Loess Plateau of China. **European Journal of Soil Biology**. 55: 40-46.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Identifikasi makrofauna tanah di lokasi sampling

Hasil identifikasi makrofauna tanah yang ditemukan pada pada lahan reklamasi bekas tambang kapur di Kabupaten Tuban dengan tipe lahan yang berbeda adalah sebagai berikut :

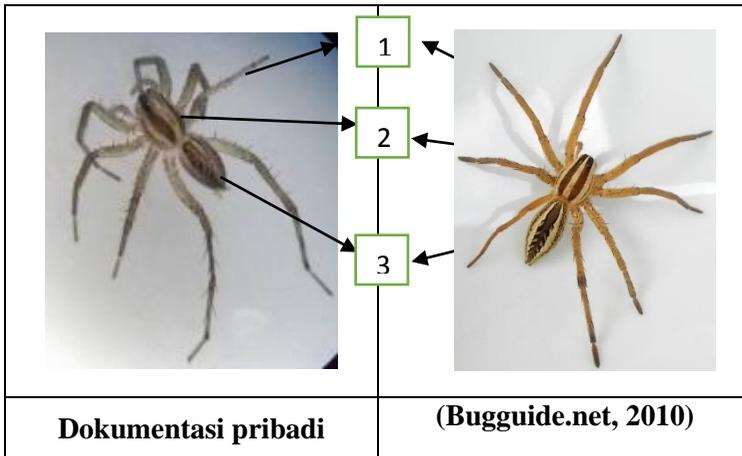
1. Famili Lycosidae 1 (*Trochosa sp.*)



Keterangan : 1 : kaki, 2 : prosoma, 3 : ophistosoma

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat diketahui ciri-ciri morfologi yang dimiliki spesimen 1 adalah memiliki ukuran tubuh 2-3 mm berwarna cokelat dengan corak putih dan berbulu. Terdapat 4 pasang kaki dengan belang-belang warna hitam cokelat muda. Abdomen lebih besar dari pada cephalothorak. Menurut Siwi (1991), Famili Lycosidae memiliki ciri-ciri tubuh bulat, tetapi abdomen besar dibandingkan cephalothorak. Abdomen dengan gambaran putih kekuningan dan kelabu atau lembaran hitam berbentuk bulat telur. Ukuran tubuh jauh lebih kecil. Laba-laba ini berperan sebagai predator.

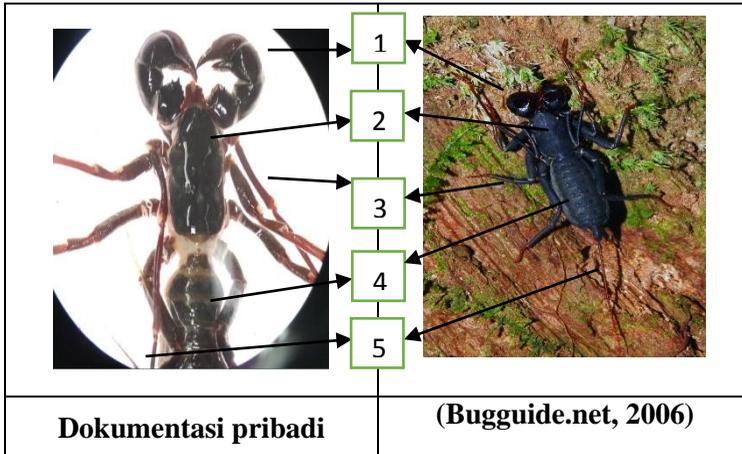
2. Famili Lycosidae 2 (*Rabidosa sp.*)



Keterangan : 1 : kaki, 2 : prosoma, 3 : ophistosoma

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat diketahui ciri-ciri morfologi yang dimiliki spesimen 2 adalah berwarna coklat hitam berukuran 2 mm. Pada bagian cephalothorak berwarna khas coklat di bagian tengah. Memiliki 4 mata yang besar dan 2 mata kecil. sungut memiliki ukuran 1 mm tersusun atas 3 segmen berbulu. Kaki berukuran 4 mm yang terdiri atas siku. Famili Lycosidae merupakan laba-laba tanah atau srigala. Memiliki pola mata yang khas empat mata yang kecil pada baris pertama, dua mata yang sangat besar di baris kedua dan dua mata yang kecil di baris ketiga. Laba-laba ini berperan sebagai predator (Borror, dkk., 1992).

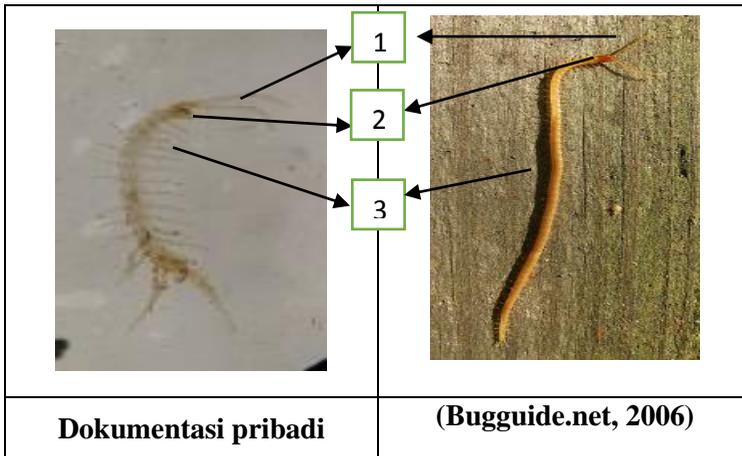
3. Famili Thelyphonidae (*Thelyphonus* sp.)



Keterangan : 1 : pedipalp, 2 : prosoma, 3 : kaki, 4: ophistosoma, 5 : telson.

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : famili ini memiliki panjang tubuh sekitar 30 mm dan ekor terdapat 27 segmen berwarna ckelat kehitaman berbentuk cambuk. Memiliki 4 pasang tungkai dan 1 pasang capit di depan bagian kepala. Kalajengking ini memanjang dan agak gepeng, dengan ekor beruas yang ramping kira-kira sepanjang tubuh, panjang tubuh maksimum kira-kira 80 mm, dan panjang secara keseluruhan mencakup ekor sekitar 150 mm atau lebih. Kalajengking bercambuk adalah hewan malam dan bertindak sebagai predator (Borrer, dkk., 1992).

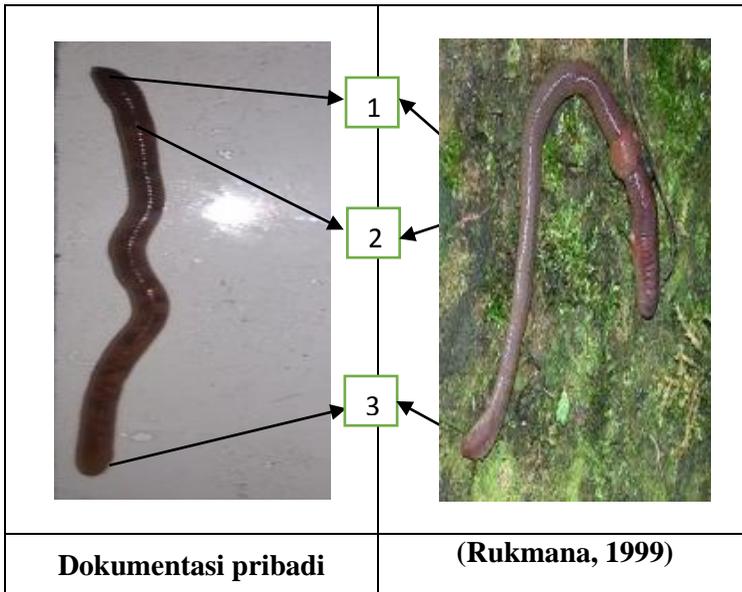
4. Famili Geophilidae (*Geophilus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : kepala, 3 : kaki

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : famili ini memiliki panjang tubuh sekitar 43 mm dengan warna putih kekuning-kuningan dengan bagian kepala berwarna merah tua. Kelompok ini terutama terdapat di daerah tropika. Beberapa jenis di daerah tropis memiliki ukuran yang lebih panjang. Banyak scolopendrid-scolopendrid berwarna kehijau-hijauan atau kekuning-kuningan (Borror, dkk., 1992).

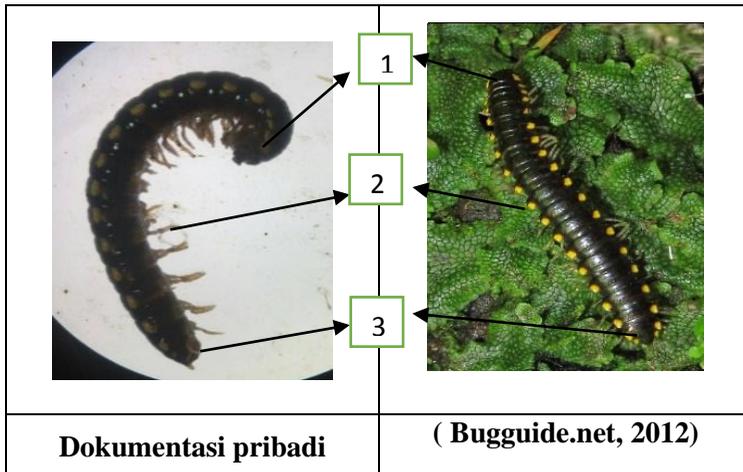
5. Famili Lumbricidae (*Lumbricus* sp.)



Keterangan : 1 : mulut, 2 : clitelum, 3 : anus

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : cacing tanah ini memiliki panjang berkisar antara 50-180 mm, diameternya 2,5-5 mm, jumlah segmen berkisar antara 115-178 segmen dan klitelumnya terletak pada segmen 13 dan 17, cacing ini berwarna merah tua pada seluruh tubuhnya, sedangkan pada bagian klitelumnya berwarna orange. Menurut Suin (1994) cacing tanah ini berbentuk gilik dengan panjang tubuh berkisar antara 80-120 mm, diameternya 4-6 mm, jumlah segmen berkisar antara 75-165 segmen dan klitelumnya terletak pada segmen 13 dan 17. Memiliki banyak seta dengan tipe Perichaetine pada setiap segmen. Gland prostat bercabang. Holonephric atau memiliki sepasang nefridia pada setiap segmennya. Pada bagian posteriornya berwarna cokelat keemasan sedangkan pada bagian anterior berwarna cokelat kehitaman.

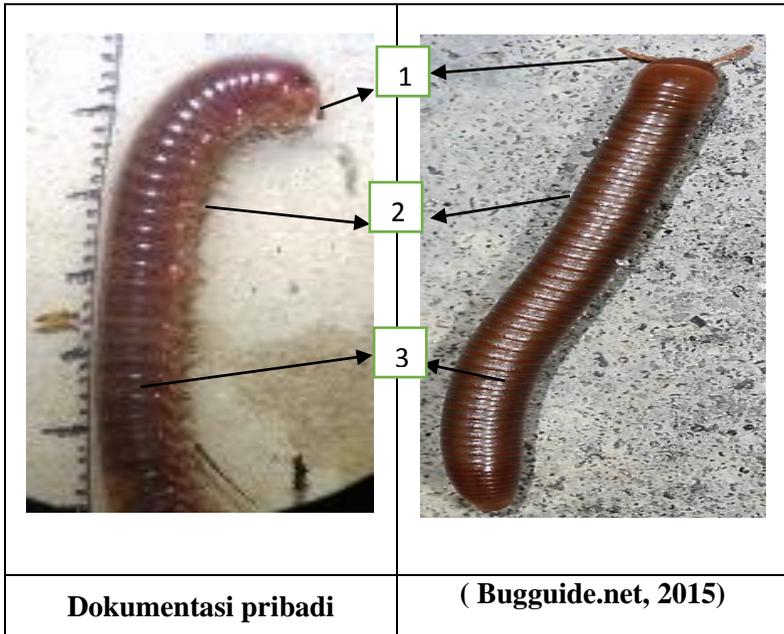
6. Famili Paradoxosomatidae (*Anoplodesmus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : kaki, 3 : anus

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : famili Paradoxosomatidae memiliki panjang badan 36 mm dengan warna hitam, memiliki 2 pasang tungkai pada setiap segemen badan dan memiliki 1 pasang sungut yang menebal di bagian pucuknya. Polydesmida adalah kaki-seribu yang agak gepeng, dengan tubuh yang datar di sebelah lateral dan mata yang banyak susut atau tidak ada. Banyak yang berwarna cemerlang (Borror, dkk., 1992).

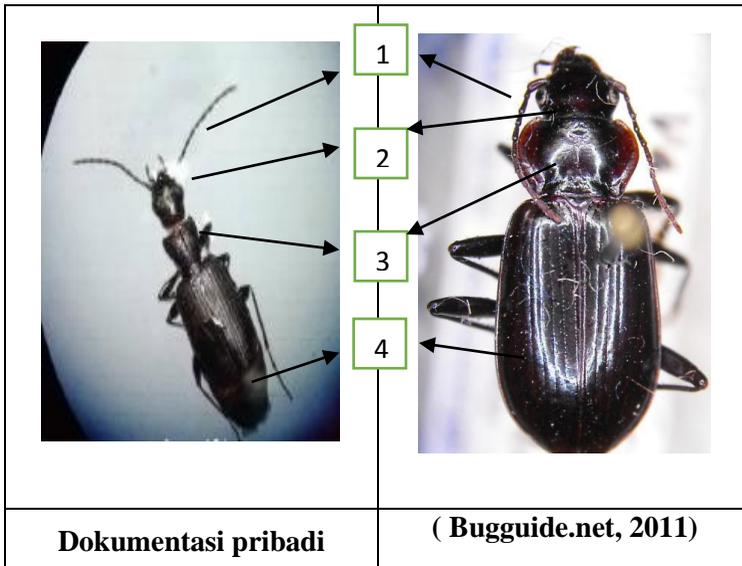
7. Famili Trioniulidae (*Trioniulus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : kaki, 3 : segmen tubuh

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : famili ini memiliki panjang sekitar 55 mm dengan warna kecokelatan. 1 segman terdapat 2 pasang kaki pada tubuhnya. Melingkarkan tubuh jika dirinya dalam bahaya. Ordo Spirobolida berbeda dengan ordo Julida Karenan mempunyai stipit gnatokilarium terpisah. Ordo ini dapat tumbuh mencapai panjang 100 mm (Borror, dkk., 1992).

8. Famili Carabidae (*Nippononebria sp.*)

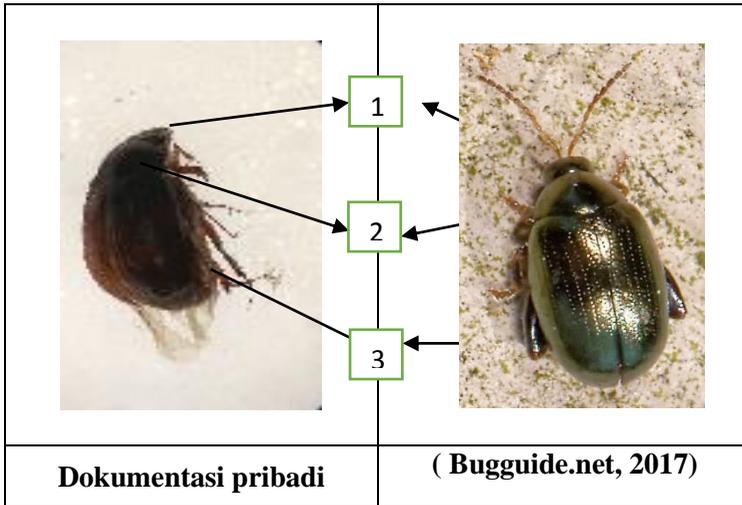


Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4 : abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : memiliki ukuran tubuh 9 mm, abdomen besar memiliki warna unik hijau kebiruan mengkilat dan bergaris. Thorak kecil berwarna coklat mengkilat. Kepala memiliki sepasang antena yang tersusun atas 10 ruas, mata dibagian tengah, mulut terdapat 4 sungut berwarna coklat. Famili Carabidae merupakan kelompok kumbang tanah yang terbesar ketiga dari kumbang di Amerika Utara. Anggota-anggotanya memperlihatkan variasi yang besar dalam ukuran, bentuk, dan warna. Kebanyakan jenis berwarna gelap, mengkilat, dan agak gepeng, dengan elitra yang bergaris-garis (Borror, dkk., 1992).

Beberapa Carabidae adalah pemakan tumbuh-tumbuhan.. Kelakuan ini kadang-kadang menyebabkan kerusakan yang besar, terutama selama musim-musim semi yang dingin ketika perkecambahan tertunda (Borror, dkk., 1992).

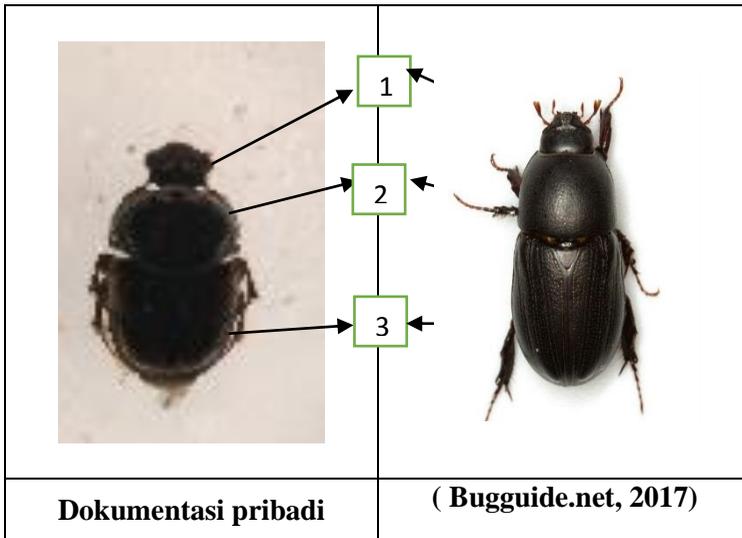
9. Famili Chrysomelidae (*Dibolia sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : Famili Chrysomelidae memiliki tubuh relatif kecil, pendek, agak pendek gemuk dan bulat telur. Kepala memanjang menjadi suatu moncong, ujung abdomen biasanya tertutup elytra. Antena pendek, kurang dari setengah panjang tubuh. Biasanya ditemukan di areal pertanaman budiday (Siwi, 1991) Tubuh berwarna kecokelatan dan terdapat elytra pada abdomen, berukuran 3-5 mm. Memiliki antena pendek. Caput Berwarna hitam hingga orange.

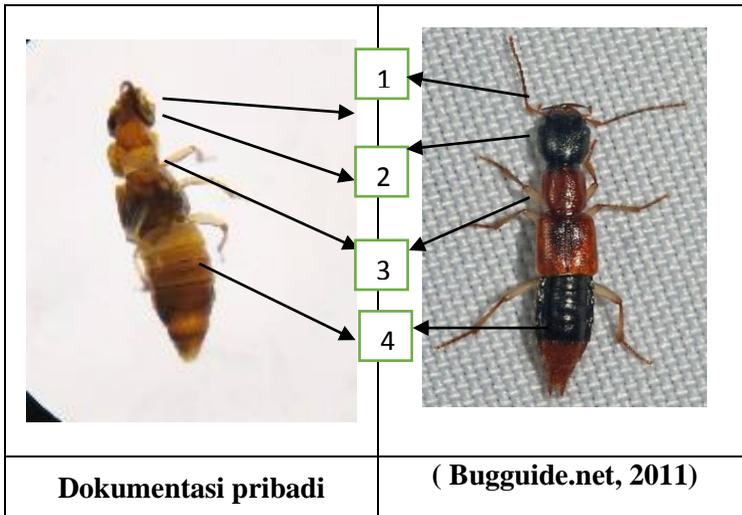
10. Famili Scarabaeidae (*Euethola sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : memiliki ukuran tubuh 5 mm berwarna hitam berbulu. Kepala bulat kecil terdapat sepasang antena tersusun atas 4 ruas silindris dan 3 ruas berbentuk lembaran. Famili Scarabaeidae merupakan kumbang scrabid atau kumbang-kumbang yang cembung, bulat telur atau memanjang, dan bertubuh berat, dengan tarsi 5 ruas (dengan tarsi depan tidak ada) sungut 8-11 ruas dan berlembar. Tiga ruas terakhir sungut meluas menjadi struktur-struktur seperti keping yang dapat dibentangkan secara lebar atau bersatu membentuk satu pada ujung yang padat. Tibia depan kurang lebih membesar, dengan pinggiran luar bergerigi atau berlekuk (Borrer, dkk., 1992).

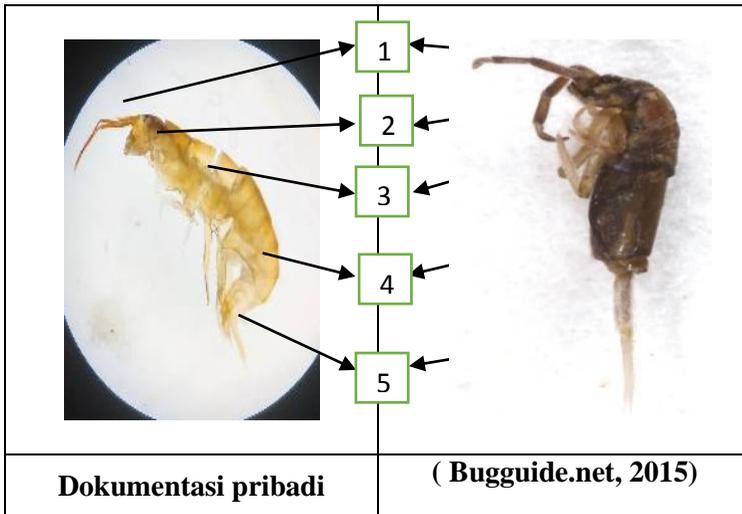
11. Famili Staphylinidae (*Paederus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : memiliki ukuran tubuh 2 mm, berwarna hitam. Kepala oval terdapat sepasang antena yang tersusun atas 11 ruas. Bagian thorak dengan 2 ruas, 3 pasang kaki. Bagian abdomen terdapat 5 ruas. Famili Staphylinidae merupakan kumbang pengembara yang aktif (berjalan dan terbang dengan cepat). Kebanyakan dari kumbang ini berwarna hitam atau coklat, ukuran cukup beragam yang terbesar panjangnya kira-kira 25 mm, dan sebagian besar sebagai pemangsa serangga lain (Borror, dkk., 1992).

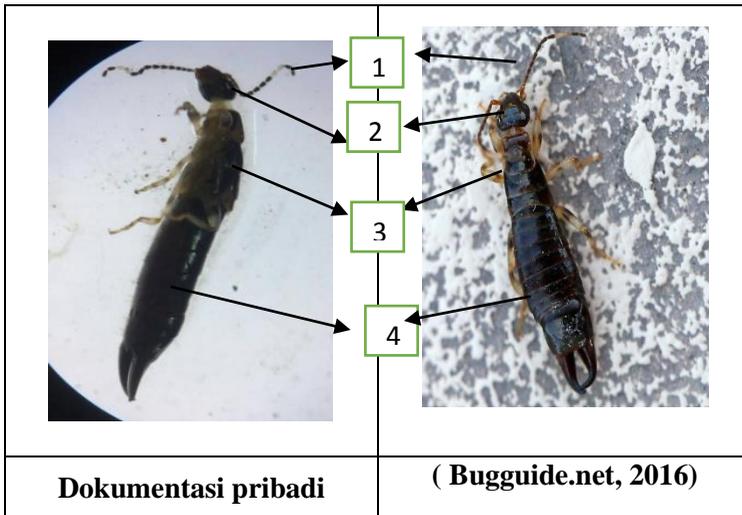
12. Famili Paronellidae (*Pseudoparonella* sp.)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen, 5 : furcula

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : memiliki ukuran tubuh 3 mm berwarna hitam, tubuh bersegmen, kepala kecil memiliki sepasang antena sama panjang dengan tubuh, memiliki ekor pegas tersembunyi pada bagian ventral abdomen. Famili Paronellidae merupakan satu kelompok jenis yang agak besar dari serangga-ekor pegas yang langsing yang menyerupai isotomi, tetapi mempunyai sebuah ruas abdomen ke mepat yang besar. Selain itu, beberapa setae yang kokoh, sisik-sisik, sungut yang sangat panjang, tungkai dan kombinasi warna yang beranekaragam (Borror, dkk., 1992).

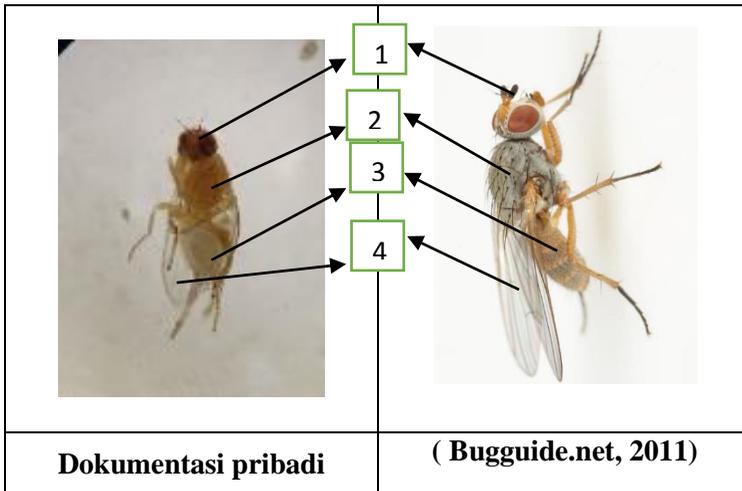
13. Famili Anisolabididae (*Titanolabis sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : memiliki bentuk tubuh yang memanjang, ramping dan agak gepeng. Memiliki sersi tipe labila minor, antena lurus tidak terdapat bercak putih, warna tubuhnya hitam kecokeltan dengan panjang tubuhnya 14 mm, serangga ini memakan sayuran dan buah-buahan. Cocopet adalah serangga yang memanjang, ramping dan agak gepeng yang menyerupai kumbang-kumbang pengembara tetapi mempunyai cersi seperti capit. Mereka dalam ekosistem memakan tumbuh-tumbuhan (Borror, dkk., 1992).

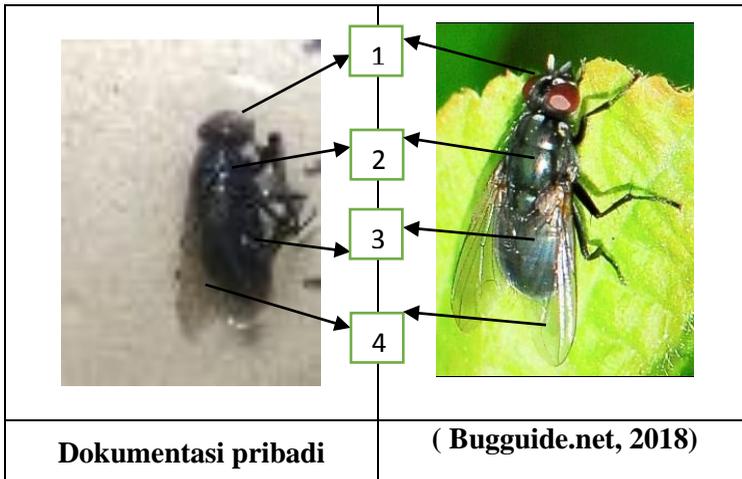
14. Famili Agromyzidae (*Pegomya sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen, 4 : sayap

Karakteristik *Pegomya hyoscyami* tipe normal dicirikan dengan mata merah, mata majemuk berbentuk bulat agak ellips dan mata tunggal (oceli) pada bagian atas kepalanya dengan ukuran relatif lebih kecil dibanding mata majemuk (Robert, 2005), warna tubuh kuning kecokelatan dengan cincin berwarna hitam di tubuh bagian belakang. Ukuran tubuh *Pegomya hyoscyami* berkisar antara 3-5 mm (Indayati, 1999). Sayap *Pegomya hyoscyami* cukup panjang dan transparan (Karmana, 2010), Posisi sayapnya bermula dari thorak, vena tepi sayap (costal vein) memiliki dua bagian yang terinterupsi dekat dengan tubuhnya. aristanya pada umumnya berbentuk rambut dan memiliki 7-12 percabangan (Indiyati, 1999). Crossvein posterior umumnya berbentuk lurus, tidak melengkung (Milkman, 1965). Thoraknya memiliki bristle, baik panjang dan pendek, sedangkan abdomen bersegmen lima dan bergaris hitam (Chumaisah, 2002).

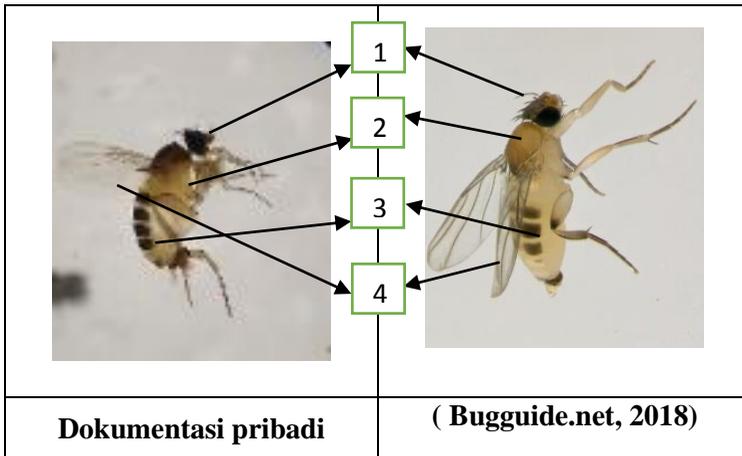
15. Famili Muscidae (*Calliphora sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen, 4 : sayap

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : warna tubuh hitam kecokelatan dengan ukuran tubuh 10 mm. Di daerah thorak terdapat rambut. Famili Muscidae memiliki sel pendek dan tidak mencapai tepi sayap, bawah permukaan scutellum biasanya tanpa rambut-rambut lurus, umumnya mempunyai lebih dari satu rambut. Dapat ditemukan di semua tempat, beberapa berperan sebagai hama, ada yang bertindak sebagai sektor penyakit (Siwi, 1991).

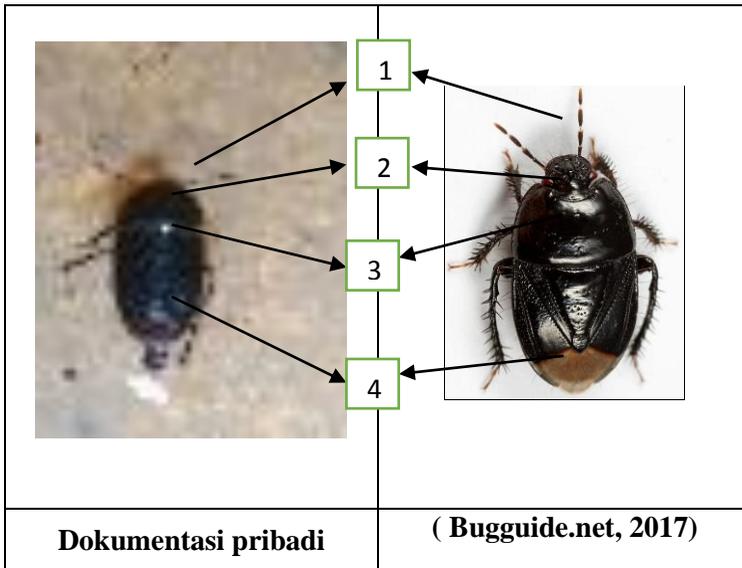
16. Famili Phoridae (*Megaselia sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen, 4 : sayap

Kelompok famili Phoridae dapat diidentifikasi dengan melihat kaki belakangnya. Segmen pertama dari kaki belakang yaitu bagian femora biasanya lurus (tidak melengkung, hanya lebar dan lurus). Hal ini yang menjadi pembeda dasar dengan famili lainnya. Karakteristik lainnya adalah punggung bungkuk dan terdapat urat sayap. Famili Phoridae dapat bermetamorfosis sempurna (Oscoz, 2011).

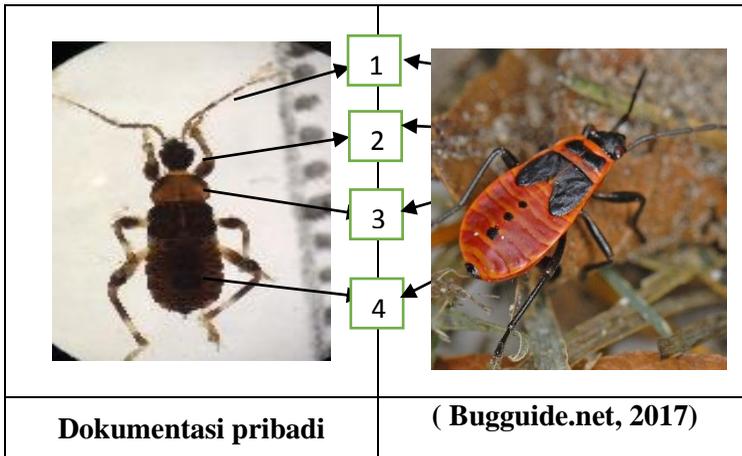
17. Famili Cydnidae (*Legnotus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : panjang tubuhnya 4 mm berwarna coklat hitam bentuk tubuhnya bulat telur, antena 1 pasang 4 ruas, tungkai 3 pasang, sayap menyamping (sebagian sayapnya keras dan sebagian seperti selaput). Famili ini sering disebut dengan kepik penggali tanah. Warnanya hitam atau coklat kemerah-merahan. Panjang tubuh kurang dari 8 mm bentuk bulat telur mempunyai tibia yang berduri. Skuletum segitiga, tidak meluas sampai ujung abdomen (Borror, dkk., 1996).

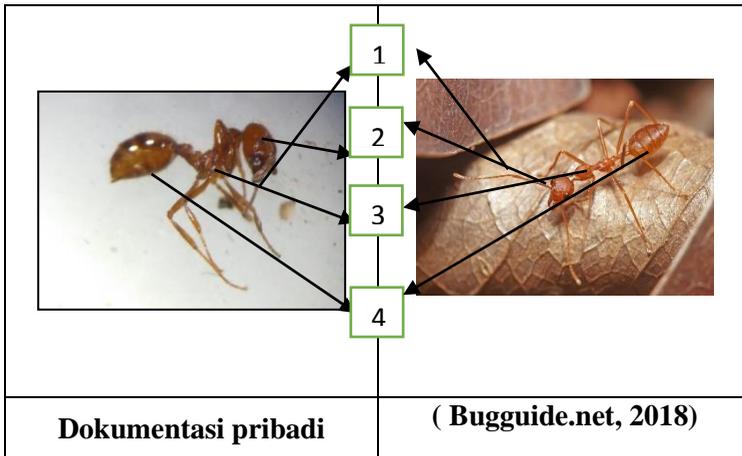
18. Famili Pyrrhocoridae (*Pyrrhocoris sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : warna hitam kecokelatan. Pada ujung terdapat sepasang antena yang tersusun atas 4 ruas pada setiap antena. Tubuh berbentuk oval memanjang dengan ukuran 11 mm. Bagian ujung kepala lancip berwarna cokelat. Famili Pyrrhocoridae memiliki ciri-ciri badan oval memanjang, femur kaki depan tidak meneba, dan memiliki antena 4 ruas. fauna ini dapat ditemukan di pertanaman kapas, bambu, kubis, dan rumput-rumputan. Umumnya sebagai hama, terutama merusak buah, pada kapas dapat mengurangi hasil yang cukup berarti (Siwi, 1991).

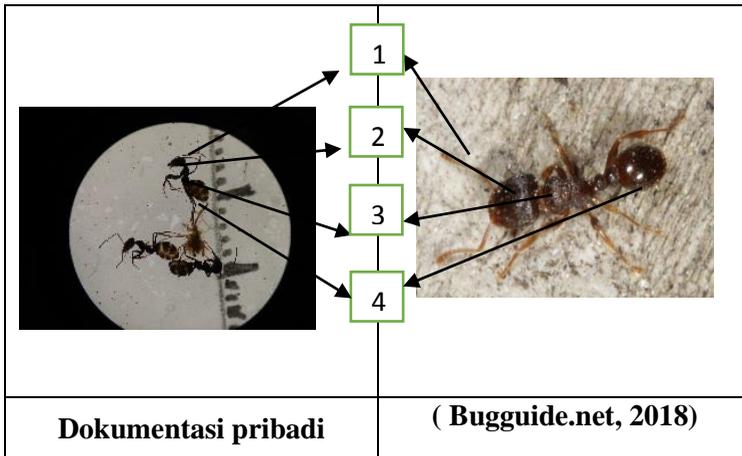
19. Famili Formicidae 1 (*Oecophylla sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Semut rangrang (*Oecophylla smaragdina*) termasuk serangga dalam ordo Hymenoptera dan famili Formicidae. Semut rangrang mempunyai ciri dengan ukuran tubuh yang besar memanjang, berwarna coklat kemerahan dan tidak memiliki sengat. Semut ini memiliki antena 12 ruas, mandibula berbentuk segitiga memanjang, posisi soket jauh berada di belakang klipeus, petiole memanjang dan lebih rendah (Lestari, 2103). Semut rangrang merupakan serangga sosial yang hidup dalam satu masyarakat yang di sebut koloni. Koloni semut rangrang terdiri atas kasta reproduktif dan kasta non reproduktif. Ratu dan semut jantan merupakan anggota kasta reproduktif. Ratu memiliki ukuran tubuh sekitar 15-16 mm dan semut jantan berukuran 8-10 mm. Ratu dan semut jantan memiliki sayap. Semut pekerja merupakan semut betina kasta non reproduktif yang berukuran 5 mm dan tidak memiliki sayap (Harlan, 2006).

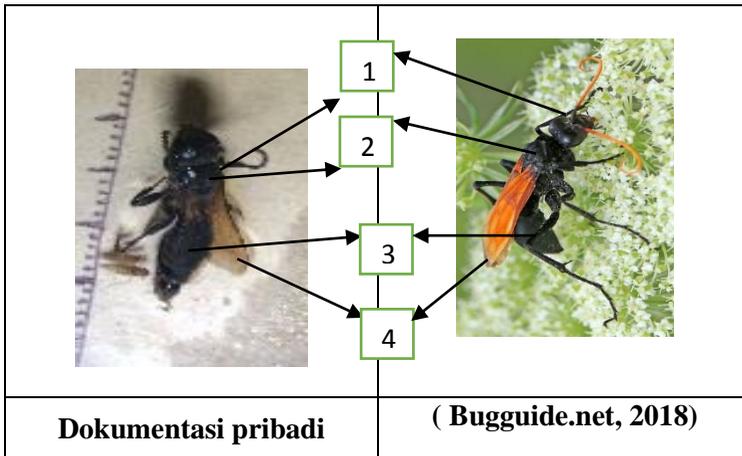
20. Famili Formicidae 2 (*Formica sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : ukuran tubuh 9-10 mm berwarna hitam, abdomen bersegmen, memiliki sepsang antena berbentuk siku yang terletak dikepala dengan 11 ruas, mata oval dan terletak agak kesamping dengan tipe mulut menggigit. Serangga ini tidak memiliki sayap, karena sudah mengalami proses reduksi. Ruas pertama abdomen berbentuk seperti bonggol yang tegak. ANtena 13 ruas, ruas pertama panjang. Susunan vena normal atau agak mereduksi, tidak berambut banyak. Di dalam ekosistem serangga ini berperan sebagai predator terhadap serangga lainnya (Suin, 1997).

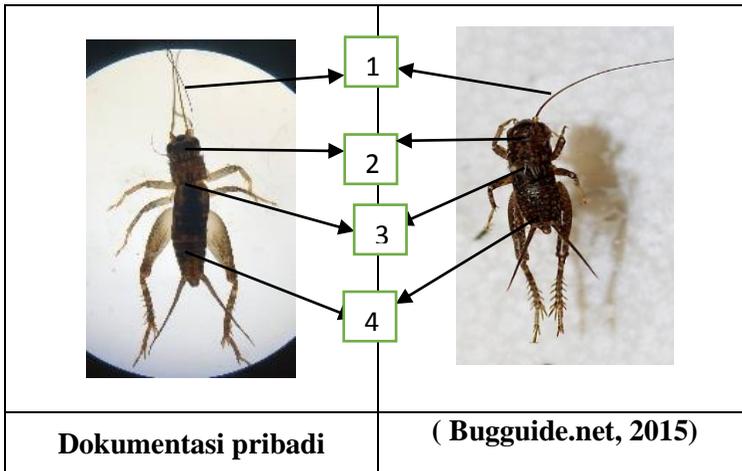
21. Famili Pompilidae (*Entypus sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen, 4 : sayap

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : family Pompilidae adalah tabuh-tabuhan yang ramping dengan tungkai-tungkai berduri yang panjang, pronotum yang agak segi empat pada pandangan lateral, dan satu lekukan transversal yang menicri melewati mesopleuron. Serang dari kelompok ini panjangnya 15-25 mm. Kebanyakan tubuh berwarna gelap dengan sayap-sayap yang berawan dan kekuning-kuningan (Borrer dkk., 1992).

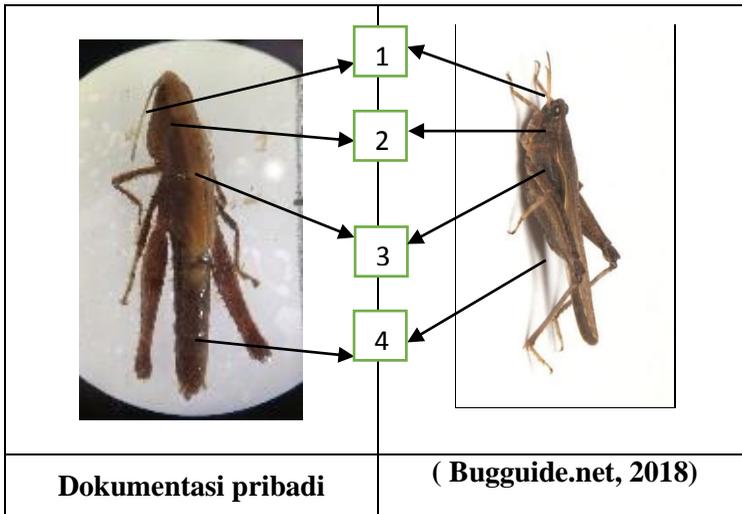
22. Famili Gryllidae (*Gryllus sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : tubuhnya berwarna coklat hitam. Perut bersegmen, 1 pasang kaki besar yang paling belakang digunakan untuk meloncat dan kepala terdapat sepasang antena. Berwarna hitam setelah dewasa, akan tetapi ketika umurnya masih muda tubuhnya berwarna agak keputihan memiliki sepasang antena didekat ke dua matanya. Matanya sendiri berada dibagian ujung depan tubuhnya dan terlihat jelas. Di alam, seranga ini berperan sebagai herbivora (Borror, dkk., 1992).

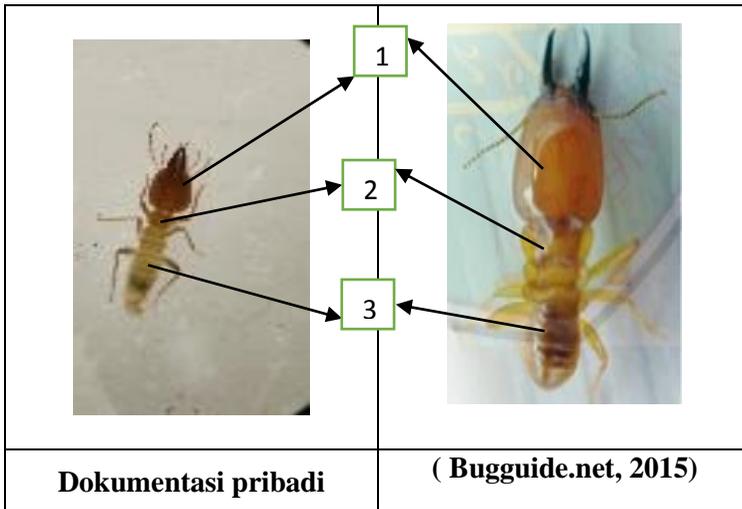
23. Famili Acrididae (*Metaleptea sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3 : thoraks, 4: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : panjang tubuh 9 mm berwarna cokelat, antena 1 pasang panjangnya 3 mm, toraks mengerucut kebelakang menutupi abdomen, tungkai 3 pasang (femur pada tungkai belakangnya besar, tibia berduri). Belalang dapat dikenali dengan pronotumnya yang khas meluas ke belakang di atas abdomen menyempit dibagian posterior, tarsi depan dan tengah 2 ruas, tarsi belakang 3 ruas. Panjangnya 13-19 mm, ukuran belalang betina lebih besar daripada yang jantan (Borror, dkk., 1996).

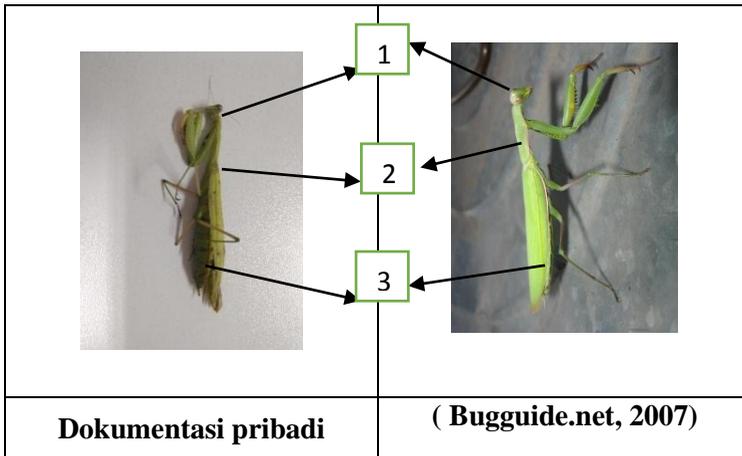
24. Famili Termitidae (*Coptotermes* sp.)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : ukuran tubuh 4 mm, dengan warna tubuh putih pada bagian thorak dan abdomen, dibagian kepala terdapat sepasang antena tersusun atas 12 ruas, dan tonjolan berwarna kuning dibagian mandibel. Famili Termitidae mempunyai ciri mandibel menyusut, kepala menjulur kedepan menjadi tonjolan seperti hidung yang panjang. Kelompok ini mencakup rayap-rayap tanpa serdadu, dan rayap-rayap bentuk hidung panjang. Rayap-rayap tanpa serdadu membuat lubang dibawah kayu lempengan-lempengan tinja sapi dan kepentingan ekonominya tidak ada (Borror, dkk., 1992).

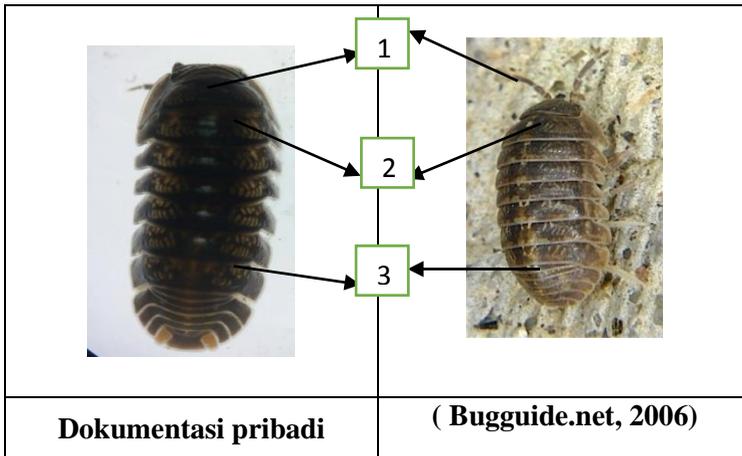
25. Famili Mantidae (*Mantis sp.*)



Keterangan : 1 : cepal, 2 : thoraks, 3: abdomen

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : Famili Mantidae memiliki ciri bentuk tubuh besar dan memanjang dengan ukuran 12 mm, antena pendek, prothoraks panjang, femur dilengkapi dengan duri-duri dan kaki depan berfungsi sebagai penangkap mangsa. Abdomen beruas-ruas dan ujung abdomen lancip. Caput berbentuk segitiga. Umumnya berwarna crem (Cokelat muda) atau hijau dengan beberapa bagian berwarna hitam dan kuning (Siwi, 1991). Banyak di temukan disekitar petanaman. Serangga ini mempunyai peranan sebagai predator yang efektif.

26. Famili Philosciidae (*Laevophiloscia sp.*)



Keterangan : 1 : antena, 2 : cepal, 3: segmen tubuh

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ciri-ciri sebagai berikut : famili ini memiliki bentuk oval memanjang dengan ukuran 10-11 mm berwarna kehitaman. Tubuhnya menggulung seperti bola jika dalam bahaya. Panjang tubuh tidak lebih dari 3 kali lebarnya. Kaki 7 pasang. Segmen-segmen tubuh bersatu membentuk plat pelindung (zirah). Warna hitam, biru baja, atau abu-abu (Suin, 2012)

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Indeks Keanekaragaman Makrofauna

Reject Product (1)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	2	4,44	0,04	-3,11	-0,14
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	2	4,44	0,04	-3,11	-0,14
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	1	2,22	0,02	-3,81	-0,08
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eueteola rugiceps</i>	1	2,22	0,02	-3,81	-0,08
Hymenoptera	Formicidae 1	<i>Oecophylla sp.</i>	9	20	0,20	-1,61	-0,32
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	1	2,22	0,02	-3,81	-0,08
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	29	64,44	0,64	-0,44	-0,28
Total			45	100			-1,14
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,14				

Reject Product (2)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	1	1,25	0,01	-4,38	-0,05
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	2	2,50	0,03	-3,69	-0,09
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola rugiceps</i>	2	2,50	0,03	-3,69	-0,09
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	3	3,75	0,04	-3,28	-0,12
Hymenoptera	Formicidae 2	<i>Formica sp.</i>	27	33,75	0,34	-1,09	-0,37
Mantodea	Mantidae	<i>Mantis sp.</i>	1	1,25	0,01	-4,38	-0,05
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	44	55,00	0,55	-0,60	-0,33
Total			80	100			-1,11
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,11				

Reject Product (3)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 1	<i>Trochosa sp.</i>	2	3,92	0,04	-3,24	-0,13
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	5	9,8	0,10	-2,32	-0,23
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	1	1,96	0,02	-3,93	-0,08
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	1	1,96	0,02	-3,93	-0,08
Hymenoptera	Formicidae 2	<i>Formica sp.</i>	19	37,25	0,37	-0,99	-0,37
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	22	43,14	0,43	-0,84	-0,36
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	1	1,96	0,02	-3,93	-0,08
Total			51	100			-1,32
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,32				

Reject Product (4)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	3	7,32	0,07	-2,61	-0,19
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euethola sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	32	78,05	0,78	-0,25	-0,19
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Total			41	100			-0,93
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			0,93				

Reject Product (5)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	4	7,41	0,07	-2,60	-0,19
Thelyphonida	Thelyphonidae	<i>Thelyphonus sp.</i>	1	1,85	0,02	-3,99	-0,07
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	2	3,7	0,04	-3,30	-0,12
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	3	5,56	0,06	-2,89	-0,16
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	3	5,56	0,06	-2,89	-0,16
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	1	1,85	0,02	-3,99	-0,07
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	1	1,85	0,02	-3,99	-0,07
Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris sp.</i>	1	1,85	0,02	-3,99	-0,07
Hymenoptera	Formicidae 2	<i>Formica sp.</i>	4	7,41	0,07	-2,60	-0,19
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	33	61,11	0,61	-0,49	-0,30
Orthoptera	Tetrigidae	<i>Metaleptea sp.</i>	1	1,85	0,02	-3,99	-0,07
Total			54	100			-1,50
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,50				

Reject Product (6)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	3	11,11	0,11	-2,20	-0,24
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	2	7,41	0,07	-2,60	-0,19
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	1	3,70	0,04	-3,30	-0,12
Diptera	Agromyzidae	<i>Pegomya sp.</i>	1	3,70	0,04	-3,30	-0,12
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	19	70,37	0,70	-0,35	-0,25
Diptera	Phoridae	<i>Megaselia sp.</i>	1	3,70	0,04	-3,30	-0,12
Total			27	100			-1,05
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,05				

Spoil (1)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	8	7,92	0,08	-2,53	-0,20
Scolopendromorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,61	-0,05
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	24	23,76	0,24	-1,43	-0,34
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,61	-0,05
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,51	-0,11
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,51	-0,11
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	22	21,78	0,22	-1,51	-0,33
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,51	-0,11
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	15	14,85	0,15	-1,90	-0,28
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	10	9,9	0,10	-2,30	-0,23
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	8	7,92	0,08	-2,53	-0,20
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,51	-0,11
Total			101	100			-2,10
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			2,10				

Spoil (2)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	6	8,93	0,09	-2,42	-0,22
Thelyphonida	Thelyphonidae	<i>Thelyphonus sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	24	42,86	0,43	-0,85	-0,36
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	3	5,36	0,05	-2,93	-0,16
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	5	7,14	0,07	-2,64	-0,19
Hymenoptera	Formicidae	<i>Oecophylla sp.</i>	3	5,36	0,05	-2,93	-0,16
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	10	17,86	0,18	-1,72	-0,31
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	2	3,57	0,04	-3,33	-0,12
Total			56	100			-1,84
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,84				

Spoil (3)

Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	3	3,85	0,04	-3,26	-0,13
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	22	28,21	0,28	-1,27	-0,36
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	3	3,85	0,04	-3,26	-0,13
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Eueteola sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	8	10,26	0,10	-2,28	-0,23
Dermaptera	Anisoblabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	2	2,56	0,03	-3,66	-0,09
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	2	2,56	0,03	-3,66	-0,09
Hemiptera	Pyrhocoridae	<i>Pyrhocoris sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	21	26,92	0,27	-1,31	-0,35
Hymenoptera	Pompilidae	<i>Entypus sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	11	14,1	0,14	-1,96	-0,28
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Diptera	Phoridae	<i>Megaselia sp.</i>	1	1,28	0,01	-4,36	-0,06
Total			78	100			-1,99
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,99				

Spoil (4)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)

Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	4	8,89	0,09	-2,42	-0,22
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	9	20	0,20	-1,61	-0,32
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	2	4,44	0,04	-3,11	-0,14
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	9	20	0,20	-1,61	-0,32
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	2	4,44	0,04	-3,11	-0,14
Hymenoptera	Formicidae	<i>Oecophylla sp.</i>	3	6,67	0,07	-2,71	-0,18
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	7	15,56	0,16	-1,86	-0,29
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	8	17,78	0,18	-1,73	-0,31
Total			45	100			-2,00
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			2,00				

Spoil (5)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	4	9,76	0,10	-2,33	-0,23
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	18	43,9	0,44	-0,82	-0,36
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	2	4,88	0,05	-3,02	-0,15
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	2	4,88	0,05	-3,02	-0,15
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	1	2,44	0,02	-3,71	-0,09
Hemiptera	Cydnidae	<i>Legnotus sp.</i>	3	7,32	0,07	-2,61	-0,19
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	3	7,32	0,07	-2,61	-0,19
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	2	4,88	0,05	-3,02	-0,15
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	6	14,63	0,15	-1,92	-0,28
Total			41	100			-1,78
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,78				

Spoil (6)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	22	39,29	0,39	-0,93	-0,37
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	8	14,29	0,14	-1,95	-0,28
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	2	3,57	0,04	-3,33	-0,12
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	6	10,71	0,11	-2,23	-0,24
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	9	16,07	0,16	-1,83	-0,29
Isopoda	Philosciidae	<i>Laevophiloscia sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	6	10,71	0,11	-2,23	-0,24
Diptera	Phoridae	<i>Megaselia sp.</i>	1	1,79	0,02	-4,03	-0,07
Total			56	100			-1,75
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,75				

Kontrol (1)

Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,52	-0,10
Scolopendromorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	3	2,97	0,03	-3,52	-0,10
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	2	1,98	0,02	-3,92	-0,08
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	12	11,88	0,12	-2,13	-0,25
Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Trigoniulus sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,62	-0,05
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,62	-0,05
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	2	1,98	0,02	-3,92	-0,08
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,62	-0,05
Diptera	Agromyzidae	<i>Pegomya sp.</i>	5	4,95	0,05	-3,01	-0,15
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	2	1,98	0,02	-3,92	-0,08
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	7	6,93	0,07	-2,67	-0,18
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	11	10,89	0,11	-2,22	-0,24
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	50	47,52	0,48	-0,74	-0,35
Diptera	Phoridae	<i>Megaselia sp.</i>	1	0,99	0,01	-4,62	-0,05
Total			101	100			-1,88
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,88				

Kontrol (2)

Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Scolopendromorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	6	7,89	0,08	-2,54	-0,20
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	4	5,26	0,05	-2,94	-0,15
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	33	43,42	0,43	-0,83	-0,36
Diptera	Agromyzidae	<i>Pegomya sp.</i>	1	1,32	0,01	-4,33	-0,06
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	3	3,95	0,04	-3,23	-0,13
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	1	1,32	0,01	-4,33	-0,06
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	26	34,21	0,34	-1,07	-0,37
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	2	2,63	0,03	-3,64	-0,10
Total			76	100			-1,42
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,42				

Kontrol (3)

Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	4	6,15	0,06	-2,79	-0,17
Scolopendromorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	6	9,23	0,09	-2,38	-0,22
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	2	3,08	0,03	-3,48	-0,11
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	4	6,15	0,06	-2,79	-0,17
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	2	3,08	0,03	-3,48	-0,11
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	5	7,69	0,08	-2,56	-0,20
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	11	16,92	0,17	-1,78	-0,30
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	2	3,08	0,03	-3,48	-0,11
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	29	44,62	0,45	-0,81	-0,36
Total			65	100			-1,74
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,74				

Kontrol (4)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	3	2,73	0,03	-3,60	-0,10

Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	2	1,82	0,02	-4,01	-0,07
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	4	3,64	0,04	-3,31	-0,12
Coleoptera	Carabidae	<i>Nippononebria sp.</i>	1	0,91	0,01	-4,70	-0,04
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	9	8,18	0,08	-2,50	-0,20
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	1	0,91	0,01	-4,70	-0,04
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	12	10,91	0,11	-2,22	-0,24
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	1	0,91	0,01	-4,70	-0,04
Diptera	Agromyzidae	<i>Pegomya sp.</i>	2	1,82	0,02	-4,01	-0,07
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	2	1,82	0,02	-4,01	-0,07
Hemiptera	Cydnidae	<i>Legnotus sp.</i>	1	0,91	0,01	-4,70	-0,04
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	6	5,45	0,05	-2,91	-0,16
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	1	0,91	0,01	-4,70	-0,04
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	65	59,09	0,59	-0,53	-0,31
Total			110	100			-1,57
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,57				

Kontrol (5)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidososa sp.</i>	2	4,55	0,05	-3,09	-0,14
Scolopendromorpha	Geophilidae	<i>Geophilus sp.</i>	1	2,27	0,02	-3,78	-0,09

Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	3	6,82	0,07	-2,69	-0,18
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	3	6,82	0,07	-2,69	-0,18
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	4	9,09	0,09	-2,40	-0,22
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	1	2,27	0,02	-3,78	-0,09
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	8	18,18	0,18	-1,70	-0,31
Diptera	Muscidae	<i>Calliphora sp.</i>	1	2,27	0,02	-3,78	-0,09
Hemiptera	Cydnidae	<i>Legnotus sp.</i>	1	2,27	0,02	-3,78	-0,09
Orthoptera	Tetrigidae	<i>Metaleptea sp.</i>	1	2,27	0,02	-3,78	-0,09
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	19	43,18	0,43	-0,84	-0,36
Total			44	100			-1,83
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,83				

Kontrol (6)							
Ordo	Famili	Morfo spesies	ni	Pi	ni/N	ln(ni/N)	ni/N*ln(ni/N)
Araneae	Lycosidae 2	<i>Rabidosa sp.</i>	6	3,67	0,04	-3,31	-0,12
Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus sp.</i>	4	2,75	0,03	-3,59	-0,10
Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus sp.</i>	4	2,75	0,03	-3,59	-0,10

Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dibolia sp.</i>	6	3,67	0,04	-3,31	-0,12
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Euetheola sp.</i>	2	1,83	0,02	-4,00	-0,07
Collembola	Paronellidae	<i>Pseudoparonella sp.</i>	17	15,6	0,16	-1,86	-0,29
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Titanolabis sp.</i>	6	3,67	0,04	-3,31	-0,12
Hemiptera	Cydnidae	<i>Legnotus sp.</i>	4	2,75	0,03	-3,59	-0,10
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	8	7,34	0,07	-2,61	-0,19
Isoptera	Termitidae	<i>Coptotermes sp.</i>	50	45,87	0,46	-0,78	-0,36
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	2	1,83	0,02	-4,00	-0,07
Total			109	100			-1,85
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			1,85				

Lampiran 3. Hasil analisis korelasi Pearson dengan SPSS 16.0 antara keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik tanah

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
C-Organik	1.3822	.36893	18
Jumlah Spesies	9.7222	2.56230	18

Correlations

		C-Organik	Jumlah Spesies
C-Organik	Pearson Correlation	1	-.008
	Sig. (2-tailed)		.975
	N	18	18
Jumlah Spesies	Pearson Correlation	-.008	1
	Sig. (2-tailed)	.975	
	N	18	18

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
C-Organik	1.3822	.36893	18
Jumlah Individu	65.5556	25.87122	18

Correlations

		C-Organik	Jumlah Individu
C-Organik	Pearson Correlation	1	-.078
	Sig. (2-tailed)		.758
	N	18	18
Jumlah Individu	Pearson Correlation	-.078	1
	Sig. (2-tailed)	.758	
	N	18	18