

**PENGARUH PERBEDAAN JUMLAH MASUKAN BAHAN ORGANIK
TERHADAP KELIMPAHAN MAKROFAUNA TANAH DI UB FOREST**

SKRIPSI

**OLEH
NOEGRAHA SHOLEHUDDIN**



2018



**PENGARUH PERBEDAAN JUMLAH MASUKAN BAHAN ORGANIK
TERHADAP KELIMPAHAN MAKROFAUNA TANAH DI UB FOREST**

**OLEH
NOEGRAHA SHOLEHUDDIN
145040200111185**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG**

2018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Purwakarta pada tanggal 15 September 1995 sebagai putra tunggal dari keluarga Bapak Asep Mulyana dan Hani Ummu Hani (Alm.)

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Bunder Kecamatan Jatiluhur Kabupaten Purwakarta pada tahun 2001 sampai 2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 3 Purwakarta pada tahun 2007 sampai tahun 2010. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Soreang Kabupaten Bandung Barat dan selesai pada tahun 2013. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Tanah dengan minat Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada jalur tes tulis atau Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis telah mengikuti program magang kerja yang bertempat di perkebunan kelapa sawit milik PT. Nusantara Sawit Persada selama dua bulan.

Selama masa perkuliahan penulis mengikuti LKM (Lembaga Kedaulatan Mahasiswa) KUTUB yang merupakan Komunitas Unit Teater Universitas Brawijaya. Pernah menjabat sebagai kepala divisi pengkaryaan KUTUB yang berperan dalam apresiasi, mengoptimalkan minat dan bakat anggota serta menyelenggarakan Pentas Karya Brawijaya yang sering diadakan selama 1 tahun sekali. Selain aktif di lembaga penulis juga aktif dalam keikutsertaan panitia acara baik di tingkat fakultas maupun universitas.

RINGKASAN

Noegraha Sholehuddin. 145040200111185. Pengaruh Perbedaan Jumlah Masukan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrofauna Tanah Di UB Forest. Dibawah bimbingan Cahyo Prayogo sebagai pembimbing utama dan Rina Rachmawati sebagai pembimbing kedua.

Data penghitungan deforestasi Indonesia periode 2003-2006 menggunakan citra Landsat 7 ETM+ menghasilkan angka deforestasi Indonesia sebesar 1,17 juta ha per tahun. Data terakhir penghitungan deforestasi Indonesia periode 2006-2009 menghasilkan angka deforestasi Indonesia sebesar 0,83 juta ha per tahun. Hal inilah yang terjadi pada hutan pendidikan UB Forest yang terletak di kaki gunung lereng Arjuno Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Pada tahun 2009, oleh masyarakat sekitar hutan tersebut diusahakan menjadi lahan pertanian dengan sistem agroforestri pinus kopi dan lahan pertanian semusim. Tentu dengan adanya perubahan penggunaan lahan menjadi suatu pemicu terjadinya penurunan kualitas lahan terutama menurunnya biodiversitas fauna atau makrofauna tanah. Keberadaan fauna tanah dapat dijadikan sebagai parameter dari kualitas tanah, fauna tanah yang digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah yang tentunya memiliki jumlah yang relatif melimpah.

Lokasi penelitian dilaksanakan di hutan pendidikan UB Kecamatan Karangploso, Malang, Jawa Timur yang dimulai pada bulan November 2017 hingga Bulan Februari 2018. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan 9 plot pengamatan. Variabel yang diukur adalah pengambilan sampel serasah; pengambilan sampel makrofauna tanah (*Hand Sorting*) dan sampel tanah komposit untuk pengukuran C fraksionasi dan menganalisis kandungan C-organik tanah; pengukuran berat serasah; dan identifikasi makrofauna tanah dilakukan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Untuk melihat signifikansi pengaruh dari berbagai jenis penggunaan lahan terhadap makrofauna tanah dan variabel lainnya dilakukan uji ANOVA dengan taraf 5%. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan antar penggunaan lahan maka dilanjutkan dengan uji BNT menggunakan GENSTAT 18th edition. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar berbagai variabel pengukuran menggunakan aplikasi MS. Excel 2016.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kelimpahan individu makrofauna tanah yang didapat pada berbagai jenis penggunaan lahan sebesar 599 morfospesies. Jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th (PK4) memiliki indeks keanekaragaman makrofauna tanah tertinggi dibandingkan dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah pada penggunaan lahan Monokultur (PtMono), diduga karena masukan serasah, ketersediaan bahan organik dan kandungan C-organik memiliki hubungan yang cukup kuat terhadap kelimpahan makrofauna tanah sebagai tempat hidup makrofauna tanah dalam beraktifitas.



SUMMARY

Noegraha Sholehuddin. 145040200111185. Effect of Differences in the Amount of Input Organic Matter on Abundance of Soil Macrofauna in UB Forest. Guided by Cahyo Prayogo as a supervisor I and Rina Rachmawati as a supervisor II.

Indonesia's deforestation for the period 2003-2006 using Landsat 7 ETM showing that resulted in Indonesia's deforestation rate of 1,17 million ha per year. The latest data on Indonesia's deforestation calculation for the 2006-2009 period resulted in Indonesia's deforestation rate of 0,83 million ha⁻¹/year. This is what happened to the forest of education UB Forest. Located at the foot of the mountain slopes Arjuno District Karangploso Malang East Java. In 2009, the communities surrounding the forest were cultivated into agricultural land with a system of coffee agroforestry and annual agricultural. Change of land use becomes a trigger of the occurrence of deterioration of land quality. Especially the decline of biodiversity of fauna or macrofauna of land. The existence of soil fauna can be used as a parameter of soil quality, soil fauna used as bioindicator of soil fertility which of course has a relatively abundant.

This study was conducted in UB's education forest, Karangploso, Malang, East Java, start from November 2017 until February 2018. This study used survey method with 9 observation plots. The variables measured were litter sampling; sampling of soil macrofauna (Hand Sorting) and composite soil samples for fractionation C measurement and analyzing the soil C-organic content; litter weight measurement; and soil macrofauna identification was done in Soil Physics, Chemistry and Soil Biology Laboratory of Faculty of Agriculture Universitas Brawijaya Malang. To see the significance of the effects in different types of land use on soil macrofauna and other variables, an ANOVA test was performed at a 5% level. If there are significant differences between land use then proceed with BNT test using GENSTAT 18th edition. Correlation test is used to know the relationship between various measurement variables using MS application. Excel 2016.

The results showed that the total abundance of individual macrofauna of land obtained on various types of land use of 599 morphospecies. Types of land use Pinus Coffee age class pine 20 th (PK4) has the highest index of soil biodiversity compared with soil macrofauna diversity index on land use Monoculture (PtMono),

allegedly due to litter input, availability of organic materials and C-organic content has a sufficient relationship strong to the abundance of macrofauna of land as a place to live macrofauna land in the activity.



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Perbedaan Jumlah Masukan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrofauna Tanah Di UB Forest

Nama Mahasiswa : Noegraha Sholehuddin

NIM : 145040200111185

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Cahyo Prayogo, SP. MP. PhD
NIP. 19730103 199802 1 002

Rina Rachmawati, SP. MP. M. Eng
NIP. 19810125 200604 2 002

Diketahui,

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Cahyo Prayogo, SP. MP. PhD
NIP. 19730103 199802 1 002

Rina Rachmawati, SP. MP. M. Eng
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, Su
NIP. 19580214 198503 1 003

Syahrul Kurniawan, SP. MP. Ph D.
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Lulus:

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul Pengaruh Masukan Input Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrofauna Tanah Di UB Forest. Proposal penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Programstudi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani AR., MS. Selaku dekan fakultas pertanian, Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku ketua jurusan tanah, Cahyo Prayogo, SP. MP. Ph. D dan Rina Rachmawati, SP. MP. M. Eng selaku dosen pembimbing. Ungkapan terima kasih yang paling besar penulis sampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas limpahan doa, perhatian, semangat, dukungan dan kasih sayangnya.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Direktur Pengelola Hutan Pendidikan UB Forest yang telah memberikan ijin, pelayanan dan keamanannya kepada penulis dalam melaksanakan penelitian. Tak lupa kepada seluruh warga Desa Tawang Argo dan Desa Bocek yang telah memberikan ijin melakukan penelitian di beberapa lahan milik warga. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada kepala laboratorium biologi tanah dan teknisi laboratorium serta teman-teman yang telah membantu di laboratorium biologi tanah.

Terima kasih pula kepada sahabat-sahabat penulis, teman-teman satu Jurusan Tanah serta semua pihak yang namanya tidak sempat tertulis, tanpa bermaksud mengecilkan arti bantuan dan kebaikan yang telah diberikan. Semoga Allah memberikan balasan amal baik kepada mereka semua dengan pahala yang tidak terhingga.

Malang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	
RIWAYAT HIDUP	
RINGKASAN	
SUMMARY	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Kegunaan Penelitian.....	2
1.5 Hipotesis	2
1.6 Alur Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Makrofauna Tanah	4
2.2 Biodiversitas	5
2.3 Alih Guna Lahan	7
2.4 Bahan Organik.....	8
2.5 Sistem Agroforestri	9
2.6 Fraksionasi Karbon Tanah.....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.5 Analisa Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Inventarisasi Makrofauna Dan Pengaruh Jenis Penggunaan lahan Terhadap Kelimpahan Makrofauna Tanah	23



4.2 Hasil Pengukuran Masukan Bahan Organik Dan Kandungan C-Organik Pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan Di UB Forest.....	39
4.3 Pembahasan	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	56



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Jenis-jenis penggunaan lahan yang diamati	15
2.	Kelompok makrofauna tanah yang ditemukan di berbagai macam tegakan di hutan pendidikan UB Forest.....	23
3.	Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan dan Indeks Dominansi makrofauna tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest.....	36
4.	Rerata hasil pengukuran masukan bahan organik serasah dan analisis kandungan C-organik pada berbagai penggunaan lahan UB Forest.....	39
5.	Nilai rerata rasio antar frkasi C pada berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest.....	44



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Alur pikir penelitian	3
2.	Makrofauna cacing tanah	4
3.	Hasil penelitian kelimpahan meso-makrofauna tanah	8
4.	Proses dekomposisi bahan organik	9
5.	Sistem agroforestri sederhana	11
6.	Peta plot pengamatan hutan pendidikan UB Forest melalui Google Earth.....	14
7.	Dokumentasi plot pengamatan (a) Pinus Kopi (PK); (b) Pinus Monokultur (PM); (c) Pinus Sayur (PS); (d) Mahoni Talas (MT); (e) Mahoni Kopi (MK); (f) Monokultur Sawi (PtMono)	16
8.	Alat sortir makrofauna tanah modifikasi.....	17
9.	Skema pembuatan plot dan titik sampling pengambilan makrofauna	17
10.	Skema pengambilan sampel tanah segar.....	18
11.	Alat bejana untuk proses pengayakan C-fraksionasi	19
12.	(a) Dokumentasi Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae) (b) gambar literatur Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae).....	24
13.	(a) Dokumentasi larva (Coleoptera: Carabeidae) (b) gambar literatur larva (Coleoptera: Carabeidae)	25
14.	(a) Dokumentasi larva (Coleoptera: Scarabaeidae) (b) gambar literatur larva (Coleoptera: Scarabaeidae)	26
15.	(a) Dokumentasi imago Kumbang Kotoran (Coleoptera: Scarabaeidae) (b) gambar literatur Kumbang Kotoran (Coleoptera: Scarabaeidae).....	26
16.	(a) Dokumentasi Kumbang Pengembara (Coleoptera: Staphylinidae) (b) gambar literatur Kumbang Pengembara (Coleoptera: Staphylinidae) (Bug guide.net, 2018)	27
17.	(a) Dokumentasi Kumbang Ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) (b) literatur Kumbang Ladybird (Coleoptera: Coccinellidae).....	27
18.	(a) Dokumentasi Kumbang Daun (Coleoptera: Hispididae) (b) gambar literatur Kumbang Daun (Coleoptera:Hispididae).....	28
19.	(a) Dokumentasi Semut (Hymenoptera: Formicidae1) (b) gambar literatur Semut (Hymenoptera: Formicidae1).....	29
20.	(a) Dokumentasi Jangkrik (Orthoptera: Gryllidae) (b) gambar literatur Jangkrik (Orthoptera:Gryllidae)	29
21.	(a) Dokumentasi Anjing Tanah (Orthoptera: Gryllinae) (b) gambar literatur Anjing Tanah (Orthoptera: Gryllinae)	30



22. (a) Dokumentasi Kepik (Hemiptera:Reduviidae1) (b) gambar literatur Kepik (Hemiptera:Reduviidae1)	30
23. (a) Dokumentasi Kepik (Hemiptera:Reduviidae2) (b) gambar literatur Kepik (Hemiptera:Reduviidae2)	31
24. (a) Dokumentasi Ekor Pegas (Collembola: Isotomidae), (b) gambar literatur (Collembola: Isotomidae)	32
25. (a) Dokumentasi Rayap (Isoptera: Rhinotermitidae) (b) literatur Rayap (Isoptera:Rhinotermitidae)	32
26. (a) Dokumentasi larva Lalat (Diptera: Stratiomyidae) (b) literatur larva Lalat (Diptera:Stratiomyidae)	33
27. (a) Dokumentasi Tungau (Acari: Tetranychidae) (b) gambar literatur Tungau (Acari: Tetranychidae)	33
28. (a) Dokumentasi Laba-laba (Aranneida: Thromisidae) (b) gambar literatur Laba-laba (Aranneida:Thromisidae)	34
29. (a) Dokumentasi Kelabang (Scolopendromorpha: Scolopendra) (b) gambar literatur kelabang (Scolopendromorpha: Scolopendra)	35
30. (a) Boxplot kelimpahan individu makrofauna ($F_{8,18} = 2,65, P = 0.044$) dan (b) kelimpahan spesies makrofauna ($F_{8,18} = 2,19, P = 0.079$) tipe penggunaan lahan berbeda. Kode yang terdapat di dalam gambar plot pengamatan.....	35
31. Analisis agroekosistem (a) penggunaan lahan yang beragam (b) penggunaan lahan yang monokultur	37
32. Grafik rerata berat kering serasah In Situ	40
33. Grafik rerata berat masukan serasah Litter Trap.....	40
34. Grafik rerata bahan organik	41
35. Grafik rerata kandungan C-Organik.....	42
36. Grafik rerata nilai fraksi C labil	43
37. Grafik rerata kandungan fraksi C non labil.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Koordinat plot pengamatan pada berbagai penggunaan lahan di kawasan hutan pendidikan UB Forest Kec. Karangploso	55
2.	Uji ANOVA jumlah individu pada berbagai jenis penggunaan lahan	55
3.	Uji ANOVA jumlah spesies pada berbagai jenis penggunaan lahan	55
4.	Uji ANOVA masukan serasah (Litter Trap) pada berbagai jenis penggunaan lahan	56
5.	Uji ANOVA masukan serasah permukaan (in situ) pada berbagai jenis penggunaan lahan	56
6.	Uji ANOVA bahan organik pada berbagai jenis penggunaan lahan.....	56
7.	Uji ANOVA kandungan C-organik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan	56
8.	Uji ANOVA kandungan fraksi C labil pada berbagai jenis penggunaan lahan	56
9.	Uji ANOVA kandungan fraksi C non labil pada berbagai jenis penggunaan lahan	56
10.	Hasil uji korelasi	57
11.	Data-data hasil wawancara dengan petani pemilik lahan	58
12.	Data-data hasil pengukuran makrofauna, serasah dan bahan organik serta kandungan C-organik.....	61
13.	Perhitungan C-organik (%)	63
14.	Perhitungan Fraksi C labil.....	67
15.	Perhitungan fraksi C non labil	71



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peran hutan tropika dalam menjaga fungsi lingkungan terus menurun dalam 3 dekade terakhir yang disebabkan oleh meningkatnya konversi hutan menjadi lahan pertanian. Di Indonesia, dalam kurun waktu 1985-1997 telah mengalami alih guna lahan hutan seluas 20 juta ha atau 1,87 juta ha (Matthew, 2002). Data penghitungan deforestasi Indonesia periode 2003-2006 menggunakan citra Landsat 7 ETM+ menghasilkan angka deforestasi Indonesia sebesar 1,17 juta ha per tahun. Data terakhir penghitungan deforestasi Indonesia periode 2006-2009 menghasilkan angka deforestasi Indonesia sebesar 0,83 juta ha per tahun. Kementerian Kehutanan di dalam dokumen Rencana Kerja Kementerian Kehutanan tahun 2014 menyatakan bahwa laju deforestasi dan degradasi hutan untuk periode 2009-2011 tinggal 450 ribu ha (FWI, 2014).

Hal inilah yang terjadi pada hutan pendidikan UB yang terletak di kaki gunung lereng Arjuno Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Pada tahun 2009, oleh masyarakat sekitar hutan tersebut diusahakan menjadi lahan pertanian dengan sistem agroforestri pinus kopi dan lahan pertanian monokultur. Intervensi manusia seperti perubahan penggunaan lahan dan campur tangan manusia contohnya deforestasi, kebakaran hutan, penebangan liar dan pertanian monokultur dapat mengakibatkan turunnya biodiversitas dan kualitas tanah (Bonea, 2010).

Keanekaragaman makrofauna tanah berkaitan erat dengan bahan organik tanaman yang ditambahkan pada tanah. Menurut Susilo *et al.* (1997) aktivitas berbagai makrofauna tanah dapat berkaitan dengan dinamika bahan organik dan hara tanah. Dari hasil penelitiannya, dikatakan bahwa perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi pertanian, dapat mempengaruhi keanekaragaman makrofauna tanah. Hal ini diduga karena bahan organik yang dihasilkan oleh hutan lebih beragam daripada lahan pertanian semusim (Susilo *et al.* 1997) Peran aktif makrofauna tanah dalam menguraikan bahan organik tanah dapat mempertahankan dan mengembalikan produktivitas tanah dengan didukung oleh faktor lingkungan disekitarnya. Makrofauna tanah juga merupakan kunci penting dalam proses dekomposisi dan biodegradasi yang telah mati, perubahan organik tanah,

humifikasi, siklus nutrisi dan sifat fisik tanah seperti bobot isi, porositas dan ketersediaan air tanah (Blanchart *et al.* 2009).

Namun hubungan antara diversitas makrofauna tanah dan fungsi ekosistem yang sangat kompleks dan sebagian besar tidak diketahui. Karena tidak ada dan terbatasnya penelitian yang berfokus kepada konservasi biodiversitas makrofauna yang ditemukan di berbagai bentuk agroforestri dan mengingat potensi makrofauna tersebut diperlukan penelitian dasar tentang ekologi makrofauna tanah. Dimulai dari menginventarisir jenis-jenis yang ada agar dapat menilai tinggi nilai kandungan karbon yang tersedia dilihat dari aspek biodiversitas makroinvertebrata yang ditemukan (Sugiyarto, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Sejauh mana perubahan alih guna lahan yang berada di hutan pendidikan UB Forest dapat menjaga dinamika komposisi makrofauna serta kelimpahan makrofauna tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membandingkan pengaruh berbagai penggunaan lahan terhadap dinamika komunitas dan populasi serta kelimpahan makrofauna tanah.
2. Membandingkan pengaruh dan hubungan antara masukan bahan organik dan C-organik tanah terhadap dinamika populasi makrofauna tanah antar penggunaan lahan.
3. Mempelajari hubungan ukuran antar fraksi C tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan terhadap kelimpahan makrofauna tanah.

1.4 Kegunaan Penelitian

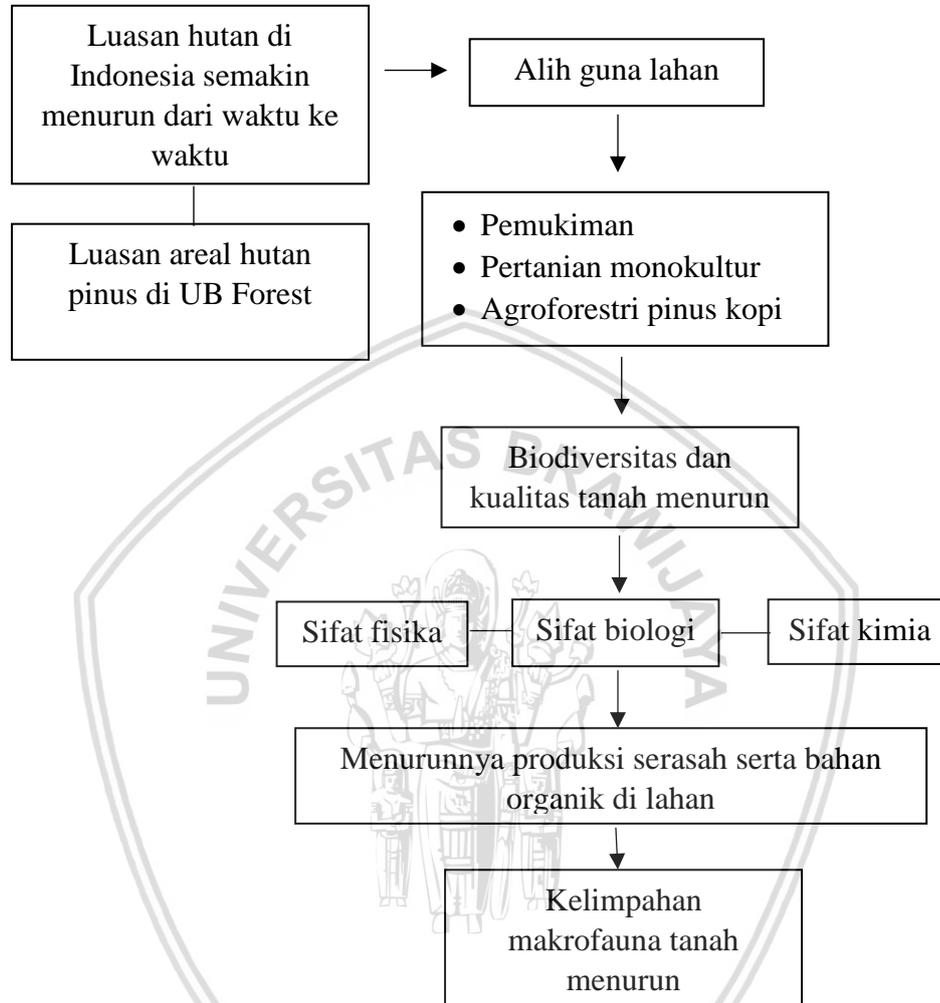
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai betapa pentingnya dalam menjaga keberadaan hutan dan bahan organik sebagai sumber konservasi keanekaragaman hayati pada suatu ekosistem.

1.5 Hipotesis

1. Kombinasi antara tanaman penayang dengan tanaman utama yang beragam mampu mempertahankan dan meningkatkan komposisi, struktur dan kelimpahan makrofauna tanah.
2. Semakin tingginya jumlah serasah yang ada dipermukaan dan kandungan C-organik tanah maka kelimpahan makrofauna tanah semakin melimpah.

3. Ukuran partikel agregat tanah yang besar memiliki nilai kandungan C-organik lebih besar dibandingkan ukuran partikel agregat yang kecil.

1.6 Alur Pikir



Gambar 1. Alur pikir penelitian

Sama halnya dengan kondisi luasan lahan hutan di Indonesia yang semakin menurun, UB Forest juga merupakan lahan yang dulunya hutan kini menjadi lahan pertanian dan agroforestri. Lahan yang ada di UB Forest dibedakan berdasarkan kelas umur tanaman dan jenis vegetasi sehingga berdampak pada hasil produksi serasah yang merupakan sumber utama bahan organik. Bahan organik yang dihasilkan suatu lahan merupakan habitat bagi makrofauna tanah dalam beraktivitas sehingga mempengaruhi kelimpahan makrofauna dalam tanah.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Makrofauna Tanah

Makrofauna tanah adalah hewan-hewan yang hidup diatas maupun dibawah permukaan tanah. Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah dapat dibedakan menjadi empat kelompok yaitu mikrofauna dengan diameter tubuh 0,02-0,2 mm, Mesofauna dengan diameter tubuh berukuran 0,2-2 mm contoh nematoda, collembola dan acarina, Makrofauna dengan diameter tubuh 2-20 mm contoh cacing, semut dan rayap. Megafauna dengan diameter tubuh lebih besar dari 2 cm contoh bekicot (Nusroh, 2007).

Mereka termasuk hewan invertebrata seperti semut, cacing tanah, rayap, kelabang, amphipoda, kaki seribu, siput dan keong. Organisme tersebut sangat berpengaruh aktifitas lingkungan seperti pertanian, hutan dan hutan terganggu. Sedangkan keberadaan makrofauna dapat terganggu oleh adanya perubahan iklim, resurgensi spesies, organisme transgenik, kebakaran hutan, longsor dan pencemaran (Ayuke *et al.* 2009).



Gambar 2. Makrofauna cacing tanah (Firmansyah *et al.* 2012)

Makrofauna tanah terdiri dari kelompok herbivora (pemakan tanaman) dan karnivora (pemangsa hewan-hewan kecil). Herbivora meliputi Annelida seperti cacing tanah, Mollusca seperti bekicot dan keong. Arthropoda meliputi seperti Crustaceae seperti kepiting dan Diplopoda seperti kaki seribu. Karnivora meliputi Arachnida seperti laba-laba, kutu, kalajengking dan Chilopoda seperti kelabang. Insecta meliputi belalang, kumbang, rayap, lalat, jangkrik dan semut. Serta fauna kecil yang bersarang dalam tanah seperti ular, tikus, kadal dan fauna kecil lainnya (Hanafiah *et al.* 2005). Sedangkan Suin (2012), membedakan makrofauna tanah yang aktif di permukaan tanah dan di dalam tanah.

Keberadaan makrofauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah bahan organik dalam tanah. Keberadaan makrofauna dapat dijadikan parameter dari kesuburan tanah tentunya sebagai bioindikator kesuburan tanah yang memiliki jumlah yang relatif melimpah (Putra, 2012). Dalam dekomposisi bahan organik, makrofauna tanah lebih banyak berperan dalam proses fragmentasi (*comminusi*) serta memberikan fasilitas lingkungan (*mikro habitat*) yang lebih baik bagi proses dekomposisi lebih lanjut yang dilakukan oleh kelompok mesofauna dan mikrofauna tanah serta berbagai jenis bakteri dan fungi (Sugiyarto *et al.* 2002).

Organisme yang berkedudukan didalam tanah diantaranya makrofauna tanah sanggup mengadakan perubahan-perubahan besar didalam tanah, terutama di lapisan tanah bagian atas (*top soil*). Dimana pada lapisan ini terdapat akar-akar tanaman serta bahan makanan yang cukup mudah diperoleh sehingga akar-akar tanaman yang mati dengan cepat dapat dibusukkan oleh fungi, bakteri dan golongan-golongan organisme yang lainnya (Sutedjo *et al.* 1996)

2.2 Biodiversitas

Biodiversitas atau keanekaragaman hayati adalah semua makhluk hidup di bumi (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) termasuk keanekaragaman genetik yang dikandungnya dan keanekaragaman ekosistem yang dibentuknya (DITR, 2007). Keanekaragaman hayati itu sendiri terdiri atas tiga tingkatan (Purvis dan Hector, 2000), yaitu:

1. Keanekaragaman spesies, yaitu keanekaragaman semua spesies makhluk hidup di bumi, termasuk bakteri dan protista serta spesies dari kingdom bersel banyak (tumbuhan, jamur, hewan yang bersel banyak atau multiseluler).
2. Keanekaragaman genetik, yaitu variasi genetik dalam satu spesies, baik diantara populasi-populasi yang terpisah secara geografis, maupun diantara individu-individu dalam satu populasi.
3. Keanekaragaman ekosistem, yaitu komunitas biologi yang berbeda serta asosiasinya dengan lingkungan fisik (ekosistem) masing-masing.

Keanekaragaman hayati tanah atau Biodiversitas tanah memegang peranan penting dalam memelihara keutuhan dan fungsi suatu ekosistem. Ada tiga alasan

utama untuk melindungi keanekaragaman hayati tanah, (Hagvar, 1998) 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.

2.2.1 Aliran Energi

Suatu sistem fungsional yang meliputi biodiversitas adalah adanya interaksi antara organisme dengan lingkungan fisiknya sebagai satu kesatuan. Biodiversitas dalam suatu ekosistem dicirikan oleh aliran energi melalui jaring-jaring makanan, produksi dan degradasi bahan organik, dan transformasi serta siklus unsur hara. Produksi molekul organik berfungsi sebagai basis energi untuk semua aktivitas biologis di dalam ekosistem. Konsumsi tanaman oleh herbivora (organisme yang mengkonsumsi tanaman) dan detritivora (organisme yang mengkonsumsi bahan organik) berfungsi untuk mentransfer energi yang tersimpan dalam molekul organik yang diproduksi melalui proses fotosintesis untuk organisme lain. proses lain yang berhubungan dengan produksi bahan organik dan aliran energi adalah siklus hara (Begon M et al. 1990).

Semua aktivitas biologis dalam ekosistem didukung oleh produksi bahan organik oleh autotrof (organisme yang dapat menghasilkan molekul organik seperti glukosa dari karbon dioksida) melalui proses fotosintesis. Molekul-molekul organik yang dihasilkan oleh organisme autotrof digunakan untuk mendukung metabolisme organisme dan reproduksi, serta membangun jaringan baru. Biomassa dalam jaringan baru ini dikonsumsi oleh herbivora atau detritivor, yang pada akhirnya dikonsumsi oleh predator atau detritivor lainnya (Conway G, 1990).

2.2.2 Jaring-jaring Makanan

Jaring-jaring makanan (*Food web*) merupakan rantai-rantai makanan yang saling berkaitan secara rumit dalam suatu komunitas. Struktur trofik (*Trophic structure*) merupakan serangkaian keterkaitan dalam suatu jaring-jaring makanan yang mendeskripsikan transfer energi dari suatu tingkat nutrisi ke tingkat berikutnya. Sasaran produksi tanaman adalah memaksimalkan energi ekosistem ke

dalam hasil panen; penggunaan energi tanaman oleh hama tidak diperlukan karena hal ini berarti mengambil energi dari produksi tanaman (Bland *et al.* 2007).

Organisme yang hidup di dalam suatu agroekosistem merupakan komponen biotik. Organisme dapat dianalisis sebagai jaring makanan yang mencerminkan transfer material dan energi dari satu kelompok organisme kepada kelompok organisme yang lain. Untuk analisis jaring makanan, organisme dikelompokkan menurut fungsinya dalam aliran energi dan hara, dan bukan klasifikasi menurut genus dan spesiesnya. Semua tanaman menjadi dasar dari jaring-jaring makanan. Tanaman menangkap energi matahari melalui daun dan dikombinasikan dengan air dan hara dari tanah serta karbon dioksida dari udara menghasilkan bahan biomassa tanaman. Organisme tingkat berikutnya adalah herbivora yang hidup dari hara dan energi yang dihasilkan oleh tanaman atau produsen primer lainnya yang dapat bertindak sebagai herbivora. Selanjutnya, energi dan hara dalam herbivora dieksploitasi untuk pertumbuhan dan reproduksi oleh kelompok konsumen sekunder dan tersier (Cai, Y *et al.* 1994)

Jaring makanan dalam tanah memiliki banyak organisme yang memangsa biomassa tumbuhan hidup dan mati. Dengan demikian, banyak organisme memperoleh energi untuk tumbuh dan berkembang biak dan akhirnya hara yang diikat dalam biomassa tumbuhan dan hewan dapat tersedia kembali untuk pertumbuhan tanaman (Bland *et al.* 2007).

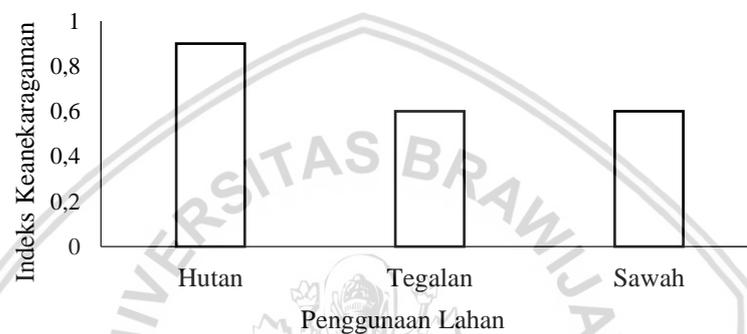
2.3 Alih Guna Lahan

Alih fungsi lahan adalah suatu proses perubahan penggunaan lahan dari bentuk penggunaan tertentu menjadi penggunaan lain misalnya ke non-pertanian dan pertanian. Biasanya dalam pengalih fungsinya mengarah ke hal yang bersifat negatif bagi ekosistem lingkungan alam itu sendiri (Syarif Imam, 2008).

Definisi alih fungsi lahan atau lazimnya sebagai konversi lahan adalah perubahan fungsi sebagian atau seluruh kawasan lahan dari fungsinya semula (seperti direncanakan) menjadi fungsi lain yang menjadi dampak negatif (masalah) terhadap lingkungan dan potensi lahan itu sendiri. Alih fungsi lahan juga dapat diartikan sebagai perubahan untuk penggunaan lain disebabkan oleh faktor-faktor yang secara garis besar meliputi keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk

yang makin bertambah jumlahnya dan meningkatkannya tuntutan akan mutu kehidupan yang baik (Lestari, 2009).

Dampak negatif alih guna lahan secara tidak langsung terhadap hutan yang lambat laun akan menyebabkan terjadinya degradasi lahan yang parah, turunnya keanekaragaman biodiversitas tanah (Rossi et al. 2010). Selain itu, dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, serta banjir bandang. Hal ini dibuktikan oleh data hasil penelitian sebelumnya oleh Sapta *et al.* (2014):



Gambar 3. Hasil penelitian kelimpahan meso-makrofauna tanah (Sapta *et al.* 2014)

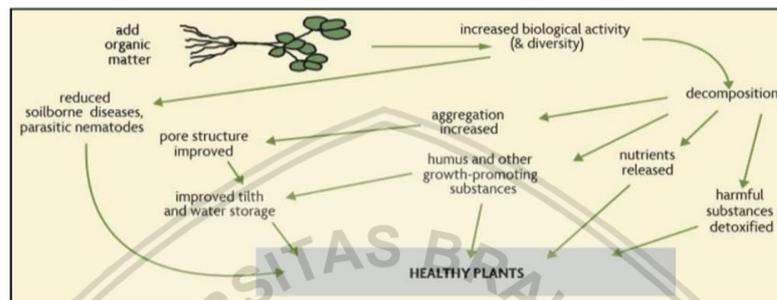
2.4 Bahan Organik

Bahan organik merupakan suatu kombinasi dari residu tanaman dan binatang dalam tahap dekomposisi baik itu dari segi sel dan jaringan oleh organisme tanah. Manfaat pemberian bahan organik secara konsisten dapat mengubah tingkat kemasaman tanah (pH tanah) (Ann *et al.* 2017).

Dekomposisi bahan organik sebagian besar merupakan proses biologis yang terjadi secara alami. Kecepatan dekomposisi bahan organik ditentukan oleh tiga faktor utama yaitu organisme tanah, lingkungan fisik dan kualitas bahan organik. Dalam proses dekomposisi, produk yang berbeda akan dilepaskan seperti karbon dioksida (CO₂), energi, air, nutrisi tanaman dan senyawa karbon organik. Penguraian hasil material mati dan hasil organik yang berurutan menghasilkan pembentukan bahan organik yang lebih kompleks (Brussard, 1998).

Organisme tanah, termasuk mikroorganisme, menggunakan bahan organik tanah sebagai makanan. Saat mereka memecah bahan organik, nutrisi berlebih (N, P dan S) dilepaskan ke dalam tanah dalam bentuk yang dapat digunakan tanaman. Proses pelepasan ini disebut mineralisasi. Hasil dekomposisi

bahan organik yang dihasilkan oleh mikroorganisme juga merupakan bahan organik tanah. Bahan limbah ini kurang dapat didekomposisi dibandingkan bahan asli tanaman dan hewan, namun bisa digunakan oleh sejumlah besar organisme. Dengan memecah struktur karbon dan membangun kembali tulang baru atau menyimpan C ke dalam biomassa mereka sendiri, biota tanah memainkan peran yang paling penting dalam proses daur hara dan, oleh karena itu, dalam kemampuan tanah untuk menyediakan nutrisi yang cukup untuk memanen produk yang sehat (FAO, 2005).



Gambar 4. Proses dekomposisi bahan organik (Magdoff dan H. Van Es, 2009)

2.5 Sistem Agroforestri

Agroforestri merupakan pendekatan terpadu untuk menggunakan manfaat interaktif dari menggabungkan pepohonan dan semak dengan tanaman dan / atau ternak. Ini menggabungkan teknologi pertanian dan kehutanan untuk menciptakan sistem penggunaan lahan yang lebih beragam, produktif, menguntungkan, sehat dan berkelanjutan. Dalam sistem agroforestri, pepohonan atau semak sengaja digunakan dalam sistem pertanian, atau sumber daya hutan non-kayu dibudidayakan di lingkungan hutan (Ramesh dan Jain, 2010).

Sistem agroforestri dapat menguntungkan dibandingkan metode produksi pertanian dan hutan konvensional melalui peningkatan produktivitas, manfaat ekonomi, hasil sosial dan barang dan jasa ekologis yang disediakan. Keanekaragaman hayati dalam sistem agroforestri biasanya lebih tinggi daripada sistem pertanian konvensional. Agroforestri menggabungkan setidaknya beberapa spesies tanaman ke dalam area lahan tertentu dan menciptakan habitat yang lebih kompleks yang dapat mendukung lebih banyak jenis burung, serangga, dan hewan lainnya. Agroforestri juga memiliki potensi untuk membantu mengurangi perubahan iklim karena pohon-pohon mengambil dan menyimpan karbon pada tingkat yang lebih cepat daripada tanaman pangan (Ramesh dan Jain, 2010).

Bukan hanya pengelolaan untuk produk kayu saja. Agroforestri melibatkan penggabungan penanaman pohon dengan perusahaan lain seperti merumput hewan atau memproduksi jamur atau mengelola kayu untuk keragaman hasil hutan khusus. Misalnya, sistem wanatani dapat menghasilkan kayu bakar, bahan baku biomassa, mulsa jerami, makanan ternak penggembalaan, dan produk kehutanan tradisional lainnya. Pada saat yang sama, pepohonan melindungi ternak dari angin atau matahari, menyediakan habitat satwa liar, mengendalikan erosi tanah, dan dalam kasus spesies yang paling banyak mengandung nitrogen untuk memperbaiki kesuburan tanah (Ramesh dan Jain, 2010).

Menurut Brown et al. (2004) pada tanah dalam sistem agroforestri terdapat kekayaan dan kelimpahan yang lebih besar dari komunitas makrofauna dibandingkan dengan tanah padang rumput. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya serasah daun dari jenis pohon yang merupakan sumber daya bahan organik dan mikronutrien, serta menguntungkan dari segi mikrolimat untuk beberapa spesies makrofauna (Lavelle et al. 2003; Velasquez, 2004; Huerta and Wal, 2012). Di sisi lain, pengaturan agroforestri melindungi makrofauna tanah yang telah diubah oleh variasi suhu dan tekanan kekeringan (Lavelle et al. 2003); mengoptimalkan pengelolaan pengaturan ini berkontribusi pada stabilitas populasi makrofauna (Barros et al. 2003) dan disamping itu juga membantu memperbaiki kualitas tanah (Velasquez et al. 2004).

2.5.1 Jenis-jenis Sistem Agroforestri

Dalam bahasa Indonesia, kata *agroforestri* dikenal dengan istilah wanatani atau agroforestri yang artinya adalah menanam pepohonan di lahan pertanian. Menurut De Foresta dan Michon (1997), agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua sistem, yaitu sistem agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks.

1. Sistem Agroforestri Sederhana

Sistem agroforestri sederhana adalah suatu sistem pertanian di mana pepohonan ditanam secara tumpang-sari dengan satu atau lebih jenis tanaman semusim. Pepohonan bisa ditanam sebagai pagar mengelilingi petak lahan tanaman pangan, secara acak dalam petak lahan, atau dengan pola lain misalnya berbaris dalam larikan sehingga membentuk lorong/ pagar. Jenis-jenis pohon yang ditanam juga sangat beragam, dapat yang bernilai ekonomi tinggi misalnya kelapa, karet,

cengkeh, kopi, kakao, nangka, melinjo, petai, jati dan mahoni atau yang bernilai rendah seperti dadap, lamtoro dan kaliandra. Jenis tanaman semusim biasanya berkisar pada tanaman pangan yaitu padi (gogo), jagung, kedelai, kacang-kacangan, ubi kayu, sayur-mayur dan rerumputan atau jenis-jenis tanaman lainnya (De Foresta dan Michon, 1997).



Gambar 5. Sistem agroforestri sederhana (Amin et al. 2016)

Bentuk agroforestri sederhana yang paling banyak dibahas di Jawa adalah tumpangsari (Soemitro, 2001). Dalam perkembangannya, sistem agroforestri sederhana ini juga merupakan campuran dari beberapa jenis pepohonan tanpa adanya tanaman semusim. Sebagai contoh, kebun kopi biasanya disisipi dengan tanaman dadap (*Erythrina*) atau kelorwono disebut juga gamal (*Gliricidia*) sebagai tanaman naungan dan penyubur tanah. Contoh tumpangsari lain yang umum dijumpai di daerah Ngantang, Malang adalah menanam kopi pada hutan pinus (Soemitro, 2001).

2. Sistem Agroforestri Kompleks: Hutan dan Kebun

Sistem agroforestri kompleks, adalah suatu sistem pertanian menetap yang melibatkan banyak jenis tanaman pohon (berbasis pohon) baik sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami pada sebidang lahan dan dikelola petani mengikuti pola tanam dan ekosistem menyerupai hutan. Pada sistem ini, selain terdapat beraneka jenis pohon, juga tanaman perdu, tanaman memanjat (liana), tanaman musiman dan rerumputan dalam jumlah banyak. Penciri utama dari sistem agroforestri kompleks ini adalah kenampakan fisik dan dinamika didalamnya yang mirip dengan ekosistem hutan alam baik hutan primer maupun hutan sekunder, oleh karena itu sistem ini dapat pula disebut sebagai agroforest (De Foresta dan Michon, 1997).

Berdasarkan jaraknya terhadap tempat tinggal, sistem agroforestri kompleks ini dibedakan menjadi dua, yaitu kebun atau pekarangan berbasis pohon (home garden) yang letaknya disekitar tempat tinggal dan agroforest, yang biasanya disebut hutan yang letaknya jauh dari tempat tinggal (De Foresta *et al.* 2000).

Sa'ad (2002), mengklasifikasikan agroforestri berdasarkan kombinasi komponen pohon, tanaman, padang rumput/makanan ternak dan komponen lain, menjadi beberapa tipe yaitu:

- 1) Agrosilviculture: Campuran tanaman dan pohon, dimana penggunaan lahan secara sadar untuk memproduksi hasil-hasil pertanian dan kehutanan.
- 2) Silvopastural: padang rumput/makanan ternak dan pohon, pengelolaan lahan hutan untuk memproduksi hasil kayu dan sekaligus memelihara ternak.
- 3) Agrosilvopastural: tanaman, padang rumput/makanan ternak dan pohon, pengelolaan hutan untuk memproduksi hasil pertanian dan kehutanan secara bersamaan dan sekaligus memelihara hewan ternak.
- 4) Sistem lain, yang meliputi: *Silvofishery*: pohon dan ikan *Apiculture*: pohon dan lebah, *sericulture*: pohon dan ulat sutera.

2.6 Fraksionasi Karbon Tanah

Fraksionasi bahan organik tanah (SOC) terdiri dari sejumlah fraksi labil (fraksi C berukuran 2 mm) hingga stabil (tidak labil fraksi C berukuran 250 μm). Menurut waktu pembentukannya fraksi karbon organik stabil dapat berubah berubah seiring waktu yang lama selama beberapa ribu tahun (Campbell *et al.* 1967). Sementara, fraksionasi bahan organik tanah (SOC) labil dapat berubah-ubah dalam beberapa dekade (Hsieh, 1992).

Konsentrasi karbon organik tanah (SOC) merupakan suatu indikator dalam kesuburan tanah dan kekuatan dari sifat fisik tanah serta biologi. Dalam ekosistem hutan, karbon organik tanah (SOC) terbilang tinggi tergantung dari tipe vegetasi dan tata kelolanya termasuk beberapa faktor biofisikal didalamnya seperti iklim, siklus air dan pembentukan bahan induk tanah (Smith *et al.* 2000). Selain itu, karbon organik tanah juga memiliki peranan penting dalam siklus karbon dalam ekosistem terrestrial untuk keseimbangan C dunia (Batjes, 1996).

Selain potensi untuk menyeimbangkan (*offset*) emisi antropogenik, peningkatan jumlah simpanan karbon organik tanah (SOC) juga dapat meningkatkan kualitas tanah karena mempengaruhi ketiga aspek kesuburan tanah yaitu kesuburan kimia, fisik, dan biologi tanah (Chan *et al.* 2008). Sekuestrasi karbon ke dalam tanah akan mendorong perubahan penting dalam pengelolaan lahan melalui peningkatan kandungan bahan organik, dan akan memiliki efek langsung yang signifikan terhadap sifat-sifat tanah dan dampak positif pada kualitas lingkungan atau kualitas pertanian dan keanekaragaman hayati. Konsekuensinya akan mencakup peningkatan kesuburan tanah, produktivitas lahan untuk aspek produksi pangan dan ketahanan pangan. Aspek ekonomi ini juga akan membuat praktik-praktik pertanian lebih lestari dan membantu mencegah atau mengurangi degradasi sumberdaya lahan (Robert, 2001).

Pada aspek biologi, karbon organik tanah (SOC) dalam bentuk eksudat akar menyediakan pasokan makanan berharga untuk unsur biota tanah. Pengurai (bakteri, jamur dan biota yang lebih besar) juga tumbuh dan berkembang biak, memakan SOC dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil, akhirnya menjadi humus. Aktivitas biota tanah membentuk dan mendaur ulang unsur-unsur hara sementara sebagian karbon dimineralisasi (Liddicoat *et al.* 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian lapang bertempat di hutan pendidikan UB yang berlokasi di Dusun Sumpersari dan Dusun Bocek, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Pengukuran, analisis sampel dan identifikasi makrofauna dilakukan di Laboratorium Biologi, Fisika dan Kimia Tanah gedung Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan November 2017 hingga Februari 2018.



Gambar 6. Peta plot pengamatan hutan pendidikan UB Forest melalui Google Earth

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Pengambilan Sampel di Lapangan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian lapang alat yang digunakan adalah GPS (*Global Positioning System*), cetok, cangkul, palu, blok BI, papan kayu, meteran, pisau tanah, fial film, kresek hitam, frame serasah, gunting, kertas label, alat tulis, tali rafia, plastik, dan meteran jahit. Sementara bahan yang digunakan untuk penelitian lapang yaitu makrofauna tanah dan sampel tanah komposit, dan alkohol 70%.

3.2.2 Analisis Laboratorium

- Laboratorium Biologi Tanah

Alat dan bahan yang digunakan di Laboratorium Biologi Tanah adalah mikroskop binokuler, pinset, buku KDS (Kunci Determinasi Serangga), kamera dan alat tulis. Alat-alat tersebut digunakan untuk membantu dalam identifikasi

makrofauna yang didapat dari Hand Shorting. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu sampel populasi makrofauna yang telah didapatkan dan di sortir.

- Laboratorium Fisika Tanah

Alat dan bahan yang digunakan di Laboratorium Fisika Tanah adalah bejana, satu set ayakan (4,75 mm, 2 mm, 1 mm, 500 μ m, 250 μ m), timbangan, cawan, corong, baki, oven, kamera dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel tanah komposit. Hal ini digunakan dalam proses pengayakan basah untuk analisis C-Fraksionasi POM C.

- Laboratorium Kimia Tanah

Alat dan bahan yang digunakan di Laboratorium Kimia Tanah adalah timbangan, gelas ukur, pipet, labu erlenmeyer 250 ml, magnetik stirer, buret asam. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel tanah komposit hasil ayakan basah, akuades, H₂SO₄ (Asam Sulfat), K₂Cr₂O₇ (Kalium Dikromat), indikator *diphenylamine*, FeSO₄ (Ferro Sulfat).

- Pengukuran Biomassa

Alat dan bahan yang digunakan di laboratorium dalam pengukuran biomassa ini adalah timbangan, oven, alat tulis, amplop dan kamera. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah sampel serasah daun, ranting, akar dan understorey.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini tidak menggunakan rancangan dikarenakan memakai metode survei pada jenis-jenis penggunaan lahan yang ada di UB Forest, terdapat 9 jenis penggunaan lahan yang dijadikan sebagai plot pengamatan antara lain:

Tabel 1. Jenis-jenis penggunaan lahan yang diamati

Plot Pengamatan	Keterangan
PK4	: Pinus Kopi kelas umur pinus 4 (20 th)
PK6	: Pinus Kopi kelas umur pinus 6 (30 th)
PK7	: Pinus Kopi kelas umur pinus 7 (35 th)
PK8	: Pinus Kopi kelas umur 8 pinus (40 th)
PM	: Pinus Monokultur
PS	: Pinus Sayur
MK	: Mahoni Kopi
MT	: Mahoni Talas
PtMono	: Monokultur Sawi



Gambar 7. Dokumentasi plot pengamatan (a) Pinus Kopi (PK); (b) Pinus Monokultur (PM); (c) Pinus Sayur (PS); (d) Mahoni Talas (MT); (e) Mahoni Kopi (MK); (f) Monokultur Sawi (PtMono)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penentuan dan Pembuatan Plot

Penentuan plot menggunakan metode survey dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*) dengan titik koordinat yang sudah ditentukan yaitu berdasarkan penggunaan lahan dengan kelas umur yang berbeda-beda (tabel 1). Setelah itu, membuat plot berukuran 20 m x 20 m dengan menggunakan meteran, tali rafia dan patok kayu yang ditempatkan berdasarkan pengamatan visual dengan mengutamakan keamanan dan keselamatan ketika melakukan pengamatan.

3.4.2 Pengambilan Makrofauna Tanah Secara Hand Sorting

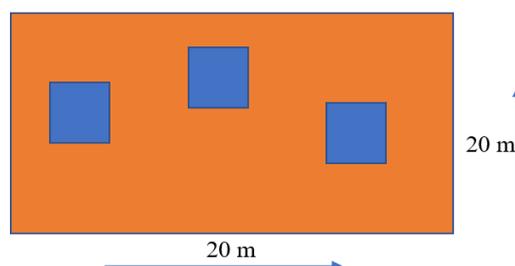
Setiap lokasi pengambilan sampel makrofauna tanah ditentukan secara acak. Pada masing-masing lokasi pengamatan diambil tiga titik sampling yang terletak minimal 5 meter dari bagian tepi petak masing-masing titik sampling diatur agar mempunyai jarak yang berbeda dengan posisi pohon mahoni atau pinus serta masing-masing saling berjauhan.

Penangkapan sampel makrofauna tanah dilakukan dengan metode pengambilan secara langsung dengan tangan (*hand sorting*) yang dilakukan sebanyak 3 titik per plot pengamatan. Pengambilan secara langsung dilakukan dengan cara meletakkan blok BI berukuran 21 x 21 cm pada titik sampling kemudian menekannya ke dalam tanah sedalam 30 cm setelah itu angkat blok BI dari tanah kemudian sampel tanah dalam blok masukkan ke dalam kresek.



Gambar 8. Alat sortir makrofauna tanah modifikasi

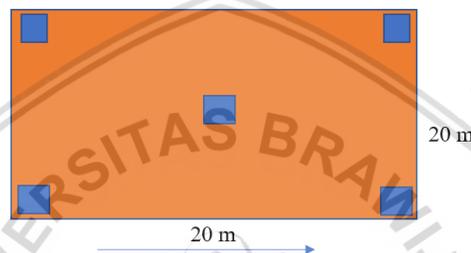
Setelah itu, masukkan sampel tanah ke dalam alat sortir modifikasi yang prinsip kerjanya seperti *Corong Barleuse* yaitu dapat membuat spesies makrofauna keluar dan turun ke bawah yang terdapat baki berisi larutan detergen. Kemudian ditunggu selama 24 jam (1 hari) setelah satu hari memeriksa dan mengambil makrofauna yang terjebak di dalam baki yang berisi larutan detergen. Sampel makrofauna yang telah diambil kemudian melakukan identifikasi dan sortir sesuai dengan jenis dan ukurannya kemudian masukkan ke dalam plastik lalu masukkan alkohol 70% untuk menjaga keutuhan sampel makrofauna.



Gambar 9. Skema pembuatan plot dan titik sampling pengambilan makrofauna

3.4.3 Pengambilan Sampel Tanah Komposit

Pengambilan sampel tanah komposit digunakan sebagai bahan dari C-fraksionasi POM (*Particulate Organic Matter*) C dilakukan pada setiap plot pengamatan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara tanah komposit dalam bentuk mata lima, yaitu pengambilan di empat titik sudut petak atas dan bawah lalu satu titik berada di tengah plot. Kemudian sampel tanah diambil menggunakan sekop kecil dan memasukkannya ke dalam plastik memberinya label kemudian simpan sampel tanah komposit ke dalam kulkas agar tanah tetap segar ketika melakukan penetapan C fraksionasi POM C.



Gambar 10. Skema pengambilan sampel tanah segar

3.4.4 Pengambilan dan Pengukuran Berat Serasah

Pengambilan sampel serasah menggunakan frame serasah lalu menentukan titik pengambilan serasah secara acak atau yang dianggap mampu mewakili ke seluruh plot pengamatan. Meletakkan frame serasah kemudian mengukur ketebalan serasah mengambil serasah lalu masukkan ke dalam plastik lalu memberi label. Pengambilan serasah dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap plot pengamatan. Pengukuran masukan serasah antar penggunaan lahan digunakan alat bernama *litter trap* yang berukuran 1 m x 3 m dan dipasang pada masing-masing penggunaan lahan yang diambil satu kali selama 2 minggu.

Menimbang berat basah serasah yang sudah didapatkan di laboratorium biologi tanah menggunakan timbangan. Mencatat nilai berat basah serasah setelah itu masukkan serasah ke dalam amplop kemudian memberi nama pada label. Setelah itu, masukkan ke dalam oven tunggu selama 1 hari (24 jam). Setelah itu, mengeluarkan sampel serasah dari oven lalu menimbang berat kering serasah. Catat berat kering serasah tidak lupa mendokumentasikan setiap kegiatan.

3.4.5 Identifikasi Makrofauna

Setelah pengambilan makrofauna di lapangan, melakukan identifikasi di laboratorium namun sebelumnya makrofauna harus disortir terlebih dahulu sesuai dengan bentuk dan jenisnya kemudian dihitung populasinya. Identifikasi makrofauna pada penelitian ini diidentifikasi hingga tingkat famili menggunakan buku Kunci Determinasi Serangga (KDS), *Study of Insects*. 7 th Edition (Borror *et al.* 2005) dan *Biology Soil Guide* (Dindal, 1990). Untuk menjaga keakuratan dalam proses identifikasi dapat menggunakan mikroskop binokuler untuk mengamati sifat makrofauna yang berukuran kecil seperti semut, cacing tanah dan lain-lain.

3.4.6 Penetapan Fraksi Bahan Organik Melalui POM C

Langkah pertama adalah menimbang 50 gr sampel tanah komposit menggunakan timbangan kemudian mengatur ayakan 4,75 mm, 2 mm, 1 mm, 500 μm , 250 μm . Masukkan sampel tanah yang telah ditimbang ke dalam ayakan yang telah diatur, setelah itu memasukkan ayakan ke dalam bejana lalu nyalakan mesin bejana dan tunggu selama 5 menit disini proses pengayakan basah dilakukan di dalam bejana secara otomatis. Setelah 5 menit angkat ayakan dari dalam bejana, meyiapkan corong dan baki untuk menampung partikel tanah dari tiap-tiap ayakan yang dikeluarkan melalui air mengalir. Kemudian memindahkan partikel-partikel tanah yang ada dalam baki ke dalam cawan dan mengering anginkan partikel tanah selama satu hari (24 jam). Partikel tanah yang diambil berasal dari partikel tanah yang tertampung pada ayakan 2 mm dan 250 μm lalu memberi label pada setiap sampel tersebut sesuai dengan ukuran ayakan. Setelah partikel tanah kering angin, sampel tersebut diuji analisis kandungan C-organik.



Gambar 11. Alat bejana untuk proses pengayakan C-fraksionasi

3.4.7 Penetapan Kadar Air

Menimbang massa cawan setelah itu catat kemudian menimbang 2 gr sampel tanah dan masukkan ke dalam cawan lalu memberi label pada masing-

masing cawan sesuai dengan label yang tertera pada sampel tanah. Setelah itu, memasukkannya ke dalam oven yang sudah diatur suhunya 110°C. Tunggu selama satu hari (24 jam). Setelah itu, keluarkan cawan-cawan dari oven tunggu sampai cawan menjadi dingin, lalu menimbang massa cawan beserta tanahnya dan catat massanya. Kemudian dihitung berapa % kadar air sampel dengan persamaan:

$$\%KA = \frac{\text{Berat basah} - (\text{Berat kering} - \text{berat cawan})}{(\text{Berat kering} - \text{Berat cawan})} \times 100\%$$

3.4.7 Analisis Kandungan C-organik Metode Walkey & Black

Menimbang sampel tanah sebanyak 0,5 gr dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml beri label sampel pada labu erlenmeyer sesuai dengan label pada sampel tanah. Setelah itu memasukkan larutan Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebanyak 10 ml ke dalam labu. Setelah itu, menambahkan 10 ml Asam Sulfat (H_2SO_4) ke dalam labu. Lalu diamkan labu selama 30 menit di ruangan asam hingga dingin. Setelah 30 menit memasukkan aquades sebanyak 200 ml ke dalam labu erlenmeyer hal ini berguna untuk menghentikan reaksi dari Asam Sulfat (H_2SO_4). Kemudian meneteskan 30 tetes indikator *diphenylamine* ke dalam ke labu erlenmeyer, menyiapkan buret yang diisi larutan Ferro Sulfat ($FeSO_4$). Setelah itu memasukkan magnet ke dalam labu erlenmeyer agar mempermudah proses pencampuran larutan dalam labu, mentitrasi labu dengan larutan Ferro Sulfat ($FeSO_4$) atur volume tetesan agar stabil menyalakan standar buret agar magnetik stirer berputar dan tunggu hingga larutan dalam labu berwarna hijau lalu catat volume Ferro Sulfat ($FeSO_4$) kemudian melakukan perhitungan C-organiknya dan Bahan Organik dengan rumus:

- $\% C - organik = \frac{(ml\ blanko - ml\ sampel) \times 3}{ml\ blanko \times massa\ sampel} \times \frac{100 + \%Kadar\ Air}{100}$
- $Bahan\ Organik = Nilai\ C - organik (\%) \times 1,74$

3.5 Analisa Data

Dari hasil identifikasi dan kuantifikasi makrofauna tanah atau data primer yang telah didapat Selanjutnya diuji ANOVA apabila terdapat pengaruh dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji BNT dengan taraf 5%. Uji ANOVA dan BNT dilakukan dengan program Genstat 18th. Data-data sekunder untuk data penunjang seperti informasi mengenai lingkungan atau plot-plot pengamatan didapatkan

dengan cara berdiskusi dengan petani pemilik lahan setempat dan jurnal-jurnal literatur.

Setelah itu, penghitungan indeks keanekaragaman atau kelimpahan dan indeks pemerataan makrofauna yang telah didapatkan pada masing-masing plot pengamatan. Sementara itu, untuk mengetahui hubungan antara berat biomassa tanaman dengan jumlah spesies dan individu makrofauna; kandungan C-organik terhadap jumlah spesies dan individu makrofauna; serta rasio fraksi C terhadap jumlah spesies dan individu makrofauna dilakukan uji korelasi yang diolah dengan menggunakan program aplikasi Microsoft Excel 2016 dan Genstat. Data-data analisis biodiversitas dihitung menggunakan rumus:

Indeks Kelimpahan Shannon-Weiner (H')

Untuk mengetahui indeks kelimpahan makrofauna tanah pada masing-masing plot pengamatan digunakan rumus indeks diversitas Shannon-Weiner (H') (Magurran, 1988) dengan persamaan:

$$H' = - \sum_{i=1}^S [P_i \ln P_i]$$

$P_i = n_i/N$

Dimana:

- H' = Indeks kelimpahan jenis
- n_i = Jumlah individu suatu jenis
- N = Jumlah individu seluruh jenis
- P_i = Proporsi jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah individu semua jenis

Jika nilai $H' < 1$ rendah, maka komunitas makrofauna dengan kondisi lingkungan kurang stabil; jika nilai H' antara 1-2 sedang, maka komunitas makrofauna dengan kondisi lingkungan stabil; jika nilai $H' > 2$ tinggi, maka komunitas makrofauna dengan kondisi lingkungan sangat stabil (Kent dan Paddy, 1992).

Indeks Kemerataan Pielou Spesies (*evenness Index*)

Indeks pemerataan Pielou menunjukkan derajat pemerataan kelimpahan setiap spesies. Indeks pemerataan Pielou (*Evenness Index*) dinyatakan dengan:

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

Keterangan :

- E : Indeks pemerataan spesies Pielou
- H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S : Jumlah spesies yang ditemukan

Indeks pemerataan jenis spesies menunjukkan pemerataan penyebaran individu dari jenis-jenis organisme yang menyusun suatu ekosistem. Magurran (1988) menyatakan bahwa kriteria yang digunakan untuk menginterpretasikan pemerataan evenness yaitu:

Nilai	Kategori
$e < 0,3$	Rendah
0,3-0,6	Sedang
$e > 0,6$	Tinggi

Indeks Kekayaan Spesies (*Richness Index*)

Nilai kekayaan spesies digunakan untuk mengetahui keanekaragaman spesies berdasarkan jumlah spesies pada suatu ekosistem. Indeks yang digunakan adalah indeks kekayaan spesies Margalef (Ludwig dan Reynolds 1988):

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

Keterangan:

DMg = Indeks kekayaan spesies Margalef
 S = Jumlah spesies yang ditemukan
 N = Jumlah individu seluruh spesies

Indeks kekayaan spesies Margalef merupakan indeks yang menunjukkan kekayaan spesies suatu komunitas, dimana besarnya nilai ini dipengaruhi oleh banyaknya spesies dan jumlah individu pada area tersebut. Nilai dari indeks kekayaan spesies Margalef ini digunakan untuk membandingkan tingkat kekayaan spesies pada 2 atau lebih komunitas.

Indeks Dominansi Simpson (1/D)

Penentuan spesies dominan didasarkan pada indeks dominansi simpson menggunakan rumus (Brower *et al.* 1990):

$$D = \frac{\sum ni (ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Keterangan : ni = Jumlah seluruh individu spesies ke-I; N = Jumlah seluruh individu dari seluruh spesies

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Inventarisasi Makrofauna Dan Pengaruh Jenis Penggunaan lahan Terhadap Kelimpahan Makrofauna Tanah

Hasil makrofauna yang telah ditemukan dan teridentifikasi selama Bulan Desember 2017 sampai dengan Bulan Februari 2018 pada berbagai macam penggunaan lahan di hutan UB Forest secara spesifik disajikan pada Tabel .

Tabel 2. Kelompok makrofauna tanah yang ditemukan di berbagai macam tegakan di hutan pendidikan UB Forest.

Kelimpahan Makrofauna			Penggunaan lahan								
Kelas	Ordo	Famili	PK4	PK6	PK7	PK8	PM	PS	MK	MT	PtMono
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	23	5	6	11	7	2	7	7	2
		Carabidae (Larva)	5	1	-	8	-	-	1	2	-
	Coleoptera	Coccinellidae	-	-	-	-	-	1	1	-	8
		Hispididae	-	3	-	1	-	-	3	1	-
		Scarabaeidae	15	7	1	-	-	-	3	7	-
		Staphylinidae	11	0	4	-	-	-	1	-	-
Insekta	Hymenoptera	Formicidae1	25	29	18	29	25	26	16	24	14
		Formicidae2	2	-	-	1	3	6	2	6	4
	Hemiptera	Reduviidae1	-	-	-	1	-	-	-	2	-
		Reduviidae2	-	-	-	-	2	-	3	1	-
	Orthoptera	Gryllidae	-	-	-	6	3	5	4	-	7
		Gryllinae	-	3	-	-	-	-	-	-	10
	Isoptera	Rhinotermitidae	3	-	4	-	4	-	-	-	-
	Diptera	Stratiomyidae	5	16	3	7	10	1	2	2	-
	Collembola	Isotomidae	1	15	8	4	4	4	3	4	-
	Arachnida	Acari	Tetranychidae	-	1	-	-	-	-	3	2
Aranneida		Thromisidae	14	-	1	3	12	7	4	4	-
Chilopoda	Scolopen-dromorpha	Scolopendra	-	-	5	1	4	-	4	3	-
Jumlah Individu			104	80	50	72	74	52	57	65	45
Jumlah Spesies			40	31	24	29	26	23	28	28	19
Total individu			599								
Total Spesies			248								

Keterangan : PK4 - Pinus Kopi (kelas umur 20 th); PK6 – Pinus Kopi (kelas umur 30 th); PK7- Pinus Kopi (kelas umur 35 th); PK8- Pinus Kopi (Kelas umur 40 th); PM- Pinus Monokultur; PS- Pinus Sayur; MK- Mahoni Kopi; MT- Mahoni Talas; PtMono- Monokultur Sawi. Tanda (-) sebagai indikator makrofauna yang ditemukan dan tidak ditemukan.

Berdasarkan data tabel dapat diketahui bahwa hasil identifikasi makrofauna tanah secara keseluruhan terdiri dari 2 fillum, 4 kelas, 12 ordo, dan 17 famili dengan

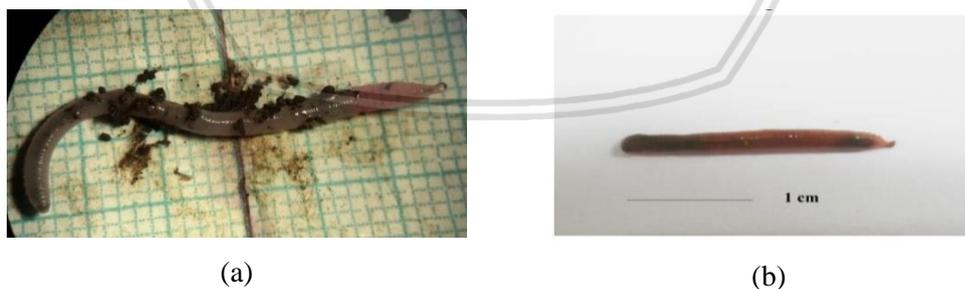
total individu makrofauna tanah yang didapatkan yaitu sebanyak 599 morfospesies dan total spesies makrofauna tanah yaitu sebanyak 248 spesies. Kelimpahan individu makrofauna tertinggi ditemukan pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 20 tahun (PK4) yaitu sebanyak 104 morfospesies. Sedangkan, jumlah individu makrofauna terendah terdapat pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) yaitu sebanyak 45 morfospesies.

Kelimpahan spesies makrofauna tanah tertinggi yang telah ditemukan berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur 20 th (PK4) yaitu sebanyak 40 spesies, berikutnya kelimpahan spesies makrofauna tanah tertinggi kedua berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur 30 th (PK6) yaitu sebanyak 31 spesies. Kelimpahan spesies makrofauna yang ditemukan terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) yaitu sebanyak 19 spesies.

4.1.1 Deskripsi Makrofauna Kelas Oligochaeta

4.1.1.1 Ordo Haplotaxida Famili Lumbricidae

Makrofauna yang ditemukan adalah cacing tanah termasuk ke dalam Kelas Oligochaeta Ordo Haplotaxida Famili Lumbricidae ini ditemukan pada permukaan tanah, memiliki seta (rambut) yang pendek dan memiliki klitellium, Peran cacing tanah dalam suatu ekosistem yaitu bertindak sebagai pembolak-balik tanah, dekomposer dan juga sebagai bioindikator kesuburan tanah. Cacing tanah berperan penting dalam perombakan bahan-bahan organik.



Gambar 12. (a) Dokumentasi Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae) (b) gambar literatur Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae) (Syami *et al.* 2014)

Cacing tanah termasuk ke dalam filum Annelida atau hewan beruas-ruas atau bergelang-gelang. Cirinya yaitu tubuh simetris bilateral, silindris memanjang, bersegmen-segmen (sekitar 115-200 segmen), dan pada bagian permukaan tubuh

terdapat sederetan sekat atau dinding tipis. Kelas Oligochaeta dimana cacing tanah termasuk didalamnya lantaran jumlah seta (rambut berukuran pendek) pada tubuh cacing tanah sangat sedikit (Sugiantoro, 2012).

4.1.2 Deskripsi Makrofauna Kelas Insecta

4.1.2.1 Ordo Coleoptera Famili Carabidae

Kelompok makrofauna ini berasal dari Kelas Insekta Famili dari Carabidae ditemukan dalam bentuk larva pada 3 plot pengamatan yaitu: PK, MT, dan MK. Larva kumbang carabidae memiliki mandibel yang jelas seperti capit, memiliki tiga pasang kaki yang diujung abdomennya terdapat dua tanduk. Peran dari makrofauna yang berasal dari ordo Coleoptera ini sebagai dekomposer.

Kumbang-kumbang tanah ini adalah famili yang terbesar ketiga dari kumbang-kumbang lain. Anggota-anggotanya memperlihatkan variasi yang besar dalam ukuran, bentuk dan warna. Kebanyakan jenis adalah gelap, mengkilat, dan agak gepeng dengan elitra yang bergaris-garis (Borror *et al.* 2005).



(a)

(b)

Gambar 13. (a) Dokumentasi larva (Coleoptera: Carabidae) (b) gambar literatur larva (Coleoptera: Carabidae) (Bug guide.net, 2018)

4.1.2.2 Ordo Coleoptera Famili Scarabaeidae

Kelompok Famili dari Scarabaeidae ini ditemukan dalam bentuk larva yaitu memiliki warna tubuh kuning dan kepalanya berwarna oranye, hanya memiliki 2 pasang kaki di dada. Famili Scarabidae ini ditemukan pada 2 plot pengamatan yaitu: PK dan MT. Pada ketiga plot tersebut spesies yang ditemukan berupa larva dari famili Scarabidae.



(a)



(b)

Gambar 14. (a) Dokumentasi larva (Coleoptera: Scarabaeidae) (b) gambar literatur larva (Coleoptera: Scarabaeidae) (Animal memozee, 2018).

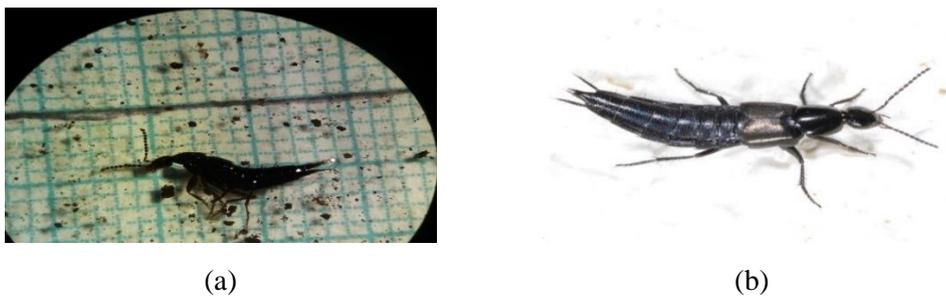
Kumbang Scarabaeidae ini adalah kelompok yang memiliki 1400 jenis dan anggota-anggotanya sangat bervariasi dalam ukuran, warna dan kebiasaan-kebiasaan. Scarabaeidae adalah kumbang yang cembung, bulat telur atau memanjang, dan bertubuh berat, dengan 5 tarsi, mulut 8-11 ruas dan berlembar. Larva sangat melingkar dan berbentuk huruf C Larva dari famili scarabidae ini sangat merugikan diduga menjadi serangga hama yang menyerang akar tanaman. (Borror *et al.* 2005). Variasi bentuk imago Scarabaeidae warna hitam dan mengkilat pada sayap depan dan Carabidae, dengan warna merah muda dan timbul garis-garis pada sekitar sayap depan. Abdomen dari kumbang ini nampak cembung dengan ujung yang lancip dan terdapat garis-garis pada sayap depannya.



Gambar 15. (a) Dokumentasi imago Kumbang Kotoran (Coleoptera: Scarabaeidae) (b) gambar literatur Kumbang Kotoran (Coleoptera: Scarabaeidae) (Bug guide.net, 2018)

4.1.2.3 Ordo Coleoptera Famili Staphylinidae

Kumbang pengembara yang didapat berwarna coklat. Kelompok dari famili Staphylinidae ini ditemukan pada 2 plot pengamatan yaitu: PK dan MK memiliki ciri-ciri tubuh yaitu elitra pendek, menampakkan ruas-ruas abdomen, abdomen fleksibel, tidak membesar atau meruncing. Ruas pada abdomen berjumlah 6 ruas.



Gambar 16. (a) Dokumentasi Kumbang Pengembara (Coleoptera: Staphylinidae)
(b) gambar literatur Kumbang Pengembara (Coleoptera: Staphylinidae) (Bug guide.net, 2018)

Kumbang-kumbang pengembara adalah berbentuk langsing dan memanjang yang biasanya dapat dikenali oleh elitranya yang sangat pendek, dapat ditemukan di berbagai habitat. Hampir semuanya bersifat predator, memakan serangga kecil, mites dan ada yang memakan jamur kemungkinan sebagian serangga ada yang bersifat phitofagus. Elitra biasanya tidak lebih panjang dari lebar mereka, dan bagian abdomen yang besar terlihat di belakang ujungnya. Kumbang-kumbang pengembara adalah serangga-serangga yang aktif dan lari atau terbang dengan cepat. Apabila sedang lari, mereka seringkali menaikkan ujung abdomen. Mandibel-mandibel sangat panjang, langsing, dan tajam biasanya menyilang di muka kepala (Borror et al. 2005).

4.1.2.4 Ordo Coleoptera Famili Coccinelidae

Kelompok makrofauna yang berasal dari famili Coccinelidae ini ditemukan pada 3 plot pengamatan yaitu: PS, Monokultur sawi dan MK. Makrofauna ini memiliki ciri-ciri kepala sebagian atau keseluruhan tertutup oleh pronotum. Sering berwarna cerah, kuning, oranye atau merah dengan bercak-bercak hitam. Antenna pendek.



(a)



(b)

Gambar 17. (a) Dokumentasi Kumbang Ladybird (Coleoptera: Coccinelidae)
(b) literatur Kumbang Ladybird (Coleoptera: Coccinelidae) (Bug guide.net, 2018)

Kumbang-kumbang *Ladybird* adalah kelompok yang terkenal kecil (panjangnya 0,8-10 mm), serangga-serangga seringkali berwarna cemerlang, cembung, dan bulat telur. Dapat bertindak sebagai predator yaitu memangsa serangga hama yang lebih kecil dari ukuran tubuhnya. Kepala tersembunyi dari atas oleh pronotum yang meluas. Mulut pendek, batas anterior pronotum lurus atau

hampir demikian, tidak meluas ke depan pada sisi-sisi, sternum abdomen pertama kali terlihat dengan garis-garis koksa yang melengkung (Borror *et al.* 2005)

4.1.2.5 Ordo Coleoptera Famili Hispidae

Kelompok famili Hispidae terdiri dari kepala dada dan abdomen (perut) memiliki semacam duri disekitar tubuh dan sayap depan, memiliki sepasang antena yang ujungnya membesar. Memiliki tiga pasang kaki dan tipe mulut menggigit mengunyah. Kelompok makrofauna ini ditemukan pada 4 plot pengamatan yaitu PK, PM, MT dan MK. Kepala bebas tidak tersembunyi dibawah protoraks, tubuh berduri dengan bentuk menyempit kedepan dan makin melebar ke belakang. Serangga ini dapat bertindak sebagai predator. (Lilies C, 2016).



Gambar 18. (a) Dokumentasi Kumbang Daun (Coleoptera: Hispidae) (b) gambar literatur Kumbang Daun (Coleoptera:Hispidae) (Bug guide.net, 2018)

4.1.2.6 Ordo Hymenoptera Deskripsi Formicidae

Semut (Hymenoptera: Formicidae) merupakan makrofauna yang paling banyak ditemukan pada seluruh plot pengamatan. Berdasarkan data Tabel 2. Kelompok makrofauna dari Famili Formicidae ini Terdapat 2 jenis semut yang berbeda ada yang tidak memiliki sayap (Formicidae1) dan ada memiliki sayap (Formicidae1). Ciri-ciri morfologinya memiliki *petiolus* yang tegak, memiliki sepasang antena. Peran semut dalam suatu ekosistem dapat dikategorikan sebagai predator serangga hama.

Kelompok semut ini adalah kelompok yang sangat umum dan menyebar luas. Mereka terdapat dimana-mana. Satu dari sifat-sifat struktural yang jelas dari semut adalah bentuk tangkai (pendicel) metasoma, satu atau dua ruas dan mengandung gelambir yang mengarah ke atas. Mulut-mulut biasanya menyiku (yang jantan mulut-mulutnya dapat berbentuk seperti rambut), dan ruas pertama

seringkali sangat panjang. Ada yang bersayap dan tidak bersayap, ukuran betina lebih besar dibandingkan yang jantan dalam apabila bersayap (Borror *et al.* 2005).



Gambar 19. (a) Dokumentasi Semut (Hymenoptera: Formicidae) (b) gambar literatur Semut (Hymenoptera: Formicidae) (Anna Feby *et al.* 2014).

4.1.2.7 Ordo Orthoptera Famili Gryllidae

Kelompok makrofauna yang berasal dari famili Gryllidae memiliki ciri-ciri tipe mulut menggigit mengunyah, antenna berukuran panjang, mirip dengan belalang. Kelompok makrofauna ini ditemukan pada 3 plot pengamatan yaitu: PS, Monokultur sawi, MK.



Gambar 20. (a) Dokumentasi Jangkrik (Orthoptera: Gryllidae) (b) gambar literatur Jangkrik (Orthoptera: Gryllidae) (Annonim, 2004)

Famili Gryllidae atau cengkerik-cengkerik menyerupai belalang bermulut panjang yang melancip, organ-organ pembuat suara pada sayap-sayap depan pada yang jantan, dan organ-organ pendengaran pada tibiae muka, tetapi berlainan dari mereka mempunyai tidak lebih dari tiga tarsus, dan sayap-sayap depan membengkok ke bawah agak tajam pada sisi-sisi tubuh. Serangga ini menyerang bagian daun tanaman dan dianggap sebagai serangga hama (Borror *et al.* 2005).

4.1.2.8 Ordo Orthoptera Sub Famili Gryllinae

Kelompok makrofauna yang berasal dari sub Famili Gryllinae memiliki ciri femur kaki belakang jelas lebih besar daripada femur kaki depan antenna sama

panjang atau lebih panjang dari panjang tubuhnya tibia kaki depan membesar dan digunakan untuk menggali. Kelompok makrofauna ini ditemukan pada 4 plot pengamatan yaitu PS, PK, Monokultur sawi, dan MT.



(a)



(b)

Gambar 21. (a) Dokumentasi Anjing Tanah (Orthoptera: Gryllinae) (b) gambar literatur Anjing Tanah (Orthoptera: Gryllinae) (Anonim, 2004)

Jangkrik ini sangat mirip dengan Anjing Tanah (orok-orok), tetapi biasanya lebih besar, dan mereka bervariasi warnanya dari kecoklat-coklatan sampai hitam. Jenis ini tidak bersayap, mata tunggal tersusun dalam satu segitiga tumpul, alat perteluran paling tidak separuh panjang dari femora belakang. Serangga ini suka sekali menyerang umbi tanaman bawang merah (Borrer *et al.* 2005).

4.1.2.8 Ordo Hemiptera Famili Reduviidae

Kelompok makrofauna yang berasal dari famili Reduviidae¹ sedangkan jenis makrofauna Reduviidae² memiliki semacam pencapit pada didepan pada bagian dada (thoraks) namun keduanya ini memiliki ciri badan kuat, paruh melengkung keatas bertemu dengan prosternum dan antenna filiform. Kelompok makrofauna ini ditemukan pada 4 plot pengamatan yaitu; PK, PM, MT dan MK.



(a)



(b)

Gambar 22. (a) Dokumentasi Kepik (Hemiptera:Reduviidae¹) (b) gambar literatur Kepik (Hemiptera:Reduviidae¹) (Bug guide.net, 2018)

Kepik Pembunuh (Hemiptera: Reduviidae) memiliki sifat pemangsa, dan banyak jenis umum terdapat di permukaan tanah. Warnanya kehitam-hitaman atau

kecoklat-coklatan, tetapi banyak yang berwarna cemerlang. Kepala biasanya memanjang dengan bagian belakang mata seperti leher. Probosis pendek dan tiga ruas, dan ujungnya cocok masuk ke dalam satu lekuk alat pembuat suara di dalam prostenum. Abdomen pada banyak jenis melebar di bagian tengah, menonjolkan tepi-tepi lateral ruas-ruas di belakang sayap-sayap. (Borror *et al.* 2005).



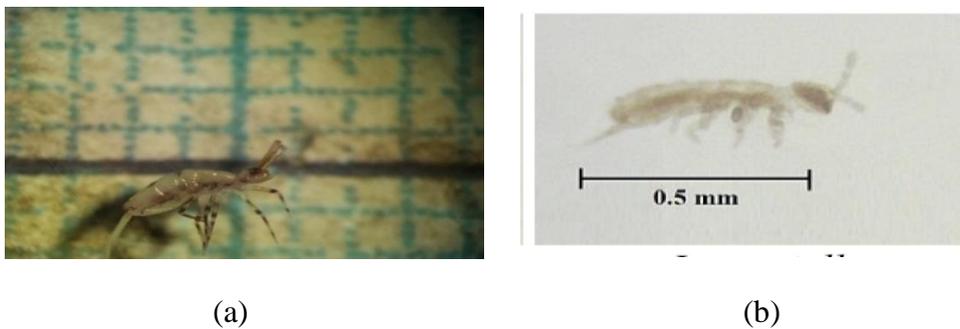
Gambar 23. (a) Dokumentasi Kepik (Hemiptera:Reduviidae2) (b) gambar literatur Kepik (Hemiptera:Reduviidae2) (Bug guide.net, 2018)

*pemberian kode merupakan jenis yang berbeda

4.1.2.10 Ordo Collembola Famili Isotomidae

Makrofauna dengan nama Ekor Pegas (Collembola:Isotomidae) memiliki ruas tubuh nampak mampat berlekatan satu dengan yang lain. Tubuhnya kecil berwarna kuning, tidak bersayap dan memiliki sepasang antena berukuran pendek. Mempunyai ekor seperti pegas dan ruas perut sebanyak 3 ruas. Peran Collembola dalam suatu ekosistem dapat menjadi dekomposer bahan organik dan merupakan sumber makanan bagi predator.

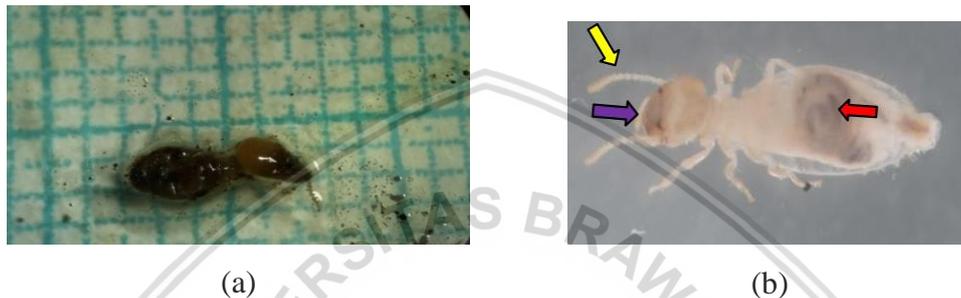
Famili ini memiliki tubuh gilik, warna dan ukuran bervariasi. Ciri khas famili adalah ruas abdomen I-IV sama panjang. Terdapat OPA dan oselus bervariasi. Mukro biasanya lebih pendek dari dens. Biasanya ditemukan di serasah dan di dalam tanah (Borror *et al.* 2005).



Gambar 24. (a) Dokumentasi Ekor Pegas (Collembola: Isotomidae), (b) gambar literatur (Collembola: Isotomidae) (Widrializa, 2016).

4.1.2.11 Ordo Isoptera Famili Rhinotermitidae

Kelompok makrofauna yang berasal dari famili Rhinotermitidae memiliki ciri-ciri bentuk ukuran tubuh yang kecil, kepala berwarna kuning kehitaman, memiliki sepasang antena tegak seperti tanduk. Kelompok makrofauna ini ditemukan pada 3 plot pengamatan yaitu: pinus kopi (PK) dan pinus monokultur (PM).



Gambar 25. (a) Dokumentasi Rayap (Isoptera: Rhinotermitidae) (b) literatur Rayap (Isoptera:Rhinotermitidae) (Bug guide.net, 2018)

Famili Rhinotermitidae tidak memiliki sayap, ditemukan dalam tanah antena terlihat seperti tanduk. Imago ciri sayap depan jelas lebih besar daripada sayap belakang dan tumpang tindih; sayap bervena panjang dari posterior sampai sektor radial; protonum reproduksinya tidak normal. Anggota-anggota dari kelompok ini selalui melakukan kontak dengan tanah (Borror *et al.* 2005). Sebagai makrofauna tanah, rayao memiliki peran dalam pembuatan lorong-lorong di dalam tanah mengakibatkan tanah menjadi gembur sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman (Sigit dan Hadi, 2006).

4.1.2.12 Ordo Diptera Famili Stratiomyidae

Lalat (Diptera:Stratiomyidae) jenis makrofauna yang didapatkan jenisnya berupa larva, ditemukan dalam tanah larva berwarna hitam dan memiliki cerci yang saling berhimpitan panjang pada ujung tubuhnya dan seluruh tubuhnya beruas-ruas.

Larva terdapat pada berbagai tempat terutama pada permukaan tanah atau material-material yang membusuk. Pada imago famili Stratiomyidae ini memiliki abdomen lebar dan gepeng atau yang disebut *stratiomys*, sayap-sayap pada waktu istirahat dilipat ke belakang bersama di atas abdomen, dan mulut panjang dengan

ruas ketiga yang jelas beranulasi. Kebanyakan berwarna gelap, dengan atau tanpa tanda-tanda yang terang (Borror *et al.* 2005).



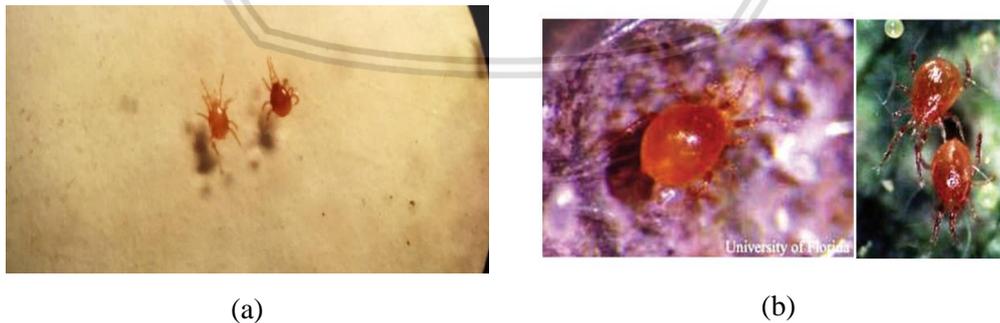
Gambar 26. (a) Dokumentasi larva Lalat (Diptera: Stratiomyidae) (b) literatur larva Lalat (Diptera:Stratiomyidae) (Bug guide.net, 2018)

4.1.3 Deskripsi Kelas Arachnida

4.1.3.1 Ordo Acari Famili Tetranychidae

Kelompok makrofauna ini termasuk ke dalam Kelas Arachnida Famili Tetranychidae memiliki ciri-ciri tubuh berwarna oren memiliki delapan tungkai kaki berwarna kuning memiliki sepasang antena. Kelompok famili Tetranychidae ini ditemukan pada 3 plot pengamatan yaitu: MT, MK dan PK. Larva dan nimfa berwarna hijau kekuningan gelap pada bagian dorsolateral idiosoma. Tungau dewasa umumnya berwarna merah atau merah kekuningan. Tungkai berwarna kekuningan (Borror *et al.* 2005).

Serangga ini bertindak sebagai hama karena dapat merusak tanaman. Tetranychidae adalah tungau pengisap daun yang menjadi hama pada sebagian besar komoditas pertanian (Deciyanto *et al.* 1991).



Gambar 27. (a) Dokumentasi Tungau (Acari: Tetranychidae) (b) gambar literatur Tungau (Acari: Tetranychidae) (Fasulo dan Denmark, 2010)

4.1.3.2 Ordo Aranneida Famili Thromisidae

Laba-laba (Aranneida:Thromisidae) termasuk ke dalam kelas archnida ini memiliki ukuran tubuh pipih, sedikit banyak menyerupai kepiting dalam kenampakan tingkah lakunya. Dua pasang kaki pertama lebih lebar dan kuat dibandingkan kaki-kaki lainnya, untuk menangkap mangsa. Makrofauna ini merupakan predator karena memangsa serangga lainnya terkadang berjalan-berjalan dipermukaan tanah atau membuat jaring-jaring untuk menangkap mangsanya.



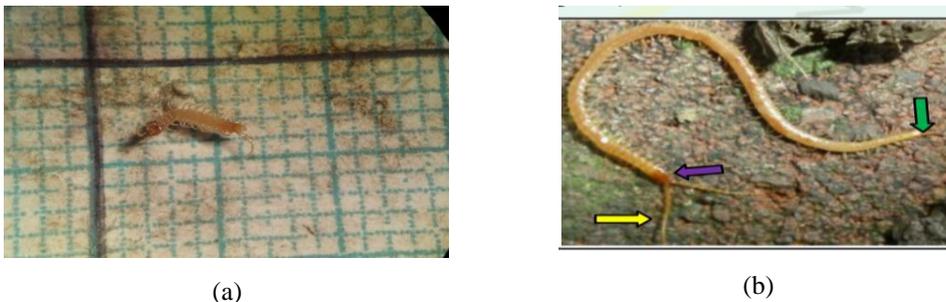
Gambar 28. (a) Dokumentasi Laba-laba (Aranneida: Thromisidae) (b) gambar literatur Laba-laba (Aranneida:Thromisidae) (Bug guide.net. 2018)

Thromisidae merupakan laba-laba kepiting dan berjalan ke arah sisi atau mundur. Laba-laba ini tidak menganyam sarang laba, tetapi laba-laba ini mencari makanan dengan cara menjadikan serangga lain untuk dijadikan korbannya. Laba-laba ini berwarna kuning kehitaman, abdomen membulat dan berbulu. Kepala lebih kecil dari abdomen (Borror *et al.* 2005).

4.1.4 Deskripsi Kelas Chilopoda

4.1.4.1 Ordo Scolopendromorpha Famili Scolopendra

Kelompok yang berasal dari famili Scolopendra memiliki ciri-ciri tubuh beruas-ruas, memiliki banyak kaki dan sepasang antenna. ini ditemukan dalam bentuk larva berwarna kuning dan imago berwarna hitam. Kelompok famili Scolopendra ini ditemukan pada 5 plot pengamatan yaitu PK, PM, MT, dan MK.



(a)

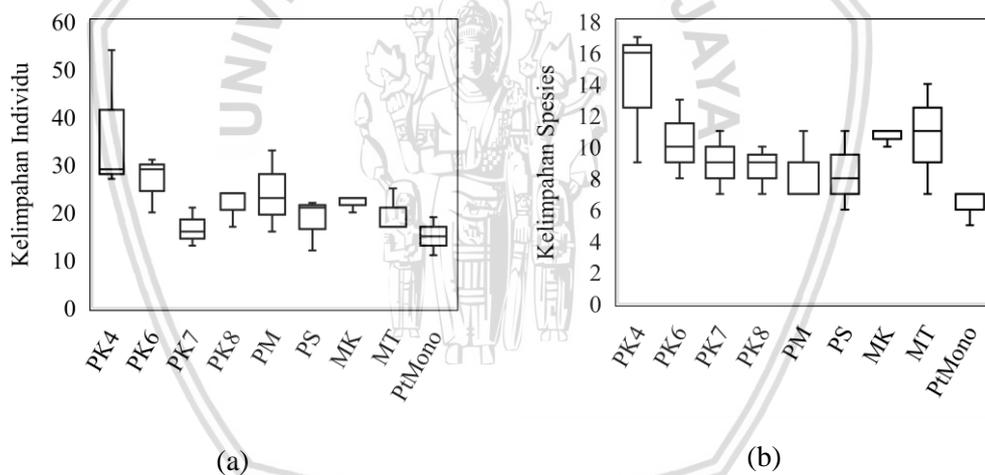
(b)

Gambar 29. (a) Dokumentasi Kelabang (Scolopendromorpha: Scolopendra) (b) gambar literatur kelabang (Scolopendromorpha: Scolopendra) (Bug guide.net, 2018)

Famili Scolopendra atau kelabang pada fase larva memiliki 12 ruas tubuh berbeda dengan fase imago (dewasa) ruas tubuhnya dapat lebih dari 12 ruas. Memiliki sepasang antena di kepala, kepala agak pipih berwarna kuning kehitaman. Famili ini berperan dalam perombakan bahan-bahan organik yang ada di permukaan tanah (Dindal, 1990).

4.1.5 Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan Terhadap Kelimpahan Makrofauna

Hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 1 dan Lampiran 2.) didapatkan hasil bahwa kelimpahan individu makrofauna tanah dipengaruhi oleh perbedaan jenis penggunaan lahan ($F_{8,18} = 2,65$, $P = 0.044$). Sedangkan, kelimpahan spesies makrofauna tanah tidak dipengaruhi oleh berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest ($F_{8,18} = 2,19$, $P = 0.079$) Data Tabel 2. Dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. (a) Boxplot kelimpahan individu makrofauna ($F_{8,18} = 2,65$, $P = 0.044$) dan (b) kelimpahan spesies makrofauna ($F_{8,18} = 2,19$, $P = 0.079$) tipe penggunaan lahan berbeda. Kode yang terdapat di dalam gambar plot pengamatan.

Diagram boxplot di atas menggambarkan bahwa perbedaan tipe penggunaan lahan di UB Forest berpengaruh pada kelimpahan individu makrofauna tanah. Hal tersebut dilihat pada diagram box (Gambar 30.) pada masing-masing penggunaan lahan memiliki rentang jarak yang berjauhan. Pengaruh dari jenis penggunaan lahan terhadap kelimpahan individu makrofauna tanah ini diduga dari jenis keragaman vegetasi akan tutupan lahan yang berbeda mampu

mempertahankan jumlah populasi makrofauna tanah dibandingkan dengan pertanian yang monokultur.

Menurut Makalew (2001), menjelaskan bahwa faktor lingkungan seperti iklim, tanah dan vegetasi mempengaruhi kegiatan makrofauna tanah seperti distribusi dan aktivitas makrofauna tanah. Struktur dan komposisi organisme tanah, terutama makrofauna, sangat tergantung pada kondisi lingkungannya. Yaitu terdapat dua faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap komposisi makrofauna tanah yaitu struktur vegetasi yang menentukan tingkah laku dan produksi serta kualitas serasah yang tergantung pada populasi organisme herbivora.

Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th (PK4) memiliki indeks keanekaragaman (H) makrofauna tanah tertinggi dengan nilai indeks 3,68. Indeks keanekaragaman tertinggi (H) berikutnya berada pada penggunaan lahan Mahoni Talas dan Mahoni Kopi dengan nilai indeks keanekaragaman (H) masing-masing yaitu 3,46 dan 3,45. Sedangkan, indeks keanekaragaman (H) terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi dengan nilai indeks keanekaragaman (H) 2,92. Hasil analisis Indeks diversitas dapat dilihat pada Tabel 3.

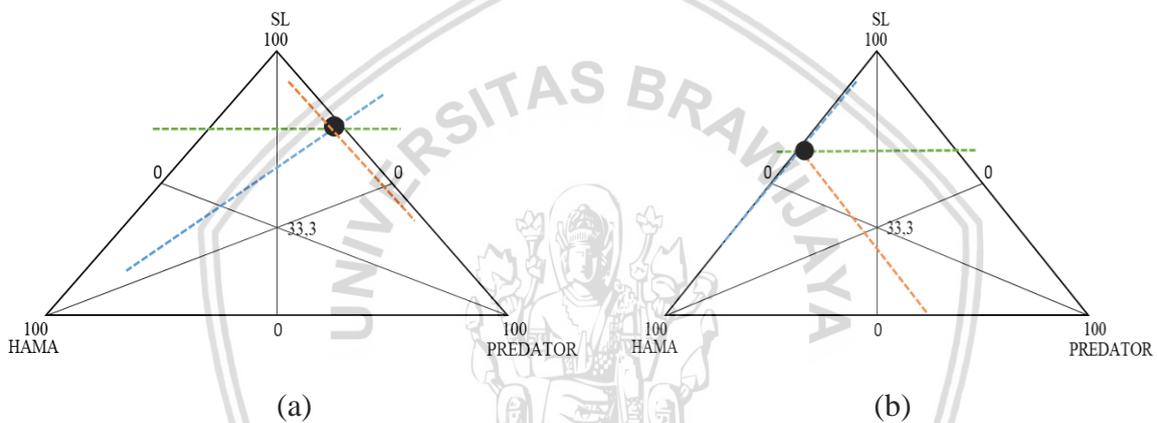
Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan dan Indeks Dominansi makrofauna tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest

Penggunaan Lahan	Indeks Keanekaragaman (H)	Indeks Kemerataan (e)	Indeks Kekayaan (DMg)	Indeks Dominansi (1/D)
PK4	3,68	0,99	5,55	38,6
PK6	3,42	1	4,45	31,26
PK7	3,28	0,99	4,23	27,53
PK8	3,24	1	3,96	26,52
PM	3,18	0,99	3,72	23,99
PS	3,19	0,99	3,91	24,81
MT	3,45	0,99	4,81	32,99
MK	3,46	1	4,75	33,33
PtMono	2,92	0,99	3,16	19,38

Secara keseluruhan indeks keanekaragaman (H) pada jenis penggunaan lahan yang beragam memiliki nilai H indeks >3 dibandingkan dengan H indeks yang pada jenis penggunaan lahan yang monokultur dengan nilai 2,92 yang klasifikasinya termasuk sedang. Tingginya nilai H indeks pada jenis penggunaan lahan yang beragam menandakan bahwa suatu komunitas makrofauna tanah berada pada kondisi

lingkungan yang sangat stabil. Menurut Kent dan Paddy (1992), mengklasifikasikan nilai H indeks jika nilai > 2 termasuk kategori tinggi maka komunitas makrofauna tanah dengan kondisi lingkungan yang sangat stabil.

Tentu hal ini dapat diperkuat melalui analisis segitiga faktorial mengenai kondisi agroekosistem pada Gambar 31. bahwa pada jenis penggunaan lahan yang beragam garis perpotongan makrofauna yang berperan sebagai hama, predator dan serangga lain berada di sebelah kanan atas. Sedangkan, pada jenis penggunaan lahan Monokultur garis perpotongan berada di sebelah kiri hal ini menandakan kondisi lingkungan pada jenis penggunaan lahan monokultur sudah mulai terganggu.



Gambar 31. Analisis agroekosistem (a) penggunaan lahan yang beragam (b) penggunaan lahan yang monokultur

Dari hasil perhitungan indeks kemerataan jenis secara keseluruhan yang menunjukkan nilai mendekati 1 pada seluruh penggunaan lahan menandakan bahwa pada seluruh penggunaan lahan tidak ada jenis makrofauna tanah yang mendominasi. Menurut Odum (1993), indeks kemerataan (e) berkisar 0-1. Bila nilai mendekati 1 kemerataan tinggi yang menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi.

Dari hasil perhitungan Indeks kekayaan spesies (DMg) dapat diketahui bahwa indeks kekayaan tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th (PK4); Mahoni Talas (MT) dan Mahoni Kopi (MK) dengan urutan nilai masing-masing 5,55; 4,81; dan 4,75. Sedangkan, indeks kekayaan spesies pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) memiliki nilai indeks kekayaan terendah yaitu 3,16. Indeks dominansi pada penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur 20 th (PK4) juga memiliki nilai yang tinggi yaitu sebesar

38,6 sedangkan indeks dominansi terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) yaitu sebesar 19,8.

Nilai indeks kekayaan jenis Margalef (DMg) menurut Ludwig dan Reynold (1988), menyatakan bahwa indeks yang menunjukkan kekayaan spesies suatu komunitas, dimana besarnya nilai ini dipengaruhi oleh banyaknya spesies dan jumlah individu pada area tersebut. Nilai dari indeks kekayaan spesies Margalef ini digunakan untuk membandingkan tingkat kekayaan spesies pada 2 atau lebih komunitas.

Indeks dominansi makrofauna tanah yang didapatkan lebih tinggi pada jenis penggunaan lahan Pinu Kopi dibandingkan dengan jenis penggunaan lahan Monokultur. Hal ini, membuktikan pada suatu ekosistem tersebut terdapat individu yang mendominasi. Menurut Odum (1993) menyatakan bahwa nilai indeks dominansi yang tinggi menyatakan konsentrasi dominansi yang tinggi (ada individu yang mendominasi), sebaliknya nilai indeks dominansi rendah menyatakan konsentrasi yang rendah. Hal ini, dibuktikan pada data Tabel 2. Jumlah individu pada spesies Hymenoptera: Formicidae¹ dan Haplotaxida: Lumbricidae memiliki jumlah individu yang tinggi pada Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th dengan urutan masing-masing 25 dan 23 morfospesies. Namun, pada penggunaan lahan Monokultur jumlah individunya menurun dengan urutan masing-masing 14 dan 2 morfospesies

Tingginya jumlah individu pada kelompok makrofauna sebangsa Semut (Hymenoptera: Formicidae¹) (Gambar 19.) diduga memiliki sifat yang mampu beradaptasi pada berbagai lingkungan. Hal ini, sesuai menurut Widrializa, (2016), menjelaskan bahwa Semut (Formicidae) merupakan serangga dengan jumlah jenis dan tingkat populasi yang melimpah karena kebiasaan hidupnya yang suka berkoloni, selain itu memiliki penyebaran yang luas sebagai hasil dari kemampuan semut dalam memodifikasi habitat, ketersediaan sumber makanan dan pertahanan diri. Kemampuan dalam memodifikasi faktor eksternal tersebut memungkinkan koloni semut menetap di habitat yang sama bertahun-tahun.

Rendahnya jumlah individu kelompok makrofauna Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae) (Gambar 1.) pada jenis monokultur sawi diduga merupakan dampak yang terjadi akibat dari alih guna lahan sehingga kondisi lahan

pada jenis penggunaan Monokultur Sawi kurang begitu sesuai untuk kelompok makrofauna Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricidae). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hairiah *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian baik monokultur akan menurunkan jumlah populasi cacing tanah.

4.2 Hasil Pengukuran Masukan Bahan Organik Dan Kandungan C-Organik Pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan Di UB Forest

Hasil pengukuran data lapangan yang terdiri dari masukan serasah, ketebalan serasah dan berat biomassa tanaman serta analisis fraksi dan kandungan C-organik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata hasil pengukuran masukan bahan organik serasah dan analisis kandungan C-organik pada berbagai penggunaan lahan UB Forest

Sifat Tanah	Penggunaan lahan								
	PK4	PK6	PK7	PK8	PM	PS	MT	MK	PtMono
Berat serasah (<i>in-situ</i>) (g/m ²)	59,3	65,54	184,68	161,29	87,96	32,67	80,59	93,55	10,43
Masukan serasah (g/m ²)	122,1	157,2	355,7	352,2	71,5	49,7	208	317,5	41
Bahan organik (%)	3,87	4,17	6,64	6,35	5,56	3,46	6,33	4,24	1,51
C-organik (%)	2,22 ^(R)	2,39 ^(R)	3,81 ^(T)	3,65 ^(T)	3,19 ^(T)	1,99 ^(R)	3,64 ^(T)	2,44 ^(R)	0,87 ^(SR)
Fraksi labil (%)	2,40 ^(R)	2,39 ^(R)	2,86 ^(R)	3,35 ^(T)	1,73 ^(R)	1,32 ^(R)	3,15 ^(T)	2,67 ^(R)	0,87 ^(SR)
fraksi non labil (%)	2,16 ^(R)	2,34 ^(R)	2,94 ^(R)	3,01 ^(T)	1,58 ^(R)	1,40 ^(R)	2,35 ^(R)	2,35 ^(R)	0,80 ^(SR)

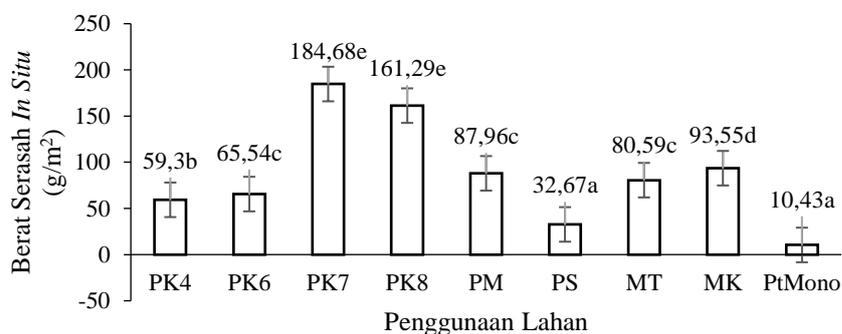
Keterangan: Angka yang diikuti huruf menyatakan T= Tinggi; S= Sedang; R= Rendah; SR= Sangat Rendah (Balittan, 2009).

4.2.1 Masukan Serasah

4.2.1.1 Berat Serasah *in situ*

Berdasarkan data Tabel 4. Dapat diketahui bahwa hasil pengukuran masukan serasah di permukaan (*in situ*) pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 35 dan 40 th (PK7 dan PK8) lebih tinggi dengan urutan masing-masing masukan serasah sebesar 184,68 g/m² dan 161,29 g/m². Sedangkan, jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) dan Pinus Sayur (PS) memiliki masukan serasah yang rendah masing-masing sebesar 10,43 g/m² dan 32,67 g/m². Berdasarkan hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 5.) didapatkan nilai ($F_{8,18} = 27,72$) ($P < 0,01$) yang berarti jenis penggunaan lahan dan umur tanaman berpengaruh

nyata terhadap berat kering serasah di permukaan dan hasil uji lanjut BNT 5 % dapat disajikan pada Gambar 32.

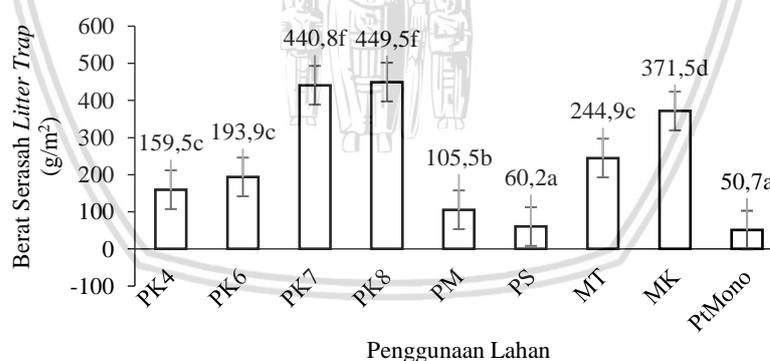


Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

Gambar 32. Grafik rerata berat kering serasah *In Situ*

4.2.1.2 Masukan Serasah Pada *Litter Trap*

Hasil analisis pengukuran masukan serasah berdasarkan data Tabel 4. yang dilakukan selama 10 minggu dengan menggunakan *litter trap* berukuran 1 m x 3 m, hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 4). dengan perbedaan jenis penggunaan lahan dan umur tanaman juga berpengaruh nyata dengan nilai ($F_{8,18} = 120,16$) ($P < 0,05\%$). Kemudian, hasil uji lanjut BNT 5 % dapat dilihat pada Gambar 33.



Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

Gambar 33. Grafik rerata berat masukan serasah *Litter Trap*

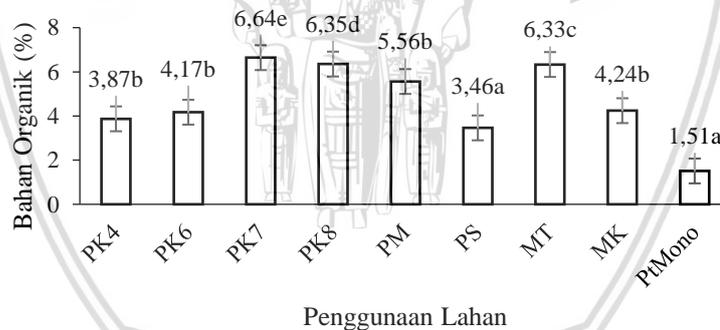
Berdasarkan data Tabel 4 dan Gambar 33. Dapat diketahui bahwa berat masukan serasah yang tertangkap pada litter trap tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 35 th; 40 th; dan Mahoni Kopi dengan nilai masing-masing sebesar 440,8 g/m²; 349,5 g; dan 371,3 g/m².

Sedangkan, berat masukan serasah terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) dan Pinus Sayur (PS) sebesar 50,7 g/m² dan 60,2 g/m².

Dari data masukan serasah baik yang berada pada permukaan tanah (*In Situ*) maupun yang tertangkap pada *Litter Trap* dapat diketahui bahwa jenis penggunaan lahan mempengaruhi produksi serasah yang masuk di permukaan diduga adanya pengaruh dari vegetasi sehingga hasil produksi serasah pada penggunaan lahan dan umur tanaman yang berbeda menghasilkan serasah yang berbeda pula. Menurut Akburak dan Makineci (2013), yang menyatakan bahwa banyak serasah yang dihasilkan lahan dipengaruhi oleh berbagai vegetasi, spesies pohon, kualitas, kuantitas jatuhnya serasah, kerapatan dan strukturnya.

4.2.2 Bahan Organik

Penggunaan lahan dan umur tanaman yang berbeda berpengaruh nyata terhadap bahan organik dilihat pada hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 6.) didapatkan bahwa nilai ($F_{8,18} = 5,30$) ($P = 0,002$). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5 % dapat dilihat pada Gambar 34. Untuk melihat pengaruh antar penggunaan lahan di uji lanjut menggunakan uji BNT 5 % yang dapat dilihat pada Gambar 34.



Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

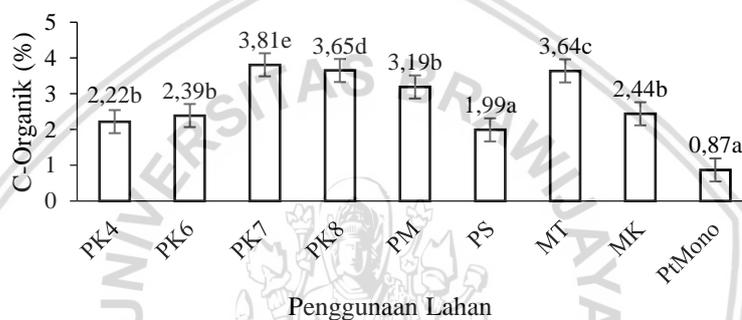
Gambar 34. Grafik rerata bahan organik

Berdasarkan Gambar 34. Dapat diketahui bahwa bahan organik tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 35 th; 40 th (PK7; PK8) dan Mahoni Kopi (MK) dengan nilai bahan organik masing-masing sebesar 6,64 %; 6,35 % dan 6,33 %. Sedangkan, nilai bahan organik terendah berada di jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) yaitu dengan nilai kandungan bahan organik sebesar 1,51 %. Rendahnya bahan organik pada penggunaan lahan Monokultur Sawi diduga dari sistem penggunaan dan pengelolaan yang monokultur

mampu menurunkan bahan organik. Sesuai dengan hasil penelitian Widiyanto *et al.* (2004) menunjukkan bahwa alih guna lahan hutan menjadi kopi monokultur di Lampung mengakibatkan perubahan sifat tanah permukaan berupa penurunan bahan organik dan jumlah ruang pori.

4.2.3 Kandungan C-Organik

Penggunaan lahan dan umur tanaman yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik dilihat pada hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 7.) didapatkan bahwa nilai ($F_{8,18} = 5,30$) ($P = 0,002$). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5 % dapat dilihat pada Gambar 34. Untuk melihat pengaruh antar penggunaan lahan di uji lanjut menggunakan uji BNT 5 % yang dapat dilihat pada Gambar 35.



Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

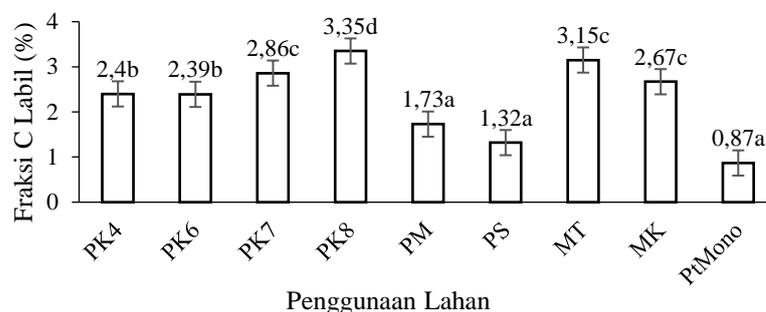
Gambar 35. Grafik rerata kandungan C-Organik

Berdasarkan Gambar 35. Dapat diketahui bahwa kandungan C-organik tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur Pinus 35 th dan 40 th (PK7 dan PK8) serta jenis penggunaan lahan Mahoni Talas (MT) yaitu dengan nilai kandungan C-organik masing-masing yaitu 3,81 %; 3,65 % dan 3,64 %. Sedangkan, nilai kandungan C-organik terendah berada pada jenis penggunaan Monokultur Sawi (PtMono) dengan nilai kandungan C-organik sebesar 0,87 %.

4.2.3.1 Rasio Fraksi C-Organik

Penggunaan lahan dan umur tanaman yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan C antar fraksi yang dibagi menjadi dua bagian menurut ukurannya yaitu fraksi labil (ukuran fraksi 2 mm) dan fraksi non labil (ukuran fraksi 250 μ m) dilihat pada hasil uji ANOVA (Tabel Lampiran 8 dan 9.) masing-masing didapatkan bahwa nilai fraksi C labil ($F_{8,18} = 6,83$) ($P < 0,001$) dan fraksi non labil ($F_{8,18} = 7,49$) ($P < 0,001$). Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5 % dapat dilihat pada

Gambar 34. Untuk melihat pengaruh antar penggunaan lahan di uji lanjut menggunakan uji BNT 5 % yang dapat dilihat pada Gambar 36.

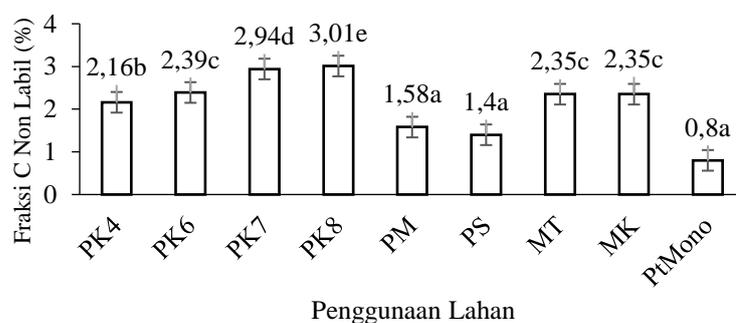


Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

Gambar 36. Grafik rerata nilai fraksi C labil

Berdasarkan Gambar 36. Dapat diketahui bahwa kandungan C fraksi labil pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 40 th (PK8) dan Mahoni Talas (MT) memiliki nilai fraksi C labil tertinggi dengan nilai masing-masing sebesar 3,35 % dan 3,15% dibandingkan dengan fraksi C labil pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) dengan nilai kandungan fraksi C labil yaitu 0,87 %.

Sementara itu, hasil uji lanjut BNT 5 % pada fraksi C non labil dapat dilihat pada Gambar 38. Dapat diketahui bahwa tinggi kandungan fraksi C non labil berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 40 th (PK8) dan kelas umur pinus 35 th (PK7) dengan nilai kandungan fraksi C non labil masing-masing yaitu 3,01 % dan 2,94 %. Sedangkan, nilai kandungan fraksi C non labil terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) dengan nilai kandungan sebesar 0,80 %. Hasil uji lanjut BNT 5 % lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 38.



Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan plot penggunaan lahan tidak beda nyata pada uji BNT 5 %.

Gambar 37. Grafik rerata kandungan fraksi C non labil

Rasio fraksi C dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan nilai fraksi C dibagi dengan nilai kandungan C-organik. Nilai rerata rasio antar fraksi C secara keseluruhan dapat diketahui bahwa fraksi labil memiliki nilai kandungan C lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi C non labil pada seluruh jenis penggunaan lahan. Nilai rerata rasio antar fraksi C pada berbagai jenis penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai rerata rasio antar fraksi C pada berbagai jenis penggunaan lahan di UB Forest

Plot	Kandungan C-Organik (%)	Fraksi C		Rasio Fraksi	
		Labil (%)	Non Labil (%)	Labil (%)	Non Labil (%)
PK4	2,22	2,4	2,16	1,081081	0,972973
PK6	2,39	2,39	2,34	1	0,979079
PK7	3,81	2,86	2,94	0,750656	0,771654
PK8	3,65	3,35	3,01	0,917808	0,824658
PM	3,19	1,73	1,58	0,54232	0,495298
PS	1,99	1,32	1,4	0,663317	0,703518
MT	3,64	3,15	2,35	0,865385	0,645604
MK	2,44	2,67	2,35	1,094262	0,963115
PtMono	0,87	0,87	0,8	1	0,91954

Berdasarkan Gambar 37. Dapat diketahui bahwa kandungan fraksi C non labil tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 40 th (PK8) dengan nilai kandungan fraksi C non labil sebesar 3,01 %. Sedangkan, fraksi C non labil terendah berada di jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono) dengan nilai kandungan fraksi C non labil sebesar 0,80 %.

Secara keseluruhan nilai kandungan C-organik dan berbagai fraksi C untuk jenis penggunaan lahan yang beragam memiliki kandungan C-organik dari yang rendah hingga tinggi (kandungan C 2-3). Sedangkan, kandungan C-organik yang sangat rendah berada di jenis penggunaan lahan yang Monokultur. Menurut Balittan (2009) menyatakan bahwa nilai kandungan C-organik < 1 % termasuk ke dalam kategori sangat rendah, nilai kandungan C-organik tanah 3-5 termasuk ke dalam kategori tinggi.

Hal-hal yang berkaitan dengan menurunnya kandungan C-organik dan fraksi C diduga berkaitan dengan masukan serasah dari jenis vegetasi yang berada di lahan dan adanya pengelolaan bahan organik yang ada di penggunaan Monokultur menyebabkan kandungan C-organik menurun. sesuai dengan pernyataan Qifli *et al.* (2014) menyatakan bahwa Tingginya nilai C-organik dalam tanah dipengaruhi oleh masukan serasah yang dilakukan oleh tanaman. C-organik dalam serasah menentukan ketersediaan karbon didalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah untuk mengurai serasah.

Pada jenis penggunaan lahan yang monokultur diduga adanya konversi alih guna lahan menyebabkan adanya gangguan terhadap bahan organik sehingga menyebabkan kandungan C-organik menurun sesuai dengan pernyataan Sabaruddin *et al.* (2003) menyatakan bahwa bahan organik peka terhadap gangguan, seperti konversiutupan lahan dan panen. Maka setiap perubahan yang terjadi pada suatu lingkungan dapat menyebabkan perubahan percepatan bahan organik atau C-organik dalam tanah.

4.3 Pembahasan

Kelimpahan makrofauna tanah yang telah didapatkan pada berbagai jenis penggunaan lahan sangat bervariasi baik jumlah individu maupun spesies makrofauna tanahnya. Kelimpahan makrofauna tanah lebih banyak dan beragam ditemukan pada jenis penggunaan lahan pada Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th (PK4) dibandingkan dengan jenis penggunaan lahan monokultur. Hal ini menunjukkan bahwa sistem agroforestri atau kombinasi sistem tanam antara tanaman penayang dengan tanaman utama mampu meningkatkan keragaman makrofauna tanah. Hal tersebut, dilihat dari masukan serasah yang dan kandungan bahan organik dan C-organik yang tinggi dibandingkan dengan Monokultur Sawi (PtMono).

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ida K. *et al.* (2016) membuktikan bahwa kelimpahan makrofauna dari agroforestri Pinus Kopi menunjukkan makrofauna tanah yang beragam. Ditambahkan menurut Huerta dan Wal (2012), menjelaskan bahwa pada tanah dalam sistem agroforestri terdapat kekayaan dan kelimpahan yang lebih besar dari komunitas makrofauna tanah dibandingkan dengan tanah padang rumput. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya serasah daun

dari berbagai jenis pohon yang merupakan sumberdaya bahan organik dan mikronutrien, serta menguntungkan dari segi iklim mikro untuk beberapa spesies.

Sedangkan, rendahnya kelimpahan makrofauna yang berada di penggunaan lahan yang monokultur disebabkan oleh pengelolaan lahan yang intensif turunya bahan organik dan hilangnya keberadaan serasah di lahan akibat aktivitas olah tanah dan penyiangan membuat beberapa spesies makrofauna tanah menurunkan jumlah populasi makrofauna tanah. Sementara, tingkat kelimpahan makrofauna tanah antara jenis penggunaan lahan Mahoni Talas (MT) dengan penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus yang tinggi pada umur pinus 20 th (PK4). Padahal, ditinjau dari masukan serasah, bahan organik dan kandungan C-organik lebih tinggi pada penggunaan Mahoni Talas (MT). Hal ini diduga, dari kualitas serasah pada tanaman Mahoni lebih baik dibandingkan dengan kualitas serasah dari pinus yang rendah sehingga proses dekomposisi pada daun mahoni lebih cepat dibandingkan dengan daun pinus

Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugiyarto *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa, keanekaragaman makrofauna dipengaruhi oleh variasi makanan yang tersedia di lingkungan. Lingkungan dengan vegetasi penutup lahan yang lambat melapuk umumnya memiliki kepadatan populasi makrofauna yang besar. Terutama cacing tanah, karena adanya ketersediaan makanan dalam waktu yang lama.

Hubungan antara ketersediaan bahan organik dengan kelimpahan individu makrofauna tanah berdasarkan hasil uji korelasi (Lampiran 10.) nilai $r = 0,5021$ yang menandakan bahwa hubungan antara bahan organik dengan kelimpahan individu makrofauna tanah memiliki hubungan yang cukup kuat. Menurut Sarwono (2009), menyatakan bahwa hubungan korelasi yang memiliki nilai rentang 0,4-0,5 memiliki hubungan cukup kuat.

Menurut Hanafiah (2013), kesuburan tanah juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara atau C-organik tanah, rendahnya ketersediaan hara mencerminkan rendahnya kesuburan tanah, sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik sangat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah maka tanah tersebut akan semakin subur begitu sebaliknya. Suin (2012) menjelaskan

bahwa bahan organik tanah sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah salah satunya adalah fauna tanah di mana semakin tinggi bahan organik tanah maka semakin beranekaragam fauna tanah yang terdapat pada suatu ekosistem.

Rasio fraksi C labil dan non labil pada penggunaan lahan yang beragam lebih besar dibandingkan dengan fraksi C labil dan non labil pada penggunaan lahan monokultur yang memiliki kandungan antar fraksi C labil dan non labil lebih rendah. Hal ini, disebabkan oleh adanya intensitas pengolahan lahan yang tinggi sehingga mampu menurunkan kandungan C antar fraksi baik fraksi labil maupun fraksi non labil.

Sesuai dengan hasil penelitian Beare *et al.* (1994) mengungkapkan bahwa hampir 61 % dan 62 % kandungan C ditemukan dalam agregat tanah berukuran > 2000 μm yang tersebar pada penggunaan lahan yang tidak diolah. Selain itu, ditambahkan menurut Gijsman (1996) pencampuran bahan organik melalui pengolahan tanah menyebabkan hancurnya mikroagregat yang berukuran 50-250 μm sehingga C labil yang terlindungi secara fisik dalam mikroagregat tersebut menjadi lebih terbuka terhadap serangan mikroba. Hal ini, menunjukkan bahwa fraksi labil tersebut sangat rentan terhadap pengolahan tanah.

Hubungan antara fraksi bahan organik baik fraksi labil dan non labil terhadap kelimpahan makrofauna tanah memiliki korelasi yang positif (Lampiran 10) dengan nilai masing-masing ($r = 0,7463; 0,6860$). Hal ini, berkaitan dengan sebaran antar partikel C dalam tanah yang dilakukan oleh makrofauna tanah. Sesuai dengan pernyataan Beare *et al.* (1993) aktivitas biologis yang dilakukan oleh makrofauna tanah yang berada di dekat permukaan dan dibantu oleh dekomposisi jamur dan bakteri kemungkinan membantu dalam menggabungkan POM (fraksi C-organik) dalam makroagregat dan untuk struktur bahan organik yang stabil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perubahan alih guna lahan yang terjadi di UB Forest dapat menurunkan komposisi, populasi dan kelimpahan makrofauna tanah dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa:

1. Komposisi makrofauna tanah yang ditemukan terdiri dari 2 Filum; 4 Kelas; 12 Ordo; 19 Famili; dan 599 Morfospecies dengan kelimpahan individu tertinggi berada pada jenis penggunaan lahan Pinus Kopi kelas umur pinus 20 th (PK4). Kelimpahan individu terendah berada pada jenis penggunaan lahan Monokultur Sawi (PtMono).
2. Penggunaan lahan mempengaruhi jumlah masukan serasah, bahan organik dan kandungan C-organik terkait hubungan positif terhadap kelimpahan makrofauna sebagai tempat hidup. Meskipun jumlah masukan serasah bahan organik dan kandungan C-organik tertinggi berada di Mahoni Talas (MT). Namun, proses dekomposisi lebih lambat berada di Pinus Kopi kelas umur 20 th (PK4) sehingga menyediakan tempat hidup yang layak untuk makrofauna tanah.
3. Rasio fraksi C labil dan non labil lebih besar pada penggunaan lahan Pinus Kopi dibandingkan dengan penggunaan lahan Monokultur yang memiliki nilai kandungan fraksi yang rendah dan memiliki hubungan yang positif dengan kelimpahan makrofauna tanah berkaitan dengan penyebaran antar partikel bahan organik tanah.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan untuk monitoring dan menduga kualitas lahan atau lingkungan di UB Forest melalui penelitian selanjutnya sehingga dapat menilai kondisi agroekosistem yang semakin menurun kualitas tanahnya atau kualitasnya meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akburak, S. & Makineci, E. 2013. *Temporal Temporal changes of soil respiration under different tree species*. Environmental Monitoring and Assessment 185(4): 3349-3358.
- Amin, Muhammad, Imran Rachman, dan Sitti Ramlah. 2016. *Jenis Agroforestri Dan Orientasi Pemanfaatan Lahan DI Desa Simoro Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi*. Warta Rimba Vol. 4, No. 1.
- Ann, McCauley, Clain Jones dan Kathrin Olson-Rutz. 2017. *Soil Acidity and Organic Matter*. USA: Module Nutrient Management No. 8 Montana State University.
- Animal memozee. 2018. Larva Scarabaeidae. <http://animal.memozee.com/view.php?tid=2&did=13806>. Diakses pada tanggal 30 Juni 2018.
- Anonim. 2004. *Kinerja Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Hortikultura 2000-2003*. Jakarta: Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 133 hal.
- Ayuke, F. O., Rao, M. R., Swift, M.J dan Opondo-Mbai, M. L. 2009. *Assesment of Biomass Transfer from Green Manure to Soil Macrofauna Biomass*. In Bationo (Ed.). *Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil Fertilitspy in Sub-Saharan Africa*. Academy Science Pub. Nairobi. Pp: 411-422.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Batjes, N. H. 1996. *The total C and N in soils of the world*. Eur. J. Soil Sci. 47: 151-163.
- Beare, M. H., dan R. R. Bruce. 1993. *A compariosn of methods for measuring water-stable aggregates: Implications for determining environmental effects on soil structure*. Geoderma 56: 87-104.
- Beare, M. H., Hendrix, P. F., dan D. C. Coleman. 1994. *Water-Stable Aggregates and Organic Matter Fractions in Conventional and No-Tillage Soils*. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 777-786
- Blanchart E., Albrecht A., Brown G.G., Decaëns T., Dubboisset A., Lavelle P., Mariani L., Roose E. 2004. *Effects of tropical endogeic earthworms on soil erosion: a review*. Agriculture Ecosystems and Environment 104: 303-3015.
- Bland, W. L. dan Bell, M. M. 2007. *A holon approach to agroecology international*. Journal of Agricultural Sustainability 5: 280-294.
- Bonea, J. 2010. *Soil Quality Assessmet Under Emerging Regulatory Requirements*. *Environment Internasional*. v. 36 (6) : 609-622.
- Borrer, D. J., Triplehorn, C. A., dan Johnson, N. F. 2005. *Study of Insects. 7 th Edition*. Thomson Brooks/Cole. Australia, Canada, Singapura, Spain, United Kingdom, United Stated.

- Brown, G. G., Moreno, A. G., Barois, I., Fragoso, V., Rojas, P. dan y Hernandes. 2004. *Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures*. Agric. Ecosys. Environ. 103 (2): 313-327.
- Brower, J. Jernold, Z., dan Von Ende, C. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Third Edition. USA: W. M. C. Brown Publishers.
- Bug Guide.net. 2018. *Identification, Images, & Information For Insects, Spiders & Their Kin For the United States & Canada*. <https://bugguide.net/node/view/15740>. Diakses pada tanggal 17 Juni 2018.
- Cai Y. Dan Smit B. 1994. *Sustainability in agriculture: A general review*. *Agriculture, ecosystems and environment* 49: 299-307.
- Campbell, C. A., Paul, E. A., Rennie, D. A., dan Mc. Callum. 1967. *Applicability of the soil carbon-dating method of analysis to soil humus studies*. *Soil Science*. 104: 217-224.
- Chan, K. Y., Cowie, A., Kelly, G., Singh, B., dan Slavich, P. 2008. *Scoping papper-soil organic karbon sequestration potential for agriculture in NSW*. NSW: DPI Science & Research Technical Paper.
- Dindal, D. L. 1990. *Soil Biology Guide*. New York: John Wiley & Sons.
- DITR (Department of Industry Tourism and Resources of Australian Government). 2007. *Biodiversity Management: Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry*. Canberra: Department of Industry, Tourism and Resources, Government of Australia.
- De Foresta, H. Dan G. Michon. 1997. *The agroforestri alternative to Imperata grasslands: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability*. *Agroforestri Systems*. 36: 105-120.
- De Foresta, H., A. Kusworo, G. Michon dan W.A Djatmiko. 2000. *Ketika Kebun Berupa Hutan-Agroforest Khas Indonesia – Sebuah Sumbangan Masyarakat*. Bogor: ICRAF. 249 pp.
- Deciyanto, S., Triwarsam, I. M., dan Adriani, R. R. 1991. *Studi beberapa inang hama tungau (*Tetranychus* sp.) asal tanaman *Mentha* sp.* *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 17:48-55.
- Fasulo, T. R. Dan H. A. Denmark. 2010. *Twospotted Spider Mite, Tetranychus urticae Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae)* <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN30700.odf> diakses 16 Juni 2018.
- Firmansyah, M. A., Suparman, Harmini, Wigena, I. G. P., dan Subowo. 2014. *Karakterisasi Populasi dan Potensi Cacing Tanah Untuk Pakan Ternak dari Tepi Sungai Kahayan dan Barito*. Kalimantan Tengah: Balai Penelitian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah.
- Feby, Anna., Henny Herwina, dan Dahelmi. 2014. *Jenis-Jenis Semut (Hymenoptera: Formicidae) di Bangunan Kampus Universitas Limau Manis Padang*. Padang: Jurnal Biologi Universitas Andalas. 3(1) : 34-38 (ISSN: 2303-2162).

- Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. *The importance of soil organic matter key to drought-resistant soil and sustained food and production*. Roma: Viale delle Terme di Caracalla. ISBN 92-5-105366-9. P. 5-6.
- Forest Watch Indonesia. 2014. *Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode 2009-2013*. Bogor: Forest Watch Indonesia.
- Gijsman, A. J. 1996. *Soil aggregate stability and soil organic matter fraction under agropastoral systems established in native savanna*. *Aus. J. Soil Res.* 34 : 891-907.
- Hagvar, S. 1998. *The relevance of the Rio-Convention on Biodiversity to conserving biodiversity of soils*. *Applied Soil Ecology* 9: 1-7.
- Hairiah, K., Didik Suprayogo, Widiyanto, Berlian, Erwin, S., Aris, M., Rudy Harto, W., Cahyo, P., dan Subekti R. 2004. *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan Seresah, Populasi Cacing Tanah Dan Makroporositas Tanah*. *J. Agrivita*. Vol 26 : hal 71.
- Hanafiah, K. A., Napoleon, A. dan Nuni, G. 2005. *Biologi tanah ekologi dan makrobiologi tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hsieh, Y. P. 1992. *Pool size and mean age of stable soil organic carbon in cropland*. *Soil Science Society of America Journal*. 56 : 460-464.
- Huerta, E. dan y Wal, V. 2012. *Soil macroinvertebrates abundance and diversity in home gardens in Tabasco, Mexico, vary with soil texture, organic matter and vegetation cover*. *Eur. J. Soil Biol.* 50: 68-75.
- Indriyati dan L., Wibowo. 2008. *Keragaman dan kemelimpahan Collembola serta Arthropoda Tanah di Lahan Sawah Organik dan Konvensional pada Masa Bera*. *J. HPT Tropika*. 8(2): 110-116.
- Kinasih, Ida, Tri Cahyanto, Ana Widiani, Destin Nurbah I. K., Ucu Julita dan Ramadhani E. P. 2016. *Soil invertebrate diversity in coffee-pine agroforestry system at Sumedang, West Java*. Bandung: Departmen of Biology, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. *J. Biodiversitas* Vol. 17 (2) : 473-478.
- Kent, M. Dan Paddy, C. 1992. *Vegetation description and analysis a practical approach*. London: Bellhaven Press.
- Lavelle, P., Senapati, B., y Barros, E. 2003. *Soil macrofauna*. En: Schroth, G. y Sinclair. F. L. (eds.). *Trees, crops and soil fertility*. Wallingford: CABI Publishing. P.303-324.
- Liddicoat, C., Schapel, A., Davenport, D., dan Dwyer, E. (2010). *Soil carbon and climate change. For the Sustainable Systems Group, Agriculture, Food and Wine, Primary Industries and Resources SA*. (PIRSA Discussion Paper).
- Lilies, Christina. 2016. *Kunci Determinasi Serangga: Program nasional pelatihan dan pengembangan pengendalian hama terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. ISBN 978-979-413-703-1

- Lestari, T. 2009. *Dampak Konversi Lahan Pertanian Bagi Taraf Hidup Petani*. Bogor: Institute Pertanian Bogor.
- Ludwig dan Reynold. 1988. *Statistical Ecology*. New York: John Wiley and Sons
- Kahono, S., dan M. Amir. 2003. *Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Barat*. Biodiversity Conversation Project. 209 hlm.
- Maftu'ah E, M Alwi, dan Willis M. 2005. *Potential of Soil Macrofauna as Bioindicator of Peat Land Quality*. *Bioscientiae* 2 (1): 1-14.
- Magdoff, F. Dan H. Van Es. 2009. *Building soils for better crops : Sustainable soil management*. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program-U.S Department of Agriculture.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Makalew, A. D. N. 2001. *Keanekaragaman Biota Tanah Pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT)*. Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana/S3.
- Matthew E. 2002. *The state of forest Indonesia*. World Resources Institute.
- Nusroh, Zaidatun. 2007. *Studi Diversitas Makrofauna Tanah Di Bawah Beberapa Tanaman Palawija Yang Berbeda Di Lahan Kering Pada Saat Penghujan*. Surakarta: UNS.
- Odum, E. P. 1993. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company Ltd.
- Putra, Muhammad. 2012. *Makrofauna Tanah Pada Ultisol Di Bawah Tegakan Berbagai Umur Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)*. Riau: Jurnal Penelitian UNRI.
- Qifli, A. K., Hairiah, K. dan Suprayogo, D. 2014. *Studi Nitrifikasi Tanah Dengan Penambahan Serasah Asal Hutan Alami Dan Agroforestri Kopi*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 1 (2): 15-24.
- Purvis, A dan Hector, A. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Robert, R. 2001. *Soil karbon sequestration for improved land management*. (World Soil Resources Report 96). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Rossi, J. P., Celini, L., Mora, P., Mathieu, J., Lapied, E., Nahmani, J., Ponge, J-F., Lavelle, P. 2010. *Decreasing fallow duration in tropical slash-and-burn agriculture alters soil macroinvertebrate diversity: a case study in southern French Guiana*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 135 : 148-154.
- Sa'ad, A. 2002. *Agroforestri Sebagai Salah Satu Alternatif Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia*. Makalah Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana/S3 Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sabaruddin, Sakurai, K., Tanaka, S., Kang, Y. dan Gofar, N. 2003. *Characteristics of Ultisols Differing in Wildfire History ins South Sumatra, Indonesia: II. Dynamics of chemical properties*. *Soil Science of Plant Nutrition*. 49 (1) : 1-7.

- Sapta, S., Tri, C. S., dan Marga Mandala. 2014. *Keanekaragaman Meso-Makrofauna Tanah dan Sifat-Sifat Fisika Kimia Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Sumbermalang Kecamatan Wringin Bondowoso*. Jember: Berkalah Ilmiah PERTANIAN.
- Sarwono, Jonatahan. 2009. *Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Smith, O. H., Petersen, G. W., dan Needelman, B. A. 2000. *Environmental indicators of agroecosystems*. *Adv. Argon*. 69 : 75-97.
- Sugiantoro, Ahmad. 2012. *Harta Karun dari Cacing Tanah*. Yogyakarta: DAFA Publishing.
- Sugiyarto, Efendi, M., Mahajoeno, E., Sugiti, Y., Handayanto, E., dan Agustina, L. 2007. *Preferensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik pada intensitas cahaya yang berbeda*. *Biodiversitas*. 7(4): 96-100.
- Sugiyarto. 2008. *Soil Macrofauna Conservation in Agroforestri Systems*. *National seminar on Education Biology: Quality Improvement of Biological Learning Trough Applied Biology Enrichment Materials*. Study Program and Alumni Association of Bioscience, Graduate Program. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta, 24 Mei 2008.
- Suin, N. M. 2012. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Sutedjo, M. M., A. G Kartasapoetra dan R. D. S. Sastroatmodjo. 1996. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: PT. Rineka Cipta. Hal: 447.
- Susilo, F.X., Utomo M., Subawa I.G., dan Murwani S. 1997. *Fauna Makro dalam Tanah di ASB-Benchmark Area*. Lampung Utara: J. Pen. Pengb.Wil. Lahan Kering 19 : 1-8.
- Soemitro, P. W. 2001. *Peranan Hijauan-Legume dan Ternak dalam Pertanian Berkelanjutan*. Pidato Pengukuhan Sebagai Guru Besar Fakultas Peternakan UGM.
- Syami, N., Dalhemi, dan Jabang Nurdin. 2014. *Jenis-jenis Cacing Tanah (Oligochaeta) yang Terdapat di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat*. Padang: Jurnal Biologi Universitas Andalas. 3(2)-Juni 2014: 087-091 ISSN: 2303-2162.
- Syarif, Imam. 2008. *Analisis Konversi Lahan Sawah Provinsi Jawa Timur*. Jurnal: J-SEP 48 Vol. 2 No. 3 September 2008.
- Tian, G. 1992. *Biologi Effect of Plant Residues with Contrasting Chemical Composition on Plant and Soil Under Humid Tropical Conditions*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Umrani, Ramesh dan C.K. Jain. 2010. *Agroforestri Systems and Practices*. India: Oxford Book Company. P.10. ISBN 978-93-80179-17-9.
- Widianto, Suprayogo, D., Noveras, H., Widodo, R. H., Purnomosidi, P. dan Noordwijk, M. V. 2004. *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian*:

Apakah Fungsi Hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur?, J. Agrivita. 26 : 47-52.

Widrializa. 2016. *Kelimpahan dan Keanekaragaman Collembola pada Empat Penggunaan Lahan di Lanskap Hutan Harapan, Jambi (tesis)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.



LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Koordinat plot pengamatan pada berbagai penggunaan lahan di kawasan hutan pendidikan UB Forest Kec. Karangploso

Plot pengamatan	Latitude (LS)	Longitude (BT)
PM1KU5	7°49'26.701"	112°34'37.915"
PM2KU5	7°49'22.079"	112°34'37.702"
PM3KU5	7°49'19.738"	112°34'36.975"
PK1KU4	7°49'27.871"	112°34'38.475"
PK2KU4	7°49'30.676"	112°34'36.951"
PK3KU4	7°49'31.654"	112°34'36.563"
PK1KU6	7°50'22.122"	112°36'16.870"
PK2KU6	7°50'24.100"	112°34'18.803"
PK3KU6	7°50'24.980"	112°34'18.578"
PK1KU7	7°49'24.937"	112°34'29.443"
PK2KU7	7°49'23.002"	112°34'43.320"
PK3KU7	7°49'23.142"	112°34'49.588"
PK1KU8	7°49'22.448"	112°34'34.929"
PK2KU8	7°49'32.751"	112°34'21.780"
PK3KU8	7°49'31.215"	112°34'23.406"
PS1KU8	7°49'24.694"	112°34'34.970"
PS2KU8	7°49'32.847"	112°34'22.270"
PS3KU8	7°49'24.439"	112°34'33.435"
MT1KU8	7°50'10.343"	112°35'58.512"
MT2KU8	7°50'10.508"	112°35'57.892"
MT3KU8	7°50'10.830"	112°35'58.677"
MK1KU8	7°50'20.431"	112°36'16.308"
MK2KU8	7°50'18.352"	112°36'15.223"
MK3KU8	7°50'21.829"	112°36'16.803"
Ptmono1	7°49'32.817"	112°34'22.210"
Ptmono2	7°49'58.030"	112°34'15.593"
Ptmono3	7°49'57.446"	112°34'15.593"

Tabel Lampiran 2. Uji ANOVA jumlah individu pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5%)
Penggunaan lahan	8	1009,63	3028.48.00	2,6**	2,51
Galat	18	874	1165.26.24		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 3. Uji ANOVA jumlah spesies pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5%)
Penggunaan lahan	8	111,852	13,981	2,19*	2,51
Galat	18	114,667	6,37		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 4. Uji ANOVA masukan serasah (*Litter Trap*) pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	5867865,5	73348,3	120,16**	2,51
Galat	18	10987,5	610,4		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 5. Uji ANOVA masukan serasah permukaan (*in situ*) pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	75544,5	9443,1	27,72**	2,51
Galat	18	6132,7	340,7		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 6. Uji ANOVA bahan organik pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	68,312	8,539	5,3**	2,51
Galat	18	28,982	1,61		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 7. Uji ANOVA kandungan C-organik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	22,563	2,8204	5,3**	2,5
Galat	18	9,5725	0,5318		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 8. Uji ANOVA kandungan fraksi C labil pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	16,7354	2,0919	6,83**	2,51
Galat	18	5,5111	0,3062		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Tabel Lampiran 9. Uji ANOVA kandungan fraksi C non labil pada berbagai jenis penggunaan lahan

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab (5 %)
Penggunaan lahan	8	12,4825	1,5603	7,49**	2,51
Galat	18	3,7511	0,2084		

Keterangan : Simbol (**) - berpengaruh nyata; (*) - tidak berpengaruh

Lampiran 10. Hasil uji korelasi

Jumlah individu	1	-						
Jumlah spesies	2	0.6694	-					
Masukan serasah (<i>in situ</i>)	3	-0.0613	0.0129	-				
Masukan serasah (<i>Litter trap</i>)	4	-0.0820	0.1343	0.8638	-			
Bahan organik (%)	5	0.0571	0.1382	0.6452	0.5874	-		
C-organik (%)	6	0.0571	0.1382	0.6452	0.5874	1.000	-	
Fraksi C labil (%)	7	0.0626	0.1829	0.6018	0.7502	0.7463	0.7463	
Fraksi C non labil (%)	8	0.1421	0.2126	0.6944	0.7917	0.5169	0.5169	
		1	2	3	4	5	6	
Fraksi C labil (%)	7	-						
Fraksi C non labil (%)	8	0.6860	-					



Tabel Lampiran 11. Data-data hasil wawancara dengan petani pemilik lahan

No	Landuse	Jenis tanaman	Nama Ilmiah	Umur (th)	Kerapatan (jumlah pohon/ha)	Pemupukan		Penyemprotan			Pengolahan	
						Jenis	Dosis dan waktu	Jenis	Dosis	Waktu	Penyiangan	Olah tanah
1.	Agroforestri	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	20	101	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
		Kopi	<i>Coffea sp.</i>	2 – 4	169	Pupuk kandang dan pupuk anorganik mutiara	6 ton pupuk kandang dan 0,3 ton pupuk anorganik pada awal tanam	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
2.	Agroforestri	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	30	57	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
		Kopi	<i>Coffea sp.</i>	2 – 4	309	Pupuk kandang dan pupuk anorganik mutiara	10 ton pupuk kandang dan 0,5 ton pupuk anorganik pada awal tanam	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
3.	Agroforestri	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	35	42	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada namun, dulu ada penjarangan pinus	Tidak ada

	Kopi	<i>Coffea sp.</i>	5 – 8	183	Pupuk kandang dan pupuk anorganik mutiara	10 ton pupuk kandang dan 0,4 ton pupuk anorganik pada awal tanam dan waktu kopi berbunga	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada	
	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	40	29	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada penyiangan namun dulu ada aktifitas penjarangan pinus	Tidak ada	
4.	Agroforestri	Kopi	<i>Coffea sp.</i>	3 – 5	84	Pupuk kandang dan pupuk anorganik mutiara	10 ton pupuk kandang dan 0,4 ton pupuk anorganik Pada awal tanam	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	25	23	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada penjarangan pinus	Tidak ada	
5.	Agroforestri	Kubis	<i>Brassica oleraceae</i>	¼	894	Pupuk kandang dan pupuk anorganik	10 ton pupuk kandang dan 0,2-0,5 ton pupuk	Pestisida nama merk plekat + metindo	Tidak melihat dosis tapi sesuai anjuran dosis	1x seminggu dan tergantung	Ada, gulma dan sisa-sisa panen	Diolah kembali tidak ada masa
	Cabai	<i>Capsicum annum</i>	¼	123								

						Phonska dan Mutiara	anorganik pada awal tanam		pada kemasan	banyaknya hama	langsung dibuang	istirahat (intensif)
6.	Monokultur	Pinus	<i>Pinus meskusii</i>	25	62	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7.	Agroforestri	Mahoni	<i>Swetenia macrophylla</i>	40	28	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Talas	<i>Colocasia esculenta</i>	1	> 100							
8.	Agroforestri	Mahoni	<i>Swetenia macrophylla</i>	40	19	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Kopi	<i>Coffea sp.</i>	2 – 4	249	Pupuk kandang dan pupuk anorganik mutiara	8 ton pupuk kandang pada awal tanam	Tidak ada	Tidak ada	Tidak pernah disemprot	Tidak ada	Tidak ada
9.	Monokultur	Sawi	<i>Brassica rapa</i>	1/4	399	Pupuk kandang Dan pupuk anorganik Phonska	1 kuintal pupuk kandang sebagai pupuk dasar 10 kg 3x seminggu	Dupon + Metindo biasanya dicampur	Sesuai anjuran dalam kemasan	Melihat kondisi tanaman dan hama apabila ada hama langsung disemprot	Ada penyiangan	Setelah panen tanah diolah lagi (intensif)

Tabel Lampiran 12. Data-data hasil pengukuran makrofauna, serasah dan bahan organik serta kandungan C-organik

Plot	Ulangan	Jumlah Individu	Jumlah Spesies	C-organik (%)	BO (%)	C-Fraksi non labil (250 μ m) %	C-Fraksi labil (2 mm) %	Total berat masukan serasah (g)	Total berat serasah permukaan (g)
PK4	1	54	17	1,91	3,32	2,31	1,89	159,6	54,4
PK4	2	29	9	2,43	4,22	1,83	2,88	161,3	74,3
PK4	3	27	16	2,35	4,09	2,36	2,46	157,5	49,2
PK6	1	29	10	1,80	3,14	1,96	2,57	208,6	75,6
PK6	2	20	8	2,99	5,20	2,86	2,23	150,2	45,7
PK6	3	31	13	2,40	4,18	2,20	2,38	222,9	75,3
PK7	1	21	11	4,15	7,22	2,71	2,10	450,4	228,6
PK7	2	13	7	2,58	4,49	2,98	3,15	442,1	184
PK7	3	16	9	4,73	8,23	3,16	4,28	456	141,4
PK8	1	24	7	4,05	7,05	2,74	3,04	446,1	167,5
PK8	2	24	9	2,70	4,71	4,12	2,67	446,5	163,9
PK8	3	17	10	4,20	7,31	2,17	3,50	429,9	152,5
PM	1	33	11	3,80	6,61	1,43	1,87	77,7	80,2
PM	2	23	7	3,05	5,30	1,91	1,91	150,3	79,3
PM	3	16	7	2,75	4,79	1,41	1,41	88,5	104,4
PS	1	22	11	2,74	4,76	1,27	1,54	57,1	22,8

PS	2	21	6	1,54	2,67	1,54	1,54	64,5	54,7
PS	3	12	8	1,70	2,96	1,40	0,89	59	20,6
MT	1	20	11	3,46	6,02	2,38	3,07	248,5	79
MT	2	23	10	4,88	8,50	2,00	4,01	262,5	83,6
MT	3	23	11	2,58	4,50	2,67	2,39	223,8	79,1
MK	1	25	11	2,99	5,21	2,77	2,62	413,4	85,2
MK	2	17	7	2,52	4,39	2,44	3,14	326,5	100,3
MK	3	17	14	1,81	3,15	1,86	2,26	374,1	95,1
PtMono	1	15	7	0,87	1,52	0,64	0,64	48	12
PtMono	2	11	5	0,70	1,22	1,17	1,08	58	9,5
PtMono	3	19	7	1,04	1,81	0,61	0,89	46	9,8

Lampiran 13. Perhitungan C-organik (%)

- PK4.1

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 5,4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 8,7}{100} \\ &= 1,73 \times 1,08 \\ &= 1,88 \end{aligned}$$

- PK4.2

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 4,3) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,4}{100} \\ &= 2,60 \times 1,14 \\ &= 2,87 \end{aligned}$$

- PK4.3

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 5) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19,7}{100} \\ &= 2,76 \times 1,19 \\ &= 2,45 \end{aligned}$$

- PK6.1

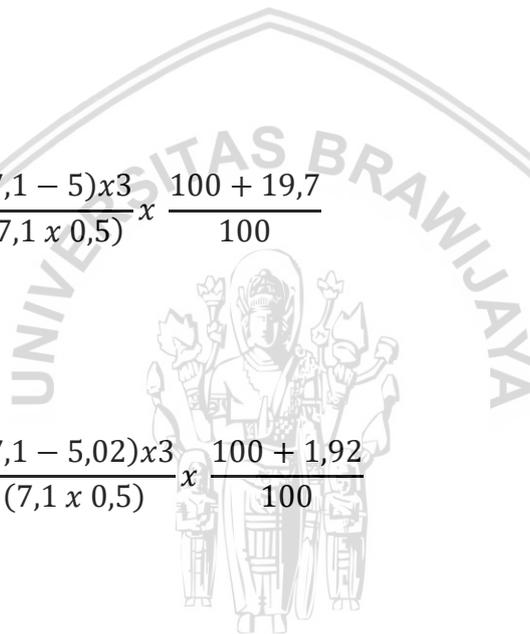
$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 5,02) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 1,92}{100} \\ &= 2,52 \times 1,01 \\ &= 2,57 \end{aligned}$$

- PK6.2

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 5) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 8,71}{100} \\ &= 2,05 \times 1,10 \\ &= 2,23 \end{aligned}$$

- PK6.3

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 4,9) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,5}{100} \\ &= 2,13 \times 1,15 \\ &= 2,37 \end{aligned}$$



- PK7.1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 5,5) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 26}{100}$$

$$= 1,65 \times 1,26$$

$$= 2,10$$

- PK7.2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,9}{100}$$

$$= 3,15 \times 1,09$$

$$= 2,84$$

- PK7.3

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 3) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,7}{100}$$

$$= 3,63 \times 1,17$$

$$= 4,27$$

- PK8.1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,1) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 9,8}{100}$$

$$= 2,76 \times 1,09$$

$$= 3,03$$

- PK8.2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,7) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100}$$

$$= 2,36 \times 1,16$$

$$= 2,66$$

- PK8.3

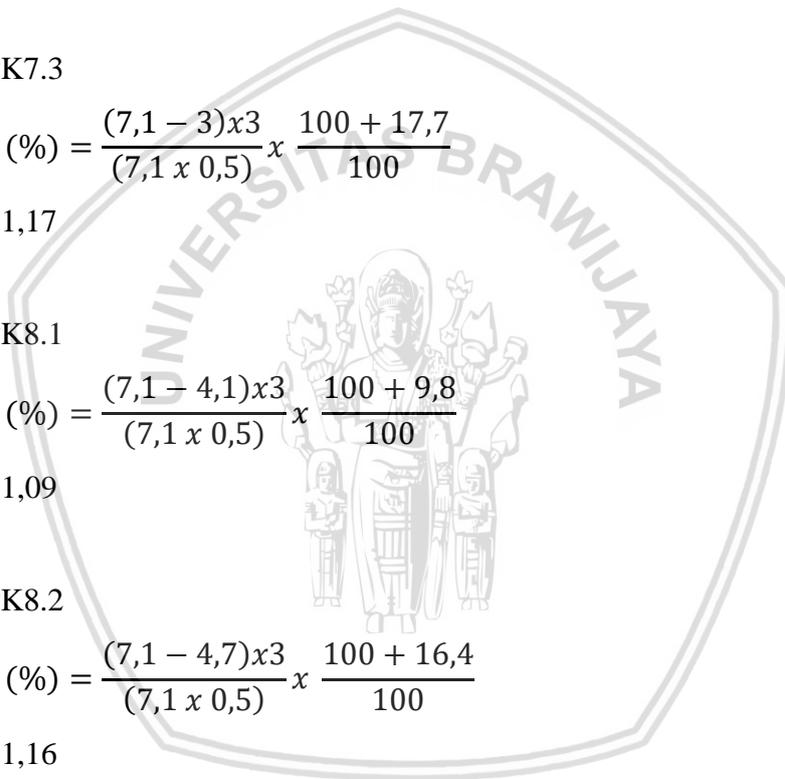
$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 3,9) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 21,2}{100}$$

$$= 3,46 \times 1,21$$

$$= 4,20$$

- PM1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 2,9) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 7}{100}$$



$$= 3,54 \times 0,7$$

$$= 3,80$$

- PM2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,3}{100}$$

$$= 2,61 \times 1,16$$

$$= 3,05$$

- PM3

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,2) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 12,4}{100}$$

$$= 2,45 \times 1,12$$

$$= 2,75$$

- PS1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,3) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 15,6}{100}$$

$$= 2,36 \times 1,16$$

$$= 2,74$$

- PS2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 5,4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 7}{100}$$

$$= 1,43 \times 1,07$$

$$= 1,54$$

- PS3

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 5,3) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,7}{100}$$

$$= 1,52 \times 1,12$$

$$= 1,70$$

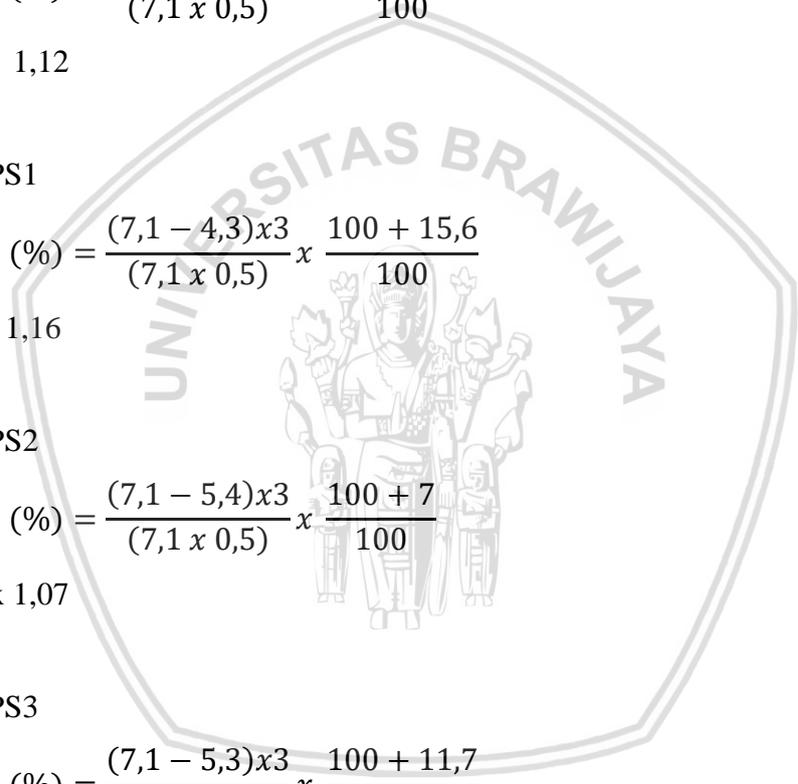
- MT1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 3,5) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13,6}{100}$$

$$= 3,94 \times 1,14$$

$$= 3,46$$

- MT2



$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 1,9) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,1}{100}$$

$$= 4,39 \times 1,11$$

$$= 4,88$$

- MT3

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,5) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,6}{100}$$

$$= 2,19 \times 1,18$$

$$= 2,58$$

- MK1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 14,3}{100}$$

$$= 2,61 \times 1,14$$

$$= 2,99$$

- MK2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 4,4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,5}{100}$$

$$= 2,28 \times 1,10$$

$$= 2,52$$

- MK3

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 5,3) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19}{100}$$

$$= 1,52 \times 1,19$$

$$= 1,81$$

- PtMono1

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 6,2) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 14,9}{100}$$

$$= 0,76 \times 1,15$$

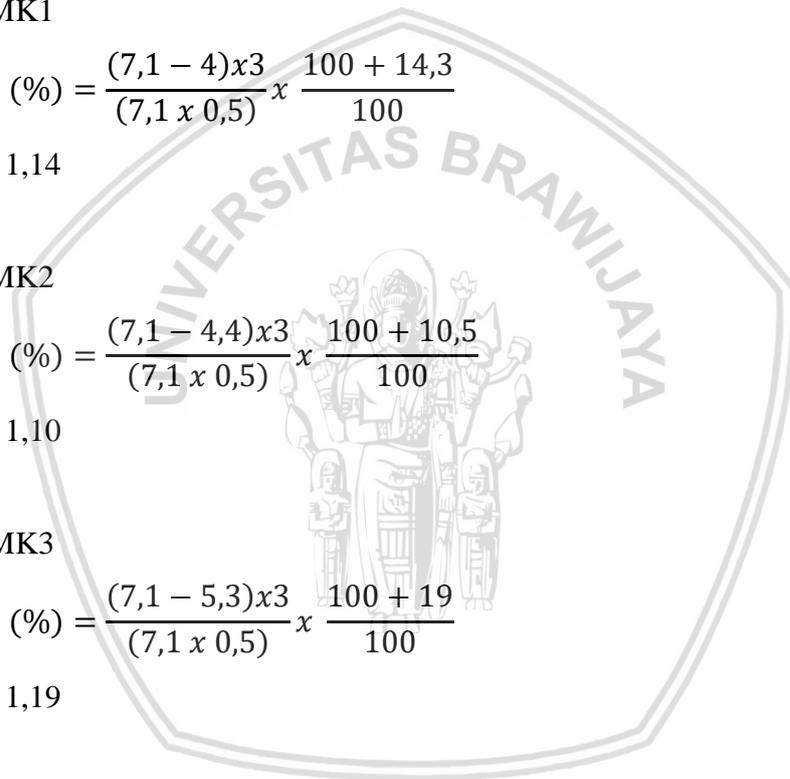
$$= 0,87$$

- PtMono2

$$C - org (\%) = \frac{(7,1 - 6,4) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 18,3}{100}$$

$$= 0,59 \times 1,18$$

$$= 0,70$$



- PtMono3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,1 - 6) \times 3}{(7,1 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,7}{100} \\
 &= 0,92 \times 1,12 \\
 &= 1,04
 \end{aligned}$$

Lampiran 14. Perhitungan Fraksi C labil

- PK4.1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,1) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13}{100} \\
 &= 1,69 \times 1,13 \\
 &= 1,89
 \end{aligned}$$

- PK4.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 6,4}{100} \\
 &= 2,60 \times 1,06 \\
 &= 2,88
 \end{aligned}$$

- PK4.3

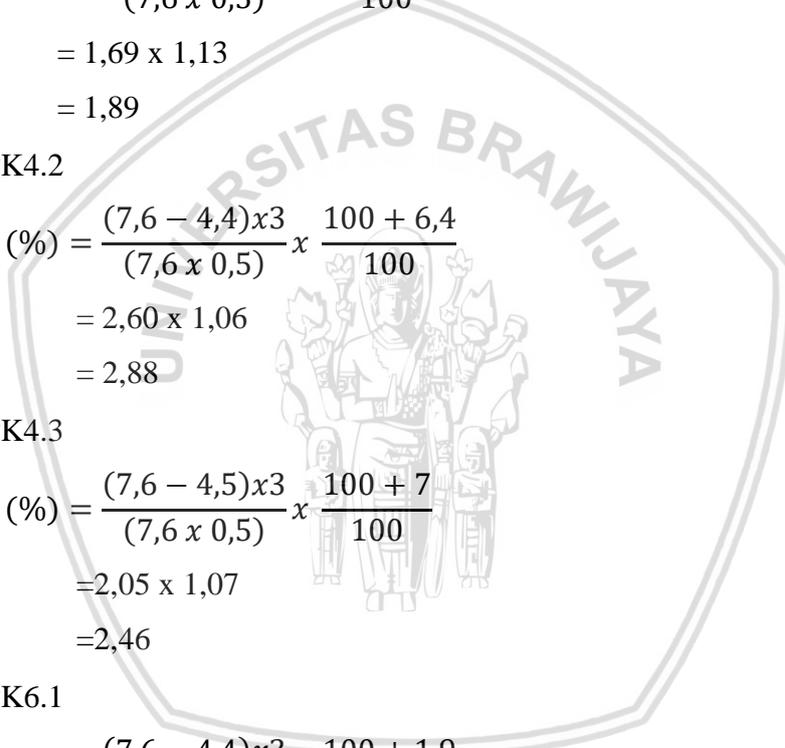
$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 7}{100} \\
 &= 2,05 \times 1,07 \\
 &= 2,46
 \end{aligned}$$

- PK6.1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 1,9}{100} \\
 &= 2,53 \times 1,02 \\
 &= 2,57
 \end{aligned}$$

- PK6.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,5}{100} \\
 &= 2,05 \times 1,02 \\
 &= 2,23
 \end{aligned}$$



- PK6.3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,5}{100} \\
 &= 2,13 \times 1,12 \\
 &= 2,38
 \end{aligned}$$

- PK7.1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 26,9}{100} \\
 &= 1,66 \times 1,27 \\
 &= 2,10
 \end{aligned}$$

- PK7.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,9}{100} \\
 &= 2,84 \times 1,11 \\
 &= 3,15
 \end{aligned}$$

- PK7.3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,7}{100} \\
 &= 3,63 \times 1,18 \\
 &= 4,28
 \end{aligned}$$

- PK8.1

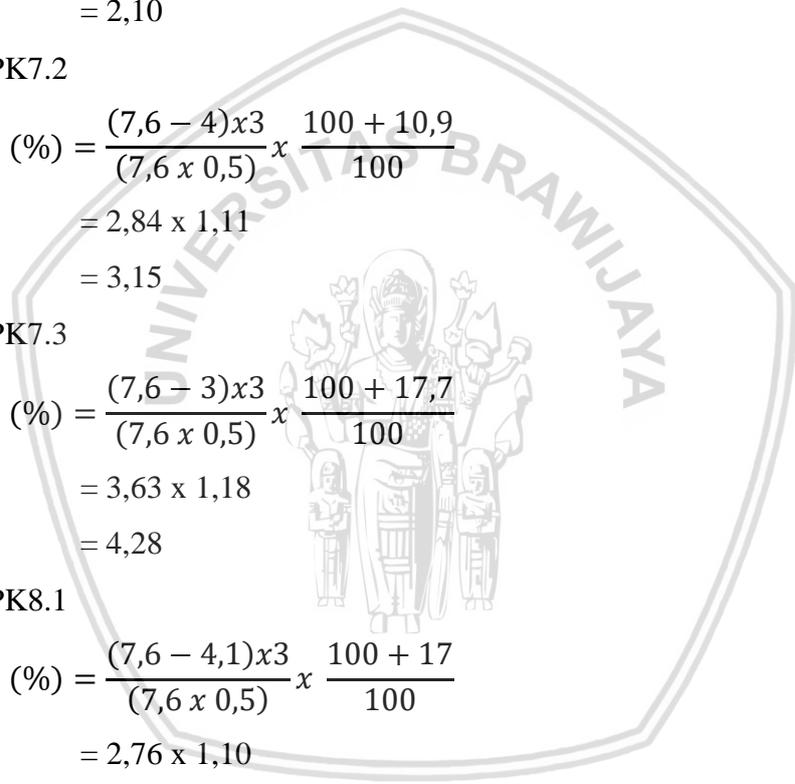
$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,1) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17}{100} \\
 &= 2,76 \times 1,10 \\
 &= 3,04
 \end{aligned}$$

- PK8.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,7) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100} \\
 &= 2,29 \times 1,16 \\
 &= 2,67
 \end{aligned}$$

- PK8.3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 3,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19,7}{100}$$



$$= 2,92 \times 1,19$$

$$= 3,50$$

- PM1

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 26,9}{100}$$

$$= 1,74 \times 1,27$$

$$= 1,66$$

- PM2

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 15,2}{100}$$

$$= 1,66 \times 1,15$$

$$= 1,91$$

- PM3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,5}{100}$$

$$= 1,26 \times 1,12$$

$$= 1,41$$

- PS1

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 14,9}{100}$$

$$= 1,34 \times 1,15$$

$$= 1,54$$

- PS2

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,8) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 12,1}{100}$$

$$= 1,42 \times 1,12$$

$$= 1,54$$

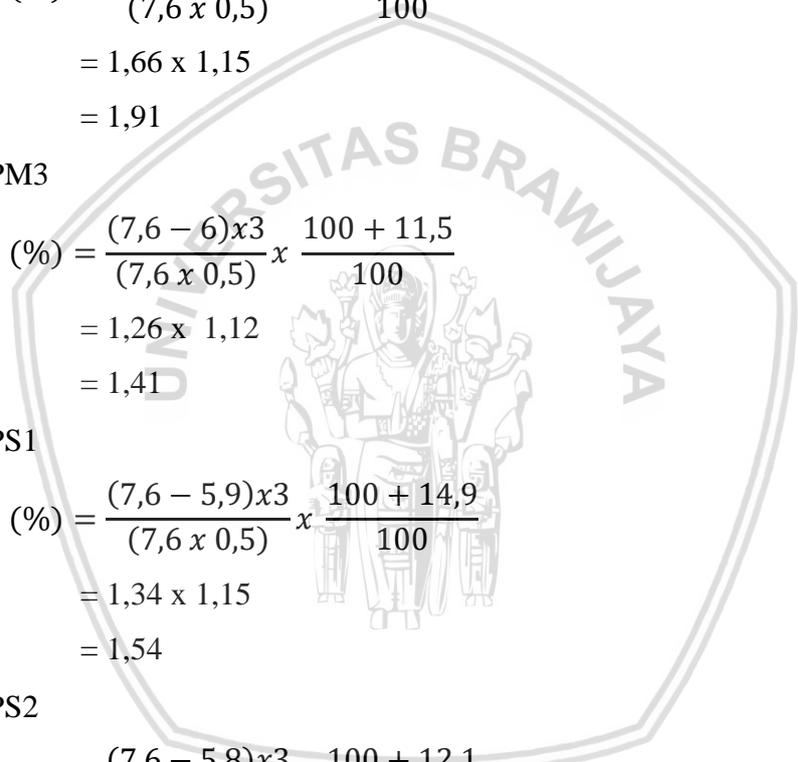
- PS3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 6,6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 12,1}{100}$$

$$= 0,79 \times 1,12$$

$$= 0,89$$

- MT1



$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,7}{100} \\
 &= 2,61 \times 1,18 \\
 &= 3,07
 \end{aligned}$$

- MT2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,4}{100} \\
 &= 3,63 \times 1,10 \\
 &= 4,01
 \end{aligned}$$

- MT3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100} \\
 &= 2,05 \times 1,16 \\
 &= 2,39
 \end{aligned}$$

- MK1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,7) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 14,5}{100} \\
 &= 2,29 \times 1,15 \\
 &= 2,62
 \end{aligned}$$

- MK2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,5}{100} \\
 &= 2,84 \times 1,10 \\
 &= 3,14
 \end{aligned}$$

- MK3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,2) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19,1}{100} \\
 &= 1,89 \times 1,19 \\
 &= 2,26
 \end{aligned}$$

- PtMono1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100} \\
 &= 0,55 \times 1,16 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$



- PtMono2

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,4) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13,9}{100} \\ &= 0,95 \times 1,14 \\ &= 1,07 \end{aligned}$$

- PtMono3

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 12,1}{100} \\ &= 0,79 \times 1,12 \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

Lampiran 15. Perhitungan fraksi C non labil

- PK4.1

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 8,1}{100} \\ &= 2,13 \times 1,08 \\ &= 2,31 \end{aligned}$$

- PK4.2

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,4}{100} \\ &= 1,66 \times 1,10 \\ &= 1,83 \end{aligned}$$

- PK4.3

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,1) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19,7}{100} \\ &= 2,97 \times 1,19 \\ &= 2,36 \end{aligned}$$

- PK6.1

$$\begin{aligned} C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 12,7}{100} \\ &= 1,74 \times 1,13 \\ &= 1,96 \end{aligned}$$

- PK6.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 9,8}{100} \\
 &= 2,61 \times 1,10 \\
 &= 2,86
 \end{aligned}$$

- PK6.3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,1) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,5}{100} \\
 &= 1,97 \times 1,12 \\
 &= 2,20
 \end{aligned}$$

- PK7.1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 26,9}{100} \\
 &= 2,13 \times 1,27 \\
 &= 4,15
 \end{aligned}$$

- PK7.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,2) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,9}{100} \\
 &= 2,68 \times 1,11 \\
 &= 2,98
 \end{aligned}$$

- PK7.3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,2) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,7}{100} \\
 &= 2,68 \times 1,18 \\
 &= 3,16
 \end{aligned}$$

- PK8.1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 4,6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 15,8}{100} \\
 &= 2,37 \times 1,16 \\
 &= 2,74
 \end{aligned}$$

- PK8.2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13,3}{100} \\
 &= 3,63 \times 1,13 \\
 &= 4,12
 \end{aligned}$$

- PK8.3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 19,7}{100} \\
 &= 1,82 \times 1,20 \\
 &= 2,17
 \end{aligned}$$

- PM1

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 6,5}{100} \\
 &= 1,34 \times 1,07 \\
 &= 1,43
 \end{aligned}$$

- PM2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 15,2}{100} \\
 &= 1,66 \times 1,15 \\
 &= 1,91
 \end{aligned}$$

- PM3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 11,5}{100} \\
 &= 1,26 \times 1,12 \\
 &= 1,41
 \end{aligned}$$

- PS1

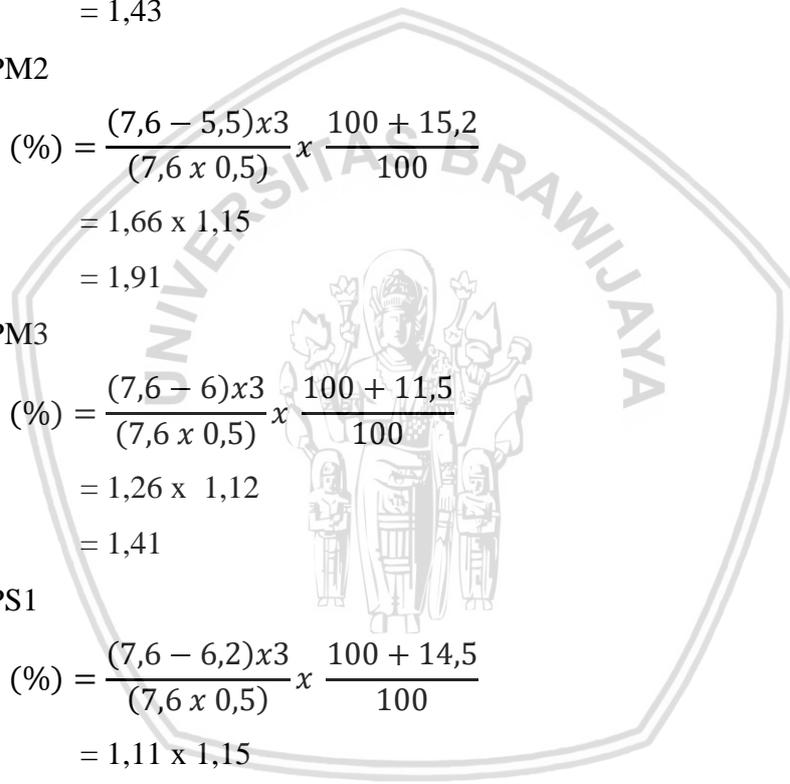
$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,2) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 14,5}{100} \\
 &= 1,11 \times 1,15 \\
 &= 1,27
 \end{aligned}$$

- PS2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 5,8) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 8,7}{100} \\
 &= 1,42 \times 1,09 \\
 &= 1,54
 \end{aligned}$$

- PS3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,9}{100}$$



$$= 1,26 \times 1,11$$

$$= 1,40$$

- MT1

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 15,8}{100}$$

$$= 2,05 \times 1,16$$

$$= 2,38$$

- MT2

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,4}{100}$$

$$= 1,82 \times 1,10$$

$$= 2$$

- MT3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 4,7) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100}$$

$$= 2,29 \times 1,16$$

$$= 2,67$$

- MK1

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 4,5) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13,3}{100}$$

$$= 2,45 \times 1,13$$

$$= 2,77$$

- MK2

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 4,8) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,4}{100}$$

$$= 2,21 \times 1,10$$

$$= 2,44$$

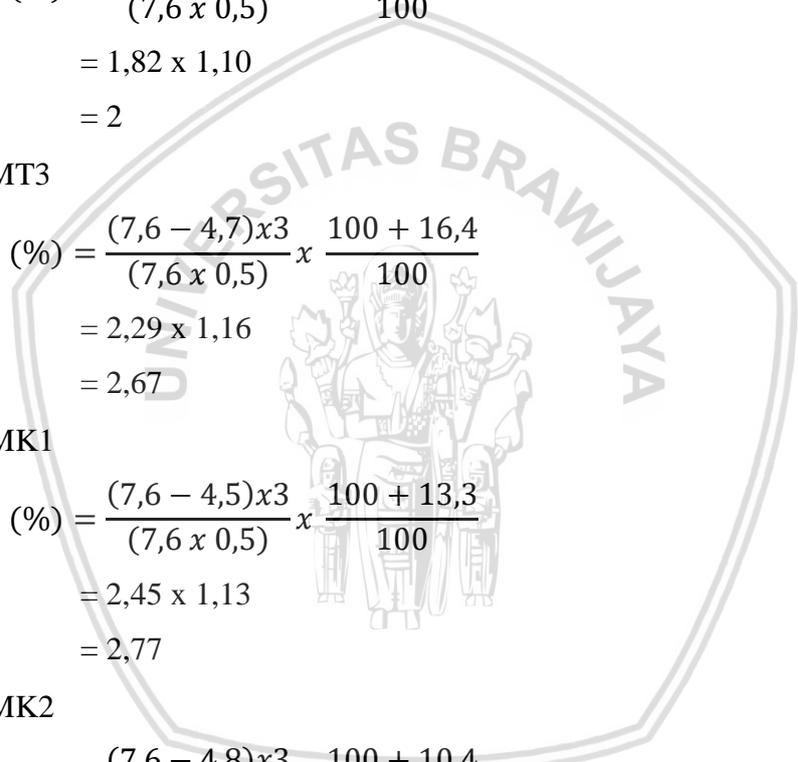
- MK3

$$C - org (\%) = \frac{(7,6 - 5,6) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 17,7}{100}$$

$$= 1,56 \times 1,18$$

$$= 1,86$$

- PtMono1



$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 16,4}{100} \\
 &= 0,55 \times 1,16 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

- PtMono2

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,3) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 13,9}{100} \\
 &= 1,03 \times 1,14 \\
 &= 1,17
 \end{aligned}$$

- PtMono3

$$\begin{aligned}
 C - org (\%) &= \frac{(7,6 - 6,9) \times 3}{(7,6 \times 0,5)} \times \frac{100 + 10,9}{100} \\
 &= 0,55 \times 1,11 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

