

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN CACING TANAH PADA  
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS DI DESA  
SRIMULYO KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
SRI APRILIA SUMARSININGSIH  
NIM. 16620075**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN CACING TANAH PADA  
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS DI DESA  
SRIMULYO KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
SRI APRILIA SUMARSININGSIH  
NIM. 16620075**

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG**

**2022**

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN CACING TANAH PADA  
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS DI DESA  
SRIMULYO KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**SRI APRILIA SUMARSININGSIH**  
NIM. 16620075

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Tanggal: 16 Desember 2022

Dosen Pembimbing I

  
**Muhammad Asmuni Hasvim, M.Si**  
NIDT. 19870522 20180201 1 232

Dosen Pembimbing II

  
**Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi**  
NIDT. 19890113 20180201 1 244



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi

  
**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN CACING TANAH PADA  
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS DI DESA  
SRIMULYO KECAMATAN DAMPIT KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**SRI APRILIA SUMARSININGSIH**

**NIM: 16620075**

telah dipertahankan  
di depan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai  
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Sains (S.Si)

**Tanggal: 22 Desember 2022**

**Ketua Penguji : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P.  
NIP. 19740325 200312 1 001**

(.....)

**Anggota Penguji I : Bayu Agung Prahardika, M.Si.  
NIP. 19900807 201903 1 011**

(.....)

**Anggota Penguji II : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.  
NIDT. 19870522 20180201 1 232**

(.....)

**Anggota Penguji III: Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi  
NIDT. 19890113 20180201 1 244**

(.....)

(.....)



**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi**

**Dr. Lyka Sudi Savitri, M. P.  
NIP. 19741018 200312 2 002**

## **MOTTO**

“Believe in something bigger than yourself and find your purpose in life”

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari pertolongan dan rahmat Allah SWT. atas segala nikmat dan hidayah-Nya serta solawat salam kepada Nabi Muhammad SAW. yang diharapkan syafaatnya di hari akhir nanti. Kemudian keterlibatan, dukungan, doa serta bantuan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang turut membantu penyelesaian skripsi ini.

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Almarhum dan Almarhumah kedua orang tua saya, Bapak Nyoto Rahardjo dan Ibu Siti Hartati sebagai sosok yang sangat saya sayangi dan banggakan. Tanpa dukungan, doa, kasih sayang serta kerja keras beliau saya tidak dapat menyelesaikan pendidikan hingga jenjang perguruan tinggi.
2. Kedua saudara saya Novi Putri Suhartini dan Dani setiawan serta keluarga besar tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi.
3. Diri sendiri yang sampai saat ini tetap berusaha selalu optimis dan semangat ketika banyak hal yang membuat terpuruk.
4. Andy, seseorang yang juga saya sayangi yang selalu menemani, memberikan dukungan, doa dan motivasi serta bantuan baik berupa moril dan materil sampai saat ini.
5. Dosen Pembimbing Bapak Asmuni Hasyim, M.Si dan Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi. Tanpa bimbingan dan arahan beliau saya tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

6. Teman sepenelitian (angkatan 2018) yang dilakukan di Desa Srimulyo, Kab. Malang yang sangat membantu, mempermudah dan membagikan pengalaman kepada saya mengenai ekologi dan proses pengambilan data.
7. Bapak Ibu dosen Biologi atas dukungan dan motivasinya.
8. Teman bangsulita (Lisana sidqi, Hanis, Elisa, Zahro) serta Yunita yang selalu memberikan bantuan dan memotivasi kepada saya selama kuliah hingga saat ini.
9. Sahabat-sahabat yang saya sayangi (Nia, Reishella Amadea, Lindawati, Salsabyla, Elin Nidia dan Kiki Wasilatus) yang selalu mendoakan & memotivasi.

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sri Aprilia Sumarsiningsih

Nim : 16620075

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Keanekaragaman dan Kepadatan Cacing Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 7 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Sri Aprilia Sumarsiningsih

NIM. 16620075

## **HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

# **Keanekaragaman dan Kepadatan Cacing Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang**

Sri Aprilia Sumarsiningsih, Muhammad Asmuni Hasyim, Oky Bagas Prasetyo  
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri  
Maulana Malik Ibrahim Malang

## **ABSTRAK**

Sistem agroforestri dikembangkan oleh masyarakat dengan penggunaan lahan alami yang dikombinasikan sebagai perkebunan kopi. Kompleksitas interaksi antara keanekaragaman hayati tanah dan fungsi ekologis terfokus pada kumpulan organisme tanah yang memainkan peran utama dalam mempengaruhi produktivitas dan daya dukung tanah. Keanekaragaman cacing tanah menjadi tolak ukur kegiatan dalam perkembangan pelaksanaan sistem pertanian agar dapat mengantisipasi permasalahan yang timbul di tanah. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui genus cacing tanah, nilai indeks keanekaragaman dan kepadatan, kondisi faktor fisika dan kimia, korelasi genus cacing tanah dengan faktor fisika-kimia serta peranan ekologi cacing tanah. Penelitian dilakukan Bulan Agustus-Oktober 2022. Lokasi penelitian pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks terletak di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Metode *Porposive sampling* dengan pengambilan sampel cacing tanah secara *Handsorting* yaitu menggali tanah berdasarkan kedalaman yang ditentukan 0-30 cm, pengambilan dilakukan dengan 4 transek yang terdiri dari 10 plot. Cacing tanah yang ditemukan dilakukan identifikasi di laboratorium Laboratorium Optik Program Studi Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang kemudian analisis sampel sifat kimia tanah di Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultur Bedali Lawang (PATPH) Kabupaten Malang. Dilakukan perhitungan dengan menganalisis data dari Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H), indeks dominansi, indeks pemerataan dan indeks kesamaan selanjutnya nilai Kepadatan populasi dan Kepadatan relatif dan persamaan korelasi. Hasil penelitian ditemukan 3 genus cacing tanah yaitu genus *Pheretima*, *Pontoscolex* dan *Perionyx*. Indeks keanekaragaman cacing tanah di agroforestri kopi sederhana yaitu 0,80 dan kompleks yaitu 0,88, keduanya dikategorikan rendah, sedangkan nilai indeks dominansi 0,5074 dan 0,4514. Indeks kemerataannya 0,7445 dan 0,8048. Indeks kesamaan kedua lahan 0,75. Kepadatan 272 Individu/m<sup>3</sup> tertinggi di agroforestri kopi sederhana yaitu genus *Pheretima*, dengan kepadatan relatifnya 64,35% dan lahan agroforestri kopi kompleks genus *Pontoscolex* nilai kepadatan tertingginya 372 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatif 54,59 %. Genus *Pheretima* berkorelasi positif terhadap C/N & pH dan berkorelasi negatif terhadap suhu, kelembapan, C-Organik, N-Total, bahan organik, P dan K. Sedangkan genus *Pontoscolex* berkorelasi positif terhadap suhu, kelembapan, pH, C-Organik, N-Total, bahan organik dan P, dan berkorelasi negatif terhadap C/N dan K. Genus *Perionyx* berkorelasi positif terhadap semua faktor fisik-kimia.

Kata kunci: Agroforestri, Cacing tanah, Keanekaragaman dan kepadatan

## **Diversity and Density of Earthworms in Simple and Complex Coffee Agroforestry in Srimulyo Village, Dampit District Malang Regency**

Sri Aprilia Sumarsiningsih, Muhammad Asmuni Hasyim, Oky Bagas Prasetyo

Biology Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang

### **ABSTRACT**

The agroforestry system was developed by the community with combined natural land use as coffee plantations. The complexity of the interactions between soil biodiversity and ecological functions focuses on the assemblages of soil organisms that play a major role in influencing soil productivity and carrying capacity. The diversity of earthworms is a benchmark for activities in the development of agricultural system implementation to anticipate problems that arise in the soil. The study aimed to determine the genus of earthworms, diversity and density index values, conditions of physical and chemical factors, correlation of the genus of earthworms with physicochemical factors and the ecological role of earthworms. The research was conducted in August-October 2022. The research location on simple and complex coffee agroforestry is located in Srimulyo Village, Dampit District, Malang Regency. Purposive sampling method by taking earthworm samples by hand-sorting, namely digging the soil based on a specified depth of 0-30 cm, taking 4 transects consisting of 10 plots. The earthworms found were identified at the Optical Laboratory of the Biology Study Program UIN Maulana Malik Ibrahim Malang then analyzed samples of soil chemical properties at the Laboratory of UPT Agribusiness Development of Food Crops and Horticulture Bedali Lawang (PATPH) Malang Regency. Calculations were carried out by analyzing data from the Shannon-Wiener (H) Diversity Index, dominance index, evenness index and similarity index then the value of population density and relative density and correlation equations. The results of the study found 3 genera of earthworms namely Pheretima, Pontoscolex and Perionyx genera. The diversity index of earthworms in simple coffee agroforestry was 0.80 and complex was 0.88, both of which were categorized as low, while the dominance index values were 0.5074 and 0.4514. The evenness index is 0.7445 and 0.8048. The similarity index of the two lands is 0.75. The highest density of 272 individuals/m<sup>3</sup> was found in the simple coffee agroforestry, namely the Pheretima genus, with a relative density of 64.35% and the complex coffee agroforestry of the Pontoscolex genus with the highest density value of 372 individuals/m<sup>3</sup> and a relative density of 54.59%. The Pheretima genus has a positive correlation with C/N & pH and a negative correlation with temperature, humidity, C-Organic, N-Total, organic matter, P and K. Meanwhile, the Pontoscolex genus has a positive correlation with temperature, humidity, pH, C-Organic, N -Total, organic matter and P, and negatively correlated to C/N and K. Genus Perionyx positively correlated to all physicochemical factors.

**Keywords: Agroforestry, Earthworms, Diversity and density**

## تنوع ديدان الأرض وكثافتها في الحراجة الزراعية البسيطة والمعقدة للقهوة في قرية سريموليو، مقاطعة دامبييت، ريجنسي مالانج

سري أبريليا سومارسينينغسيه ، محمد أسموني هاشم ، أوكي باجاس براسيتيو  
قسم علم الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

### الملخص

يجري تطوير نظام الحراجة الزراعية من قبل المجتمع والاستخدام الطبيعي للأراضي مجتمعين معا كحقول البن. يركز تعقيد علاقة التنوع البيولوجي للتربة والوظائف البيئية على جمعيات كائنات التربة التي تلعب دورًا رئيسيًا في تأثير إنتاجية التربة وقدرتها الاستيعابية. يصبح تنوع ديدان الأرض معيارًا للأنشطة في تطوير تنفيذ النظام الزراعي من أجل توقع المشكلات التي تنشأ في التربة. كان هدف البحث لمعرفة جنس ديدان الأرض ، وقيم مؤشر التنوع والكثافة ، وظروف العوامل الفيزيائية والكيميائية ، وربط جنس ديدان الأرض بالعوامل الفيزيائية والكيميائية والدور البيئي لديدان الأرض. يعقد البحث من أغسطس - أكتوبر 2022. يقع موقع البحث عن الحراجة الزراعية البسيطة والمعقدة في قرية سريموليو ، مقاطعة دامبييت ، ريجنسي مالانج. طريقة أخذ العينات العمدي بأخذ عينات ديدان الأرض عن طريق الفرز اليدوي ، أي حفر التربة المؤسس على عمق محدد من 0-30 سم ، يجري أخذ العينات من خلال 4 قطاعات تتكون من 10 قطع. تم التعرف على ديدان الأرض الموجودة في المختبر البصري لقسم علم الأحياء جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج ثم قام بتحليل العينات من الخصائص الكيميائية للتربة في مختبر وحدة التنفيذ التقني (UPT) لتطوير الأعمال التجارية الزراعية للنباتات الغذائية والبستنة بدالي لاوانج (PATPH) ريجنسي مالانج. يجري الحساب من خلال تحليل البيانات من مؤشر التنوع  $(H)$  Shannon-Wiener ، مؤشر الهيمنة ، مؤشر المساواة ومؤشر التشابه ثم قيمة الكثافة السكانية والكثافة النسبية ومعادلة الارتباط. وجدت نتائج البحث 3 أجناس من ديدان الأرض وهي *Pheretima* و *Pontoscolex* و *Perionyx genera*. كان مؤشر تنوع ديدان الأرض في الحراجة الزراعية البسيطة للقهوة 0.80 والمعقدة 0.88 ، وكلاهما مصنفاً على أنهما منخفضان ، وأما كانت قيم مؤشر الهيمنة 0.5074 و 0.4514. مؤشر المساواة 0.7445 و 0.8048. مؤشر التشابه بين القطعتين 0.75. أعلى كثافة 272 فرد / متر مكعب في الحراجة الزراعية البسيطة للقهوة ، أي جنس *Pheretima* ، بالكثافة النسبية 64.35% والحراجة الزراعية المعقدة للقهوة من جنس *Pontoscolex* مع أعلى قيمة الكثافة تبلغ 372 فرداً / متر مكعب والكثافة النسبية 54.59%. جنس *Pheretima* له ارتباط إيجابي مع C/N والأس الهيدروجيني وارتباط سلبي مع درجة الحرارة والرطوبة والعضوية C وإجمالي عدد النيتروجين والمواد العضوية و P و K. وأما جنس *Pontoscolex* له ارتباط إيجابي مع درجة الحرارة والرطوبة ، ودرجة الحموضة ، والعضوية C ، وإجمالي عدد النيتروجين ، والمواد العضوية والفوسفور ، وارتباط سلبي بـ C/N و K. يرتبط جنس *Perionyx* ارتباطاً إيجابياً بجميع العوامل الفيزيائية والكيميائية.

الكلمات الرئيسية: الحراجة الزراعية ، ديدان الأرض ، التنوع والكثافة

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji serta syukur senantiasa dilimpahkan pada Allah SWT karena atas kebesarannya tugas akhir yang berjudul “Keanekaragaman dan Kepadatan Cacing Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang” dapat terselesaikan sesuai harapan. Shalawat dan salam selalu penulis haturkan pada Nabi Muhammad SAW., yang syafa’atnya selalu dinantikan para umatnya di hari akhir. Berkat dorongan dan bimbingan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Hariani, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P., selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Muhammad Asmuni Hasyim, M. Si. selaku dosen pembimbing I dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktunya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc selaku dosen wali yang telah membimbing dan memotivasi kepada penulis.
6. Dr. Dwi Suheriyanto, M. P. dan Bayu Agung Prahardika, M. Si selaku Dosen penguji Skripsi, yang meluangkan waktu untuk menguji, memberikan masukan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses ujian Skripsi.
7. Seluruh Dosen dan Staf di Program Studi Biologi, yang senantiasa ikhlas memberikan ilmu, bantuan dan dorongan semangat semasa perkuliahan.
8. Kedua Orang tua penulis, saudara, serta keluarga besar tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang yang tulus, dukungan dan motivasi tanpa henti kepada penulis.

9. Teman-teman sepenelitian angkatan 2018 (Naufal, Izzul, Dava, Nayomi) serta teman yang membantu pengambilan data (Khalily, Ilvy, Caesar).
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2016 yang selalu memberikan doa dan dukungan serta semangat kepada penulis
11. Sahabat dan teman yang selalu masih setia memberikan waktu serta dukungan kepada penulis hingga saat ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 7 Desember 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>المُلخَص</b> .....	xi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	13
1.3 Tujuan Penelitian .....	14
1.4 Manfaat Penelitian .....	14
1.5 Batasan Masalah .....	15
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	16
2.1 Konsep Keanekaragaman, Kepadatan dan Persamaan Korelasi .....	16
2.1.1 Keanekaragaman .....	16
2.1.2 Kepadatan .....	18
2.1.3 Persamaan Korelasi .....	19
2.2 Cacing Tanah .....	20
2.2.1 Klasifikasi Cacing Tanah .....	20
2.2.2 Morfologi Cacing Tanah .....	21
1. Famili <i>Moniligastridae</i> .....	27
a. Genus <i>Drawida</i> .....	27
2. Famili <i>Megascolecidae</i> .....	28
a. Genus <i>Pheretima</i> .....	28

b.	Genus <i>Peryonix</i> .....	29
c.	Genus <i>Megascolex</i> .....	29
3.	Famili <i>Acanthodrilidae</i> .....	31
4.	Famili <i>Eudrilidae</i> .....	32
5.	Famili <i>Glossocolecidae</i> .....	33
6.	Famili <i>Sparganophilidae</i> .....	33
7.	Famili <i>Tubificidae</i> .....	34
8.	Famili <i>Lumbricidae</i> .....	35
a.	Genus <i>Lumbricus</i> .....	35
b.	Genus <i>Dendrobaena</i> .....	36
2.2.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Cacing Tanah.....	37
2.2.4	Habitat Cacing Tanah.....	41
2.2.5	Peranan Ekologi Cacing Tanah.....	43
2.3	Kopi ( <i>Coffea</i> sp.).....	46
2.3.1	Klasifikasi Tanaman Kopi ( <i>Coffea</i> sp.).....	47
2.3.2	Morfologi Kopi ( <i>Coffea</i> sp.).....	48
2.3.3	Faktor-faktor Penentu Pertumbuhan Kopi ( <i>Coffea</i> sp.).....	52
2.4	Definisi Agroforestri.....	53
2.5	Tipe Agroforestri.....	54
2.6	Peranan Agroforestri.....	56
2.7	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	59
	<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	62
3.1	Jenis Penelitian.....	62
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	62
3.3	Alat dan Bahan.....	62
3.4	Prosedur Penelitian.....	63
3.4.1	Observasi.....	63
3.4.2	Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel.....	63
3.5	Teknik Pengambilan Sampel.....	67
3.6	Analisis Data.....	71
3.6.1	Menghitung Nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ).....	71
3.6.2	Menghitung Kepadatan.....	71
3.6.3	Uji Persamaan Korelasi.....	72
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	73
4.1	Identifikasi Cacing Tanah.....	73
4.2	Keanekaragaman Cacing Tanah.....	79

4.3	Kepadatan (Individu/m <sup>2</sup> ) dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah.....	86
4.4	Faktor Fisik-Kimia Tanah.....	88
4.4.1	Faktor Fisik Tanah .....	89
4.4.2	Faktor Kimia Tanah .....	90
4.5	Korelasi Faktor Fisik-Kimia dengan Cacing Tanah.....	95
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		107
5.1	Kesimpulan .....	107
5.2	Saran.....	109
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		110
<b>LAMPIRAN</b> .....		122

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik Stasiun Penelitian .....	64
Tabel 3. 2 Model Tabel Cacah individu .....	69
Tabel 3.3 Nilai Keofisien Korelasi.....	72
Tabel 4.1 Jumlah Total Genus Cacing Tanah yang Ditemukan.....	80
Tabel 4.2 Indeks Keanekaragaman Cacing Tanah .....	83
Tabel 4.3 Kepadatan (Individu/m <sup>2</sup> ) dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah.....	87
Tabel 4. 4 Nilai rata-rata hasil pengukuran faktor fisika tanah .....	89
Tabel 4. 5 Nilai rata-rata hasil pengukuran faktor kimia tanah .....	91
Tabel 4. 6 Hasil Uji Korelasi Genus Cacing Tanah dengan Faktor Fisik-Kimia..	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi secara umum Cacing Tanah.....	23
Gambar 2. 2 Susunan Pengaturan Setae.....	24
Gambar 2. 3 Tipe Klitellium.....	25
Gambar 2. 4 Tipe Prostomium.....	26
Gambar 2. 5 Contoh spesimen <i>Drawida ganini</i> .....	27
Gambar 2. 6 Genus <i>Pheretima</i> .....	28
Gambar 2. 7 <i>Perionyx</i> sp.....	29
Gambar 2. 8 <i>Megascolex</i> sp.....	31
Gambar 2. 9 Genus <i>Diplocardia</i> .....	32
Gambar 2. 10 Genus <i>Eudrilis</i> .....	32
Gambar 2. 11 <i>Pontoscolex corethrurus</i> .....	33
Gambar 2. 12 Famili <i>Sparganophilidae</i> .....	34
Gambar 2. 13 Spesies <i>Tubifex</i> .....	35
Gambar 2. 14 <i>Lumbricus rubellus</i> .....	36
Gambar 2. 15 Genus <i>Dendrobaena</i> .....	36
Gambar 2. 16 A. Daun Kopi Robusta; B. Daun Kopi Arabika.....	50
Gambar 2. 17 Bunga Kopi.....	51
Gambar 2. 18 Gambar Buah Kopi merah kehitaman.....	52
Gambar 3. 1 Lahan Agroforestri Sederhana.....	65
Gambar 3. 2 Lahan Agroforestri Kompleks.....	65
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Penelitian.....	67
Gambar 3. 4 Peta Lokasi Penelitian yang Telah dioperasikan Menggunakan QGIS 3.16.....	67
Gambar 3. 5 Skema Contoh Pembuatan Plot.....	68
Gambar 3. 6 Kedalaman galian tanah.....	69
Gambar 4. 1 Genus <i>Pheretima</i> .....	75
Gambar 4. 2 Genus <i>Pontoscolex</i> .....	77
Gambar 4. 3 Genus <i>Perionyx</i> .....	79

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman hayati hasil dari 3,5 miliar tahun evolusi memainkan peran penting dalam menopang kehidupan manusia. Keanekaragaman hayati didefinisikan sebagai totalitas keanekaragaman genetik, spesies dan ekosistem di Bumi (Rands *et al.*, 2010). Upaya untuk melestarikan keanekaragaman hayati dari skala lokal hingga global sangat luar biasa, yaitu dengan praktik penggunaan lahan seperti agroforestri yang disepakati pada Konferensi PBB tentang Lingkungan dan pembangunan tahun 1992 dalam Konvensi PBB tentang *Convention on Biological Diversity* (CBD). Penggunaan lahan tersebut sebagai bagian dari *landscapes* multifungsi yang memainkan peran utama dalam melestarikan dan bahkan meningkatkan keanekaragaman hayati dari pertanian yang berada di daerah tropis dan beriklim sedang di dunia. Kawasan lindung saja tidak dapat melestarikan keanekaragaman hayati, terutama di *landscapes* yang didominasi manusia di mana tekanan pada habitat alami sangat kuat untuk memenuhi kebutuhan pangan, kayu dan serat (Batisse, 1997).

Agroforestri adalah sebuah sistem penggunaan lahan yang menggabungkan antara pepohonan dengan tanaman semusim atau tanaman obat maupun ternak pada suatu lahan dimana dilakukan secara bersamaan maupun berurutan sehingga menyebabkan pengurangan intensitas cahaya matahari yang masuk melalui kerapatan kanopi. Oleh karena itu, agroforestri memiliki peranan penting dalam menjaga kelembaban tanah sekaligus meningkatkan kesuburannya melalui ketersediaan unsur hara. Selain itu, agroforestri akan mencegah terjadinya erosi dan

limpasan permukaan akibat masukan seresah melalui daun, ranting, cabang dan buah yang berguguran dari berbagai macam tegakan tanaman. Potensi longsor dapat dicegah dan dikurangi dengan adanya agroforestri. Kemudian, laju infiltrasi akan ditingkatkan karena porositas tanah dipertahankan melalui sebaran perakaran yang dalam dan rapat pada agroforestri serta akan terjadi peningkatan keanekaragaman biota tanah (Hairiah dkk., 2002).

Mekanisme sistem wanatani atau agroforestri berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati telah diteliti secara umum setidaknya memiliki lima peran penting dalam melestarikan keanekaragaman hayati. Pertama, agroforestri memberikan habitat bagi spesies yang dapat mentolerir gangguan di tingkat tertentu. Kedua, agroforestri berkontribusi dalam melestarikan plasma nutfah spesies nan sensitif. Ketiga, agroforestri menunjang pengurangan laju konversi habitat alami dengan mengadakan alternatif yang lebih produktif serta berkelanjutan dibandingkan sistem tradisional yang melibatkan pembukaan habitat alami. Keempat, agroforestri menyajikan konektivitas melalui penciptaan koridor antar habitat yang tersisa dan pelestarian spesies flora dan fauna yang peka terhadap kawasan. Terakhir, agroforestri mendukung pelestarian keanekaragaman hayati dengan mempersiapkan jasa ekosistem lainnya, serupa pengendalian erosi dan resapan air. Hal ini akan mencegah terjadinya degradasi dan penghilangan habitat di sekitarnya (Schroth *et al.*, 2004).

Swinton *et al.* (2007) menjelaskan adanya minat yang meningkat dalam mengeksplorasi potensi untuk melestarikan dan mengelola jasa ekosistem yang terkait dengan produksi tanaman kopi selama dekade terakhir di pertanian *landscapes* untuk menganalisis bagaimana komposisi pohon peneduh

mempengaruhi kekayaan dan kelimpahan spesies tanaman dan hewan asli yang menggunakan kopi peneduh sebagai perpanjangan dari habitat hutan alamnya. Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian terpenting di dunia dan memberikan dukungan ekonomi bagi 20 hingga 25 juta orang (Aguilar & Klocker, 2000). Tanaman Kopi salah satu jenis tanaman yang hampir sama memiliki fungsi konservasi dengan tanaman hutan. Tanaman kopi memiliki kemampuan dalam mengurangi erosi dengan tajuk yang berkembang dan oleh pembentukan lapisan serasah sejalan dengan berkembangnya tanaman. Kopi merupakan jenis tanaman perdu yang membutuhkan naungan sehingga sering di tanam dengan naungan pohon besar seperti pinus. Tanaman kopi tidak membutuhkan cahaya penuh karena tergolong dalam tanaman C3 sehingga dapat ditanam dengan sistem campuran sederhana sampai agroforestri (Rasiska & Khairullah, 2017). Pohon besar yang berfungsi sebagai naungan menjaga intensitas cahaya yang masuk karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan umur dari tanaman kopi (Sobari dkk., 2012).

Sistem agroforestri telah banyak dikembangkan oleh masyarakat pedesaan Indonesia. Salah satu wilayah Indonesia yang menjadi sentra perkebunan kopi yaitu provinsi Jawa Timur (Ramawati dkk., 2019). Wilayah kabupaten Malang Selatan yakni di Kecamatan Dampit menjadi pusat pengepulan komoditas pertanian terutama tanaman kopi. Di wilayah kecamatan Dampit terdapat tiga desa yakni desa Srimulyo, Sukodono dan Baturetno yang menjadi sentra tanaman kopi rakyat yang menghasilkan biji kopi jenis robusta terbaik di Indonesia. Hasil produksi biji kopi oleh petani di Kecamatan Dampit dikenal dengan nama Kopi Dampit. Berdasarkan data BPS (2016), perkembangan produksi kopi Indonesia periode 2010–2020 meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,24%. Kecamatan Dampit tercantum

sebagai sentral produksi terbesar kopi robusta di Kabupaten Malang. Pada tahun 2016, jumlah produksi kopi robusta yang dihasilkan adalah sebesar 2.280,30 ton. Jumlah produksi tersebut meningkat dari tahun 2015, yakni sebesar 367,66 ton. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2020) Kabupaten Malang menunjukkan tiap tahun tercatat ada peningkatan jumlah produksi. Tahun 2020 produksi kopi mencapai 12.849 ton per tahun. Dari data Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan (DTPHP) Kabupaten Malang diketahui, produksi kopi di Kabupaten Malang rata-rata meningkat sekitar 3.000 ton lebih setiap tahunnya. Bersumber pada status pengusahaan, produksi kopi dominan dijalankan di lahan perkebunan rakyat (PR). Persentase terkait mencapai share 94,77% atau mencapai rata-rata produksi 510,18 ribu ton. Sedangkan, produksi kopi yang diperoleh dari kebun milik negara (PBN) dan kebun milik swasta relatif berkontribusi lebih kecil yakni mencapai share 3,00% dan 2,24% atau rata-rata produksi 16,13 ribu ton dan 12,03 ribu ton. Produksi kopi di Kecamatan Dampit telah diekspor hingga ke mancanegara seperti Amerika, Inggris, dan Cina dengan standar kualitas yang telah memenuhi pasar luar negeri (GAEKI, 2013).

Petani sebagai pengambil keputusan utama dalam pengelolaan lahan pertanian sadar akan perubahan kualitas dan kondisi lingkungan lahannya. Dalam konteks tanah di luar sifat-sifat inherennya, kesuburan tanah sangat bergantung pada pengelolaan lahan yang dilakukan petani, seperti terfokus pada penggunaan pupuk dan terkadang mengabaikan pengaruh penting lainnya yakni oleh biota tanah. Kualitas tanah dalam suatu ekosistem mempertahankan produktivitas biologis dan kesehatan lingkungan yang menopang kehidupan tumbuhan dan hewan yang bergantung padanya (Bünemann *et al.*, 2018). Biota tanah merupakan

penyusun utama ekosistem, baik yang alami maupun yang dikelola oleh manusia. Spesies besar di tanah juga merupakan aspek penting dari keanekaragaman hayati tanah serta berpengaruh pada sifat tanah (Bardgett & van der Putten, 2014).

Kompleksitas interaksi antara keanekaragaman hayati tanah dan fungsi ekologis yang mendukung kesehatan tanah memerlukan pendekatan terfokus pada kumpulan organisme tanah yang memainkan peran utama (Barrios, 2007). Upaya ke arah ini menunjukkan bahwa organisme tanah dapat dikelompokkan menjadi empat kumpulan fungsional utama yaitu pengurai, transformator nutrisi, *ecosystem engineers* dan biokontroler, masing-masing terdiri dari beberapa kelompok fungsional yang berkontribusi pada empat kunci fungsi ekosistem agregat, yaitu transformasi karbon, siklus nutrisi, pemeliharaan struktur tanah dan regulasi populasi untuk mempertahankan kesehatan tanah (Barrios *et al.*, 2012). Pepohonan di pertanian *landscapes* juga dapat menyediakan habitat yang lebih menguntungkan bagi keanekaragaman hayati tanah yang mana sebagai penyangga iklim mikro dan pasokan input bahan organik yang berkelanjutan sehingga menopang kesehatan tanah (Barrios *et al.*, 2018).

Aktivitas biologis oleh organisme tanah mempengaruhi produktivitas dan daya dukung tanah seperti kesuburan dan kegemburan tanah. Keberadaan organisme dalam tanah sangat beragam dari ukuran terkecil hingga besar seperti mikroorganisme (bakteri), algae, fungi, protozoa, nematoda, mikro antropoda, cacing, insekta maupun hewan vertebrata dan tanaman membangun rantai makanan dalam ekosistem dan berperan penting sebagai filter dan buffer alami (Paul & Clark, 1996). Biota tanah dapat meningkatkan agregasi dan porositas sehingga meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan. Sebagai contoh peranan

penting organisme tanah yaitu mikroba tanah berperan dalam proses biokimia dan memproduksi senyawa organik yang penting dalam menunjang produksi tanaman dan kesehatan tanah maupun lingkungan. Selain itu terdapat mikoriza yang membantu kesuburan tanaman dalam penyerapan unsur hara fosfor. Organisme tanah yang lebih besar seperti Arthropoda berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan hara dan sebagai predator yang bersifat generalist atau specialist sangat potensial dimanfaatkan sebagai pengendali biologis. Kemudian keberadaan cacing tanah sebagai salah satu makrofauna tanah yang memiliki peran penting terhadap kesuburan tanah (Simarmata, 2012).

Cacing tanah terlibat dalam banyak proses tanah dan digunakan sebagai indikator kualitas dan kesuburan tanah, karena keberadaannya mudah diketahui. Cacing tanah membantu proses humifikasi, memperbaiki aerasi tanah, menstabilkan pH tanah, memperbaiki struktur tanah dengan bioturbasi, meningkatkan pori makro aerasi dan kapasitas infiltrasi dengan mengadakan lubang-lubang dalam tanah, mengaduk dan membantu mencampur partikel tanah sehingga aliran udara tanah menjadi lebih baik dan memudahkan akar menembus tanah (Brown, 1987). Fungsi cacing tanah terhadap kesuburan tanah yaitu dengan ekskresi dan kascing, merajang dan merombak residu tanaman sehingga dapat menyediakan makanan untuk jamur dan bakteri sehingga perannya sebagai *ecosystem engineer* menciptakan habitat yang menguntungkan dan kondisi ketersediaan sumber daya yang dimodifikasi untuk banyak penghuni tanah lainnya, dari mikroorganisme hingga akar tanaman (Liu *et al.*, 2019). Dari total sekitar 7.000 spesies, hanya sekitar 150 spesies cacing tanah yang tersebar luas di seluruh dunia dengan *Pontoscolex corethrurus* invasif menjadi morfospesies yang paling banyak

dipelajari (Taheri *et al.*, 2018). Cacing tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan cara membusukkan bahan organik dan mikroorganisme ke lapisan bawah. Sebuah analisis meta oleh Van Groenigen *et al.* (2014) menemukan bahwa cacing tanah dapat meningkatkan biomassa di atas permukaan tanah rata-rata 23% dan meningkatkan hasil panen sebesar 25%. Cacing tanah mengandung rata-rata 40-48% lebih banyak P total, N total dan C organik daripada tanah curah, sementara N dan P tersedia bahkan lebih meningkat (masing-masing 241% dan 84%).

Beberapa ayat dalam Al Quran membahas tentang ekologi hewan terutama fauna tanah yang mana semua jenis fauna tersebut tidak terlepas pada komponen abiotik. Ilmu pengetahuan mengenai kehidupan hewan sangat luas dan beragam sehingga menarik perhatian manusia agar dapat mengambil pelajaran dan manfaatnya dengan cara mengeksplorasi. Fauna tanah yaitu organisme yang sebagian maupun seluruh siklus hidupnya berada di dalam tanah. Fauna tanah sangat beragam dan dikelompokkan dari banyak faktor seperti berdasarkan ukuran tubuh, kehadirannya di tanah, habitat yang dipilih sebagai tempat hidupnya di lapisan tanah dan cara makan (Suin, 2003).

Cacing tanah salah satu dari beberapa makrofauna tanah berdasarkan ukuran tubuhnya yang berperan penting sebagai penyumbang bahan organik di tanah (Hanafiah, 2005). Cacing tanah salah satu hewan yang bergerak menggunakan mekanisme pada perutnya, hal ini seperti yang dijelaskan dalam Al Quran Surat An Nur ayat 45:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ  
وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ٤٥

Artinya: *“Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”*.

Al Quran surat An Nur ayat 45 telah menjelaskan bahwa Allah mengarahkan manusia agar memperhatikan hewan-hewan yang bermacam-macam jenis dan bentuknya. Ayat tersebut menyatakan bahwa Allah menguasai segala sesuatu, ilmunya mencakup seluruh makhluk yang ada, Dialah yang mengatur alam semesta. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya mencakup semua binatang yang mana diberi naluri, anggota tubuh beserta alat pertahanan supaya dapat menjaga kelestarian hidupnya. Dijelaskan bahwa dalam ayat tersebut Allah menciptakan seluruh jenis hewan itu dari air, yang mana memang air tersebut menjadi pokok kehidupan hewan karena berperan penting pada unsur-unsur pembentukan di dalam tubuhnya. Kemudian dijadikanlah hewan-hewan tersebut bervariasi, ada sebagian yang berjalan di atas perutnya seperti cacing tanah, sebagian lainnya berjalan dengan kedua kaki contohnya burung dan sebagian lainnya berjalan dengan empat kaki contohnya hewan ternak. Air merupakan sumber kehidupan. Oleh karena itu, semua unsur makhluk hidup (organ tubuhnya) sebagian besar terdiri dari air, dan tidak akan ada makhluk hidup tanpa adanya air. Allah menciptakan hal tersebut sebagai bentuk karunia atas Kebesaran dan Keagungan Allah SWT (Shihab, 2003).

Keanekaragaman spesies adalah jumlah spesies yang berbeda di daerah tertentu dan kelimpahan relatif spesiesnya. Indeks keanekaragaman spesies mempertimbangkan dua aspek komunitas, yaitu kekayaan spesies dan pemerataan atau pemerataan (distribusi kelimpahan antar spesies). Area yang dimaksud bisa berupa habitat, bioma, atau seluruh biosfer. Daerah dengan keanekaragaman spesies yang rendah, seperti gletser Antartika, masih mengandung berbagai

organisme hidup, sedangkan keanekaragaman hutan hujan tropis sangat besar sehingga tidak dapat dinilai secara akurat (Larsen *et al.*, 2017). Makna keanekaragaman spesies dapat mencakup kekayaan spesies, keanekaragaman taksonomi atau filogenetik, dan/atau pemerataan spesies. Kekayaan spesies adalah hitungan sederhana spesies. Keanekaragaman taksonomi atau filogenetik adalah hubungan genetik antara kelompok spesies yang berbeda. Kesamaan spesies mengkuantifikasi seberapa setara kelimpahan spesies. Kekayaan spesies merupakan salah satu komponen keanekaragaman hayati (Hill, 1973).

Kepadatan populasi sering digunakan sebagai ukuran relatif sederhana tentang bagaimana suatu organisme merespons kondisi lokal. Kepadatan populasi adalah konsentrasi individu dalam suatu spesies di lokasi geografis tertentu. Data kepadatan populasi dapat digunakan untuk mengukur informasi demografis dan untuk menilai hubungan dengan ekosistem, kesehatan manusia, dan infrastruktur. Populasi adalah subkelompok individu dalam spesies yang sama yang hidup dan berkembang biak dalam suatu wilayah geografis. Jumlah individu yang tinggal di dalam lokasi tertentu menentukan kepadatan populasi, atau jumlah individu dibagi dengan luas area. Kepadatan populasi dapat digunakan untuk menggambarkan lokasi, pertumbuhan, dan migrasi banyak organisme. Kepadatan populasi adalah jumlah populasi dibagi dengan total luas lahan atau volume air (Brian, 2013).

Keanekaragaman cacing tanah dapat menjadi tolak ukur kegiatan dalam mengamati perkembangan pelaksanaan pada sistem pertanian agar dapat mengantisipasi permasalahan yang timbul di tanah seperti kontaminasi residu pestisida, bahan organik dan bahan mineral tanah (Paoletti, 1999). Kualitas dan kesuburan tanah menjadi bagian penting dalam agroekosistem yang banyak

disebabkan karena sifat fisika maupun kimia tanah yang bergantung pada tekstur, struktur, porositas, warna serta derajat keasaman tanah, selain itu juga karena adanya tumbuhan dan peran penting makrofauna tanah, salah satunya yaitu cacing tanah. Perbedaan pada tiap kondisi tanah menyebabkan jumlah populasi cacing tanah di dalamnya juga berbeda, sehingga perbedaan jenis tumbuhan yang di dapati di agroforestri tentunya mempengaruhi kepadatan cacing tanah. Kondisi lingkungan seperti oksigen, temperatur, kelembapan, pH dan faktor lainnya seperti ketersediaan substrat atau bahan organik sangat berkaitan dengan aktivitas organisme. Aktivitas organisme umumnya mengikuti pola musim atau kondisi agroekologis terutama kelembapan dan temperatur (Bardgett, 2005).

Penelitian terkait salah satunya dilakukan oleh Johnson-Maynard & Lugo-Perez (2006) mengenai Populasi Cacing, Biomassa Mikroba dan Produksi Kopi di Sistem Pengelolaan Agroforestri Eksperimental yang berbeda di Costa Rica diketahui yaitu sistem pengelolaan kopi yang beragam dapat berdampak signifikan terhadap biota tanah. Tujuan utama peneliti adalah untuk menentukan dampak pengelolaan kopi pada populasi cacing tanah, biomassa mikroba, dan produksi kopi di Turrialba, Costa Rica. Tiga sistem manajemen kopi eksperimental (*Coffea arabica* 'Caturra') terdiri dari perlakuan di lokasi dengan sinar matahari penuh, lalu di naungan dengan *Erythrina poeppigiana* dan naungan dengan *Terminalia amazonia* dengan tiga sub-perlakuan dengan tingkat input yang berbeda yaitu sub-perlakuan konvensional tinggi atau konvensional sedang dengan pupuk kimia, penambahan herbisida dan fungisida, dan input organik dalam sistem naungan.

Hasilnya yakni ditemukan cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* dan *Metaphire californica* dalam perlakuan naungan, tetapi *M. californica* tidak ada di

sistem sinar matahari penuh dan sistem konvensional terminalia tinggi. Rata-rata kepadatan cacing tanah terendah pada perlakuan konvensional tinggi sinar matahari penuh ( $63 \text{ ind. m}^{-2}$ ), kemudian kepadatan cacing dengan jumlah lebih tinggi dari sebelumnya yaitu pada perlakuan konvensional sedang (dari  $108 \text{ ind. m}^{-2}$  hingga  $225 \text{ ind. m}^{-2}$ ), dan kepadatan cacing jumlah tertinggi pada sistem organik Terminalia ( $334 \text{ ind. ind.m}^{-2}$ ). Pada tahun 2003, produksi kopi tertinggi pada perlakuan konvensional tinggi sinar matahari ( $17,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), tetapi pada tahun 2004 tertinggi pada perlakuan organik Terminalia ( $9,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Biomassa mikroba tidak berbeda antar perlakuan, tetapi berkorelasi dengan densitas total dan biomassa cacing tanah. Hasil menunjukkan bahwa pengelolaan naungan organik mendukung kepadatan dan biomassa cacing tanah yang tinggi dan bahwa hasil kopi di bawah pengelolaan organik dapat menyamai sistem konvensional.

Penelitian lainnya di Indonesia yang dilakukan oleh Suyuti (2014) mengenai Keanekaragaman dan Kepadatan Cacing Tanah pada Agroforestri Berbasis Kopi di Desa Puncu Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. Diketahui lokasi pengambilan sampel yakni pada lahan perkebunan kopi dan lahan perkebunan tumpang sari (kopi dan cabai). Metode yang digunakan adalah "*Purposive Random*" dimana dilakukan secara acak pada kedua lokasi penelitian dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menampilkan bahwa pada kedua lokasi, peneliti menemukan 3 genus cacing tanah yaitu: *Pheretima*, *Pontocolex* dan *Lumbricus*. Keanekaragaman yang paling tinggi ditemukan pada lokasi I dengan Indeks Keanekaragaman 1,77. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa tingkat keanekaragaman pada lokasi I tersebut dalam golongan sedang. Kemudian, kepadatan populasi cacing tanah yang paling tinggi ialah *Pontocolex*. Hal tersebut peneliti temukan pada lokasi I dengan nilai

kepadatan 0,49 individu/m<sup>2</sup> dan nilai kepadatan relatif 61,49%. Sementara itu, peneliti menemukan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan terhadap korelasi antar semua jenis cacing yang ditemukan dengan faktor fisik-kimia (suhu, kelembaban, pH, C-organik dan kandungan N) karena nilai signifikasinya di bawah >0,5.

Peneliti menempatkan Desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang sebagai lokasi penelitian keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah. Lahan yang digunakan yakni berupa lahan agroforestri tanaman kopi sederhana dan kompleks. Pada lahan agroforestri kopi sederhana yang memiliki luas lahan ± 1 Ha dengan ketinggian 738 mdpl terdiri dari pohon lamtoro (*Leucaena leucocephala*), pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon nyampo (*Litsea* sp.), dan tanaman pisang (*Musa* sp.). Sedangkan pada lahan agroforestri kopi kompleks terdapat pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon sengon (*Albizia chinensis*), pohon cengkeh (*Syzigium aromaticum*), pohon nangka (*Artocarpus heterophyllus*), pohon alpukat (*Persea amaricana*), pohon kelor (*Moringa oleifera*), pohon dadap (*Erythrina* sp.), pohon nyampo (*Litsea* sp.) selain itu terdapat juga tanaman seperti laos (*Alpinia galanga*), kunyit (*Curcuma* sp.), jahe (*Zingiber officinale*) dan pisang (*Musa* sp.). Lahan kompleks memiliki luas lahan ± 2 ha dengan ketinggian 749 mdpl. Agroforestri memiliki keunggulan sebagai pendekatan terpadu yang menggabungkan produksi pertanian berkelanjutan dan konservasi keanekaragaman hayati. Sistem agroforestri dapat digunakan untuk melindungi keanekaragaman hayati dan membantu mengurangi efek negatif deforestasi dengan merangsang tutupan hutan alam melalui penanaman pohon dengan tanaman pertanian dan dapat

berfungsi sebagai koridor biologis antara kawasan lindung dan kawasan non-lindung (Schroth *et al.*, 2004).

Perbedaan ketinggian tidak terlalu berpengaruh sedangkan naungan kedua lahan kopi tersebut memiliki pengaruh tentu di ikuti perbedaan terhadap faktor fisika dan kimia serta kadar air. Hal ini sangat mempengaruhi bahan organik dalam tanah yang berfungsi sebagai sumber makanan cacing tanah, sehingga sangat mempengaruhi populasi cacing tanah di tiap lahan. Berdasarkan penjelasan tersebut maka peneliti melakukan penelitian tentang keanekaragaman dan kepadatan pada cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks agar mengetahui perbedaan kesuburan tanah sehingga dapat memberikan informasi dan manfaat dalam perbaikan kondisi makro dan unsur hara tanah untuk meningkatkan mutu hasil pertanian. Dengan demikian, ekosistem agroforestri telah menarik minat ahli biologi konservasi yang bekerja pada antarmuka antara pengelolaan sumber daya alam terpadu dan konservasi keanekaragaman hayati (Gajaseni *et al.*, 1996).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Apa saja genus cacing tanah yang terdapat pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?
2. Berapa indeks keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?
3. Bagaimana kondisi faktor fisika dan kimia pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?

4. Bagaimana korelasi genus cacing tanah dengan faktor fisika-kimia pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui genus cacing tanah yang terdapat pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang
2. Untuk mengetahui nilai indeks keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang
3. Untuk mengetahui kondisi faktor fisika dan kimia pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang
4. Untuk mengetahui korelasi genus cacing tanah dengan faktor fisika-kimia pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi genus dan kepadatan cacing tanah yang ditemukan di agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang
2. Memberikan wawasan tambahan mengenai kondisi dan kualitas tanah terkait kesuburan tanah kepada para petani kopi dan pengelola perkebunan

agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

3. Memperoleh data yang dapat digunakan dalam pengelolaan ekosistem di agroforestri kopi sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan Masalah penelitian ini:

1. Pengambilan sampel dilakukan di dua lokasi lahan agroforestri kopi robusta sederhana dan kompleks di desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang
2. Penelitian hanya terbatas pada cacing tanah yang di ambil di *soil sampler*
3. Sampel cacing tanah yang ditemukan di identifikasi hanya sampai tingkat genus yang dilakukan dengan mengamati ciri-ciri morfologi
4. Sampel cacing tanah di ambil dengan metode *handsorted* di kedalaman 0-30 cm.
5. Faktor fisik dan kimia tanah yang di teliti dan analisis berupa suhu, kelembapan, pH, kadar air bahan organik, N-total, C/N Nisbah dan C-Organik, fosfor (P) serta kalium (K).

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Konsep Keanekaragaman, Kepadatan dan Persamaan Korelasi**

#### **2.1.1 Keanekaragaman**

Keanekaragaman hayati berarti keragaman di antara organisme hidup dari semua sumber daya alam antara lain ekosistem darat, laut dan akuatik yang mana meliputi keanekaragaman dari ekosistem, spesies, antarspesies maupun gen pada suatu tempat. Keanekaragaman menggambarkan perbedaan berupa ukuran, bentuk, tekstur maupun jumlah terhadap suatu benda. Keanekaragaman memainkan peran penting dalam menyediakan berbagai makanan bagi organisme dalam ekosistem (DeLong, 1996).

Keanekaragaman spesies adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan perbedaan jumlah spesies di suatu daerah (Kekayaan spesies) dan kelimpahannya serta distribusi spesies di ekosistem tersebut. Keanekaragaman spesies cenderung meningkat dengan heterogenitas habitat. Kekayaan spesies tanaman dapat bervariasi dengan variasi sifat tanah setempat. Kekayaan spesies hewan dapat bervariasi dengan kompleksitas bentuk habitat, misalnya struktur vegetasi. Dengan demikian, heterogenitas habitat bergantung pada konteks dan spesies (Pyron, 2010). Suatu komunitas apabila di dalamnya terdapat dua spesies dengan kepadatan populasi yang berbeda maka keanekaragamannya dapat dikatakan lebih rendah dibanding ketika kepadatan dari populasi kedua spesies yang sama. Bertambahnya spesies baru dapat berkontribusi memberikan peningkatan keanekaragaman, dengan demikian tiga spesies berarti lebih beragam

daripada hanya dua spesies dalam komunitas tersebut. Keanekaragaman yang tinggi mempengaruhi panjangnya pola rantai makanan dan simbiosis (Suheriyanto, 2008).

Keanekaragaman mengarah pada peningkatan atas komunitas yang telah tua, sebaliknya keanekaragaman akan rendah pada komunitas yang baru terbentuk. Produktivitas dikontrol oleh keanekaragaman spesies namun hubungannya tidak linier. Komunitas dengan produktivitas tinggi dapat memiliki keanekaragaman tinggi (daerah batu karang) maupun keanekaragaman jenis rendah (daerah muara sungai, daerah iklim sedang). Stabilitas lebih terikat oleh keanekaragaman dibanding dengan produktivitas (Maknun, 2017).

Objek pengukuran utama dari teori Indeks Shannon-Wiener adalah isi dari keteraturan atau ketidakteraturan sistem. Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk menggambarkan ketidakteraturan dan ketidakpastian spesies individu. Semakin tinggi ketidakpastian, semakin tinggi keragamannya. Ada dua faktor dalam indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ialah jumlah spesies, yaitu kekayaan dan rata-rata atau pemerataan distribusi individu dalam spesies. Sejumlah besar spesies dapat meningkatkan keanekaragaman. Demikian pula, peningkatan keseragaman distribusi individu antar spesies juga akan meningkatkan keanekaragaman. Jika setiap individu termasuk dalam spesies yang berbeda, indeks keanekaragamannya adalah yang terbesar. Jika setiap individu termasuk dalam spesies yang sama, indeks keanekaragamannya paling kecil (Magurran, 1988).

Nolan & Callahan (2006) menjabarkan bahwa kekayaan spesies hanyalah jumlah spesies yang ada di suatu daerah. Kesamaan spesies mengacu pada proporsi bahwa setiap spesies terdiri dari keseluruhan. Indeks Keanekaragaman Spesies Shannon-Wiener dihitung dengan mengambil jumlah masing-masing spesies,

proporsi masing-masing spesies dari jumlah total individu, dan menjumlahkan proporsi kali log alami dari proporsi untuk setiap spesies. Semakin tinggi jumlahnya, semakin tinggi pula keanekaragaman spesiesnya. Rumus Shannon-Wiener dapat diketahui sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dimana pada persamaan ini diketahui:

$H'$  = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

$p_i$  = Proporsi individu setiap spesies yang termasuk dalam spesies ke- $i$  dari jumlah total individu

$S$  = Jumlah spesies

Fachrul (2007) mengkategorikan Nilai hasil dari  $H'$  sebagai berikut:

$H' < 1$  : Keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$  : Keanekaragaman sedang

$H' > 3$  : Keanekaragaman tinggi

### 2.1.2 Kepadatan

Kepadatan populasi didefinisikan sebagai besarnya populasi dalam hubungannya dengan suatu unit/satuan ruangan. Kepadatan ini biasanya dinyatakan dalam jumlah individu atau biomassa populasi per satuan area atau volume (Maknun, 2017). Kepadatan rendah dapat menyebabkan pusaran kepunahan dan menyebabkan kesuburan berkurang. Kepadatan populasi digunakan untuk

menghitung jumlah spesies dan mengetahui bentuk jumlah per unit spesies. Kepadatan kurang tepat apabila digunakan sebagai parameter yang digunakan untuk membandingkan suatu komunitas atau kepadatan suatu jenis, maka dari itu digunakan kepadatan relatif. Perhitungan kepadatan relatif yaitu dengan membandingkan kepadatan suatu jenis dengan kepadatan semua jenis dalam satu unit. Kepadatan relatif dinyatakan dalam bentuk persentase. Rumus kepadatan populasi dan kepadatan relatif dapat diketahui sebagai berikut (Suin, 2003):

$$K \text{ Jenis } A = \frac{\text{Jumlah individu jenis } A}{\text{Jumlah unit contoh per luas atau per volume}}$$

$$KR \text{ Jenis } A = \frac{K \text{ Jenis } A}{\text{Jumlah } K \text{ semua jenis}} \times 100 \%$$

Keterangan:

K : Kepadatan populasi

KR : Kepadatan relatif

### 2.1.3 Persamaan Korelasi

Persamaan korelasi adalah metode analisis dengan mengukur suatu tingkat keeratan linear atau ada tidaknya kekuatan hubungan antara dua variabel tanpa memperhatikan variabel *dependent* maupun variabel *independent*. Korelasi merupakan salah satu Teknik analisis pengukuran asosiasi atau hubungan (*measures of association*). Rentang tingkat keeratan pada hubungan korelasi yaitu antara 0 hingga 1 yang memungkinkan pengujian secara dua arah. Untuk mengetahui hubungan antara dua variabel dapat dilihat dari nilai hasil koefisien korelasi. Koefisien korelasi hanya menggambarkan hubungan linier antar variabel

sehingga tidak dapat menentukan besar kecilnya hubungan sebab akibat dua variabel tersebut (Azwar, 2001).

Korelasi searah dinyatakan sebagai koefisien korelasi bernilai positif, sedangkan korelasi tidak searah berarti koefisien korelasinya negatif. Koefisien korelasi dilambangkan dengan huruf  $r$  sedangkan dua variabel biasanya menggunakan huruf  $X$  dan  $Y$ . Nilai koefisien korelasi yaitu diantara  $-1$  hingga  $1$  yang apabila dijabarkan nilai  $-1$  artinya variabel  $X$  dan  $Y$  memiliki korelasi linear negative yang kuat yang mana jika  $X$  mengalami kenaikan maka  $Y$  akan mengalami penurunan. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati  $0$  berarti korelasi sangat lemah atau tidak berkorelasi dan nilai korelasi yang mendekati  $+1$  memiliki korelasi positif atau kuat dengan artian jika variabel  $X$  naik maka variabel  $Y$  akan ikut naik begitupun sebaliknya (Lind, Marchal & Wathen, 2008).

## **2.2 Cacing Tanah**

### **2.2.1 Klasifikasi Cacing Tanah**

Cacing tanah termasuk ke dalam kingdom animalia yang termasuk organisme eukariotik dan multiseluler. Cacing tanah adalah invertebrata terrestrial yang termasuk dalam filum Annelida. Annelida adalah cacing tersegmentasi yang mana tubuhnya bersegmen-segmen secara eskternal maupun internal dan biasanya memiliki setae di tiap segmennya (Edwards & Lofty, 1977). Cacing tanah memiliki jumlah segmen 115-200 segmen (buku). Cacing tanah termasuk dalam class clitellata, yang artinya memiliki klitellum yang berfungsi sebagai pusat reproduksi. Cacing tanah secara kolektif membentuk subkelas Oligochaeta, yang ditemukan dalam kelas Clitellata. Cacing tanah umumnya ditemukan di tanah, memakan berbagai macam bahan organik (Bonkowski *et al.*, 2000).

Oligochaeta secara khusus terdiri dari cacing tanah megadrile terestrial (beberapa di antaranya semiakuatik atau sepenuhnya akuatik), dan bentuk mikrodrile air tawar atau semiterestrial, termasuk tubificid, cacing pot dan cacing es (Enchytraeidae), cacing hitam (Lumbriculidae) dan beberapa cacing laut interstisial. Sekitar 10.000 spesies yang diketahui, Oligochaeta membentuk sekitar setengah dari filum Annelida. Cacing tersebut biasanya memiliki sedikit setae (chaetae) atau "bulu" di permukaan tubuh luarnya, dan tidak memiliki parapodia, tidak seperti polychaeta. Empat famili utama dengan jumlah spesies yang besar adalah Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae dan Moniligastridae (Blakemore *et al.*, 2007).

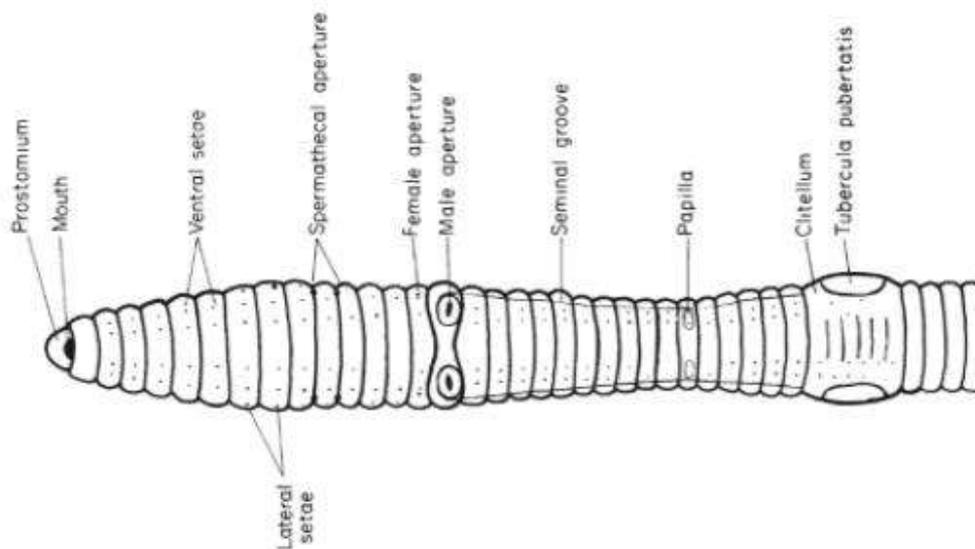
Cacing tanah ditemukan di semua bagian dunia kecuali gurun. Cacing tanah hidup di sebagian besar tanah beriklim sedang dan jumlah terbanyak di tanah tropis dengan keadaan lingkungan yang lembab sehingga spesies yang lebih besar membuat liang yang mungkin turun beberapa meter sementara individu muda dan spesies yang lebih kecil terbatas pada beberapa sentimeter atas tanah. Jumlah terbesar ditemukan di tanah yang kaya humus dan tanah masam. Mereka dibagi menjadi 23 famili, lebih dari 700 genus dan lebih dari 7.000 spesies. Panjangnya berkisar dari satu inci hingga dua meter dan ditemukan secara musiman di semua kedalaman tanah (Edwards, 2020).

### **2.2.2 Morfologi Cacing Tanah**

Bagian tubuh cacing tanah simetris bilateral, tersegmentasi eksternal maupun internal. Cacing tanah tidak memiliki kerangka dan kutikula berpigmen tipis, bertujuan menjadi perlindungan tubuh dari gangguan fisik maupun kimia. Secara fisiologi, kantung-kantung kelenjar yang dimiliki kutikula cacing tanah

dapat mengeluarkan cairan sehingga tubuh akan kelihatan mengkilat. Cacing tanah memiliki bantalan setae pada semua segmen kecuali di dua bagian yaitu pada ruas yang pertama dan terakhir. Pada bagian tersebut terdapat empat pasang bulu sikat yang terbentuk dari bahan kitin yang disebut setae (Gambar 2.1). Setae adalah bagian pada tubuh cacing yang dapat bergerak disebabkan oleh otot retractor dan protaktor. Setae merupakan struktur serupa rambut yang berfungsi untuk menggali substrat dan memegang pasangan saat kopulasi. Selain itu, ia juga berfungsi sebagai alat gerak pada cacing tanah. Setae dapat kembali tumbuh apabila hilang maupun putus. Pada ruas ke 36, setae mengalami modifikasi guna proses reproduksi (Edwards & Lofty, 1977).

Cacing tanah bersifat hermaprodit dan memiliki gonad yang relatif sedikit, terletak pada posisi segmental yang konsisten. Daerah epidermis yang membengkak disebut klitellum, terletak di segmen tertentu, membentuk kepompong di mana telur atau ovum disimpan, kemudian melewati segmen anterior (Gambar 2.1). Telur biasanya dibuahi saat klitellum melewati tubuh dan dikeluarkan seperti kepompong di atas kepala dan cacing muda berkembang di dalam telur tanpa tahap larva bebas, cacing yang baru menetas mirip cacing dewasa. Beberapa spesies dapat bereproduksi sesekali atau secara partenogenetik secara konsisten (Edwards & Lofty, 1977).

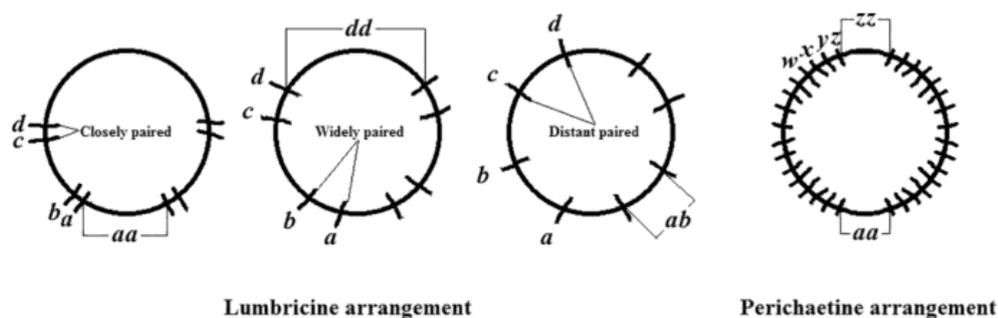


**Gambar 2. 1 Morfologi secara umum Cacing Tanah** (Edwards & Lofty, 1972).

Tubuh cacing tanah terbagi secara eksternal menjadi segmen-segmen di sepanjang tubuhnya oleh alur-alur intersegmental yang bertepatan dengan posisi setae di tubuh cacing. Panjang, lebar dan jumlah segmen cacing tanah berbeda-beda tetapi selalu berada dalam kisaran tertentu untuk spesies yang sama. Setae tersusun di sekitar pinggiran setiap segmen terkecuali pada segmen pertama dan terakhir tubuh cacing. Setae merupakan struktur seperti rambut halus pada folikel di bagian luar dinding tubuh yang dapat berfungsi sebagai alat gerak. Pergerakan setae diatur oleh otot muskulus protaktor dan muskulus retraktor yang berperan dalam mendorong keluar dan menarik kembali setae ke dalam rongga tubuh. Berdasarkan jumlah dan distribusinya setae dibagi menjadi 2 tipe susunan pengaturan yaitu *perichaetine* dan *lumbricine* (Gambar 2.2) (Xiao, 2019).

Susunan setae *lumbricine* terdiri dari delapan setae per segmen dalam pasangan ventral dan latero ventral (Gambar 2.2), contohnya pada *Eisenia foetida* memiliki susunan *lumbricine* yang berpasangan erat yang merupakan karakteristik dari famili Lumbricidae. Susunan *perichaetine* menunjukkan pada spesies lokal di

mana setae tersusun dalam cincin tepat di sekitar segmen, dengan celah besar atau kecil di daerah punggung tengah dan perut tengah. Susunan *perichaetine* biasanya menjadi karakteristik dari famili Megascolecidae (Edwards & Bohlen, 1996).

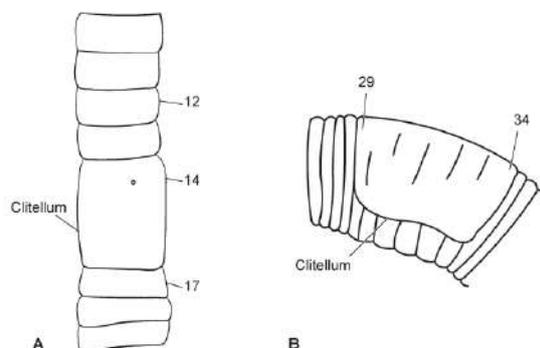


**Gambar 2. 2 Susunan Pengaturan Setae:** A. Pengaturan *Lumbricine* (a: setae pertama linea midventral; b: setae kedua/sebelah lateral a; c: setae sebelah lateral b) B. Pengaturan *Perichaetine* (z: setae paling median pada dorsum; y: setae dorsal di sebelah lateral z) (Xiao, 2019).

Cacing tanah dewasa (dewasa secara seksual) memiliki pembengkakan berbeda yang disebut klitellum. Klitelum dapat berwarna lebih pekat atau pudar jika dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya, seringnya berwarna putih atau oranye. Namun berbeda halnya pada cacing dari famili Megascolecidae pada bagian dada, dan perutnya cenderung warnanya adalah gelap. Penentuan warna pada tubuh cacing tanah tergantung pada sel pigmen tubuh dan cairan culomic kuning (Hanafiah dkk., 2005).

Tubuh cacing tanah memiliki bentuk yang berbeda-beda seperti berbentuk annular atau berbentuk pelana (Gambar 2.3), tetapi bentuknya bervariasi sesuai dengan keadaan kematangan individu sehingga perbedaan bentuknya sangat penting pada tingkat family, genus dan spesies. Terdapat dua jenis klitellium yang diakui yaitu berbentuk pelana dengan ciri hanya menutupi bagian dorso-lateral tubuh (seperti pada sebagian besar mikrochaetid, glossoscolecids, lumbricids dan beberapa acanthodrilids) dan berbentuk annular dengan ciri berbentuk cincin,

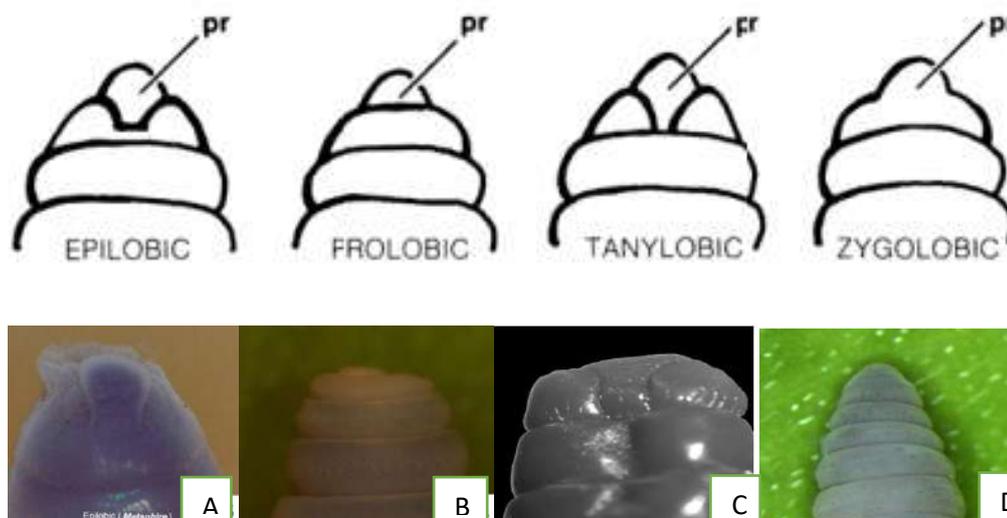
melingkari tubuh, biasanya terjadi pada megascolecids, yaitu pada beberapa spesies acanthodrilids, eudrilids dan ocerodrilids (Plisko & Nxele, 2015).



**Gambar 2. 3 Tipe Klitellium:** A. Annular, B. Pelana (Plisko & Nxele, 2015).

Cacing tanah tidak memiliki kepala yang jelas. Segmen pertama di ujung anterior tubuh disebut peristomium atau buccal segment. Peristomium memiliki struktur seperti lobus daging yang disebut prostomium yang mana adalah mulut pada ujung anterior (tidak bersegmen) (Gambar 2.4). Prostomium adalah bukaan yang terletak di ujung segmen pertama (Edwards & Lofty, 1977).

Struktural tubuh cacing tanah memiliki rongga selom besar yang mengandung selomosit, sistem vaskular tertutup dengan batang punggung dan perut serta tali saraf ventral. Cacing tanah memiliki sistem saraf pusat dan perifer. Sistem saraf pusatnya terdiri dari dua ganglia di atas mulut, sehingga sejumlah besar kemoreseptor terpusat di dekat mulutnya. Kumpulan otot serupa melapisi usus di dalam tubuhnya, otot melingkar dan memanjang di setiap segmennya yang berperan untuk cacing bergerak. Pada dasarnya saluran pencernaan adalah tabung anterior-posterior dengan ekskresi melalui anus atau organ khusus yang disebut nephridia, Sistem pencernaan cacing tanah berjalan sepanjang tubuhnya. Respirasi utama melalui kutikula yang artinya cacing tanah bernafas melalui kulitnya (Edwards & Arancon, 2022).



**Gambar 2. 4 Tipe Prostomium pada Cacing tanah;** A. Tipe Epilobic; B. Prolobic; C. Tanylobic; D. Zyglobic (Mishra & Samal, 2021).

Berdasarkan posisinya, prostomium telah dikategorikan menjadi empat jenis yang berbeda (Gambar 2.4) menurut Mishra & Samal (2021) yaitu:

1. Tipe Epilobic: Ketika perpanjangan meluas ke daerah segmen pertama yang dibatasi di batasi di belakang oleh alur melintang, biasanya prostomium membagi sebagian peristomium. Contoh spesiesnya *Allolobophora chlorotica*
2. Tipe Prolobic: Ketika alur pemisah tidak memanjang ke tanda segmen pertama, prostomium dibatasi dari peristomium tanpa alur pemisah.
3. Tipe Tanylobic: Kepala prostomium memiliki sepasang alur memanjang yang mencapai alur intersegmental memisahkan peristomium dari segmen 2. Contoh dari genus *Lumbricus*
4. Tipe Zyglobic: Tidak ada alur yang memisahkan prostomium dari peristomium

Identifikasi cacing tanah dilakukan untuk mendeskripsikan ciri-ciri maupun karakteristiknya sehingga dapat mengelompokkan cacing tanah dengan mudah diketahui sebagai berikut:

1. **Famili *Moniligastridae***

a. **Genus *Drawida***

Family Moniligastridae diduga menginvasi Asia Tenggara akibat geologis tumbukan dataran tinggi India dan Asia (Easton, 1981). Saat ini 71 spesies dari genus *Drawida* Michaelsen 1900 dikenal di India (Blakemore, 2007). Sedangkan sekitar 22 spesies dan subspecies cacing tanah yang valid telah tercatat di Cina (Zhang & Sun, 2014). Genus *Drawida* memiliki Panjang 50–73 mm, diameter 4-5 mm dan jumlah segmen 120–136 (Gambar 2.5). Klitellum tipe annular terdapat pada segmen 10-13 (4 segmen), alur intersegmental berbeda dengan warna klitellum kemerahan. Pori-pori spermatecal berpasangan sebagian besar di segmen 10 memanjang ke segmen 11, Tanda-tanda genital tidak ada. Nephridiopores hadir di segmen 3, sejajar dengan setae (Narayanan, 2017).



**Gambar 2. 5** Contoh specimen *Drawida ganini* (Zhang et al., 2021).

## 2. Famili *Megascolecidae*

### a. Genus *Pheretima*

*Pheretima* ditemukan sebagai cacing tanah endemik di Asia Tenggara, India Timur dan Jepang (Stephenson, 1930). Ishizuka (1999) mengkarakterisasi *Pheretima* di Jepang memiliki tubuh silindris dengan banyak setae di setiap segmen. John (1998) menambahkan bahwa cacing tanah dari genus *Pheretima* mempunyai panjang tubuh sekitar 11,5-14 cm dengan jumlah segmen sekitar 125-145. Tubuh bagian dorsal coklat keunguan karena adanya pigmen yang disebut porfirin. Pigmen ini melindungi hewan dari sinar UV yang berbahaya dan bagian ventral berwarna abu-abu keputihan. Darmawan (2014) menguraikan bahwa cacing *Pheretima* mempunyai Prostomium tipe epilobus dengan klitellium berbentuk annular terletak pada segmen 14-20. Bentuk tubuhnya sangat cocok untuk menggali (Gambar 2.6). Cacing *Pheretima* termasuk hewan bisimetris. Ujung anteriornya sedikit runcing sedangkan ujung posteriornya tumpul. Segmen dipisahkan secara eksternal oleh alur intersegmental dan secara internal oleh septa intersegmental yang sesuai. Segmentasi eksternal sesuai dengan segmentasi internal.



**Gambar 2. 6** Genus *Pheretima* (Nilawati dkk., 2014).

**b. Genus *Peryonix***

Genus *Peryonix* memiliki panjang tubuh berkisar antara 6-10 cm dan jumlah segmen berkisar pada 86-105 segmen. Tubuh bagian dorsal berwarna merah kehitaman dan ventral berwarna merah muda. Bentuk prostemium epilobus, sebaran seta perichaetin, bentuk seta general, klitelium berbentuk annular, berwarna merah serta terletak pada segmen 11-14 (Gambar 2.7) (Suin, 1982). *Peryonix excavatus* merupakan cacing tanah tropis dengan kemampuan regenerasi yang sangat baik. Lebih dari 90% *P. excavatus* beregenerasi dan bertahan hidup bahkan setelah pengangkatan bagian kepala yang mengandung sistem saraf pusat (SSP) (Bae *et al.*, 2020).



**Gambar 2. 7** *Peryonix* sp. (Loongyai, 2011).

**c. Genus *Megascolex***

Genus ini memiliki panjang tubuh berkisar pada 90-130 mm, dengan diameter 3-4 mm dan jumlah segmen antara 134-178. Bagian dorsal berwarna merah keunguan, sedangkan bagian ventral pucat atau coklat keputihan. Ujung anterior berwarna coklat keputihan dan ujung posterior berwarna abu-abu coklat. Prostomium tipe epilobus. Klitelium berbentuk annular dimulai pada segmen ke 14-

16, serta mempunyai setae dengan tipe Perichaetine (Gambar 2.8). Letak lubang kelamin jantan pada segmen 18, sedangkan lubang kelamin betina dapat ditemukan pada septa 7/8-8/9 (Suin, 2018).

Ciri-ciri fisik cacing tanah *Megascolex* sp. diantaranya tidak memiliki kerangka luar. Kutikula melindungi tubuhnya dan ia tidak memiliki alat gerak seperti mayoritas binatang. Untuk bergerak cacing tanah harus memanfaatkan otot-otot tubuhnya yang panjang dan tebal yang melingkari tubuhnya. Tubuh cacing tanah mengandung lendir yang dihasilkan oleh kelenjar epidermis. Hal ini dapat mempermudah pergerakan cacing tanah di tempat yang padat dan kasar. Cacing juga mempunyai seta berwujud rambut yang relatif keras dan pendek. Daya lekat pada seta ini kuat yang memungkinkan cacing dapat menempel pada permukaan benda. Cacing tanah tidak mempunyai mata. Sebagai gantinya, cacing memiliki organ saraf perasa yang berbentuk seperti bibir pada tubuhnya yang dinamakan prostomium. Organ ini membuat cacing tanah peka terhadap benda-benda di sekitarnya. Sehingga walaupun tanpa mata, cacing tanah tetap dapat menemukan bahan organik sebagai makanannya. Dalam hal bernafas, kulit berperan sangat penting pada cacing tanah karena ia tidak memiliki alat pernapasan. Cacing tanah memiliki reaksi negatif terhadap sinar matahari karena dapat mematikannya hanya dalam kurun waktu satu menit (Jayanthi dkk., 2018).



**Gambar 2. 8** *Megascolex* sp. (Darmawan dkk., 2014).

### **3. Famili *Acanthodrilidae***

*Acanthodrilidae* adalah famili cacing tanah purba dan tersebar luas di Australia, Selandia Baru, Afrika Selatan, Amerika Selatan dan Amerika Utara. Spesies ini Tidak ada spesies asli yang diketahui dari India atau Asia. *Acanthodrilidae* memiliki bentuk tubuh annular dengan jaringan klitellar berbentuk pelana yang mengelilingi tubuh (Gambar 2.9) (Csuzdi, 1996). Anas (1990) menambahkan bahwa cacing ini memiliki panjang tubuh 40-120 mm dengan 90-120 segmen. Tubuh cacing ini berwarna pucat pada bagian dorsal anterior. Cacing ini memiliki 8 setae dalam satu segmen. Contoh spesies dari spesies ini adalah *Diplocardia singularis*.



**Gambar 2. 9** Genus *Diplocardia* (Nirmala dkk., 2014).

#### **4. Famili *Eudrilidae***

Genus *Eudrilus* tersebar di daerah tropis dan subtropis Afrika. Genus *Eudrilus* memiliki panjang tubuh kisaran 6 cm dan 167-171 segmen di tubuhnya. Cacing ini memiliki klitellum pada segmen ke 7 (Gambar 2.10). Tubuhnya berwarna merah coklat di bagian dorsal sedangkan ventral berwarna putih agak kekuningan. Prostomium cacing ini yaitu epilobus dengan ujung anteriornya berwarna hitam dan posteriornya putih. Memiliki 8 setae per segmen (Membrasar dkk, 2018).



**Gambar 2. 10** Genus *Eudrilis* (Simberloff, 2011).

## 5. **Famili *Glossocolecidae***

Distribusi cacing Famili *Glossoscolecidae* ini kebanyakan terestrial, tetapi ada juga beberapa di daerah littoral dan air tawar. Terrestrial dan Littoral di Amerika (Mexico ke Argentina), India Barat, Europa Selatan, Malagasy, dan sebagian selatan Afrika. Memiliki setae yang kebanyakan tunggal, klitellum mulai terdapat di segmen 14. Genus *Pontoscolex* salah satu contoh dari famili *Glossocolecidae* yang memiliki ukuran tubuh kisaran 35-120 mm, ukuran diameter tubuhnya yaitu 2-4 mm, terdapat jumlah segmen yaitu 83-215 (Gambar 2.11). Tubuhnya berwarna coklat kekuningan (Stephenson, 1930).



**Gambar 2. 11** *Pontoscolex corethrurus* (Taheri et al., 2018).

## 6. **Famili *Sparganophilidae***

*Sparganophilus* satu-satunya genus dalam famili *Sparganophilidae*, yang merupakan sekelompok cacing tanah dengan tubuh panjang, ramping, limicolous (m penghuni lumpur) asli Amerika Utara (Gambar 2.12). Jumlah spesies tidak diketahui kebanyakan dari mereka tidak terdeskripsikan di seluruh benua dan ke Amerika Tengah. Spesies *Sparganophilus* dicirikan oleh usus sederhana tanpa empedal dan tidak ada *typhlosole*. Mereka adalah cacing tanah sejati, memiliki

sistem vaskular yang kompleks dengan kapiler dan memiliki pori-pori jantan jauh di belakang pori-pori betina. Tubuhnya tidak berpigmen, setae berpasangan, holoic dan memiliki prostomium (Reynolds, 1980).



**Gambar 2. 12** Famili Sparganophilidae (Jhon, 1984).

#### 7. **Famili Tubificidae**

Pennak (1978) menyatakan bahwa cacing Tubifex memiliki diameter tubuh rata rata adalah 0,5 mm. Jumlah segmen yang terdapat pada tiap tubuhnya ialah 30-60. Cacing Tubifex memiliki panjang tubuh silindris 4-20 cm. Dikarenakan mempunyai segmen atau ruas, maka Cacing Tubifex digolongkan ke dalam family Tubificidae (Pennak, 1978). Cacing Tubifex dapat disebut dengan Sludge worm (Waseanti dkk., 2012) mempunyai nama lokal beragam seperti cacing sutera, cacing rambut, dan cacing merah. Cacing Tubifex dewasa mempunyai jumlah ruas cacing yang mencapai 112-130 segmen (Gambar 2.13).

Cacing Tubifex jantan memiliki seminal reseptakel yang berfungsi sebagai kantung penyimpanan spermatozoa pada segmen ke 14. Sementara itu, cacing Tubifex betina memiliki kokon yang berfungsi sebagai kantung penyimpanan pada semen ke 15 (Burton, 1898). Cacing Tubifex memiliki alat kelamin jantan dan

betina pada satu tubuh sehingga termasuk hewan berkelamin ganda (hermaprodit) (Bachtiar, 2007). Induk cacing Tubifex akan menghasilkan kokon atau kantung telur setelah berumur 40-45 hari. Cacing Tubifex membutuhkan waktu kisaran 50-57 hari untuk satu daur dewasa hingga memperoleh hasil keturunan pertama.



**Gambar 2. 13** Spesies Tubifex (Budd, 2005).

## **8. Famili *Lumbricidae***

### **a. Genus *Lumbricus***

Cacing tanah memiliki tubuh bagian dorsal yang berwarna merah muda hingga merah tua sedangkan bagian ventralnya berwarna lebih muda dari dorsal. Tubuhnya terdiri dari 100-180 segmen. Genus ini termasuk lumbricids berpigmen merah dengan prostomium tanylobous (Gambar 2.14). *Lumbricus* memiliki setae yang berpasangan, kelenjar kalsifer yang berkembang dengan baik di segmen 10-14 dengan kantong di 10, pori punggung pertama sekitar 6/7, tiga pasang vesikula seminalis di segmen 9, 11 dan 12, pori-pori spermatek pada 9/10 dan 10/11. Nefropori tampak jelas dan berselang-seling tidak teratur dan kandung kemih nefridia berbentuk J atau berbentuk U. Memiliki klitellum berbentuk saddle (Bouche, 1972).



**Gambar 2. 14** *Lumbricus rubellus* (Gily et al., 2020).

**b. Genus Dendrobaena**

Genus *Dendrobaena* terdiri dari spesies berukuran kecil hingga sedang dengan pigmentasi kemerahan, prostomium tipe epilobus dan tanylobous. Jarak setae jauh, pori dorsal pertama terletak di anterior, pori spermathecal pada segmen 9/10 dan 10/11. Genus *Dendrobaena* memiliki klitellum yang letaknya di segmen 25, 26-31 (Gambar 2.15). Di tubuhnya terdapat sejumlah variabel vesikula seminalis (2, 3 atau 4 pasang) dalam 9, 10, 11 dan 12 serta otot-otot fasikulasi atau menyirip (Bouche, 1972). Gambaran morfologi genus ini sangat heterogen dan dibagi menjadi dua subgenera yaitu *Dendrobaena* dan *Dendrodrilus*.



**Gambar 2. 15** Genus *Dendrobaena* (Baker, 2004).

### **2.2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Cacing Tanah**

Cacing tanah biasanya terdistribusi heterogen dan jumlahnya berfluktuasi dalam kaitannya dengan faktor abiotik tanah (Evans & Guild, 1947). Faktor lingkungan semacam kelembaban, suhu, pH dan tekstur tanah juga memiliki pengaruh dalam distribusi cacing tanah.

#### **1. Kelembapan Tanah**

Cacing tanah hidup ditempat yang lembab dan pada dasarnya kelembapan yang cocok untuk hidup yaitu berkisar antara 60-90% (Sihombing, 2002). Media yang lembab sangat diminati oleh cacing tanah untuk melangsungkan kehidupan karena jika media hidupnya panas dan kering, maka cacing tanah akan mati. Menurut Anas (1990), kelembapan mendukung proses pernafasan cacing tanah dengan permukaan kulitnya karena terjaga oleh kelenjar epidermis. Cacing tanah memerlukan kelembapan yang tepat untuk memaksimalkan hasil kokonnya. Apabila kelembapan media hidup cacing sangat tinggi, maka jumlah hasil produksi kokonnya akan mengalami penurunan. Menurut Budiarti dan Palungkun (1992) cacing tanah akan segera berpindah jika media yang ia tempati memiliki tingkat kelembapan yang terlalu tinggi atau memiliki banyak kandungan air. Hal ini bertujuan untuk mencari sirkulasi udara yang baik mengingat cacing tanah tidak mengambil oksigen dari air melainkan bernafas melalui kulit.

#### **2. Suhu Tanah**

Suhu tanah turut menentukan kehidupan hewan. Suhu yang ekstrim baik tinggi maupun rendah mampu mematikan hewan tanah. Perbedaan suhu di suatu habitat menentukan kesuburan cacing tanah. Suhu tanah tersebut memiliki

pengaruh terhadap pertumbuhan, reproduksi dan metabolisme (John, 1984). Cacing tanah bersifat poikilothermic, yaitu suhu tubuhnya bervariasi dan berfluktuasi dengan suhu lingkungannya. Oleh karena itu, aktivitas, pertumbuhan, kepadatan, metabolisme, respirasi, dan reproduksi cacing tanah dipengaruhi oleh suhu (Edwards & Bohlen, 1996). Baik suhu tinggi maupun rendah menyebabkan respons langsung, dengan cacing tanah cenderung berkumpul di daerah yang kondisi metabolismenya optimal. Suhu mematikan yang lebih rendah cenderung kurang diketahui daripada suhu mematikan atas yang biasanya berkisar antara 25 dan 35°C tetapi sangat bervariasi di antara spesies dengan spesies tropis sering lebih tahan terhadap suhu yang lebih tinggi daripada spesies beriklim sedang dan sebaliknya untuk suhu yang lebih rendah. (Lee, 1985). Di bawah 10°C cacing tanah umumnya mengurangi aktivitas makan dan di atas 40°C produksi kokon dan perkembangan cacing tanah muda berhenti sepenuhnya (Edwards & Bohlen, 1996). Batas suhu yang lebih rendah untuk aktivitas cacing tanah mungkin pada -5°C atau lebih rendah tergantung pada spesies dan populasi/genotip. Banyak spesies cacing tanah umum dari daerah beriklim dingin biasanya aktif pada suhu di atas 2–4°C (Nordström & Rundgren, 1974). Interaksi suhu dan kelembaban juga penting menurut Presley *et al.* (1996) mengamati laju pertumbuhan maksimum *Eisenia fetida* pada kelembaban tinggi dan suhu sedang tetapi setelah kematangan reproduksi, pertumbuhan dan kelangsungan hidup maksimal terjadi pada kelembaban sedang/tinggi dan suhu rendah (Eisenhauer dkk., 2014).

### **3. pH Tanah**

Menurut Sihombing (2002) guna memaksimalkan perkembangan cacing tanah, pH pada suatu media perlu diatur berkisar antara 6–7. Pada angka tersebut,

jumlah pH dinilai sangat cocok untuk bakteri yang berada di dalam pencernaan cacing tanah. Apabila media alkali, hal ini mengakibatkan terhambatnya perkembangan bakteri yang terdapat dalam pencernaan cacing tanah. Sebaliknya apabila media asam, hal ini memicu kelenjar kapu yang terdapat pada esofagus tidak cukup guna menetralkan asam yang terbentuk sehingga akan menyebabkan membengkaknya tembolok dan pecah. Menurut Hanafiah (2005), pH tanah memiliki pengaruh yang besar terhadap populasi dan aktivitas cacing tanah sehingga menjadi faktor pembatas penyebaran serta spesiesnya. Edwards & Lofty (1977) menyertakan bahwa cacing tanah memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap keasaman tanah, oleh karena itu pH menjadi faktor pembatas dalam menentukan jumlah spesies yang dapat hidup pada tanah tertentu. Pada umumnya, cacing tanah menyukai pH tanah sekitar 5,8–7,2. Dengan demikian, pH tanah sangat mempengaruhi penyebaran vertikal maupun horizontal cacing tanah.

#### **4. Bahan Organik**

Cacing tanah memiliki peran dalam membantu penguraian bahan organik didalam tanah serta pengangkutan sejumlah lapisan tanah dari bahan organik dan bertindak memperbaiki struktur tanah. Aktivitas cacing tanah sanggup membarui bahan organik tanaman menjadi mineral dan sebagian tersimpan sebagai bahan organik tanah. Bahan organik tanah tersebut akan memiliki peran dalam melakukan perbaikan sifat fisik tanah peningkatan aktivitas biologi tanah dan peningkatan ketersediaan hara bagi tanaman (Suin, 1997). Tanah atau bahan organik yang ada di bawah lapisan tanah akan dimakan cacing kemudian akan dicerna dan dilepas ke atas permukaan dalam bentuk kascing. Proses inilah yang kemudian akan terus berulang sehingga permukaan tanah akan menjadi kaya akan unsur hara. Kascing

adalah jenis pupuk organik yang diproduksi melalui feses kotoran cacing tanah dimana telah mengandung unsur makro dan mikro hara yang lengkap guna diserap tanaman (Mulat, 2003).

## **5. Vegetasi**

Salah satu aspek penting dari keragaman hayati dan proses-proses yang terjadi di ekosistem yaitu vegetasi. Keragaman vegetasi berpengaruh terhadap jumlah dan komponen masukan bahan organik serta tingkat penutupan pada permukaan tanah (Giller, 1997). Beragamnya vegetasi pada suatu daerah tertentu akan dapat mengakibatkan tingginya kelembaban tanah dan tingginya kepadatan cacing tanah yang ditemukan karena fisik tanah lebih baik dan sumber makanan yang banyak ditemukan berupa serasah (Suin, 1989).

## **6. Musim**

Secara keseluruhan temuan ini menunjukkan bahwa perubahan iklim kemungkinan akan mengubah distribusi geografis cacing tanah dengan cara spesifik spesies dan dapat dimodulasi oleh kondisi lingkungan setempat, seperti jenis dan tekstur tanah, pH, jenis vegetasi dan stresor kimia. Perubahan iklim akan mempengaruhi tanah dan proses tanah terutama melalui perubahan suhu dan pola curah hujan. Peningkatan suhu, kekeringan, dan curah hujan musim dingin akan mempengaruhi kelembaban tanah dan rezim suhu yang telah dilaporkan memiliki dampak yang bervariasi pada populasi cacing tanah (Carroll *et al.*, 2000). Cacing tanah dapat menunjukkan dinamika musiman yang sangat menonjol dalam kejadian dan pola aktivitasnya, terutama di iklim musiman yang kering atau dingin. Kelimpahan cacing tanah cenderung menurun pada musim kemarau atau sangat dingin dan mencapai kepadatan dan biomassa tertinggi ketika kondisi iklim dan

tanah lebih menguntungkan, misalnya kondisi yang biasanya terjadi pada musim semi dan gugur di daerah beriklim sedang ketika suhu sedang dan kandungan air tanah tinggi (Satchell, 1967).

#### **2.2.4 Habitat Cacing Tanah**

Ada dua cara untuk menggambarkan di mana cacing tanah hidup yang pertama adalah habitatnya. Meskipun sebagian besar cacing tanah hidup di atau di bawah permukaan tanah, faktor-faktor lain mempengaruhi pilihan habitat cacing tanah. Dua faktor utama adalah iklim dan vegetasi. Cara yang lebih spesifik untuk menggambarkan di mana cacing tanah hidup adalah ceruk posisi spesies di dalam habitatnya. Ceruk spesies mencakup lokasi fisik dan perannya dalam lingkungan. Dengan menempati ceruk tertentu cacing tanah memanfaatkan kondisi yang paling cocok untuk kelangsungan hidupnya. Meskipun semua cacing tanah memiliki karakteristik yang sama, fitur seperti ukuran, pigmentasi (warna kulit) dan kecepatan gerakan mencerminkan ceruk spesies yang berbeda. Cacing tanah yang tinggal di tanah terbagi dalam tiga kelompok relung utama: kompos dan penghuni permukaan tanah (epigeik), penghuni tanah lapisan atas (endogeik) dan penghuni tanah bawah yang menggali dalam (anesik) (Bouche, 1977).

##### **1. Epigeik**

Cacing tanah epigeik hidup di daerah yang banyak mengandung bahan organik. Cacing hidup di atau dekat permukaan tanah dan memakan serasah daun dan akar tanaman yang membusuk atau kotoran. Cacing tanah ini tidak membentuk liang permanen. Spesies epigeik cenderung memiliki warna kulit gelap (pigmentasi). Pigmentasi bertindak sebagai kamuflase saat mereka bergerak

melalui serasah daun hal ini juga membantu agar terlindungi dari sinar UV. Keberadaan dekat dengan permukaan tanah membuat cacing tanah terpapar pemangsa sehingga otot mereka kuat dan tebal sebanding dengan panjangnya memungkinkan gerakan cepat. Berada sangat dekat dengan permukaan juga membuat mereka rentan terhadap injakan ternak di padang penggembalaan intensif. Spesies epigeik cenderung kecil (panjangnya 1–18 cm). Cacing tanah epigeik introduksi cenderung hidup di kompos (seperti cacing harimau introduksi *Eisenia fetida*, yang tidak dapat bertahan hidup di tanah) dan di bawah batang kayu dan kotoran. Spesies asli biasanya hidup di serasah hutan (Bouche, 1977).

## **2. Endogeik**

Cacing tanah endogeik adalah spesies cacing tanah yang paling umum ditemukan di Selandia Baru. Relung hidup cacing berada di kedalaman tanah 20 cm teratas. Cacing tanah endogeik memakan sejumlah besar tanah dan bahan organik di dalamnya meskipun spesies terkadang muncul ke permukaan untuk mencari makanan. Cacing ini membentuk liang semi permanen yang dangkal. Cacing tanah endogeik memiliki beberapa pigmentasi. Lapisan ototnya tidak setebal dan tidak bergerak secepat cacing tanah epigeik. Spesies endogeik memiliki ukuran berkisar antara 2,5–30 cm. Cacing tanah endogeik introduksi sering ditemukan di tanah pertanian, sedangkan cacing tanah endogeik asli sering ditemukan di padang rumput tussock (Bouche, 1977).

## **3. Anesik**

Cacing tanah anesik hidup di liang permanen sedalam 3m di bawah permukaan tanah. Cacing tanah anesik mengumpulkan makanan dari permukaan

tanah dan menelan bahan organik dari tanah. Cacing tanah anesik membentuk liang berdiameter hingga 2 cm ekstensif yang memanjang secara lateral dan vertikal melalui lapisan tanah bawah. Cacing tanah anesik introduksi memiliki beberapa pigmentasi. Spesies anesik asli cenderung lamban dan memiliki otot yang kurang berkembang. Keberadaannya yang sangat dalam di dalam tanah membuat spesies anesik asli memiliki sedikit pigmentasi dan karena sangat pucat mereka sering disebut sebagai cacing susu. Spesies penggali dalam ini juga yang terpanjang mulai dari 3 cm hingga 1,4 m yang sangat besar (Bouche, 1977).

#### **2.2.5 Peranan Ekologi Cacing Tanah**

Sebagai makrofauna tanah, cacing tanah memainkan peran pokok dalam ekosistem yang berkaitan dengan siklus hara dan aliran energi karena organisme ini terlibat dalam proses pelapukan bahan organik dan akhirnya berdampak pada kontribusi faktor kesehatan tanah. Aktivitas cacing tanah menyebabkan perubahan struktur tanah, aliran air tanah, dinamika hara dan pertumbuhan tanaman. Cacing tanah memiliki fungsi menguntungkan bagi ekosistem karena keberadaan cacing tanah merupakan “*Bioindikator*” dari tanah yang sehat (Handayanto & Hairiah, 2007). Aktivitas cacing tanah diantaranya berupa aktivitas konsumsi/makan, pembuatan *cast/casting* dan aktivitas membuat liang (*burrowing*). Cacing tanah mengkonsumsi sisa-sisa tanaman/seresah setelah sebelumnya dihancurkan oleh mikroorganisme dan membentuk *midden* atau gumpuk *cast* (Yulipriyanto, 2010).

Cacing tanah memiliki potensi dan peran yang sangat positif terhadap kesuburan tanah. Dari aspek biologi, cacing tanah berperan dengan mengubah bahan organik menjadi humus. Hal ini dimulai pada saat cacing tanah membawa

bahan organik ke bagian bawah tanah. Kemudian, cacing akan menghancurkan seresah dan mencernanya. Pada akhirnya, ia akan mencampurnya dengan tanah dan terbentuklah *cast* yang memuat 40 % humus. Sementara, dari aspek kimia, bahan organik mati akan dicerna oleh cacing bersama partikel tanah. Selanjutnya disekresikan dalam bentuk *cast* dan disimpan di permukaan tanah. Cacing mencari makan di permukaan tanah secara alami, namun kelebihan cahaya akan memaksanya Kembali bersembunyi sehingga kadar konsumsi menurun. Hal ini sejalan dengan sifat-sifat biologis cacing tanah diantaranya tidak tahan cahaya atau matahari secara langsung, hidup di tempat gelap, tidak resistan di genangan air serta lebih aktif pada malam hari. Bahan organik akan didaur ulang (*recycle*) oleh cacing tanah dengan cara mengkonsumsi bahan tanaman dan hewan yang mati, kotoran hewan dan organisme tanah yang lain. Yang terakhir, dari aspek fisik, cacing tanah sanggup menjaga liang-liang di dalam tanah sehingga struktur tanah yang dibentuk selalu dalam situasi terbuka dan menciptakan kanal-kanal yang memungkinkan proses aerasi dan drainase (Purwaningrum, 2012).

Sebagai salah satu invertebrata tanah kunci, cacing tanah dapat sangat mempengaruhi proses tanah dan dengan demikian disebut sebagai "*Ekosistem engineer*". Kegiatan cacing tanah seperti makan, pencernaan, ekskresi, dan menggali, memfasilitasi pembentukan berbagai drilosphere di usus atau tanah di sekitar mengubah proses biologis, kimia dan fisik ekosistem. Cacing tanah berperan sebagai konsumen, pengurai dan modulator dalam ekosistem. Aktivitas cacing tanah dan fungsinya dalam ekosistem ditentukan oleh berbagai faktor seperti kelompok ekologi cacing tanah, ukuran populasi, vegetasi, bahan induk tanah, iklim, skala waktu dan sejarah pemanfaatan tanah (Lee, 1985).

Peranan cacing tanah lainnya yaitu sebagai proses pembentukan tanah yang melibatkan pemecahan mineral primer dan pelepasan bahan organik secara bertahap memakan waktu lama dan sebagian dipengaruhi oleh kondisi iklim dan sifat bahan induk. Cacing tanah juga memainkan peran penting dalam pembentukan humus. Cacing membantu membuat tanah menjadi padat dan kadang-kadang gembur. Sebagai contoh, *R. omodei*, spesies cacing tanah endogeik, menurunkan porositas tanah yang mengarah ke pemadatan, sedangkan cacing tanah Eudrilidae meningkatkan porositas yang menyebabkan pelonggaran tanah. Secara umum cacing memiliki efek positif pada struktur tanah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa beberapa spesies cacing tanah meningkatkan laju infiltrasi air. Di tanah Mediterania jumlah biomassa terutama cacing tanah secara signifikan mempengaruhi perkolasi air melalui tanah. Para ahli memperkirakan bahwa peningkatan perkolasi karena cacing dapat menurunkan erosi tanah hingga 50%. Spesies *de-compacting* endogeik di daerah tropis meningkatkan porositas tanah dan infiltrasi air sehingga mengurangi limpasan (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Cacing tanah memainkan peran penting dalam mineralisasi nitrogen melalui pelepasan produk metabolisme seperti lendir, gips, dan urin, yang mengandung urea, asam urat, dan jaringan mati. Mineralisasi nitrogen juga dapat ditingkatkan secara tidak langsung melalui fragmentasi bahan organik dan perubahan sifat fisik tanah. Proses mineralisasi nitrogen bagaimanapun tergantung pada spesies cacing tanah yang ada di tanah. Pada keadaan yang terkait iklim, cacing tanah memainkan peran penting dalam pengaturan iklim karena mereka membantu dalam penyerapan karbon dengan memungkinkan penggabungan bahan organik ke dalam tanah dan meningkatkan pembentukan agregat makro yang stabil melalui kegiatan konsumsi,

egestion dan penggalian. Penyimpanan agregat karbon yang stabil di dalam tanah membantu mencegah pelepasan karbon dalam bentuk gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global (Firmansyah, 2017).

### 2.3 Kopi (*Coffea* sp.)

Kopi adalah genus tanaman berbunga dalam famili Rubiaceae. Spesies kopi merupakan semak atau pohon kecil asli Afrika tropis dan selatan serta Asia tropis. Benih dari beberapa spesies disebut biji kopi dimanfaatkan untuk membumbui berbagai minuman dan produk. Tanaman ini menempati peringkat sebagai salah satu tanaman komoditas yang paling berharga dan diperdagangkan secara luas di dunia dan merupakan produk ekspor penting dari beberapa negara termasuk di Amerika Tengah dan Selatan Karibia dan Afrika (Haniefan & Basunanda, 2022). Tanaman kopi adalah spesimen kecil bersama daun hijau mengkilap dan kebiasaan pertumbuhan yang kompak. Berasal dari Ethiopia tanaman kopi (*Coffea arabica*) akan berbunga di musim semi atas bunga putih kecil dan kemudian membentuk buah setengah inci yang secara bertahap menjadi gelap dari polong hijau menjadi kehitaman (Asfaw, 2021).

Terdapat dua jenis biji kopi yang paling populer ditanam adalah *C. arabica* dan *C. robusta*. Tanaman kopi dibudidayakan di lebih dari 70 negara terutama di daerah khatulistiwa Amerika, Asia Tenggara, anak benua India dan Afrika (Fernandes *et al.*, 2022). Kopi hijau yang tidak disangrai adalah komoditas pertanian yang paling banyak diperdagangkan dan salah satu komoditas yang paling banyak diperdagangkan secara keseluruhan kedua setelah minyak bumi. Ahli botani abad ke-18 mengklasifikasikan kopi sebagai anggota famili Rubiaceae. Dari sekitar enam puluh spesies pohon kopi yang berbeda hanya dua yang mendominasi

perdagangan dunia yaitu *Coffea arabica* pertama kali dideskripsikan oleh *Linnaeus* pada tahun 1753 yang mewakili 75% dari produksi, kemudian varietas yang paling tersebar luas yaitu Robusta dan satu lagi Liberica yang mana tanaman kecil kopi dari Afrika dan mirip dengan Robusta. Famili kopi (Rubiaceae) anggota dari famili Gardenia adalah famili tumbuhan berkayu terbesar di daerah tropis basah dan berisi sekitar 13.200 spesies. Sebagian besar spesies hidup antara 28 derajat Utara dan 30 derajat Selatan sehingga daerah yang berkembang meliputi Amerika Tengah, Karibia, Brasil, Afrika Barat, Afrika Timur dan Yaman, Madagaskar, India, Indonesia dan Vietnam (Sweetser, 2012).

Sementara perdagangan kopi internasional hanya berkaitan dengan dua spesies kopi yaitu *Coffea arabica* dan *C. canephora*, para ahli botani menganggap sebagai pohon kopi semua tanaman tropis dari keluarga Rubiaceae, yang menghasilkan biji yang menyerupai biji kopi. Selama eksplorasi botani di daerah tropis, sejak abad keenam belas dan seterusnya, kopi liar juga menarik perhatian para penjelajah dan ahli botani. Spesimen mereka ditemukan di herbaria dan nama-nama penjelajah paling terkenal telah diperingati baik dalam julukan spesifik maupun generik. Ratusan spesies telah dideskripsikan, tetapi klasifikasi taksonomi dari genus *Coffea* menjadi sangat kompleks dan agak membingungkan.

### **2.3.1 Klasifikasi Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)**

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea* sp.) yang diketahui sebagai tanaman tropis dari famili Rubiaceae. Jenis tanaman kopi yang menguasai dalam perdagangan kopi internasional yaitu spesies kopi arabika dan kopi robusta, kemudian kopi liberika dan kopi excelsa sehingga dapat di klasifikasikan menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Sub Kingdom : Tracheobionta  
Super Divisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Class : Magnoliopsida  
Subclass : Asteridae  
Ordo : Rubiales  
Famili : Rubiaceae  
Genus : Coffea  
Spesies : *Coffea* sp.

*Coffea arabica* L. (Kopi Arabika)

*Coffea canephora* var *robusta* (Kopi Robusta)

*Coffea liberica* (Kopi Liberika)

*Coffea excelsa* (Kopi Excelsa)

### 2.3.2 Morfologi Kopi (*Coffea* sp.)

#### a. Akar

Morfologi tanaman akar pada kopi yaitu memiliki sistem perakaran tunggang yang kokoh dan tidak mudah roboh. Terdapat akar vertikal utama, akar tunggang dan akar lateral yang tumbuh sejajar dengan tanah. Tanaman kopi memiliki sistem perakaran dangkal dengan lebih dari 90% berat akarnya yang ditemukan di 0-30 cm pada lapisan tanah (Najiyati dan Danarti, 2012). Sedangkan Akar tunggang-akar primer yang lurus ke bawah dengan kedalaman kurang dari 0,5 m ke dalam tanah. Akar lateral dapat memanjang 2 m dari batang, sekitar 80-90%

akar pengumpukan berada di 20 cm pertama tanah dan berjarak 60-90 cm dari batang pohon kopi (Mavolta, 1989). Sistem akar sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan kandungan mineral tanah. Agar kental dan kuat akar kopi membutuhkan pasokan nitrogen, kalsium dan magnesium yang ekstensif.

#### **b. Batang dan Cabang**

Tanaman kopi dewasa memiliki batang vertikal tengah (batang orthotropik), mewakili sebagian besar tubuh pohon kopi. Batang ini menghasilkan beberapa cabang horizontal (cabang plagiotropik), tempat tumbuhnya daun dan buah kopi. Dari cabang-cabang ini mungkin juga membuat unit sekunder dan tersier. Namun perkembangan cabang-cabang tergantung pada varietas dan kondisi iklim pertumbuhan pohon kopi. Beberapa spesies yang mencapai kematangan mengembangkan lebih dari enam tingkat cabang. Batang dan Cabang Sifat dimorfisme dimiliki tanaman kopi selama pertumbuhan vegetatifnya yaitu pertumbuhan tegak (ortotropik) dan pertumbuhan ke samping (plagiotropik) disertai banyaknya percabangan. Batang kopi dikategorikan berkayu dengan arah tumbuh keatas (tegak) dan berwarna putih keabu-abuan. Tunas seri (tunas reproduksi) dapat ditemukan pada batang kopi yang arah tumbuhnya searah dengan tempat tumbuh asalnya. Kemudian terdapat jugatunas legitim yang hanya dapat tumbuh sekali dengan arah tumbuh yang membentuk sudut nyata tempat asalnya (Najiyati dan Danarti, 2012).

#### **c. Daun**

Daun tanaman kopi berbentuk seperti bulat telur, memiliki ujung sedikit meruncing. Arah tumbuh daun berhadapan dengan batang, cabang serta ranting-

rantingnya. Daun memiliki permukaan atas dengan ciri mengkilat, tepinya rata dengan pangkal tumpul, panjang daun 5-15 cm, lebar 4,0-6,5 cm, menyirip, 0,5-1,0 cm untuk panjang tangkai dan berwarna hijau tergantung pada varietasnya (Najiyati dan Danarti, 2012). Daun tanaman kopi Robusta lebih besar dan lebar daripada daun Arabika. Daun kopi arabika lebih memanjang dan tidak terlalu lebar. Satu hal yang menonjol dari tampilan daun Arabika adalah permukaan atas yang mengkilap atau berkilin. Sedangkan daun Robusta diasosiasikan dengan warna yang lebih terang membuat tubuh kurang mengkilat. Kopi robusta memiliki ciri pangkal daun yang tumpul sedangkan pada pangkal daun kopi arabika bentuknya runcing (Gambar 2.16). Tanaman kopi salah satu sumber utama oksigen di sebagian besar dunia. Setiap hektar kopi menghasilkan 86 lbs oksigen per hari yaitu sekitar setengah dari produksi area yang sama di hutan hujan (Mavolta, 1989). Daun tanaman kopi memiliki morfologi yang hampir sama dengan tanaman kakao yaitu memiliki daun yang lebar serta tipis sehingga dalam budidayanya memerlukan tanaman naungan (Panggabean 2011).



**Gambar 2. 16** A. Daun Kopi Robusta; B. Daun Kopi Arabika (Anshori, 2014).

#### d. Bunga

Kopi memiliki bunga banyak (*planta multifloral*) dengan warna putih yang tumbuh berjajar di sepanjang cabang pohon kopi. Bunganya berbau harum atau biasanya aromanya mirip melati dan terkadang aroma jeruk sitrus atau bahkan dapat mencium sesuatu yang unik begitu lebah ada di sana untuk membantu penyerbukan. Bunga kopi memiliki lima hingga enam kelopak yang tumbuh berkelompok di ketiak daun kopi. Bunganya membentuk suatu rangkaian dengan susunan yang bergerombol atau majemuk (anthotaxis) (Gambar 2.17). Jaringan baru diketahui yang hanya dapat menghasilkan buah. Tanaman kopi *Coffea arabica* melakukan penyerbukan sendiri sedangkan tanaman kopi robusta bergantung pada penyerbukan silang. Ciri bunga kopi robusta yaitu bunganya kecil dengan warna putih pada mahkota bunga, memiliki bau yang semerbak harum, sedangkan yang berwarna hijau yaitu pada kelopak bunganya. Kelopak dan mahkota bunga akan membuka dan mengalami penyerbukan saat dewasa sehingga akan menghasilkan buah. Terbentuknya bunga hingga berbuah matang memerlukan waktu  $\pm$  8-11 bulan tergantung dari jenis dan faktor lingkungannya (Direktorat Jendral Perkebunan, 2009).



**Gambar 2. 17 Bunga Kopi** (Hasbullah dkk., 2021).

### e. Buah

Tanaman kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri atas 3 bagian yaitu lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endocarp) yang tipis tapi keras (Gambar 2.18A). Biji kopi yang dihasilkan dari buah biasanya berjumlah dua butir biji kopi, namun ada juga yang hanya satu butir biji atau bahkan tidak menghasilkan biji. Biji kopi tersusun dari kulit biji dan lembaga. Biji kopi memiliki ciri yang langsung dapat diamati yaitu berbentuk bulat telur dengan tekstur bijinya keras, berwarna putih kotor (Gambar 2.18B) (Najiyati dan Danarti, 2012). Buah kopi mentah berwarna hijau dan ketika matang akan berubah menjadi warna merah (AAK, 1988). Bagian buah kopi yang bertekstur keras yang biasanya membungkus seluruh bagian biji kopi disebut kulit tanduk buah. Lender memiliki senyawa gula dan akan dihasilkan ketika daging buah sudah matang (Panggabean, 2011).



**Gambar 2. 18 Gambar Kopi (A) Buah Kopi merah kehitaman** (Farah & dos Santos, 2015) **(B) Biji Kopi Arabika & Robusta** (Ciptaningsih, 2012).

#### 2.3.3 Faktor-faktor Penentu Pertumbuhan Kopi (*Coffea* sp.)

Faktor penentu pertumbuhan kopi yaitu iklim dan tanah. Tanaman kopi akan tumbuh pada permukaan tempat yang tinggi dari permukaan laut dengan temperatur yang beragam. Ketinggian 1000-1700 mdpl biasanya cocok untuk pertumbuhan kopi jenis arabika dan suhu yang cocok berkisar 16-20° C. Sedangkan apabila

ketinggian berada di 500-1000 mdpl lebih tepatnya 800 mdpl lebih sesuai untuk tempat tumbuhnya kopi jenis robusta dengan kisaran suhu udara 20°C. Curah hujan yang dibutuhkan tanaman kopi minimal dalam 1 tahun 1000-2000 mm namun optimal pada 2000-3000 mm. Kopi robusta dapat bertahan ketika musim kemarau tetapi dengan hujan yang sesekali. Musim kering hanya maksimal 1,5 bulan sebelum masa berbunga lebat sedangkan masa kering sesudah berbunga 8 lebat sedapat mungkin tidak melebihi dua minggu. Angin kencang tidak baik untuk kondisi pertumbuhan pohon kopi karena dapat mematahkan pohon pelindung apalagi saat kemarau penguapan air menjadi tinggi akibat angin. Biasanya tepi-tepi kebun ditanami pohon penahan angin agar mengurangi hal-hal tersebut (Najiyati dan Darnati, 2012). Tanah Menurut Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (2008) mengatakan bahwa tanaman kopi robusta menghendaki tanah yang gembur dan kaya bahan organik. Tingkat keasaman tanah (pH) yang ideal untuk tanaman ini 5,5-6,5 dan tanaman kopi tidak dikehendaki bersifat basah.

#### **2.4 Definisi Agroforestri**

Agroforestri dapat dijelaskan secara lebih luas yaitu penggabungan sistem budidaya kehutanan, pertanian, perikanan, dan peternakan. De Chiara & Koppelman (1978) mendefinisikan Agroforestri yaitu pengelolaan pohon yang digabungkan dengan tanaman pertanian atau ternak untuk tujuan ekologi, sosial maupun ekonomi secara berkelanjutan. King (1979) menambahkan mengenai sistem pengelolaan pada agroforestri dapat meningkatkan produksi lahan secara menyeluruh. Pengkombinasian dilakukan dengan praktis antara tanaman hutan dengan pertanian maupun hewan ternak yang bersamaan dalam satu lahan sesuai budaya setempat. Penggunaan lahan secara optimal sebagai agroforestri sangat

diharapkan mencegah terdegradasinya perluasan lahan serta sumber daya hutan dapat lestari, di lain sisi dalam hal pertanian akan menghasilkan mutu dan intensifikasi serta diversifikasi silvikultur yang sempurna. Pemanfaatan lahan yang optimal dengan sistem agroforestri yang memperhatikan lingkungan fisik dan budaya masyarakat yang turut berperan menghasilkan manajemen yang lestari karena adanya interaksi diantara ekologi dengan ekonomi yang komponennya berbeda (Van Noordwijck & Lusiana, 1999).

Seperti yang telah disampaikan diatas wanatani terdiri dari 3 komponen, antara lain kehutanan, pertanian, dan peternakan. Gabungan dari 3 komponen tersebut dapat menjadi:

1. Agrisilvikultur adalah kombinasi antara komponen kehutanan dan pertanian
2. Agropastura adalah kombinasi antara komponen pertanian dan peternakan
3. Silvopastura adalah kombinasi antara komponen kehutanan dan peternakan
4. Agrosilvopastura adalah kombinasi antara komponen pertanian, kehutanan, dan peternakan

Namun selain 4 sistem kombiansi diatas, masih ada sistem lain dalam agroforestri menurut Nair (1985), yaitu:

5. Silvofishery adalah kombinasi antara komponen kehutanan dan perikanan
6. Apiculture adalah kombinasi antara komponen kehutanan dengan serangga, misalnya lebah

## **2.5 Tipe Agroforestri**

Dalam perkembangan berikutnya de Foresta dan Michon (1997) mengklasifikasikan agroforestri menjadi dua kelompok yaitu sistem agroforestri

seederhana (*Simple-Agroforestry*) dan sistem agroforestri kompleks (*Complex-Agroforestry*).

### **1. Agroforestri Sederhana**

Sistem agroforestri sederhana adalah suatu sistem pertanian dimana pepohonan ditanam secara tumpang sari dengan satu jenis atau lebih tanaman semusim. Pepohonan yang ditanam secara acak dalam suatu lahan dengan cara ditanami mengelilingi pola berbaris membentuk pagar dapat diketahui jenis pohonnya biasanya bernilai ekonomi tinggi. Pohon tersebut seperti kelapa, karet, cengkeh, kopi, kakao, jati dan mahoni atau memiliki nilai ekonomi rendah namun sangat penting untuk lingkungan, seperti dadap, lamtoro dan kaliandra. Sedangkan tanaman semusim berupa padi, jagung, kacang tanah, ubi kayu, dan lain sejenisnya atau dengan pakan ternak. Sistem agroforestri sederhana adalah asosiasi tanaman-pohon dan mudah dikenali serta praktis dilakukan petani. Sistem wanatani sederhana disajikan secara singkat diikuti dengan fokus pada sistem wanatani kompleks yang biasanya kurang dikenal (De Foresta & Michon, 1997).

Sistem wanatani sederhana dapat dicirikan dengan adanya sebidang tanah yang ditanami campuran tanaman tahunan dengan Satu spesies pohon misalnya kelapa dengan jagung atau kacang tanah, selain itu kombinasi terencana antara pohon tahunan dan semak belukar, sebidang tanah ditanami dengan berbagai jenis pohon. Contohnya adalah kopi yang diasosiasikan dengan pohon *Erythrina* atau *Gliricidia* (Widiyanto, 2013).

## **2. Agroforestri kompleks**

Sistem agroforestri kompleks adalah suatu sistem pertanian menetap yang terdiri dari berbagai jenis tanaman berbasis pohon yang ditanam dan dipelihara dengan pola dan ekosistem menyerupai hutan. Agroforestri kompleks memiliki ciri utama yaitu ekosistemnya menyerupai hutan primer maupun sekunder (Hairiah *et al.*, 2003). Sistem agroforestri kompleks dapat dicirikan dengan Struktur vegetasi yang kompleks dan sejumlah besar komponen (pohon serta bibit, semak, liana, herba) (De Foresta & Michon, 1997).

### **2.6 Peranan Agroforestri**

#### **1. Peran Agroforestri Dalam Kelestarian Lingkungan**

Kontribusi agroforestri terhadap kelestarian lingkungan sangat signifikan melalui fungsi lingkungan, ekonomi dan sosialnya. Tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, sekaligus meningkatkan kapasitas produksi tanah. Dikenal karena kemampuannya melestarikan sumber daya alam sekaligus memelihara aktivitas manusia. Populasi dunia yang terus meningkat telah membuat sistem tradisional pertanian Afrika tidak berkelanjutan. Permintaan pangan yang meningkat yang menyebabkan tekanan yang lebih besar pada lahan hutan dan hasil hutan telah memberikan kontribusi besar terhadap penggunaan sumber daya alam bangsa yang tidak berkelanjutan. Oleh karena itu agroforestri sebagai suatu teknik dianggap sebagai salah satu sistem pengelolaan berkelanjutan untuk lahan yang meningkatkan produksi, stabilitas ekologi dan mendukung pembangunan lingkungan yang berkelanjutan (Wilson, 1990). Selain menyediakan kayu, makanan dan produk hewani, integrasi pohon dalam sistem pertanian dapat membantu

memperbaiki masalah lingkungan khususnya dengan menciptakan iklim mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan daur ulang mineral untuk menyediakan lebih banyak penutup tanah lengkap yang dapat membantu melindungi tanah dari erosi dan suhu ekstrim sedang (Adidire, 2004). Evans (1992) juga menyatakan bahwa kontribusi agroforestri terhadap pembangunan berkelanjutan sangat signifikan melalui fungsi ekonomi, lingkungan dan sosialnya. Lebih lanjut mereka menyatakan bahwa agroforestri telah terbukti memenuhi kriteria pembangunan berkelanjutan yang tidak berdampak negatif terhadap lingkungan.

## **2. Peran Agroforestri Dalam Mitigasi Perubahan Iklim**

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang memberikan tantangan ekonomi, sosial dan ekologi kepada masyarakat global. Penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan iklim dikaitkan dengan aktivitas manusia yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> melalui hilangnya tutupan hutan (Owolabi, 2010). Deforestasi yakni konversi hutan yang disebabkan oleh manusia menjadi penggunaan non lahan hutan, biasanya dikaitkan dengan pengurangan langsung yang besar dalam stok karbon hutan melalui pembukaan lahan. Kebijakan pengelolaan hutan yang buruk dan perambahan ilegal ke dalam cagar alam, pembangunan perkotaan, pembangunan jalan, pembakaran bahan bakar fosil dan pemanenan kayu bakar yang berlebihan berkontribusi terhadap penipisan lapisan ozon.

Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa FAO (2010), mengamati bahwa deforestasi menyumbang sekitar 18% dari emisi karbon global. Lebih lanjut dilaporkan oleh FAO (2001) bahwa pengurangan deforestasi,

regenerasi hutan, peningkatan pembangunan perkebunan dan agroforestri menyumbang 12 hingga 15% dari penyerapan global emisi karbon dari bahan bakar fosil. Agroforestri memiliki potensi tinggi untuk mengurangi konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer dan mitigasi perubahan iklim. Sudah menjadi fakta yang mapan bahwa penanaman lebih banyak pohon untuk meningkatkan jumlah lahan berhutan atau untuk meningkatkan kepadatan hutan yang ada di Nigeria akan membantu mengurangi dampak perubahan iklim di negara tersebut dan di tingkat global. Fakta bahwa kenaikan tingkat karbon dioksida atmosfer dan pemanasan global yang terkait hanya dapat diatasi dengan mengadopsi strategi pengurangan CO<sub>2</sub>. Agroforestri sebagai sistem yang menggabungkan pohon dan/atau semak (*perennial*) dengan tanaman agronomis (*annual atau perennial*), menawarkan janji besar untuk menyerap Karbon baik di atas maupun di bawah tanah. Sistem agroforestri meskipun tidak dirancang terutama untuk penyerapan karbon telah dilaporkan menghadirkan peluang unik untuk meningkatkan stok karbon di biosfer terestrial (Jacob *et al.*, 2013).

### **3. Peran Agroforestri Dalam Keberlanjutan Ekonomi**

Nuga & Iheanacho (2011) menjelaskan bahwa erosi tanah sebagai masalah lingkungan lama yang serius yang berdampak buruk pada perekonomian Nigeria. Beberapa dampak lingkungan dan ekonomi terutama di Afrika Barat di mana kemampuan ketahanan tanah terbatas. Oleh karena itu praktik agroforestri melalui penggabungan tanaman tahunan berkayu berpotensi mengurangi dampak erosi tanah melalui penggabungan biomassa pohon di atas dan di bawah. Ketika sistem agroforestri ditingkatkan dengan benar dan ditempatkan pada perspektif yang benar

oleh semua pemangku kepentingan lingkungan ini akan membantu dalam mengatasi beberapa masalah ketidakstabilan ekonomi di negara ini.

Pohon dalam sistem agroforestri diketahui menyediakan kayu bakar, makanan, tempat tinggal, obat-obatan, pendapatan, bahan baku dan peningkatan kesuburan tanah untuk pertumbuhan tanaman. Selain perlindungan lingkungan yang luas produk dan jasa yang dihasilkan hutan sangat penting bagi setiap aspek kehidupan. Survei ekonomi beberapa pohon buah hutan dan menemukan bahwa pemanenan, pengolahan dan pemasaran produk dari pohon hutan ekonomi memainkan peran penting dalam ketahanan pangan, lapangan kerja dan peningkatan pendapatan (Widiyanto, 2013).

## **2.7 Deskripsi Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks terletak di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Kawasan dataran tinggi penghasil kopi di Indonesia salah satunya yaitu Kabupaten Malang. Kondisi geografis ini menjadikan kabupaten Malang sangat cocok ditanami kopi karena terdapat banyak gunung yang mengelilingi dan suhunya 20-26 C. Pada kaki gunung yang berada di pelosok Kabupaten Malang menjadi perkebunan terutama menjadi perkebunan kopi. Kabupaten Malang merupakan daerah yang melakukan perluasan tanaman kopi utamanya untuk jenis Arabica, seperti di kawasan yang berada di lereng Gunung Kawi, Gunung Semeru, Gunung Bromo, dan Gunung Arjuno. Luas lahan kopi di Kabupaten Malang total mencapai 13.568 hektar. Dari luas tersebut sebanyak 418,6 hektar diantaranya adalah areal kopi jenis Arabika. Daerah di kabupaten Malang salah satunya Kecamatan Dampit yang memiliki letak astronomis diantara

112.4271 Bujur Timur sampai 112.4849 Bujur Timur dan 8.1806 Lintang Selatan sampai 8.0968 Lintang Selatan. Mengacu pada data potensi Kecamatan Dampit, 8 desa terletak di lereng sesuai geografinya dan 4 desa terletak di dataran dan perbukitan. Luas kawasan Kecamatan Dampit secara keseluruhan adalah sekitar 135,31 km<sup>2</sup> atau sekitar 4,55 persen dari total luas Kabupaten Malang (BPS, 2018).

Desa Srimulyo secara geografinya terletak di Kecamatan Dampit sekitar 41,50 km dari Ibukota Kabupaten Malang. Desa ini salah satu yang terluas di Kabupaten Malang yaitu dengan luas 20,66 km<sup>2</sup> dan juga mempunyai banyak potensi alam, baik biotik maupun abiotik (BPS, 2018). Wilayah Kabupaten Malang yang bertopografi lereng dengan ketinggian 0-2500 mdpl khususnya wilayah Kecamatan Dampit dengan ketinggian 350-900 mdpl sangat sesuai untuk pengembangan budidaya pertanian kopi robusta dengan luas tanaman kopi 3.372,5 ha dengan total produksi 2.280,30 Ton dengan produktivitas 695 kg/ha/tahun. Wilayah Kecamatan Dampit lebih tepat sebagai wilayah agroforestri yang merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan secara multitajuk yang terdiri dari campuran pepohonan, semak atau tanaman semusim yang disertai dengan ternak dalam satu lahan (BPS, 2018). Lahan yang akan digunakan sebagai tempat pengambilan data tentang Keanekaragaman dan kepadatan Cacing tanah merupakan Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks:

**a. Lahan Agroforestri Kopi Sederhana**

Pengambilan data penelitian di lahan agroforestri kopi sederhana berdasarkan hasil observasi terletak pada S08°20.196' E112°49.386'. Lahan sederhana berada pada ketinggian 738 mdpl atau 2424 ft yang memiliki luas lahan ± 1 ha. Lahan kopi ini terdiri dari pohon lamtoro (*Leucaena leucocephala*), pohon

kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon nyampo (*Litsea* sp.), dan tanaman pisang (*Musa* sp.).

**b. Lahan Agroforestri Kopi Kompleks**

Pengambilan data penelitian di lahan agroforestri kopi kompleks berdasarkan hasil observasi terletak pada S08°18.619' E112°49.055'. Lahan kopi kompleks berada pada ketinggian 749 mdpl atau 2459 ft yang memiliki luas lahan  $\pm$  1 ha. Vegetasi tumbuhan di Lahan kopi kompleks terdapat pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon sengon (*Albizia chinensis*), pohon cengkeh (*Syzigium aromaticum*), pohon nangka (*Artocarpus heterophyllus*), pohon alpukat (*Persea amaricana*), pohon kelor (*Moringa oleifera*), pohon dadap (*Erythrina* sp.), pohon nyampo (*Litsea* sp.) selain itu terdapat juga tanaman seperti laos (*Alpinia galanga*), kunyit (*Curcuma* sp.), jahe (*Zingiber officinale*) dan pisang (*Musa* sp).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini yaitu penelitian Deskriptif Kuantitatif. Penelitian deskriptif dilakukan dengan pengumpulan data terkait dengan fenomena kondisi tertentu, sedangkan penelitian kuantitatif digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu (Sugiyono, 2016). Pengambilan data dilakukan secara eksploratif dengan pengambilan sampel cacing tanah menggunakan metode *hand-sorting*.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan mulai Bulan Agustus 2022 hingga Bulan Oktober 2022. Tempat penelitian yaitu di lahan Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Identifikasi cacing tanah yang telah ditemukan dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang kemudian analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultur Bedali Lawang (PATPH) Kabupaten Malang.

#### **3.3 Alat dan Bahan**

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang terdiri dari beberapa alat-alat seperti cetok, *soil sampler* ukuran (25x25x10) cm, botol selai, termohigrometer, pH meter, tali raffia, meteran, GPS *Essential*, kamera digital, kertas label, mikroskop stereo komputer, kaca pembesar (*Loop*), alat tulis menulis, penggaris, plastik, nampan plastik dan buku/jurnal identifikasi. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah dan spesies cacing yang telah ditemukan.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Observasi**

Observasi dilakukan untuk mengetahui dan mengamati kondisi lokasi penelitian yaitu pada beberapa kondisi lahan Agroforestri kopi di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang, kemudian ditentukan lokasi stasiun untuk pengambilan sampel (Gambar 3.3).

#### **3.4.2 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel cacing tanah dan parameter fisika – kimia tanah dilakukan di Agroforestri Kopi Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang dengan menggunakan 2 lahan atau 2 stasiun, yaitu Agroforestri Kopi Sederhana pada  $S08^{\circ}20.196'$   $E112^{\circ}49.386'$  dan Agroforestri Kopi Kompleks pada  $S08^{\circ}18.619'$   $E112^{\circ}49.055'$ , jarak antar lokasi stasiun 1 dan 2 adalah  $\pm 1,5$  km (Gambar 3.4). Penentuan lokasi pengambilan sampel yaitu menggunakan metode *Porposive sampling* yang mana mempertimbangkan lokasi penelitian berdasarkan karakteristik atau pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2012). Tipe karakteristik lahan atau stasiun penelitian ini ditentukan berdasarkan perbedaan sistem pengelolaan lahan dengan cara melihat dan menghitung jenis pohon atau tanaman sela pada Agroforestri kopi tersebut, adapun karakteristiknya adalah sebagai berikut (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1 Karakteristik Stasiun Penelitian**

No.	Stasiun	Karakteristik
1.	1	<p>Sistem pengelolaan lahan yang digunakan adalah Agroforestri sederhana yang berada pada ketinggian 738 mdpl atau 2424 ft terdiri dengan luas lahan 1 Ha. Tanaman kopi berumur 25 tahun, tinggi 130 cm dengan diameter batang kopi 50-60 cm, lebar kanopi 3 m<sup>2</sup> selang seling jaraknya dengan lebar kopi yaitu 3 m<sup>2</sup>. Jumlah tanaman kopi sekitar 500 pohon dan terdapat tanaman pohon naungan dengan persentase jumlahnya 50%:50% dengan tanaman kopi (Gambar 3.1). Tanaman naungan terdiri dari pohon lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>), pohon kaliandra (<i>Calliandra calothyrsus</i>), pohon nyampo (<i>Litsea</i> sp.), dan tanaman pisang (<i>Musa</i> sp.).</p> <p>Sistem pengelolaan agroforestri kopi sederhana menggunakan pestisida alami dari bahan organik yang berupa fermentasi air bawang putih dan air gula dan terkadang menggunakan pembasmi serangga (rekkot). Penggunaan pupuk yaitu berupa pupuk kandang (semi organik) dengan jenis tanah andosol. Pada musim kemarau peremajaan kopi dilakukan dengan menggali lubang dan rorak (menampung air dan kompos) sedangkan saat musim hujan dilakukan penanaman baru. Panen dilakukan setiap 1 tahun sekali.</p>
2.	2	<p>Sistem pengelolaan lahan yang digunakan adalah Agroforestri kopi Kompleks yang berada pada ketinggian 749 mdpl atau 2459 ft dengan luas lahan 2 ha. Tanaman kopi berumur 24 tahun dengan tinggi 130 cm, diameter 50-60 cm, lebar kanopi 3m<sup>2</sup> selang seling dengan lebar pohon kopi yaitu 3m<sup>2</sup>. Jumlah pohon kopi 800-900 pohon tiap 1 ha. Keseluruhan lahan terdapat tanaman kopi dengan pohon naungannya dengan jumlah persentase 50%:50% (Gambar 3.2). Tanaman naungan terdiri dari beberapa pohon dan tanaman seperti pohon kaliandra (<i>Calliandra calothyrsus</i>), pohon sengon (<i>Albizia chinensis</i>), pohon cengkeh (<i>Syzigium aromaticum</i>), pohon nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i>), pohon alpukat (<i>Persea amaricana</i>), pohon kelor (<i>Moringa oleifera</i>), pohon dadap (<i>Erythrina</i> sp.), pohon nyampo (<i>Litsea</i> sp.) selain itu terdapat juga tanaman seperti laos (<i>Alpinia galanga</i>), kunyit (<i>Curcuma</i> sp.), jahe (<i>Zingiber officinale</i>) dan pisang (<i>Musa</i> sp.).</p> <p>Sistem pengelolaan pada agroforestri kopi kompleks yaitu penggunaan pupuk kandang dan bahan organik berupa fermentasi air bawang putih dan air gula sebagai pestisida alami, jenis tanahnya yaitu andosol. Hasil panen biji kopi setiap 1 tahun sekali.</p>



**Gambar 3. 1 Lahan Agroforestri Sederhana** (Dokumentasi pribadi, 2022).

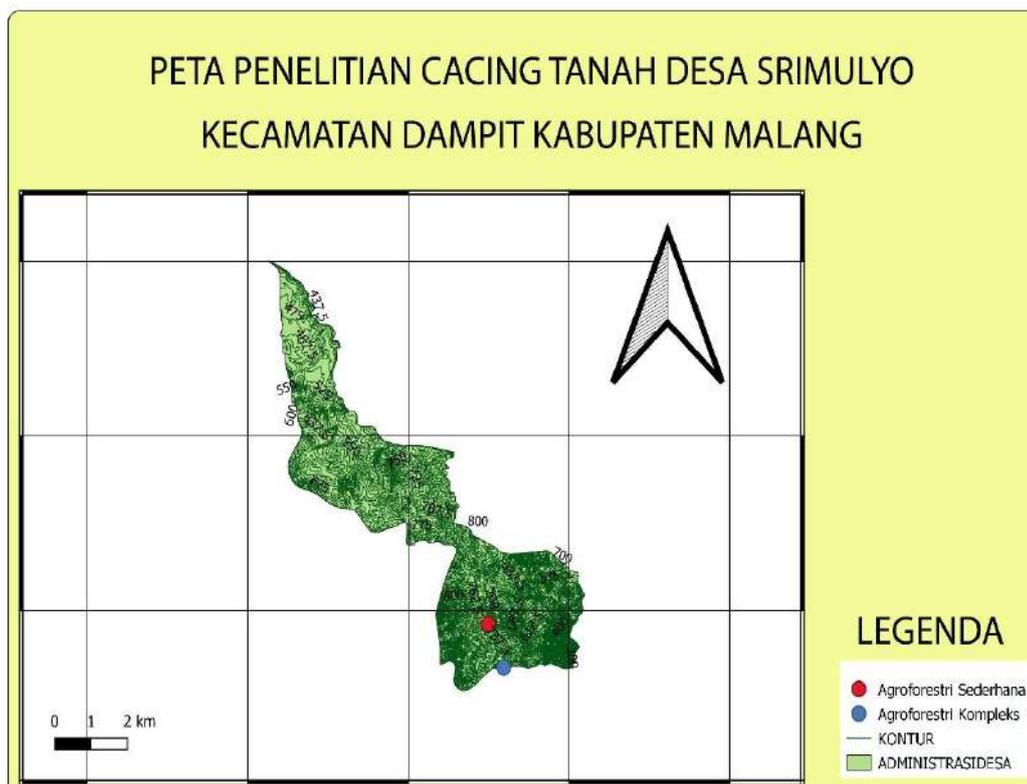


**Gambar 3. 2 Lahan Agroforestri Kompleks** (Dokumentasi pribadi, 2022).





**Gambar 3. 3** Peta Lokasi Penelitian; (A) Peta Kabupaten Malang, (B) Peta Kecamatan Dampit (BPS,2022), (C) Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian (Google Earth, 2022).



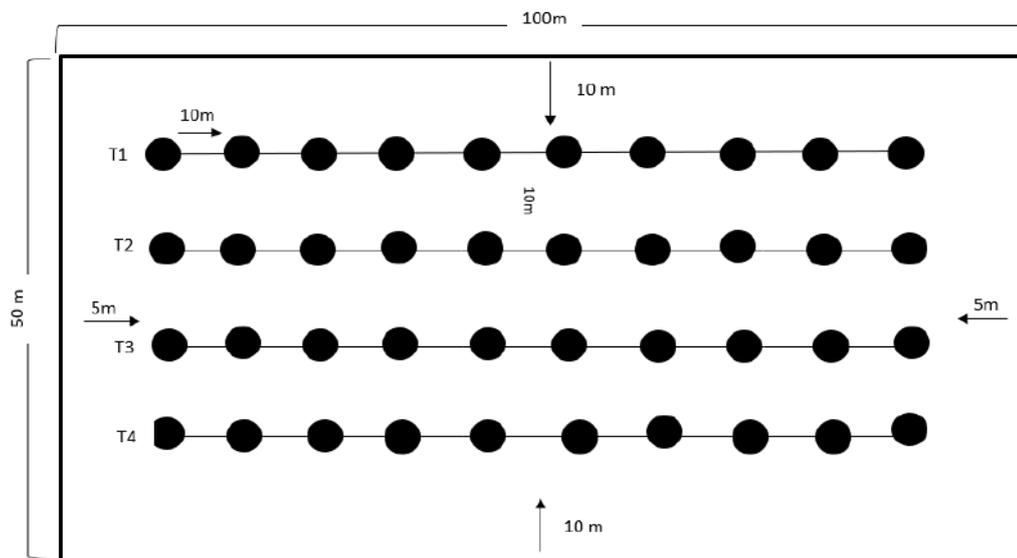
**Gambar 3. 4** Peta Lokasi Penelitian yang Telah dioperasikan Menggunakan QGIS 3.16 (Gambar Pribadi, 2022).

### 3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### a. Pembuatan Plot

Tempat pengambilan sampel dilakukan pada lahan dengan luas 100 m, dengan menggunakan batas ke dalam 5 m, sebelum dilakukan pengambilan data, dibuat 4 transek garis lurus masing-masing transek memiliki panjang 90 m dan masing-masing transek terdapat 10 titik/plot (Gambar 3.5). *Line transect sampling* adalah metode pengambilan sampel jarak jauh untuk memperkirakan kelimpahan populasi satwa liar. Salah satu asumsi kunci dari metode ini adalah bahwa semua hewan terdeteksi di lokasi awal (Glennie, Buckland & Thomas, 2015). Jarak antara transek dengan jarak antar titik sebesar 10 m, sehingga total dari setiap lokasi pengamatan yaitu menggunakan 40 titik. Menurut Ali dkk. (2016) semakin banyak jumlah plot ditemukannya jenis spesies semakin banyak pula.

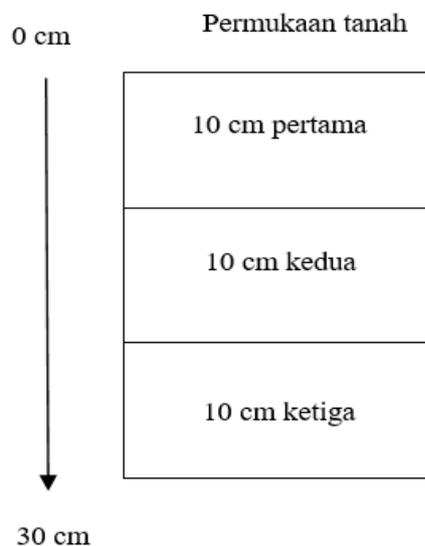


**Gambar 3. 5 Skema Contoh Pembuatan Plot** (Gambar Pribadi, 2022).

### b. Pengambilan Sampel Cacing Tanah

Pengambilan sampel cacing tanah dilakukan di pagi hari yaitu pada pukul 08.00-10.00 WIB, dimana suhu tidak terlalu tinggi. Pengambilan sampel cacing tanah dibantu menggunakan alat *soil sampler* ukuran 25x25x10 cm yang ditancapkan pada permukaan tanah dengan kedalaman 0-30 cm (Gambar 3.6),

kemudian tanah diambil dan diletakkan di atas nampan plastik atau plastik besar. Pengambilan sampel cacing tanah dari *soil sampler* dilakukan dengan bantuan cetok menggunakan metode *Handsorting*. Beberapa metode kuantitatif dan kualitatif cacing tanah adalah metode sortasi dengan tangan, ekstraksi kimia dan ekstraksi listrik. Tidak ada satupun dari metode tersebut yang paling sempurna, akan tetapi metode sortasi dengan tangan merupakan metode yang paling efisien digunakan, karena metode tersebut dapat memperkecil angka kematian cacing tanah sehingga spesies yang didapatkan banyak (Husamah dkk., 2017).



**Gambar 3. 6 Kedalaman galian tanah** (Gambar pribadi, 2022).

Sampel cacing tanah yang ditemukan kemudian dimasukkan ke dalam botol yang sudah diberi label beserta tanahnya agar cacing tanah tidak mati saat dilakukan identifikasi di laboratorium. Hasil penemuan cacing tanah dicatat ke dalam tabel cacah individu (Tabel 3.2).

**Tabel 3. 2 Model Tabel Cacah individu**

Transek ke-n					
Plot	Genus	Kedalaman			Jumlah Individu
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	

**c. Pengukuran Sifat Fisika Tanah**

Sifat Fisik tanah yang diambil meliputi; suhu tanah, kelembapan tanah, pH tanah. Pengukuran atau pengambilan sampelnya langsung dilakukan di lapangan, pengukuran suhu dan kelembapan tanah menggunakan termohigrometer, yaitu dengan melihat pada kalibrator berfungsi sebagai penunjuk instrumen ukur pada termohigrometer yang memiliki sensor, sedangkan pH tanah diukur menggunakan *soil taster*, pengukuran sifat fisika tanah tersebut dilakukan pada masing-masing lahan atau stasiun, bersamaan saat waktu pengambilan sampel cacing tanah.

**d. Pengambilan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah pada masing-masing lahan atau stasiun penelitian ini adalah untuk mengukur sifat kimia tanah, sampel tanah juga diambil bersamaan saat waktu pengambilan sampel cacing tanah, yaitu diambil dengan 4 kali ulangan, kemudian sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik dan di bawa ke Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultur Bedali Lawang (PATPH) Kabupaten Malang untuk dianalisis meliputi kadar air, pH, C-organik, N-total, C/N, bahan organik, P (fosfor), serta K (kalium) pada tanah yang dijadikan sampel.

**e. Identifikasi**

Identifikasi cacing tanah dilakukan ketika masih keadaan hidup di Laboratorium Optik Program Studi Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan melakukan pengamatan mikroskop komputer setereo dan dibantu oleh *Loop*. Setelah itu mencatat ciri morfologi cacing tanah yang digunakan untuk identifikasi berupa panjang tubuh, jumlah segmen, letak klitellium, tipe klitellium, warna klitellium, warna ujung anterior dan posterior, tipe prostomium, warna

bagian dorsal dan ventral, selanjutnya dicocokkan menggunakan kunci identifikasi Suin (2018), Anas (1990), Backer & Vicki (1995), dan beberapa jurnal pendukung lainnya.

### 3.6 Analisis Data

#### 3.6.1 Menghitung Nilai Indeks Keanekaragaman (H')

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yakni dimasukan data di *Software* PAST 4.03, kemudian nilai hasil dari H' dapat dikategorikan sebagai berikut (Fachrul, 2007):

$H' \leq 1$  : Keanekaragaman rendah

$1 < H' \leq 3$  : Keanekaragaman sedang

$H' \geq 3$  : Keanekaragaman tinggi

Perhitungan selanjutnya yaitu menggunakan rumus Indeks Dominansi (D), Indeks Kemerataan (E) dan Indeks Kesamaan (Suheriyanto, 2008).

#### 3.6.2 Menghitung Kepadatan

Kepadatan populasi satu jenis dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Suin, 2003):

$$K \text{ Jenis } A = \frac{\text{Jumlah individu jenis } A}{\text{Jumlah unit contoh per luas atau per volume}}$$

Keterangan:

K: Kepadatan

Kepadatan kurang tepat apabila digunakan sebagai parameter yang digunakan untuk membandingkan suatu komunitas atau kepadatan suatu jenis, maka dari itu digunakan kepadatan relatif. Perhitungan kepadatan relatif yaitu

dengan membandingkan kepadatan suatu jenis dengan kepadatan semua jenis dalam satu unit. Kepadatan relatif dinyatakan dalam bentuk persentase. Adapun rumus Kepadatan Relatif sebagai berikut (Suin, 2003):

$$KR \text{ Jenis } A = \frac{K \text{ Jenis } A}{\text{Jumlah } K \text{ semua jenis}} \times 100 \%$$

Keterangan:

KR: Kepadatan Relatif

### 3.6.3 Uji Persamaan Korelasi

Perhitungan uji korelasi antara keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah dengan faktor fisika-kimia tanah yaitu menggunakan *software* PAST Versi 4.03 (Tabel 3.3). Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel yaitu dengan melihat angka koefisien korelasinya dengan kriteria apabila hasil korelasi (+) maka berbanding lurus, jika variabel X mengalami penambahan nilai maka akan diikuti penambahan nilai variabel Y, sedangkan hasil korelasi (-) berbanding terbalik yang mana jika variabel X meningkat, maka nilai variabel Y akan menurun (Hartanto, 2019):

**Tabel 3.3 Nilai Koefisien Korelasi**

Interval Koefisien Korelasi	Tingkat Hubungan
0-0,05	Tidak ada korelasi
0,05-0,25	Korelasi sangat lemah
0,25-0,5	Korelasi cukup kuat
0,5-0,75	Korelasi kuat
0,75-0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Identifikasi Cacing Tanah**

Identifikasi genus cacing tanah yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan di agroforestri kopi sederhana dan kompleks Desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

#### **1. Spesimen 1**

Hasil identifikasi pada spesimen 1 diperoleh cacing tanah yang termasuk dalam genus *Pheretima* (Gambar 4.1). Ciri-ciri morfologi pada cacing spesimen 1 yaitu memiliki tubuh silindris dengan panjang tubuh sekitar 45 mm dan jumlah segmen pada tubuhnya sebanyak 112. Warna tubuh bagian dorsal cacing ini kemerahan sedangkan pada bagian ventral berwarna merah keabuan. Anterior diketahui memiliki warna kemerahan dan posterior berwarna putih kekuningan. Cacing tanah genus *Pheretima* memiliki klitellum yang terletak pada segmen ke 14-16 dengan warna klitellum yaitu putih kekuningan. Tipe klitellum berupa annular, tipe setae berupa *perichaetine* dengan adanya banyak setae di setiap segmen dan tipe peristomiumnya adalah epilobik. Ciri khusus sebagai penanda dari genus *Pheretima* yaitu dari warna tubuh bagian dorsal, ventral, ujung anterior dan posterior serta dari tipe klitellum dan setae (Lampiran 1A).

Hasil pengamatan pada spesimen 1 sesuai dengan Suin (2012) yang menjelaskan mengenai genus *Pheretima* memiliki tubuh dengan segmen-segmen berjumlah 110-120 dan diameter tubuh 4,1-5,3 mm. *Pheretima* termasuk dalam filum annelida karena tergolong cacing tanah yang memiliki segmen, kelas clitellata karena memiliki klitellum dan famili dari megascolecidae. Tipe klitellum genus ini yaitu annular (seperti cincin) yang terletak pada segmen ke 14-16 dan memiliki

prostomium tipe epilobus. Menurut Anas (1990) yaitu tubuh dorsal cacing tanah *Pheretima* bervariasi yaitu berwarna coklat kemerahan, coklat tua hingga kehitaman dan terkadang biru kehitaman. Bagian anterior lebih gelap dibanding dengan bagian posterior, dan memiliki setae tipe *perichaetine*. Literatur lain oleh Anwar dan Ginting (2013) menambahkan bahwa genus *Pheretima* bersifat geofagus (pemakan tanah) sehingga memiliki warna tubuh kemerahan, Panjang tubuh 12-80 mm, jumlah segmen tubuh 110-126, klitellum terletak di segmen 14-17 dan lubang dorsalnya terletak pada segmen ke 12-13. Genus *Pheretima* memiliki variasi ukuran tubuh dari yang paling kecil yaitu 20-56 mm hingga paling besar yaitu 150-220 mm (Hanafiah dkk., 2005).

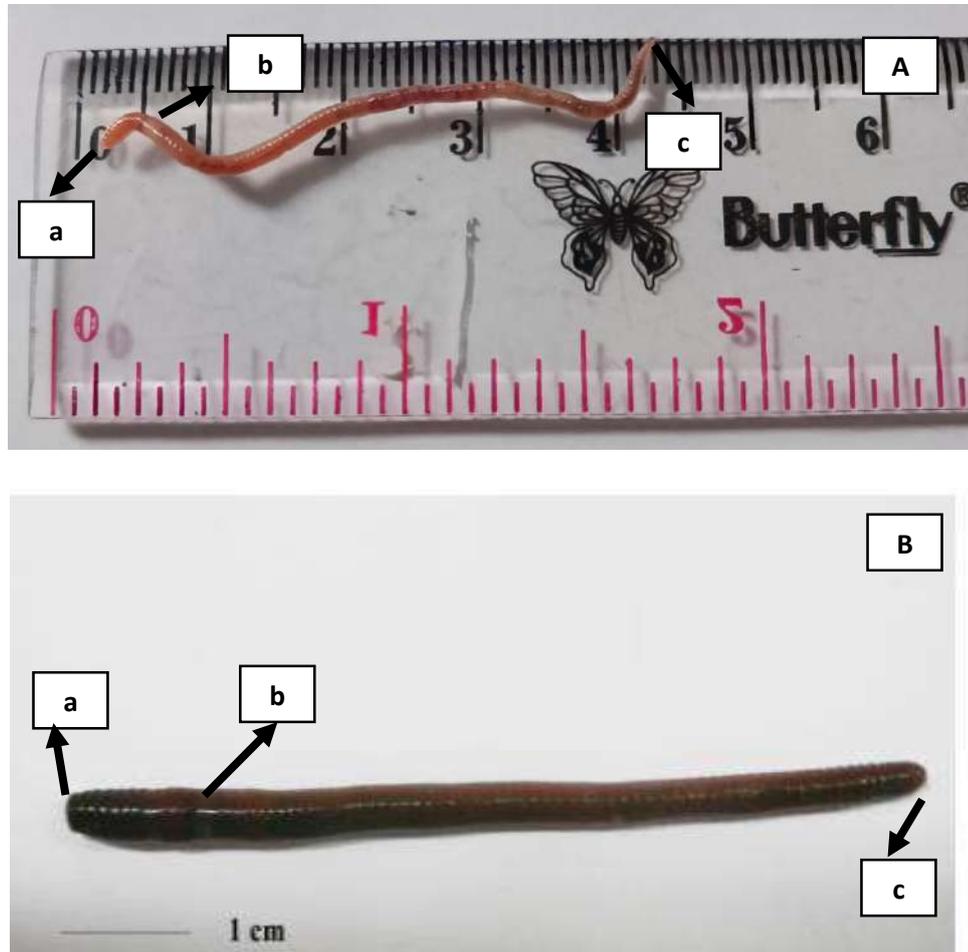
Darmawan dkk. (2012) melengkapi dengan penjelasan bahwa *Pheretima* ditemukan sebagai cacing tanah endemik di Asia Tenggara, India Timur dan Jepang. Ciri genus dapat diketahui memiliki tubuh silindris, setae banyak disetiap segmen tubuh dengan susunan *perichaetine*, memiliki pori spermathecal pada segmen ke 5-9. Pori dorsal pada segmen 12/13 dan jarang memiliki kantong kopulatori. Ishizuka (1999) menambahkan bahwa dalam mengidentifikasi morfologi pada tingkat genus dapat dilihat dari karakteristik susunan setae, warna tubuh (dorsal, ventral, anterior dan posterior), tipe prostomium dan klitellum.

Klasifikasi genus cacing tanah pada spesimen 1 sebagai berikut (Blakemore, 2007):

Kingdom : Animalia  
Phylum : Annelida  
Class : Clitellata  
Ordo : Oligochaeta

Family : Megascolecidae

Genus : Pheretima Kinberg, 1867



**Gambar 4. 1 Genus Pheretima** : A. Hasil pengamatan; B. Literatur (Nilawati dkk., 2014); a. Anterior; b. Klitellum; c. Posterior.

## 2. Spesimen 2

Identifikasi cacing tanah spesimen 2 menunjukkan bahwa cacing tanah yang termasuk dalam genus *Pontoscolex*. Ciri morfologi genus *Pontoscolex* dapat diketahui pada gambar 4.2 yaitu memiliki tubuh silindris dengan panjang tubuh 70 mm. Jumlah segmen pada tubuhnya yaitu 161 segmen, dengan warna tubuh bagian dorsal kecoklatan sedangkan bagian ventral coklat kehitaman. Ujung anterior berwarna kecoklatan dan posterior berwarna coklat kekuningan. Genus *Pontoscolex* memiliki klitellum yang berbentuk pelana (sadel) dengan warna kuning kecoklatan

dan terletak di segmen ke 16. Tipe prostomium yaitu zigolobik dengan setae tipe *perichaetine*. Genus *Pontoscolex* dapat diketahui berdasarkan ciri khusus sebagai penanda yaitu dari warna tubuh bagian dorsal, ventral, ujung anterior dan posterior serta dari tipe klitellum dan setae (Lampiran 1B).

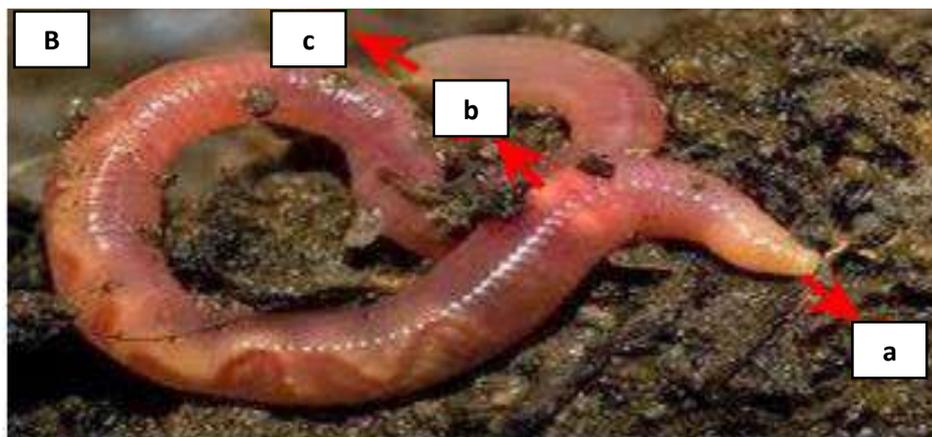
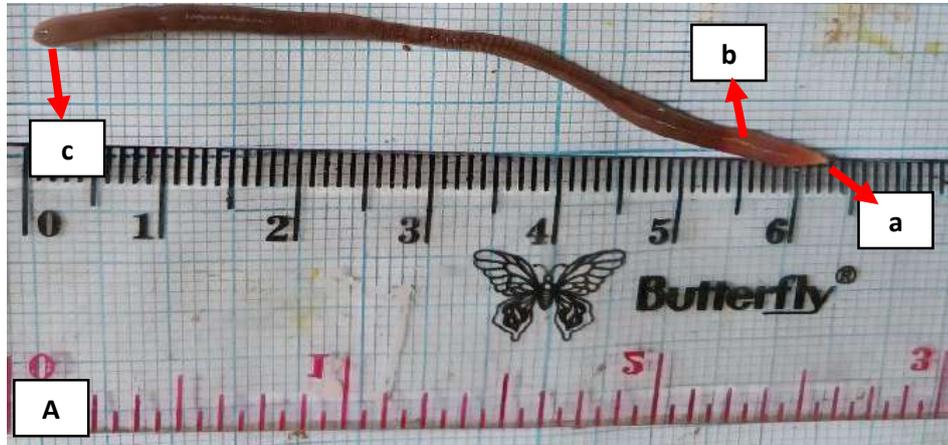
Hasil identifikasi spesimen 2 yang diketahui yaitu genus *Pontoscolex* sesuai dengan penjelasan menurut Suin (2003) mengenai ciri-ciri morfologi pada genus *pontoscolex* yaitu memiliki panjang tubuh 55-105 mm dengan jumlah segmen 190-209 dan diameter tubuh 3-4 mm. Warna tubuh bagian dorsal coklat kekuningan sedangkan ventral berwarna coklat keabuan. Klitellum terletak di segmen ke 16-23 dan berwarna memiliki prostomium tipe *zygolobus* dengan segmen 1 tertarik kedalam. Di tambahkan oleh John (1998) yaitu genus *Pontoscolex* memiliki ujung anterior berwarna kekuningan sedangkan warna ujung posteriornya coklat kekuningan, memiliki setae kecil yang berlekuk secara garis melintang dan klitellum bentuk pelana yang terletak di segmen 16-23. menurut Anas (1990) menjelaskan lebih mengenai genus *pontoscolex* yaitu tipe pengaturan setae berupa *perichaetine* dengan susunan yang khas yaitu jumlah setae tiap segmen ada delapan setae dengan offset setae antar segmen.

Klasifikasi genus cacing tanah pada spesimen 2 sebagai berikut (Sinha *et al.*, 2013):

Kingdom : Animalia  
Phylum : Annelida  
Class : Clitellata  
Ordo : Oligochaeta

Family : Glossocolecidae

Genus : Pontoscolex Semarda, 1861



**Gambar 4. 2 Genus Pontoscolex:** A. Hasil pengamatan; B. Literatur (Ciptanto, 2011); a. Anterior; b. Klitellu; c. Posterior.

### 3. Spesimen 3

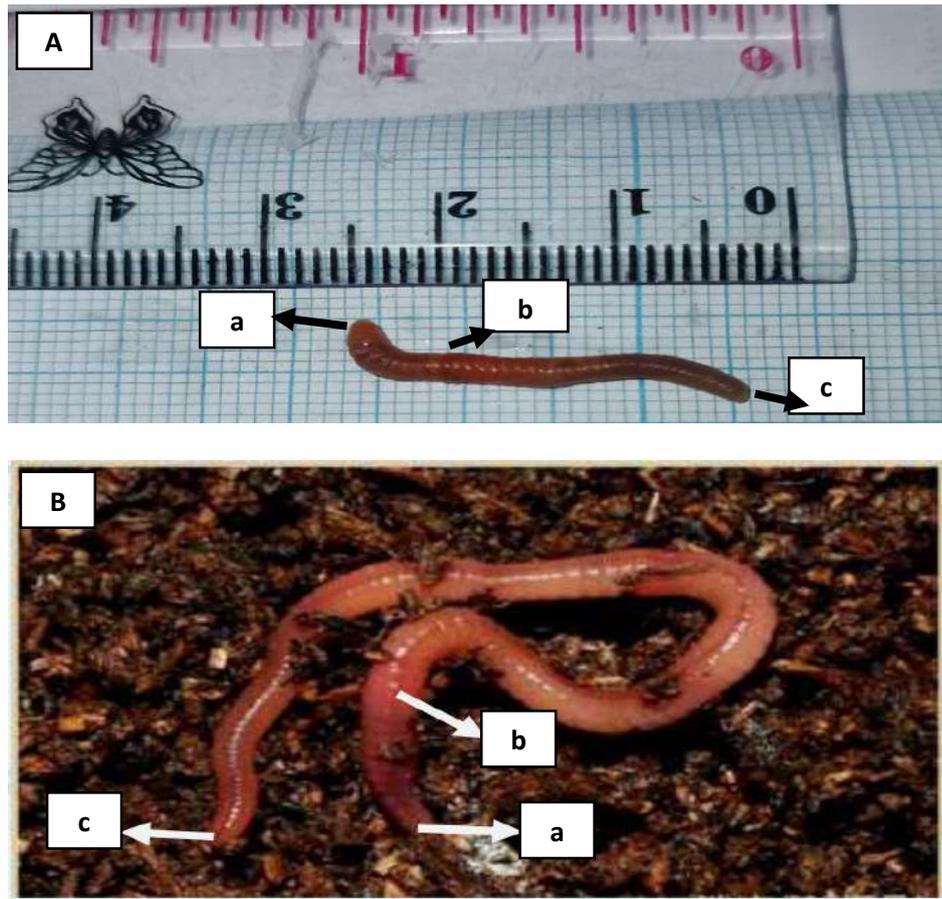
Hasil identifikasi pada spesimen 3 menunjukkan bahwa cacing tanah termasuk dalam genus *Perionyx*. Ciri-ciri morfologi yang diperoleh yaitu memiliki panjang tubuh 25 mm dengan jumlah segmen tubuhnya berjumlah 45. Warna tubuh bagian dorsal coklat sedangkan ventral coklat kehitaman, ujung anterior memiliki warna coklat sedangkan warna bagian posterior lebih gelap yaitu coklat kehitaman. Terdapat klitellum yang berbentuk annular terletak di segmen ke 13-15 dengan

warna kuning kecoklatan. Ujung anteriornya berupa mulut yang disebut prostomium dengan tipe epilobik (Gambar 4.3). Segmen tubuh genus *Perionyx* terdapat setae tipe *perichaetine*. Ciri khusus sebagai penanda dari genus *Perionyx* yaitu dari warna tubuh bagian dorsal, ventral, ujung anterior dan posterior serta dari tipe klitellum dan setae (Lampiran 1C).

Hasil identifikasi spesimen 3 sesuai dengan pernyataan Anas (1990) yaitu dari famili megascolecidae bagian dorsal dan ventral biasanya berwarna gelap kecuali pada genus *Perionyx* yaitu berwarna lebih cerah. Warna ujung anterior genus *Perionyx* lebih terang dibanding pada ujung anteriornya yang lebih gelap. Ditambahkan oleh pernyataan Suin (1994) yaitu cacing genus *Perionyx* memiliki tubuh berbentuk gilik, panjang tubuh 80-120 mm, jumlah segmen tubuh 75-165, memiliki klitellum yang terletak pada segmen ke 13-17 dengan warna kuning muda hingga kuning tua. Tipe setae *perichaetine* dengan setae banyak di tiap segmennya dan prostomium tipe *epilobus* yang adanya tonjolan jelas.

Klasifikasi genus cacing tanah pada spesimen 2 sebagai berikut (Sinha *et al.*, 2013):

Kingdom : Animalia  
 Phylum : Annelida  
 Class : Clitellata  
 Ordo : Oligochaeta  
 Family : Megascolecidae  
 Genus : *Perionyx* Perrier, 1872



**Gambar 4. 3 Genus Perionyx;** A. Hasil pengamatan; B. Literatur (Chang, 2001);  
a. Anterior; b. Klitellum; c. Posterior.

#### 4.2 Keanekaragaman Cacing Tanah pada Agroforestri Sederhana dan Kompleks

Berdasarkan hasil identifikasi genus cacing tanah pada penelitian yang telah dilakukan di dua lokasi pengamatan yaitu agroforestri kopi sederhana dan kompleks Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang ditemukan cacing tanah genus *Pheretima* dan *Perionyx* yang termasuk dalam famili Megascolecidae serta genus *Pontoscolex* dari famili Glossocolecidae. Hasil yang didapatkan dari kedua lahan agroforestri yaitu ditemukan 3 genus cacing tanah (Tabel 4.1).

**Tabel 4. 1 Jumlah Total Genus Cacing Tanah yang Ditemukan di Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks**

No	Famili	Genus	Agroforestri Kopi Sederhana (Individu)	Agroforestri Kopi Kompleks (Individu)
1.	Megascolecidae	Pheretima	204	197
2.	Glossocolecidae	Pontoscolex	97	279
3.	Megascolecidae	Perionyx	17	35
<b>Jumlah</b>			318	511

Data cacing tanah yang diperoleh dari penelitian menggunakan metode *Hand sorted* secara keseluruhan pada agroforestri kopi sederhana didapatkan 318 individu sedangkan di lahan agroforestri kopi kompleks sebanyak 511 individu. Genus *Pheretima* banyak ditemukan di lahan agroforestri kopi sederhana yaitu sejumlah 204 individu jika dibandingkan dengan genus lainnya, sedangkan genus *Pontoscolex* paling banyak jumlahnya ditemukan di lahan agroforestri kopi kompleks sebanyak 279 individu (Tabel 4.1). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan genus *Pontoscolex* merupakan jenis yang umum dijumpai serta dapat ditemukan pada berbagai tipe habitat seperti area pertanian, semak belukar dan padang rumput (Jhon, 1998). Karyati (2018) menambahkan bahwa habitat tanah yang memiliki lebih banyak serasah yang dapat berfungsi menjaga kelembapan dan suhu tanah seperti hutan sangat menguntungkan keberadaan makro fauna tanah seperti cacing tanah.

Lokasi lahan agroforestri kopi sederhana diketahui terdapat beberapa tanaman naungan terdiri dari pohon lamtoro (*Leucaena leucocephala*), pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon nyampo (*Litsea* sp.) dan tanaman pisang (*Musa* sp.) dengan cakupan kanopi 3 m<sup>2</sup> memiliki jumlah naungan pohon lebih sedikit namun dapat dijumpai paling banyak cacing tanah genus *Pheretima* (Tabel 4.1). Menurut Tribata dkk. (2015) banyaknya genus *Pheretima* salah satunya

dikarenakan adanya serasah beragam yang mendukung bagi kehidupan cacing tanah tipe epigeik hal ini terbukti dengan ditemukannya cacing tanah genus *Pheretima* dan beberapa genus *Perionyx*. Ditambahkan dengan penjelasan Easton (1979) mengenai distribusi cacing tanah kelompok *Pheretima* tersebar sangat luas di Asia Tenggara termasuk di Indonesia.

Jumlah keanekaragaman hayati memiliki pengaruh besar terhadap makhluk hidup, salah satunya dari segi jumlah naungan pohon yang menaungi tanaman kopi. Pada lokasi lahan agroforestri kopi kompleks terdiri dari tanaman naungan yang terdiri dari beberapa pohon dan tanaman seperti pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon sengon (*Albizia chinensis*), pohon cengkeh (*Syzygium aromaticum*), pohon nangka (*Artocarpus heterophyllus*), pohon alpukat (*Persea americana*), pohon kelor (*Moringa oleifera*), pohon dadap (*Erythrina* sp.), pohon nyampo (*Litsea* sp.) selain itu terdapat juga tanaman seperti laos (*Alpinia galanga*), kunyit (*Curcuma* sp.), jahe (*Zingiber officinale*) dan pisang (*Musa* sp) dengan cakupan kanopi 3 m<sup>2</sup>, namun dengan banyaknya jumlah pohon membuat cakupan kanopi pada tiap tanaman yang menaungi relatif kecil. Hairiah (2003) menambahkan yaitu kunci keberhasilan pengelolaan agroforestri dapat ditentukan oleh pohon untuk menekan pengaruh negatif dan meningkatkan pengaruh positif. Hasil perolehan cacing tanah pada agroforestri kompleks yang paling banyak yaitu pada genus *Pontoscolex*, jumlahnya paling tinggi di Agroforestri kompleks (Tabel 4.1). Hal ini sesuai dengan pernyataan Xiao (2019) yaitu genus *Pontoscolex* dapat dijumpai dengan mudah di berbagai jenis habitat karena memiliki daya toleransi hidup terhadap perubahan kondisi lingkungan yang sangat luas dan beragam. Selain jumlah genus *Pontoscolex* yang sangat tinggi, jumlah genus *Pheretima* yang

ditemukan di agroforestri kompleks juga tinggi. Suwarno (2015) menambahkan pada penelitiannya yaitu pada agroforestri kompleks jumlah kepadatan cacing tanah lebih tinggi dibanding agroforestri sederhana. Astuti (2013) menambahkan bahwa jumlah pohon penayang menghalangi secara tidak langsung cahaya matahari sehingga tajuk pohon membuat teduh dan menghasilkan serasah yang banyak sehingga menutupi permukaan tanah, akibatnya temperatur dan intensitas cahaya rendah dan membuat tanah lembab. Kondisi lembab inilah menjadikan tanah sangat cocok untuk keberlangsungan hidup cacing tanah.

Hasil penelitian pada genus *Perionyx* pada lahan agroforestri kopi kompleks lebih banyak ditemukan dengan jumlah 35 individu, sedangkan di agroforestri kopi sederhana jumlahnya lebih sedikit yaitu 17 individu (Tabel 4.1). Jumlah genus *Perionyx* paling sedikit ditemukan hal ini dikarenakan habitat genus *Perionyx* yaitu sebagai cacing epigeik yang mana kebanyakan hidup hanya di permukaan tanah yang banyak tumpukan serasah. Menurut Quadratullah dkk. (2013) yaitu cacing epigeik biasanya hidup dan dapat banyak ditemukan di permukaan tanah yang terdapat tumpukan bahan organik sebagai bahan makanannya, adapun genus cacing epigeik salah satunya yaitu *Pheretima* dan *Perionyx*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo, Kecamatan Dampit Kabupaten Malang diketahui indeks keanekaragaman cacing tanah dapat dilihat pada Tabel 4.2. Keanekaragaman pada cacing tanah dapat dihitung menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Derajat keanekaragaman suatu organisme dalam suatu komunitas atau ekosistem dapat dihitung dengan Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Menurut Suheriyanto (2008) yaitu untuk

memudahkan menghitung suatu keanekaragaman dapat digunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ). Ditambahkan oleh Price (1975) bahwa terdapat parameter yang digunakan untuk menentukan nilai indeks keanekaragaman yaitu ditentukan oleh jumlah spesies dan kelimpahan relatif jenis di suatu komunitas. Apabila suatu komunitas di dalamnya terdapat banyak jenis dengan kelimpahan yang sama maka dapat disebut memiliki keanekaragaman tinggi.

**Tabel 4. 2 Indeks Keanekaragaman Cacing Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks Desa Srimulyo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang**

	<b>Sederhana</b>	<b>Kompleks</b>
<b>Jumlah Individu</b>	<b>318</b>	<b>511</b>
<b>Jumlah Genus</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Jumlah Famili</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Indeks</b>		
<b>Keanekaragaman (<math>H'</math>)</b>	<b>0,80</b>	<b>0,88</b>
<b>Indeks Dominansi (D)</b>	<b>0,5074</b>	<b>0,4514</b>
<b>Indeks Kemerataan (E)</b>	<b>0,7445</b>	<b>0,8048</b>
<b>Indeks Kesamaan dua lahan (<math>C_s</math>)</b>		<b>0,75</b>

Hasil analisis data dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener dapat diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman cacing tanah di lahan agroforestri kopi sederhana sebesar 0,80, sedangkan di lahan agroforestri kopi kompleks indeks keanekaragaman cacing tanahnya sebesar 0,88. Indeks keanekaragaman cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks keduanya dapat dikategorikan rendah, karena memiliki nilai indeks keanekaragaman  $<1$ . Hal ini didukung oleh Supono dan Arbi (2010) yaitu terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suatu nilai indeks keanekaragaman jenis, faktor tersebut yaitu berkaitan dengan jumlah tiap individu

atau jenis yang di dapatkan dan adanya beberapa individu yang ditemukan dalam jumlah yang melimpah. Jhon (1998) memperkuat dengan menjelaskan bahwa rendahnya suatu keanekaragaman cacing tanah erat hubungannya dengan adanya pengaruh oleh keadaan lingkungan yang ditempati. Ditambahkan oleh Setyaningsih dkk., (2014) yaitu hubungan antara keberadaan cacing tanah (populasi, sebaran dan aktivitasnya) dengan karakteristik lingkungan menunjukkan kepekaan cacing tanah terhadap nilai parameter tanah berupa kualitas bahan organik, kelembaban tanah dan suhu. Interaksi faktor tersebut mempengaruhi perkembangan hidup cacing tanah sehingga jenis tanah di suatu lokasi akan sangat berpengaruh terhadap jumlah jenis cacing tanah.

Fachrul (2007) menjelaskan nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dapat dikategorikan yaitu jika nilai  $H' \leq 1$  dapat dikatakan nilai keanekaragamannya rendah, jika  $1 < H' \leq 3$  maka keanekaragamannya sedang dan jika  $H' > 3$  dapat dikategorikan nilai keanekaragamannya tinggi. Semakin besar nilai  $H'$  maka semakin tinggi keanekaragaman jenisnya di suatu komunitas. Magurran (1998) menjabarkan apabila jumlah spesies atau individu masing-masing spesiesnya tinggi maka indeks nilai keanekaragamannya dikatakan memiliki nilai yang tinggi. Namun berdasarkan hasil dari lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks meskipun jumlah famili dan genusnya sama tetapi jumlah individu tertinggi yaitu pada lahan agroforestri kompleks.

Bullock *et al.* (2008) menambahkan bahwa keanekaragaman cacing tanah sangat dipengaruhi oleh cara manajemen tanah di suatu lahan pertanian. Selain itu juga adanya faktor dari fisik-kimia tanah dan bahan organik. Meskipun keanekaragaman di kedua lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks rendah,

tetapi didapati jumlah individunya yang lebih banyak di lahan agroforestri kompleks, hal ini dikarenakan banyaknya tanaman penayang sehingga komposisi tumbuhan semakin beragam. Beragamnya tumbuhan di agroforestri kompleks menghasilkan jumlah seresah yang melimpah sehingga banyak bahan organik dan unsur hara yang dapat mencukupi keberlangsungan banyak individu dalam tanah.

Hasil analisis data dengan menggunakan indeks dominansi (D) dapat diketahui bahwa nilai dominansi pada agroforestri sederhana yaitu 0,5074 sedangkan pada agroforestri kompleks yaitu 0,4514. Nilai dominansi kedua agroforestri dapat dikatakan kategori rendah. Hal ini sesuai dengan Permana (2015) yaitu dominansi suatu spesies dikatakan rendah apabila nilai dominansinya 0,00-0,50, sedangkan jika nilai dominansi 0,50-0,75 dapat dikatakan dominansi sedang, dan apabila nilai dominansi 0,75-1 maka dikatakan dominansi spesiesnya tinggi. Hal ini ditambahkan oleh Suheriyanto (2008) yaitu semakin besar nilai D maka semakin rendah keanekaragaman. Dominansi suatu spesies di suatu komunitas dikatakan mendominasi jika nilai dominansinya mendekati 1. Hal ini artinya kompetisi interspesies dapat berkurang.

Hasil analisis data dengan menggunakan indeks kemerataan (E) diketahui pada agroforestri sederhana sebesar 0,7445 (kemerataan cukup) dan pada agroforestri kompleks sebesar 0,8048 (merata). Nilai indeks kemerataan pada agroforestri kompleks dapat dikatakan tinggi karena mendekati 1, hal ini sesuai dengan Ludwig & Reynold (1988) yaitu apabila nilai kemerataan mendekati nilai 1, maka menunjukkan tidak adanya perbedaan yang jauh antar spesies yang berbeda atau antar jenis memiliki kemerataan yang merata sedangkan apabila kemerataannya rendah maka disebabkan oleh persebaran jenis yang tidak merata

sehingga terdapat dominansi salah satu jenis di komunitasnya. Iman (2014) menambahkan yaitu penyebaran jenis merata apabila memiliki nilai  $>0,75$ . Sedangkan nilai  $<0,50$  dikatakan tidak merata penyebaran suatu jenis dan apabila nilai  $>0,50-0,75$  dikatakan penyebaran jenis cukup merata.

Hasil analisis indeks kesamaan dua lahan (Cs) pada kedua agroforestri sederhana dan kompleks yaitu sebesar 0,75 Indeks kesamaan agroforestri sederhana dan kompleks dapat dikatakan rendah atau memiliki kesamaan jenis yang sama. Hal ini diperkuat oleh Gesriantuti (2016) yaitu indeks keanekaragaman rendah jika memiliki nilai indeks kesamaan sebesar 0,75. Kemudian indeks kesamaan tinggi apabila nilainya  $>0,75$ . Smith (2006) menambahkan bahwa nilai indeks kesamaan dua lahan berkisar antara 0-1. hal ini dapat dijelaskan apabila nilai mendekati 1 berarti memiliki spesies yang sama di dua komunitas, sedangkan jika nilai mendekati 0 artinya di kedua komunitas tidak ada spesies yang sama.

Keanekaragaman spesies tinggi apabila suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi dimana adanya interaksi spesies di dalamnya yang sangat tinggi dan disusun oleh banyaknya spesies. Hasil indeks keanekaragaman erat kaitannya dengan hasil indeks kemerataan. Kemerataan berbanding lurus dengan indeks keanekaragaman. Nilai indeks kemerataan menjadi informasi ada tidaknya dominansi suatu jenis. Nilai dominansi mendekati 0 menunjukkan tidak ada spesies yang mendominasi sedangkan nilai mendekati 1 menunjukkan spesies mendominasi. Keanekaragaman berbanding lurus dengan kekayaan dan kemerataan serta berbanding terbalik dengan dominansi (Krebs, 2009).

#### **4.3 Kepadatan (Individu/m<sup>2</sup>) dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kepadatan cacing tanah di kedua lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks menunjukkan adanya perbedaan dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4. 3 Kepadatan (Individu/m<sup>2</sup>) dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah pada Lahan Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks**

No	Genus	Agroforestri Kopi Sederhana		Agroforestri Kopi Kompleks	
		K (Individu/m <sup>3</sup> )	KR (%)	K (Individu/m <sup>3</sup> )	KR (%)
1	<i>Pheretima</i>	272	64,15	262,67	38,55
2	<i>Pontoscolex</i>	129,33	30,50	372	54,59
3	<i>Perionyx</i>	22,67	5,34	46,67	6,84
	Σ	424	100	681,33	100

Keterangan:

K : Kepadatan

KR : Kepadatan Relatif

Tabel 4.3 menunjukkan hasil yaitu pada agroforestri kopi sederhana diketahui kepadatan tertinggi sebesar 272 Individu/m<sup>3</sup> yaitu pada genus *Pheretima* dengan nilai kepadatan relatifnya adalah 64,15 %. Sedangkan kepadatan terendah yaitu pada genus *Perionyx* dengan nilai kepadatan sebesar 22,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya yaitu 5,34 %. Nilai kepadatan pada genus *Pontoscolex*nya yaitu 129,33 Individu/m<sup>3</sup> dan diperoleh kepadatan relatifnya sebesar 30,50 %. Pada lahan agroforestri kopi kompleks diketahui genus *Pontoscolex* memiliki nilai kepadatan tertinggi yaitu 372 Individu/m<sup>3</sup> dengan kepadatan relatif sebesar 54,59 %. Sedangkan genus dengan nilai kepadatan terendah yaitu sebesar 46,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya adalah 6,84 % dijumpai pada genus *Perionyx*. Genus *Pheretima* di agroforestri kompleks memiliki nilai kepadatan sebesar 262,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya 38,55 %.

Jumlah nilai kepadatan tertinggi pada kedua lahan agroforestri kopi dapat diketahui bahwa kepadatan tertinggi yaitu pada agroforestri kompleks sebesar 681,33 Individu/m<sup>3</sup>. Kondisi lingkungan menjadi penyebab yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kepadatan ketiga genus (*Pheretima*, *Pontoscolex* dan *Perionyx*) yang masing-masing memiliki toleransi pada lingkungannya dengan kisaran yang berbeda. Hal ini sesuai dengan Siombo (2012) yang menjelaskan bahwa setiap organisme memiliki batas bawah (minimum) dan batas atas (maksimum) untuk toleransinya terhadap suatu kondisi lingkungan, hal ini disebut hukum toleransi Shelford. Kemudian ditambahkan menurut Buckman & Brady (1982) yaitu pengaruh beberapa faktor seperti iklim, sifat fisik dan kimia tanah, nutrien, biota serta pengelolaan lahan mengakibatkan perbedaan aktivitas cacing tanah di ekosistem tanahnya. Faktor abiotik dan biotik sangat menentukan keberadaan dan kepadatan cacing tanah maupun fauna tanah lainnya.

Genus *Pontoscolex* dan genus *Pheretima* secara garis besar memiliki nilai kepadatan tertinggi, hal ini dikarenakan keduanya organisme kosmopolitan yang memiliki daya toleransi luas terhadap suatu kondisi lingkungan yang ditinggali. Jhon (1998) menyatakan bahwa *Pontoscolex* merupakan jenis yang paling umum ditemukan di berbagai tipe habitat (area pertanian, semak maupun padang rumput) karena daya toleransi hidupnya yang luas dan dapat dengan cepat menyesuaikan dengan kondisi lingkungannya. Sedangkan genus *Pheretima* menurut Talavera & Perez (2007) dapat bertahan hidup dengan jumlah yang banyak karena persebarannya yang luas dan di kondisi lingkungan yang masih alami maupun lingkungan yang berhubungan dengan aktivitas manusia.

#### **4.4 Faktor Fisik-Kimia Tanah**

#### 4.4.1 Faktor Fisik Tanah

Hasil pengukuran parameter fisik tanah pada penelitian ini yaitu berupa suhu dan kelembapan pada lokasi lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

**Tabel 4. 4 Nilai rata-rata hasil pengukuran faktor fisika tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang**

Faktor Abiotik	Agroforestri Kopi Sederhana	Agroforestri Kopi Kompleks
Suhu (°C)	26°C	27,25°C
Kelembaban (%)	68,825%	70,875%

Hasil analisis tanah yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang tidak terlalu jauh pada nilai rata-rata suhu dan kelembapan tanah. Pada lahan agroforestri kopi sederhana nilai rata-rata untuk suhu adalah 26°C dan kelembapannya berada di 68,83 %. Sedangkan pada lahan agroforestri kopi kompleks diketahui nilai rata-rata suhu sebesar 27,25°C dan kelembapannya berada di 70,88 %. Suhu pada lahan agroforestri kompleks tidak berbeda jauh jika dibandingkan pada lahan agroforestri sederhana, hal ini dikarenakan kedua lahan memiliki vegetasi dan lokasi yang tidak terlalu jauh. Sedangkan pengaruh kerapatan yang tinggi pada vegetasi adanya pohon penayang terhadap kelembapan di lahan agroforestri kompleks lebih tinggi hal ini karena faktor hamparan daun (kanopi) dari jenis dan jumlah pohon penayang lebih banyak sehingga lebih teduh akibat cakupan kanopinya dan seresah yang menutup area permukaan tanah lebih rapat, jumlah pohon yang lebih banyak seperti pohon kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), pohon sengon (*Albizia chinensis*), pohon cengkeh (*Syzigium aromaticum*), pohon nangka (*Artocarpus heterophyllus*), pohon alpukat (*Persea amaricana*), pohon kelor (*Moringa oleifera*), pohon dadap (*Erythrina* sp.) dan pohon nyampo (*Litsea*

sp.) yang menutupi tanah sehingga membuat paparan sinar matahari menjadi sedikit yang sampai ke tanah dan membuat lebih lembap akibat rapatnya seresah di permukaan tanah. Hal ini sesuai dengan Hairiah & Sunarno (2004) yaitu kondisi iklim, tutupan vegetasi yang dapat menghalangi cahaya matahari secara langsung ke tanah dan curah hujan sangat mempengaruhi temperatur lingkungan tersebut.

Akbar dkk. (2020) menjelaskan mengenai pertumbuhan cacing tanah dipengaruhi oleh habitat yang ideal, suhu ideal yaitu berada di kisaran 23-28°C sedangkan kelembapan idealnya kisaran 42-60% yang mana sangat diperlukan dalam mempertahankan kadar air di permukaan dan dalam tubuhnya, apabila udara terlalu kering akibatnya akan merusak keadaan kulit cacing tanah. Warsana (2009) menambahkan bahwa kisaran kelembapan tanah sekitar 60-90% juga mampu mempertahankan kadar air di tubuh cacing. Berat tubuh cacing sebagian besar sekitar 85% berupa air sehingga pengaruh dalam menjaga kelembapan media harus optimal.

Kondisi suatu tempat yang kelembapannya kurang masih memungkinkan ditemukannya cacing tanah, hal ini dikarenakan toleransi yang beragam tiap jenis cacing tanah, namun untuk keberlangsungan hidupnya yang lebih lama cacing tanah biasanya beradaptasi ke tempat hidup yang lebih sesuai. Pada musim hujan dimana akan membuat tanah lebih sering basah dan lembap, hal ini mengakibatkan saat mencari makan cacing tanah akan menuju ke permukaan tanah yang terdapat banyak seresahnya dan menguntungkan cacing tanah dalam bereproduksi. Sedangkan ketika musim kemarau kebanyakan cacing tanah akan mempertahankan hidupnya dengan cara semakin masuk ke dalam tanah (Dwiastuti, 2010).

#### **4.4.2 Faktor Kimia Tanah**

Hasil parameter kimia tanah yang meliputi pH, C- Organik, N- Total, C/N Nisbah, Bahan Organik, Fosfor dan Kalium pada penelitian di lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 5 Nilai rata-rata hasil pengukuran faktor kimia tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang**

Faktor Abiotik	Agroforestri	Keterangan*	Agroforestri	Keterangan*
	Kopi Sederhana		Kopi Kompleks	
pH	6,1	Sedang	6,5	Sedang
C-organik (%)	1,39	Rendah	1,42	Rendah
N total (%)	0,102	Rendah	0,105	Rendah
C/N nisbah	13,47	Sedang	13,53	Sedang
Bahan Organik (%)	2,39	-	2,44	-
P (Fosfor)(mg/kg)	9,02	Rendah	13,16	Sedang
K (Kalium) (mg/100)	0,15	Rendah	0,155	Rendah

Sumber: Berdasarkan hasil uji analisis tanah dari UPT PATPH 2022 Kabupaten Malang (Lampiran 5 Tabel 5b).

Hasil rata-rata analisis faktor kimia tanah pada kedua lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks yaitu diperoleh pH tanah dalam kategori sedang pada agroforestri sederhana sebesar 6,1, Sedangkan pada lahan agroforestri kompleks sebesar 6,5 juga dikatakan sedang (Tabel 4.5). Kedua pH lahan agroforestri dapat dikatakan sifat tanahnya agak asam dengan perbedaan yang tidak terlalu mencolok. Jumlah cacing tanah disuatu tempat dapat ditentukan oleh salah satu parameter yaitu pH. Hanafiah dkk. (2005) memperkuat dengan penjelasan bahwa aktivitas dan populasi dari cacing tanah sangat dipengaruhi oleh keadaan pH tanah yang dapat dilihat dari penyebaran yang terbatas dan jumlah spesiesnya. Anas (1990) menambahkan bahwa populasi cacing tanah dapat diperoleh jumlah yang sangat tinggi apabila berada pada pH tanah kisaran 6,0. Sedangkan pada pH dibawah 5,0 didapati jumlah cacing tanah paling sedikit, Hal ini dikarenakan sifat cacing tanah

yang sensitif terhadap keadaan yang sangat asam. Menurut Handayanto (2009) pH yang optimum dan ideal untuk menunjang produktivitas kehidupan cacing tanah yang maksimum yaitu sekitar 6,0-7,0. Menurut Hanafiah dkk. (2005) menjelaskan lebih rinci mengenai adanya perbedaan kebutuhan pH pada tiap spesies yang habitatnya tropis dan subtropis.

Hasil rata-rata nilai dari pengujian C-Organik yang dilakukan pada kedua lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks adalah 1,39 % dan 1,42 %, keduanya dapat dikategorikan rendah (Tabel 4.5). Menurut Nasarudin (2019) yaitu nilai C-Organik berasal dari karbon yang dihasilkan oleh sisa hewan dan tanaman yang telah mati atau jaringannya terdekomposisi. Atmojo (2003) menambahkan apabila kandungan C-Organik tinggi maka jumlah cacing tanah meningkat banyak, hal ini dikarenakan C-Organik merupakan salah satu sumber energi untuk cacing tanah dalam memproses humifikasi dan mineralisasi. Nurrohman dkk. (2018) menjabarkan kategori C-Organik dalam tanah sebagai salah satu tolak ukur kualitas tanah. Apabila nilai  $<1\%$  dikatakan kandungan C-Organik sangat rendah, selanjutnya jika  $>1\%$  dalam kategori rendah, jika 2-3% dikategorikan sedang, kemudian dikatakan tinggi apabila  $>3\%$  dan sangat tinggi jika memiliki nilai  $>5\%$ .

Hasil nilai rata-rata dari nitrogen total (N-total) pada kedua lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks adalah 0,10% dan 0,11%. Nilai rata-rata keduanya dikategorikan sama-sama rendah (Tabel 4.5). Hal ini sesuai dengan Kusuma (2014) yaitu peranan cacing tanah sebagai salah satu fauna tanah yaitu dalam proses dekomposisi yang mana membutuhkan nitrogen dalam jumlah besar, fauna dalam tanah akan menghasilkan sekresi yang mana mengandung banyak kandungan nitrogen kemudian dilepaskan ke lingkungan. Kandungan nitrogen

besar kecilnya dipengaruhi oleh bahan organik. Kandungan N-total dapat dijadikan parameter mudah tidaknya seresah terdekomposisi. Pengkategorian nilai N-Total mengacu pada UPT PATPH (2002) dengan kriteria penilaian yaitu jumlah N sangat rendah apabila  $<1,0\%$ ,  $0,11-2,0\%$  disebut rendah, apabila  $0,21-0,5$  berarti sedang, selanjutnya  $0,51-0,75$  berarti tinggi kemudian apabila  $>0,75\%$  dikatakan sangat tinggi. Sukaryoni dkk. (2016) menambahkan bahwa kandungan tanah antara C-Organik dengan N-Total sangat penting, hal ini dikarenakan C-Organik berperan sebagai sumber energi, namun apabila jumlah C-Organik berlebihan jika dibandingkan dengan nilai N-Total maka akan menghambat kehidupan mikroorganisme maupun makroorganisme dalam proses penguraian bahan organik.

Hasil pengukuran rata-rata dari C/N Nisbah pada lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks dapat diketahui sebesar 13,47 dan 13,53. Kategori hasil C/N Nisbah kedua agroforestri dapat dikatakan sedang. Namun terdapat sedikit nilai yang lebih besar yaitu pada C/N Nisbah dari agroforestri kompleks. Pengkategorian nilai C/N Nisbah sesuai dengan UPT PATPH (2002) yaitu dikatakan rendah sekali apabila nilainya  $<5$ , nilai antara 5-10 dikatakan rendah, selanjutnya dikatakan sedang apabila nilai C/N Nisbah 11-15, nilai dikatakan tinggi apabila 16-25 dan dikatakan tinggi sekali apabila nilai mencapai  $>25$  (Tabel 4.5). Setyaningsih dkk. (2004) menambahkan nilai C/N Nisbah yang masih dibawah 20 paling banyak dijumpai cacing tanah karena terdapat bahan organik dan seresah yang berkualitas tinggi dalam mendukung kebutuhan hidup cacing tanah. Rasio yang menghasilkan nilai yang kurang dari 25 dapat mempercepat dekomposisi sedangkan jika nilai melebihi 25 dapat mengakibatkan immobilisasi.

Hasil nilai rata-rata untuk bahan organik pada lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks diketahui sebesar 2,39% dan 2,44%. Bahan organik pada agroforestri kompleks memiliki nilai yang sedikit lebih tinggi yaitu 2,44% dari nilai bahan organik di agroforestri sederhana dikarenakan ketersediaan jumlah seresah dari agroforestri kompleks lebih banyak (Tabel 4.5). Menurut Suin (2003) yaitu kepadatan organisme di tanah sangat dipengaruhi dan ditentukan adanya bahan organik. Bahan organik merupakan salah satu sumber makanan penting dari cacing tanah. Sudomo dan Ary (2017) menambahkan seresah dari pepohonan akan di dekomposisi oleh mikroorganisme dan makroorganisme tanah sehingga menjadi bahan organik dengan partikel yang lebih kecil dan menghasilkan unsur hara untuk tanaman.

Hasil pengukuran nilai rata-rata dari Fosfor (P) pada agroforestri kopi sederhana diketahui kandungannya rendah dengan nilai 9,02 mg/kg sedangkan pada agroforestri kompleks kandungan fosfor dapat dikatakan sedang karena memiliki nilai sebesar 13,16 mg/kg (Tabel 4.5). Perbedaan hasil fosfor dari kedua agroforestri tersebut biasanya karena pengaruh dari masukan seresah dari tanaman yang berbeda yang terdapat di masing-masing tempat. Diketahui pada agroforestri kompleks lebih tinggi nilai kandungan fosfornya daripada di agroforestri sederhana. Hal ini sesuai dengan Firnia (2018) yaitu ketersediaan P dalam tanah salah satunya dipengaruhi oleh pH tanah sekitar 6,0-7,0, sehingga kandungan P yang tinggi dalam tanah sesuai dengan agroforestri kompleks. Purwaningrum (2012) menambahkan bahwa adanya jumlah organisme yang banyak seperti cacing tanah mempengaruhi sifat kimia tanah berupa dekomposisi bahan organik dan meningkatnya unsur P dan K di suatu lahan.

Pengukuran parameter kimia selanjutnya yaitu pada unsur Kalium (K), nilai rata-rata dari unsur Kalium di agroforestri sederhana yaitu 0,15 mg/100. Sedangkan pada agroforestri kompleks nilainya tidak jauh berbeda yaitu 0,16 mg/100. Keduanya dikategorikan rendah (Tabel 4.5), hal ini sesuai dengan UPT PATPH (2022) yaitu penilaian kriteria unsur Kalium dapat dijelaskan yaitu jika  $<0,1$  maka dikatakan rendah sekali, selanjutnya apabila nilai diketahui 0,1-0,3 berarti rendah, nilai 0,4-0,5 dikatakan sedang dan dikatakan tinggi apabila bernilai 0,6-1 serta jika sampai  $>1$  dapat dikatakan nilainya tinggi sekali. Yuwono dkk. (2012) menambahkan bahwa unsur kalium di dalam tanah berkaitan dengan unsur hara nitrogen sehingga dapat terbentuk dengan stabil sehingga dapat bermanfaat untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman.

#### 4.5 Korelasi Faktor Fisik-Kimia dengan Cacing Tanah

Hasil analisis korelasi antara kepadatan genus cacing tanah dengan faktor fisik-kimia pada lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 6 Hasil Uji Korelasi Genus Cacing Tanah dengan Faktor Fisik-Kimia pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks**

Parameter	Koefisien Korelasi		
	Pheretima	Pontoscolex	Perionyx
K (Kalium) (mg/100)	-0,35	-0,09	0,42*
P (Fosfor)(mg/kg)	-0,03	0,71	0,76*
Bahan Organik (%)	-0,43	0,05	0,58*
C/N	0,1*	-0,07	0,04
N total (%)	-0,52*	0,30	0,10
C organik (%)	-0,43	0,07	0,59*
pH	0,07	0,61	0,73*
Kelembapan	-0,61*	0,57	0,45
Suhu	-0,08	0,38	0,73*

Keterangan:

\* = Nilai korelasi tertinggi antara parameter dengan genus cacing tanah

Berdasarkan hasil uji analisis koefisien korelasi menggunakan PAST 4.03 pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi tertinggi antara kepadatan cacing tanah dengan suhu di kedua agroforestri kopi sederhana dan kompleks nilai tertinggi yaitu pada genus *Perionyx* dengan nilai 0,73 (kuat). Nilai korelasi genus *Perionyx* menunjukkan korelasi positif. Selanjutnya yaitu pada genus *Pontoscolex* menunjukkan nilai korelasi positif yaitu 0,38 (rendah). Hasil korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka kepadatan cacing pada genus *Perionyx* dan *Pontoscolex* juga meningkat. Kepadatan kedua genus yang meningkat jumlahnya diketahui lebih banyak pada agroforestri kompleks. Selanjutnya koefisien korelasi terendah yaitu pada genus *Pheretima* dengan nilai -0,08 (sangat rendah). Nilai korelasi genus *Pheretima* menunjukkan korelasi negatif yang menandakan bahwa semakin tinggi suhu maka kepadatan genus *Pheretima* semakin rendah. Kepadatan genus *Pheretima* yang rendah ketika berada di suhu yang lebih tinggi yaitu diketahui pada agroforestri kompleks, jumlahnya lebih rendah jika dibandingkan dengan jumlah *Pheretima* di agroforestri sederhana dengan suhu lebih rendah.

Hasil pernyataan korelasi sesuai dengan Elfayetti (2017) yaitu setiap cacing tanah memiliki suhu optimal yang berbeda, faktor genetik menjadi salah satu penyebab bahwa cacing tanah memiliki tingkat toleransi yang berbeda-beda. Dijelaskan lebih oleh Jumar (2000) yaitu di daerah tropis suhu tanah yang dapat dibidang ideal untuk cacing tanah terutama saat penetasan kokon yakni antara 15-25°C. Neuhauser *et al.* (1988) menambahkan bahwa spesies *Perionyx* memiliki suhu optimal untuk pertumbuhan dan reproduksinya yaitu 26 -30°C.

Hasil uji nilai koefisien korelasi antara cacing tanah terhadap kelembapan menunjukkan bahwa genus *Pontoscolex* memiliki korelasi positif dengan nilai tertinggi yaitu 0,57 (sedang) diantara genus lainnya. Kemudian genus *Perionyx* memiliki nilai terendah yaitu 0,45 (sedang) dengan koefisien korelasi positif. Kisaran korelasi keduanya dikatakan sedang artinya kelembapan pada lahan agroforestri mempengaruhi jumlah cacing tanah. Korelasi positif pada keduanya menunjukkan bahwa semakin tinggi kelembapan di suatu wilayah yaitu agroforestri kompleks maka kepadatan cacing tanah juga semakin tinggi. Selanjutnya pada genus *Pheretima* memiliki nilai korelasi tertinggi dengan nilai -0,61 (kuat), artinya kelembapan sangat mempengaruhi jumlah cacing tanah genus *Pheretima*. Koefisien korelasi *Pheretima* diketahui bernilai negatif yang artinya berbanding terbalik, hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai kelembapan maka semakin rendah kepadatan cacing tanah (Tabel 4.6). Pernyataan hasil sesuai dengan Hanafiah (2005) yaitu kelembapan sangat berpengaruh pada keberlangsungan hidup cacing tanah. Kelembapan habitat yang optimal antara 42-80% dapat membantu cacing untuk mempertahankan kondisi air di dalam tubuhnya.

Analisis nilai koefisien korelasi tertinggi antara kepadatan cacing tanah dengan pH di lahan agroforestri kopi sederhana dan kompleks adalah genus *Perionyx* dengan nilai 0,73 (kuat). Nilai koefisien genus *Perionyx* menjadi yang tertinggi didapati pada lahan agroforestri kompleks. Selanjutnya genus *Pheretima* diketahui memiliki nilai koefisien terendah yaitu 0,07 (sangat rendah). Kemudian untuk genus *Pontoscolex* nilai koefisien korelasinya 0,61 (kuat). Ketiga genus *Perionyx*, *Pheretima* dan *Pontoscolex* menunjukkan korelasi positif (Tabel 4.6). Korelasi positif menunjukkan bahwa semakin tinggi pH maka kepadatan semakin

tinggi (berbanding lurus). Sedangkan kategori sangat rendah pada nilai korelasi *Pheretima* berarti hubungan pH terhadap kepadatan *Pheretima* tidak terlalu berpengaruh. Menurut Anas (1990) cacing tanah salah satu hewan yang sangat sensitif dengan keasaman tanah, sehingga dapat membatasi jumlah dari jenis cacing tanah. Cacing tanah banyak dijumpai pada tanah dengan pH berkisar 6,0-7,2. Kondisi pH yang optimal berguna untuk proses pembusukan oleh bakteri dalam tubuh cacing.

Analisis nilai koefisien korelasi tertinggi antara kepadatan cacing tanah dengan bahan organik adalah genus *Perionyx* dengan nilai 0,58 dan dikategorikan sedang. Selanjutnya genus *Pontoscolex* memiliki nilai terendah yaitu 0,05 (sangat rendah). Kedua genus *Perionyx* dan *Pontoscolex* memiliki korelasi positif yang berarti semakin tinggi kandungan bahan organik maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanahnya. Sedangkan pada genus *Pheretima* diketahui memiliki nilai koefisien korelasi sebesar -0,43 dan dikategorikan sedang (Tabel 4.6). Hal ini berarti hubungan antara bahan organik dengan keberadaan cacing *Pheretima* memiliki pengaruh yang sedang, sedangkan korelasi yang dinyatakan bernilai negatif berarti apabila kandungan bahan organik tinggi maka kepadatan cacing tanahnya rendah. Hal ini sesuai dengan Sari & Lestari (2014) yaitu sumber energi untuk fauna tanah seperti cacing adalah keberadaan bahan organik, hal ini karena aktivitas pada populasi cacing tanah meningkat ketika tanah kaya akan bahan organik. Anwar (2009) menambahkan bahwa bahan organik memiliki peran yang penting pada perkembangan dan keberlanjutan hidup bagi cacing tanah.

Hasil analisis nilai koefisien korelasi genus cacing tanah dengan Nitrogen (N-Total) tertinggi yaitu pada genus *Pheretima* dengan nilai -0,52 (sedang).

Kategori nilai koefisien korelasinya dapat dikatakan sedang dan bernilai negatif. Hal ini berarti unsur nitrogen lumayan berpengaruh terhadap kepadatan genus *Pheretima*, kemudian korelasi negatif menunjukkan berbanding terbalik dimana semakin tinggi N-Total maka semakin rendah kepadatan cacing tanahnya. Pada genus *Pontoscolex* memiliki nilai korelasi 0,30 (rendah), sedangkan genus *Perionyx* diketahui memiliki nilai korelasi paling rendah yaitu 0,10 (sangat rendah) (Tabel 4.6). Kedua genus *Pontoscolex* dan *Perionyx* menunjukkan korelasi yang positif maka dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai N-Total maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanah. Menurut Nopsagiarti dkk. (2020) yaitu bahan organik yang memiliki kandungan N dan P tinggi akan meningkatkan populasi cacing tanah. Standar normal nitrogen dalam tanah yaitu 0,21-0,5. Apabila kadar nitrogen terlalu banyak maka berakibat rusaknya struktur pada tanah serta lingkungan makhluk hidup seperti cacing tanah.

Hasil analisis nilai koefisien korelasi pada kepadatan cacing tanah terhadap C-Organik yang tertinggi yaitu pada genus *Perionyx* dengan nilai 0,59 (sedang). Selanjutnya pada genus *pontoscolex* memiliki nilai 0,07 (sangat rendah) (Tabel 4.6). Kedua genus memiliki korelasi positif sehingga dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai kadar C-Organik maka semakin tinggi pula kepadatan cacing tanahnya. Kemudian untuk genus *Pheretima* diketahui memiliki nilai korelasi -0,43 (sedang) dengan korelasi menunjukkan negatif yang artinya berbanding terbalik, semakin tinggi nilai C-Organik maka kepadatan cacing tanah akan rendah. Hal ini dijelaskan oleh Jhayanti dkk. (2014) yaitu C-Organik dengan kadar tinggi akan membuat jumlah cacing tanah bertambah banyak. Bahan organik yang mengalami

dekomposisi akan menghasilkan C yang lebih sedikit apabila dibandingkan dengan cacing tanah yang mana kascingnya menghasilkan C-Organik cukup tinggi.

Analisis nilai koefisien korelasi tertinggi antara kepadatan cacing tanah dengan C/N adalah genus *Pheretima* dengan nilai 0,1 (sangat rendah). Selanjutnya yaitu nilai terendah pada genus *Perionyx* dengan nilai 0,04 (sangat rendah). Kedua genus *Pheretima* dan *Perionyx* menunjukkan korelasi positif artinya apabila semakin tinggi C/N maka kepadatan cacing tanah juga semakin tinggi. Pada genus *Pontoscolex* nilai korelasinya yaitu -0,07 (sangat rendah), diketahui hasil korelasinya yaitu negatif sehingga dapat dikatakan jika semakin tinggi C/N maka kepadatan cacing tanah akan rendah (Tabel 4.6). Hal ini sesuai dengan Sutanto (2022) yaitu nitrogen akan diikat apabila terdapat ketersediaan karbon, apabila karbon memiliki jumlah sedikit (rasio C/N rendah) maka mikroorganisme tidak dapat mengikat nitrogen karena energi tidak cukup. Sitompul (2017) menambahkan bahwa pengomposan tergantung terhadap penurunan kadar C/N pada tanah, jika kadar C/N dalam tanah rendah maka proses dekomposisi menjadi lebih cepat. Hardiwinoto dkk. (2005) menjelaskan bahwa adanya cacing tanah dapat menurunkan C/N Nisbah.

Hasil analisis koefisien korelasi cacing tanah terhadap Fosfor (P) dapat diketahui yang memiliki nilai tertinggi yaitu pada genus *Perionyx* dengan nilai 0,76 (kuat). Selanjutnya yaitu pada genus *Pontoscolex* yaitu dengan nilai 0,71 (kuat), dengan korelasi positif antara kedua genus *Perionyx* dan *Pheretima* yang berarti semakin tinggi unsur P maka semakin tinggi kepadatan pada cacing tanah. Sedangkan pada genus *Pheretima* memiliki nilai terendah -0,03 (sangat rendah) dengan korelasi negatif dimana semakin tinggi unsur P maka kepadatan cacing

tanah rendah (Tabel 4.6). Menurut Jhayanti dkk. (2014) yaitu penambahan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu langkah untuk mempertahankan produktivitas biota tanah. Tanah yang di dalamnya mengandung banyak fosfor maka akan meningkatkan jumlah cacing tanah karena bahan organik yang menjadi salah satu kandungan fosfor merupakan makanan cacing tanah.

Hasil analisis korelasi kepadatan cacing tanah terhadap unsur Kalium (K) menunjukkan nilai tertinggi pada genus *Perionyx* dengan nilai 0,42 (sedang), nilai menunjukkan korelasi positif yang artinya semakin tinggi Kalium maka kepadatan cacing tanah juga tinggi, kepadatan cacing tanah genus *Perionyx* tertinggi diketahui banyak pada agroforestri kompleks. Pada genus *Pontoscolex* yaitu dengan nilai terendah korelasinya -0,09 (sangat rendah), sedangkan genus *Pheretima* memiliki nilai -0,35 (rendah) keduanya memiliki korelasi negatif (Tabel 4.6). Korelasi negatif menjelaskan jika semakin tinggi nilai K maka kepadatan cacing tanah menjadi rendah. Menurut Puspitasari (2008) yaitu kadar kalium di daerah tropik mempengaruhi kepadatan jenis cacing. Semakin tinggi kadar kalium maka kepadatan cacing juga semakin besar.

Tiap jenis cacing tanah mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, contohnya pada *Pheretima hupiensis* bersifat geofagus (dominan pemakan tanah) diambil berasal dari tanah Ultisols yang mempunyai tekanan lingkungan relatif berat, dengan kondisi pH tanah rendah (sangat masam), bahan organik rendah; sedangkan pada spesies cacing tanah lainnya seperti *Eudrellus* sp., *Lumbricus* sp. ataupun *Pontoscolex* sp. bersifat Limifagus (pemakan tanah subur atau tanah basah) diambil berasal dari tanah Latosols (Inceptisol) yang mempunyai pH sedang (mendekati netral), bahan organik tanah cukup dan pemakan serasah yang biasanya

paling banyak dibudidayakan di Indonesia untuk mengolah (mendekomposisi) sampah (Anwar, 2009). Perbedaan tiap jenis cacing tersebut berperan dalam mendekomposisikan bahan organik sehingga menghasilkan kualitas vermikompos yang berbeda. Vermikompos hasil dekomposisi cacing tanah *P. hupiensis* menunjukkan 16 item hara tertinggi dengan 10 jenis unsur hara dibandingkan vermikompos hasil dekomposisi cacing tanah lainnya, menunjukkan proses mineralisasi (perubahan bahan organik menjadi unsur hara) oleh cacing tanah *P. hupiensis* sebagai cacing tanah geofagus (pemakan tanah) lebih tinggi dibandingkan oleh cacing tanah lainnya. Hal ini dapat diasumsikan bahwa kemampuan cacing tanah geofagus lebih tinggi dalam proses mineralisasi bahan organik dibandingkan cacing tanah epigaesis dan anagaesis. Menurut Hendriksen (1990), cacing tanah yang bersifat detritifora, selektif dalam memilih bahan organik (palatabilitas) yang bergantung pada nilai C/N, kandungan lignin dan polifenol. Sedangkan untuk cacing tanah yang bersifat geofagus tidak secara nyata dipengaruhi oleh faktor palatabilitas tersebut.

Cacing merupakan salah satu hewan yang mendatangkan berbagai manfaat bagi makhluk hidup serta lingkungan. Perannya pada lingkungan yaitu dapat memberikan kesuburan pada tanah, cacing dapat menguraikan bahan organik yang berada di dalam tanah sehingga dapat memberikan nutrisi kepada tanaman. Selain itu adanya cacing juga dapat memperbaiki drainase serta aerasi dalam tanah serta dapat memperbaiki struktur pada tanah. Hal ini menunjukkan bahwa cacing memiliki peran penting bagi kehidupan makhluk hidup lain. Allah SWT. menciptakan segala makhluk baik besar ataupun kecil seperti cacing tidak serta merta tanpa adanya nilai atau kebermanfaatannya. Allah SWT. dengan segala

Kuasa serta Kebesarannya menciptakan segala apapun dengan tujuan dan manfaat tertentu dan kita sebagai manusia memiliki kewajiban untuk menjaga dan melestarikan. Bentuk Kekuasaan Allah SWT. dalam Penciptaan-Nya salah satunya tertuang dalam Surat Al-Jasiyah ayat 4 yang berbunyi:

وَفِي خَلْقِكُمْ وَمَا يَبُتُّ مِنْ دَابَّةٍ آيَاتٌ لِقَوْمٍ يُوقِنُونَ ۝٤

Artinya : “*Dan pada penciptaan kamu dan pada binatang- binatang yang melata yang berterbaran (dimuka bumi ini) terdapat tanda-tanda (Kekuasaan Allah) untuk kaum yang meyakini*” (Al-Jasiyah [45] : 4)

Berdasarkan Al-Qur’an Surat Al-Jasiyah ayat 4 diketahui bahwa Allah SWT. menciptakan makhluk hidup seperti manusia, tumbuhan serta binatang melata dengan segala Kekuasaan serta Kebesarannya. Manusia wajib meyakini adanya Kebesaran Allah SWT. lewat segala sesuatu yang telah diciptakan. Menurut tafsir Shihab (2002) Allah SWT. menciptakan manusia dengan bentuk yang sempurna, serta berbagai jenis hewan yang menunjukkan bukti kuat atas Kebesarannya bagi orang-orang yang meyakini. Penciptaan berbagai hewan ini salah satu nya. Arti kata دَابَّةٍ pada ayat ini memiliki makna hewan melata yang mana salah satu kelompok hewan melata adalah cacing tanah, yang mana cacing tanah memiliki peran yang sangat penting untuk makhluk hidup lain. Cacing memiliki peran penting dalam kesuburan tanah secara langsung berdampak pada kualitas pertumbuhan tanaman.

Pengelolaan lahan untuk agroforestri kopi merupakan salah satu langkah untuk menjaga kelestarian serta mempunyai banyak manfaat untuk manusia serta makhluk hidup lain. Widiyanto (2013) menjelaskan bahwa adanya agroforestri khususnya pada agroforestri kompleks lebih disarankan karena hal ini dapat mengurangi serta mencegah adanya pembukaan lahan untuk pertanian karena pada

sistem agroforestri secara tidak langsung merupakan upaya konservasi flora dan fauna. Alih fungsi lahan untuk pembangunan dan pertanian dapat mengurangi populasi flora dan fauna, dan apabila banyak dilakukan maka akan terjadi kerusakan pada ekosistem yang lebih kompleks. Hal ini bertentangan dengan tugas manusia yang mana sebagai khalifah di bumi bukan untuk melakukan kerusakan. Allah SWT. berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ۚ

Artinya: “Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (Al-Baqarah [2] : 30).

Menurut tafsir Shihab (2002) Allah SWT. telah menciptakan manusia dan ditempatkan di bumi serta memberikan manusia pengetahuan mengenai berbagai hal. Allah SWT. menjadikan Adam beserta keturunannya sebagai penguasa/khalifah agar dapat membangun dan menjaga bumi. Meskipun malaikat mengatakan bahwa manusia adalah makhluk yang dapat memberikan kerusakan serta melakukan pertumpahan darah, namun Allah SWT. berfirman bahwa Ia lebih mengetahui segala sesuatu yang ada di alam semesta dan segala penciptaan-Nya yang tidak diketahui malaikat. Hal ini mencerminkan bahwa manusia telah diciptakan Allah SWT. untuk merawat, melestarikan dan menjaga bumi. Manusia diberi pengetahuan dalam berbagai hal yang mana menjadi bekal untuk membangun kehidupan yang baik di bumi. Kekhawatiran malaikat mengenai manusia sebagai makhluk yang dapat melakukan kerusakan di bumi menjadikan

sebuah pengingat agar selalu menjaga kelestarian bumi, karena Allah SWT. telah menjadikan manusia sebagai penguasa/khalifah di bumi tentu saja dengan kapasitas yang telah di kehendaki oleh-Nya.

Bentuk rasa bersyukur manusia terhadap segala sesuatu yang terjadi di ekosistem yaitu salah satunya dengan adanya penelitian mengenai keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks. Dengan dilakukannya penelitian keanekaragaman ini sebagai alaman soleh manusia untuk bersyukur atas nikmat Allah SWT serta mendapat pemahaman yang lebih baik dalam memelihara dan menjaga ekosistem alam seperti dalam surah Al A'raf ayat 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتَهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرِجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ  
الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ۝٥٨

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Tuhan; dan tanah yang buruk, tanaman-tanamannya yang tumbuh merana. Demikianlah Kami menjelaskan berulang-ulang tanda-tanda (kebesaran Kami) bagi orang-orang yang bersyukur”.

Penjelasan mengenai ayat 58 menurut Shibab (2002) yaitu berhubungan erat dengan kesuburan tanah. Kandungan tafsir tersebut berhubungan dengan ilmu biologi yang fokus pada tanaman. Tanah yang subur akan membuat tanaman tumbuh secara bertahap. Tanaman yang tumbuh dengan baik dan bermanfaat untuk sekitarnya dikeluarkan atau di tumbuhkan dari tanah di suatu ekosistem dengan kondisi tanah yang subur dengan diturunkan hujan sedangkan tanah yang tandus tidak dapat menghasilkan tanaman yang baik hal ini semua atas kehendak Allah SWT. Allah memberikan perumpamaan pula dengan tanah yang baik dan subur serta tanah yang buruk dan tidak subur untuk menjelaskan sifat dan tabiat manusia dalam menerima dan menempatkan petunjuk Allah SWT. Perumpamaan tersebut

berlaku juga untuk orang mukmin, yang mana apabila seseorang telah memiliki kebaikan maka amalan yang dilakukannya juga baik, begitu pula dengan orang kafir yang perbuatannya akan menjadi buruk untuk sekitar. Dengan demikian Allah SWT. menunjukkan kekuasaanNya bagi orang-orang yang bersyukur kepada Allah dengan berupa perbuatan maupun perkataannya. Tujuan penelitian ada suatu amal kebajikan terhadap lingkungan alam dengan menjaga dan mempertahankan kelestarian yang sudah baik menjadi lebih baik lagi, dampak selanjutnya juga akan dirasakan oleh hewan dan manusia karena lingkungan ekosistem menjadi lebih baik. Perbuatan kebermanfaatan yang dilakukan dengan mengharapkan ridho Allah SWT.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Genus cacing tanah yang diperoleh di agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang yaitu genus *Pheretima*, *Pontoscolex* dan *Perionyx*.
2. Indeks Keanekaragaman ( $H^1$ ) cacing tanah menggunakan indeks Shannon-Wiener yang diperoleh di agroforestri kopi sederhana sebesar 0,80 dan agroforestri kopi kompleks sebesar 0,88, keduanya dapat dikategorikan rendah karena memiliki nilai indeks keanekaragaman  $<1$  yang mana berlokasi di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Indeks Dominansi pada kedua agroforestri sederhana dan kompleks dikatakan rendah yaitu sebesar 0,5074 dan 0,4514, nilai Indeks Kemerataan (E) pada agroforestri sederhana sebesar 0,7445 dan agroforestri kompleks sebesar 0,8048. nilai Indeks Kesamaan kedua lahan agroforestri sebesar 0,75. Kemudian untuk perhitungan nilai kepadatan cacing tanah di agroforestri kopi sederhana terdiri dari genus *Pheretima* dengan nilai kepadatan 272 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya adalah 64,15 %, genus *Pontoscolex*nya yaitu 129,33 Individu/m<sup>3</sup> dan diperoleh kepadatan relatifnya sebesar 30,50 % dan genus *Perionyx* dengan nilai kepadatan sebesar 22,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan

relatifnya yaitu 5,34 %. Pada lahan agroforestri kopi kompleks diketahui genus *Pontoscolex* dengan nilai kepadatan yaitu 372 Individu/m<sup>3</sup> dengan kepadatan relatif sebesar 54,59 %, Genus *Pheretima* di agroforestri kompleks memiliki nilai kepadatan sebesar 262,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya 38,55 % dan genus *Perionyx* yaitu sebesar 46,67 Individu/m<sup>3</sup> dan kepadatan relatifnya adalah 6,84 %.

3. Faktor fisik-kimia yang diperoleh di agroforestri kopi sederhana di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang adalah nilai rata-rata suhu adalah 26 °C, kelembapannya berada di 68,83 %, pH sebesar 6,1, C-Organik sebesar 1,39 %, N-total sebesar 0,10%, C/N Nisbah sebesar 13,47, bahan organik sebesar 2,39%, Fosfor (P) sebesar 9,02 mg/kg dan Kalium (K) yaitu 0,15 mg/100. Sedangkan di agroforestri kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang di peroleh nilai rata rata suhu sebesar 27,25 °C, kelembapannya berada di 70,88 %, pH sebesar 6,5, C-Organik sebesar 1,42 %, N-total sebesar 0,11%, C/N Nisbah sebesar 13,53, bahan organik sebesar 2,44%, Fosfor (P) sebesar 13,16 mg/kg dan Kalium (K) sebesar 0,16 mg/100.

4. Korelasi genus cacing tanah terhadap faktor fisik-kimia tanah di agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang yaitu diperoleh hasil bahwa pada genus *Pheretima* memiliki korelasi positif terhadap C/N Nisbah dan pH dan berkorelasi negatif terhadap suhu, kelembapan, C-Organik, N-Total, bahan organik, P dan K. Sedangkan genus *Pontoscolex* berkorelasi positif terhadap suhu, kelembapan, pH, C-Organik, N-Total, bahan organik dan P, dan berkorelasi negatif terhadap C/N dan K. Sementara untuk genus *Perionyx* memiliki korelasi positif terhadap semua faktor fisik-kimia (suhu, kelembapan, pH, C-Organik, N-Total, C/N, bahan organik, P dan K).

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan lebih detail mengenai perbedaan saat dilakukan di musim kemarau dan penghujan
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih memperhatikan letak antara pohon kopi dengan pohon naungan sehingga dapat menentukan plot yang sesuai untuk mewakili semua naungan di lahan agroforestri agar lebih maksimal

## DAFTAR PUSTAKA

- AAK. (1988). *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Adedire, M. O. (2004). Environmental protection: the agroforestry option. *Nigerian journal of Forestry*. 34(1), 1-6.
- Aguilar, B., & Klocker, J. (2000). *The Costa Rican Coffee Industry*. In Quantifying sustainable development (pp. 595-627). Academic Press.
- Akbar, dkk. (2020). Rancang bangun peternakan cerdas cacing tanah merah berbasis internet of things. *e-Proceeding of Engineering: Vol.7, No.1*
- Ali, M. A., Agus H. & Yanto S. (2016). Penentuan Bentuk Dan Ukuran Plot Contoh Optimal Pengukuran Keanekaragaman Spesies Tumbuhan Di Hutan Pegunungan Bawah. *Media Konservasi*. 21 (1): 42-47.
- Anas, I. (1990). Penuntun praktikum metoda penelitian cacing tanah dan nematoda. *Depdikbud Dirjen Dikti PAU IPB*. Bogor.
- Anas, I. (1990). *Penuntun praktikum metoda penelitian cacing tanah dan nematoda*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Anshori, M. F. (2014). *Analisis keragaman morfologi koleksi tanaman kopi arabika dan robusta Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Sukabumi. Fakultas Pertanian*. Institut Pertanian Bogor.
- Anwar, E. K. (2009). Efektivitas cacing tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam proses dekomposisi bahan organik. *Journal of Tropical Soils*, 14(2), 149-158.
- Anwar, E.K dan Ginting, R.C.B. (2013). *Mengenal fauna tanah dan cara identifikasinya*. Jakarta: IAARD Press.
- Asfaw Tessema, F. (2021). Effect of intercropping of arabica coffee (*Coffea arabica* l.) with banana (*musa* spp.) on yield and yield components of the component crops and coffee quality at metu, southwestern Ethiopia. *Doctoral dissertation, Jimma University*.
- Assanthi, A. N. (2014). Prevalensi Cacing Tubifex yang terinfeksi Myxobolus di Sentra Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) di Desa Nglegok, Kabupaten Blitar-Jawa Timur. *Doctoral dissertation*. Universitas Airlangga.
- Astuti, P. (2013). Hubungan populasi dan biomassa cacing tanah dengan proiritas kemantapan agregat dan permeabilita tanah pada penggunaan lahan yang berbeda di Vertisol Gondangrejo. *Skripsi prodi agrotrknologi fakultas pertanian* diakses pada tanggal 27 Nov 2022.
- Atmojo, S. W. (2003). *Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan Upaya pengelolaannya*. Surakarta: UNS Press.
- Azwar, Saifuddin. (2001). Asumsi-asumsi dalam inferensi statistika. *Buletin Psikologi*. 9.1.
- Bachtiar, Y. (2007). *Menghasilkan pakan alami untuk ikan hias*. Jakarta: Agromedia Pustaka. Hal 19.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2016). *Kecamatan Dampit dalam Angka*. Malang: Kurnia Offshet.
- Bae, Y. S., Kim, J., Yi, J., Park, S. C., Lee, H. Y., & Cho, S. J. (2020). Characterization of *Perionyx excavatus* development and its head regeneration. *Biology*. 9(9), 273.
- Baker, G. & Vicki B. (1994). *Earthworm Identifier*. Csiro Australia: Australia.

- Baker, G., & Barrett, V. (1994). *Earthworm identifier; publication of Council of scientific and industrial research organization*. Australia.
- Bardgett, R. D., & Van Der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*. 515(7528), 505-511.
- Bardgett, R.D. (2005). *The biology of soil: a community and ecosystem approach*. New York: Published in the United States by Oxford University Press Inc.
- Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological economics*, 64(2), 269-285.
- Barrios, E., Sileshi, G. W., Shepherd, K., & Sinclair, F. (2012). Agroforestry and soil health: linking trees, soil biota and ecosystem services. *Soil ecology and ecosystem services*, 14, 315-330.
- Barrios, E., Valencia, V., Jonsson, M., Brauman, A., Hairiah, K., Mortimer, P. E., & Okubo, S. (2018). Contribution of trees to the conservation of biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 14(1), 1-16.
- Batisse, M. (1997). Biosphere reserves: a challenge for biodiversity conservation & regional development. *Environment: Science and policy for sustainable Development*. 39(5), 6-33.
- Blakemore, R. J., Csuzdi, C., Ito, M. T., Kaneko, N., Paoletti, M. G., Spiridonov, S. E & Van Praagh, B. D. (2007). Megascolex (Promegascolex) mekongianus Cognetti, 1922 its extent, ecology and allocation to Amyntas (Clitellata/Oligochaeta: Megascolecidae). *Opuscula Zoologica Budapest*. 36, 19-30.
- Blakemore, R. J., Ito, M. T., & Kaneko, N. (2007). Alien earthworms in the Asia/Pacific region with a checklist of species and the first records of *Eukerria saltensis* (Oligochaeta: Ocnerodrilidae) and *Eiseniella tetraedra* (Lumbricidae) from Japan, and *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae) from Okinawa. *Assessment and control of biological invasion risks*. 173-181.
- Bonkowski, M., Griffiths, B. S., & Ritz, K. (2000). Food preferences of earthworms for soil fungi. *Pedobiologia*. 44(6), 666-676.
- Bouche, M. (1977). Strategies Lumbriciens. *Ecol. Bull, Stockholm*. 25,122-132.
- Bouche, M.B. (1972). *Lombriciens de France. Ecologie et Systematique (nhorsserie)*. Institut National de la Recherche Agronomique. Annales de Zoologie-Ecologie Animale. INRA Editions. 671111.
- Brian, H.McArdle. (2013). Population Density-Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition). *Elsevier*. Pages 157-167.
- Briones, M. J. I., Morán, P., & Posada, D. (2009). Are the sexual, somatic and genetic characters enough to solve nomenclatural problems in lumbricid taxonomy? *Soil Biology and Biochemistry*. 41(11), 2257-2271.
- Brown, L.E. 1987. *Ecology of Soil Organism*. London: Heinemann Educational Books LTD.
- Budd, G.C. (2005). *Tubifex tubifex River worm*. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. *marine life information network: biology and sensitivity key information reviews*. [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Budiarti dan Palungkun. (1992). *Cacing tanah: aneka cara budidaya, penanganan lepas panen, peluang campuran ransum ternak dan ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Bullock, C., Kretsch, C., & Candon, E. (2008). *The economic and social aspects of biodiversity: benefits and costs of biodiversity in Ireland*. London, UK: Stationery Office.
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., ... & Brussaard, L. (2018). Soil quality—A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105-125.
- Burton, M. (1898). *International wildlife encyclopedia. Vol. 3*. New York: Marshall Cavendish Corporation. Pp 2769-2770.
- Carroll, C., Merton, L., & Burger, P. (2000). Impact of vegetative cover and slope on runoff, erosion, and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland coal mines. *Soil Research*. 38(2), 313-328.
- Ciptaningsih, E. (2012). Uji aktivitas antioksidan dan karakteristik fito kimia pada kopi luwak arabika dan pengaruhnya terhadap tekanan darah tikus normal dan tikus hipertensi. *Tesis*. Universitas Indonesia.
- Ciptanto, S. (2011). *Identifikasi cacing tanah*. Jakarta: Gramedia.
- Coleman, D. C., Crossley, D. A. & Jr., Hendrix, P. F., (2004). *Foundamental Of Soil Ecology; Second Edition*. USA. Elseveir Academic Press
- Csuzdi, C. (1996). Revision der Unterfamilie Benhamiinae Michaelsen, 1897 (Oligochaeta: Acanthodrilidae). Revision of the Subfamily Benhamiinae Michaelsen, 1897 (Oligochaeta: Acanthodrilidae). *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Zoologisches Museum und Institut für Spezielle Zoologie (Berlin)*. 72(2), 347-367.
- Darmawan, A, Setyawati, T.R & Yanti, A.H. (2014). Keanekaragaman cacing tanah (Kelas Oligochaeta) di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Protobiont*. Vol 3 (2), hal. 171 – 17
- Darmawan, A. N. D. Y., Raffiudin, R. I. K. A., & Widarto, T. H. (2012). Morphological characters and histology of *Pheretima darnleiensis*. *Hayati Journal of Biosciences*. 19(1), 44-48.
- Darmawan, A. N. D. Y., Raffiudin, R. I. K. A., & Widarto, T. H. (2012). Morphological characters and histology of *Pheretima darnleiensis*. *Hayati Journal of Biosciences*, 19(1), 44-48.
- Darmawan, A., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2014). Keanekaragaman cacing tanah (Kelas Oligochaeta) di Sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal protobiont*. 3(2).
- De Chiara, J., & Koppelman, L. (1978). *Site planning standards*. McGraw-Hill Companies.
- De Foresta, H, Michon, G. (1997). The agroforest alternative to imperata grasslands: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability. *Agroforestry systems*. 36:105-120.
- De Foresta, H., Michon, G., & Kusworo, A. (2000). *Complex agroforests* (p. 21). Bogor: International Centre for Research in Agroforestry Southeast Asian Regional Research Programme.
- DeLong, J.R. D. C. (1996). Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*. 24, 738-749.
- Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Perkebunan. (2009). *Statistik perkebunan Indonesia 2008-2010: kelapa sawit (oil palm)*. Jakarta: sekretariat direktorat jenderal perkebunan.

- Dwiastuti, S. & Suntoro. (2009). Eksistensi cacing tanah pada lingkungan berbagai sistem budidaya tanaman di lahan berkapur. *Jurnal Universitas Sebelas Maret*. 5 (20).
- Easton, E. G. (1979). A revision of the "acaecate" earthworms of the pheretima group (Megascolecidae: Oligochaeta): Archipheretima, Metapheretima, Phanapheretima, Pleionogaster And Polypheretima. *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist. Zool.; Gbr; Da*. Vol. 35; No 1; 126.
- Easton, E.G. (1981). Japanese earthworms: a synopsis of the Megadrile species. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology*. 40(2):33.65.
- Edwards C A Lofty J R. (1972). *Biology of Earthworms*. London: Chapman & Hall. 283 pp.
- Edwards, C. A & Arancon, N. Q. (2022). Earthworm morphology. In *Biology and Ecology of Earthworms* (pp. 1-31). *Springer*. New York.
- Edwards, C. A & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). *Springer. Science & Business Media*.
- Edwards, C. A & Lofty, J. R. (1977). *Biology of Earthworms*. London: Chapman & Hall.
- Edwards, C. A. (2020). *Sustainable agricultural systems*. CRC Press.
- Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). London: Chapman and Hall. Pages: 426.
- Edwards, C.A. dan Bohlen, P.J. (1996). *Biology and ecology of earthworms*. 3rd ed. London: Chapman & Hall.
- Eisenhauer, N., Stefanski, A., Fisichelli, N. A., Rice, K., Rich, R., & Reich, P. B. (2014). Warming shifts 'worming': effects of experimental warming on invasive earthworms in northern North America. *Scientific Reports*. 4(1), 1-7.
- Elfayetti. (2017). Analisis kadar hara pupuk organik kascing dari limbah kangkong dan bayam. *Jurnal Geografi*, 9(1), 1-10.
- Ernawati, R., & Arief, R. W. (2008). *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Evans, A. C., & Guild, W. M. (1947). Studies on the relationships between earthworms and soil fertility: I. Biological studies in the field. *Annals of Applied Biology*. 34(3), 307-330.
- Evans, J. (1992). *Plantation forestry in the tropics: tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes*. Oxford: Oxford University Press.
- Fachrul, F.M. (2012). *Metode Sampling Bioekologi Cetakan Ke 3*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Farah, A., & dos Santos, T. F. (2015). The coffee plant and beans: An introduction. In *Coffee in health and disease prevention* (pp. 5-10). *Elsevier Inc*.
- Fernandes, E. A. D. N., Sarriés, G. A., Mazola, Y. T., de Lima, R. C., Furlan, G. N., & Bacchi, M. A. (2022). Machine learning to support geographical origin traceability of *Coffea arabica*. *Adv. Artif. Intell. Mach. Learn.*, 2(1), 273-287.
- Firmansyah, T. R. Setyawati. & A. H. Yanti. 2017. Struktur komunitas cacing tanah (Kelas Oligochaeta) di kawasan hutan Desa Mega Timur Kecamatan Sungai Ambawang. *Jurnal Protobiant*. 6(3): 108-117.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Global Forest Resources Assessment (FAO). (2010). *FAO Forestry Paper 163*.

- Gabungan Eksportir Kopi Indonesia. (2013). Pameran spesialti kopi indonesia pada acara "SCAJ-10th" 25-27 September 2013 di Tokyo Big Sight (West Event Hall 4), diakses pada 28 agustus 2022, <http://gaeki.or.id/wpcontent/uploads/2013/10/LAPORAN-PAMERAN-SCAJ-10TH-DITOKYO.pdf>
- Gajasen J, Matta-Machado R, Jordan C.F. (1996). *Diversified agroforestry systems: butters for biodiversity reserves, and land bridges for fragmented habitats in the tropics*. In: Szaro RC, Johnson DW (eds) *Biodiversity in managed landscapes; theory and practice*. Oxford: Oxford University Press. pp 506–513.
- Gesriantuti. (2016). Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah Pada Lahan Gambut Bekas Kebakaran dan Hutan Lindung di Desa Kasang Padang, Kecamatan Bonaidarusalam. *Jurnal photon*. Vol 7. no1.
- Giller, (1997). Agriculture intensification, soil biodiversity, and agroecosystem function. *Applied soil ecology*. 6: 3–16.
- Gily, P., Gulo, Y., Lailani, D., Soraya, A., Wardhani, F. M., Nasution, S. W., & Wahyuni, S. (2020). Analyze effectiveness extract of worm *Lumbricus rubellus* and Pheretima based on bacteria *Salmonella typhi* and Staphylococcus. *International journal of scientific engineering and science*. 4(2), 1-5.
- Glennie, R., Buckland, S. T., & Thomas, L. (2015). The effect of animal movement on line transect estimates of abundance. *PloS one*. 10(3), e0121333.
- Google Earth. (2022). <http://www.Earthgoogle.com> . Diakses Tanggal 12 September 2022.
- Hairiah, K, Sardjono, MA, Sabarmirdin, S (2003). *Pengantar Agroforestri. Indonesia World Agroforestry Centre (ICRAF)*. Bogor: Southeast Asia Regional Office.
- Hairiah, K. & Sunaryo. (2004). Ketebalan serasah sebagai indikator daerah aliran sungai (DAS) sehat. *Journal of world agroforestri center*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hairiah, K., Mustofa. A. S. & Sambas S. (2003). *Bahan ajar 1 pengantar Agroforestri*. World agroforestri centre (ICRAF): Southeast Asia.
- Hairiah, K., van Noordwijk, M., & Suprayogo, D. (2002). *Interaksi antara pohon-tanah-tanaman semusim: kunci keberhasilan atau kegagalan dalam sistem agroforestri*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia.
- Hanafiah, K.A., A. Napoleon, & N. Ghofar. 2005. *Biologi Tanah, Dan Mikrobiologi Tanah.. Pt. Raja Grafindo Persada: Jakarta*
- Handayanto, E & Hairiah. K., (2007). *Biologi Tanah. Yogyakarta: Pustaka Adipura*.
- Handayanto, E. (2009). *Biologi Tanah. Landasan Pengelolaan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Adipura.
- Haniefan, N., & Basunanda, P. (2022). Eksplorasi dan Identifikasi Tanaman Kopi Liberika di Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal. *Vegetalika*, 11(1). 11–18.
- Hardiwinoto, S., Rahayu, N., Agus, C. D., Nurjanto, H. H., Widiyatno, W., & Supriyo, H. (2005). Peranan Bahan Organik Bernisbah C/n Rendah Dan Cacing Tanah Untuk Mendekomposisi Limbah Kui. *it Kayu Gmelina Arborea (the Roles of Low C/n Ratio Organic Matters and Earthworms to Decompose*

- Waste Barks of Gmelina Arborea). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 12(3), 159-171.
- Hartanto, D. P. (2019). *Arena Statistics: Analisis Korelasi*. UPI Press: Bandung.
- Hasbullah, U. H. A., Nirwanto, Y., Sutrisno, E., Lismaini, L., Simarmata, M. M., Nurhayati, N., Rokhmah, L.N., Herawati, J., Setiawan, R.B., Xyzquolyna, D., Ferdiansyah, M.K., Anggraeni, N & Dalimunthe, B. A. (2021). *Kopi Indonesia*. Yayasan Kita Menulis.
- Hendriksen, N.B. (1990). Leaf Litter Selection by Detritivor Geophagous Earthworms. *Biol. Fertil. Soils*. 10: 17-21.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427-432.
- Husamah, H. (2017). *Ekologi Hewan Tanah (Teori Dan Praktikum)*. UMM Press: Malang.
- Iman. (2014). Keanekaragaman Serangga dan Laba-laba pada Pertanaman Padi Organik dan Konvensional. *Jurnal Hpt* .Vol.2 No.2.
- Ishizuka, K. (1999). A review of the genus *Pheretima* s. lat. (Megascolecidae) from Japan. *Edaphologia*. 62:55-80.
- Ishizuka, K. (1999). A review of the genus *Pheretima* s. lat.(Megascolecidae) from Japan. *Edaphologia* (Japan). pp. 55-80.
- Jacob, D. E., Ufot, I. N., & Sotande, A. O. (2013). Climate change adaptation and mitigation through agroforestry principles in the Sahel Region of Nigeria. In *proceedings of the 35th annual conference of the forestry association of Nigeria*. Sokoto, Nigeria. (pp. 11-16).
- Jayanthi, S., R. Widhiastuti, & E. Jumilawaty,. (2014). Komposisi komun cacing Tanah pada lahan pertanian organik dan anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik*. 2(1): 1-76.
- Jayanthi, S., Widhiastuti, R., & Jumilawaty, E. (2018). Komposisi komunitas cacing tanah pada lahan pertanian organik dan anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*. 2(1), 1-9. Vol. 2, No. 1, Hal. 1-76.
- John, A. (1998). Pengaruh pemupukan dengan limbah cair pabrik kelapa sawit ke areal kebun terhadap cacing tanah untuk memantau kualitas tanah secara biologis. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- John, A.H. (1984). Faktor-faktor yang Mempengaruhi terhadap Populasi Cacing Tanah. *Paper*. Sarjana Muda Jurusan Biologi FMIPA hal. 26. Padang.
- John, A.H. (1984). Faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap populasi cacing tanah. *Paper Sarjana Muda Jurusan Biologi FMIPA*, Padang. hal. 26.
- Johnson-Maynard, J. O. D. I., & Lugo-Perez, J. A. V. I. E. R. (2006). Earthworm populations, microbial biomass and coffee production in different experimental agroforestry management systems in Costa Rica. *Carib J Sci*, 42, 397-409.
- Karyati, K., Putri, R. O., & Syafrudin, M. (2018). Suhu dan kelembaban tanah pada lahan revegetasi pasca tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur. *AGRIFOR: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 17(1), 103-114.
- King, K. F. S. (1979). Agroforestry and the utilisation of fragile ecosystems. *Forest ecology and management*. 2, 161-168.

- Krebs, C.J. (2009). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. San Fransisco: Benjamin cummings.
- Larsen, B. B., Miller, E. C., Rhodes, M. K., & Wiens, J. J. (2017). Inordinate fondness multiplied and redistributed: the number of species on earth and the new pie of life. *The Quarterly Review of Biology*, 92(3), 229-265.
- Lee, K. E. (1985). *Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press Inc.
- Lee, K. E., (1985). *Eartworm their ecology and relationship with soil and land use*. Florida: Academic Press Orlando.
- Lind, Marchal & Wathen. (2008). *Teknik-teknik statistika dalam bisnis dan ekonomi menggunakan kelompok data global*. Buku 2 Edisi 13. Jakarta: Salemba Empat.
- Liu, R., Zhu, F., Song, N., Yang, X., & Chai, Y. (2013) Seasonal distribution and diversity of ground arthropods in microhabitats following a shrub plantation age sequence in desertified steppe. *PLoS One*, 8(10).
- Loongyai, W., Bangrak, P., & Chantsavang, S. (2011). External morphological comparison, taxonomic revision and molecular differentiation of the four economically important species of earthworm in Thailand. *International journal of agriculture & biology*.13(4).
- Ludwig, J.A & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical ecology*. A wiley-Interscience publication. New York: John Wiley & Sons.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm.
- Maknun, Djohar. (2017). *Ekologi: populasi, komunitas, ekosistem, mewujudkan kampus hijau, asri, islami dan ilmiah*. Cirebon: Nurjati Press.
- Malavolta, E., & Netto, A. V. (1989). *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros* (p. 153). Piracicaba: Potafos.
- Membrasar, R. E., Keliopas K., & Sita R. 2018. Keanekaragaman, kerapatan, dan dominansi cacing tanah di bentang alam Pegunungan Afrak. *Jurnal Biologi*. 1(1) 22-30.
- Mishra, C. S. K., & Samal, S. (2021). *Rediscovering earthworms*. England: Cambridge Scholars Publishing.
- Mulat, T. (2003). *Membuat dan memanfaatkan kascing pupuk organik berkualitas*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Nair, P. R. (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry systems*. 3(2), 97-128.
- Najiyati dan Danarti. (2012). *Kopi: budidaya dan penanganan lepas panen*. Jakarta: Penebar swadaya.
- Narayanan, S. P., Sathrumithra, S., Christopher, G & Julka, J. M. (2017). New species and new records of earthworms of the genus *Drawida* from Kerala part of the Western Ghats biodiversity hotspot, India (Oligochaeta, Moniligastridae). *ZooKeys*. (691), 1.
- Nauhauser, Ef., Raymond C.L. & Michael R.M. (1988). The Potential Of Earthworms For Menaging Sewage sludge.In. *Journal Eartworms In Weste Any Enviromental Management*. SPB. Academic.
- Nilawati, S., Dahelmi. Dan Nurdin, E. (2014). Jenis-jenis cacing tanah (Oligochaeta) yang terdapat di kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera

- Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas. organik dan konvensional di Bedugul. AGROTOP*. Vol 9, no 1.
- Nirmala, Natarajan dan Nirmala Devi. 2014. The use of earthworm *Eudrilus eugeniae* in the breakdown and management of poultry waste. *Journal of environmental science*. Vol 8, no 1.
- Nolan, K. A., & Callahan, J. E. (2006). Beachcomber biology: The Shannon-Weiner species diversity index. In *Proc. Workshop ABLE*, Vol. 27, pp. 334-338.
- Noordwijk, M. V., & Lusiana, B. (1999). WaNuLCAS, a model of water, nutrient and light capture in agroforestry systems. In *Agroforestry for sustainable land-use fundamental research and modelling with emphasis on temperate and mediterranean applications* (pp. 217-242). *Springer*. Dordrecht.
- Nopasgiarti, T., Deno O., G. Marlina. (2020). Analisis C- Organik, Nitrogen, dan C/N tanah pada lahan agrowisata bekenjaya. *Agrosains dan Teknologi*. 5(1).
- Nordstrom, S. & Rundgren, S. (1974). Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. *Pedobiologia*. 14, 1-27.
- Nuga, B.O., and Iheanacho, C.O., (2011). Application of agroforestry practice in soil conservation and erosion control: in book reading in forestry. *Wildlife management and fisheries*. Vol.2. Pp 316-337
- Nurrohman, E., Abdullah R., & Sri W., 2018. Studi hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C- Organik dan OrganopospHat tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen*. 4 (1).
- Owolabi, O. O. (2010). Climate and Biodiversity conservation in Nigeria; The perceived Adaptations. In *Proceedings of the 2nd Biennial Conference of the Forest products society*. Pp20-24.
- Panggabean, E. (2011). *Buku Pintar Kopi*. Jakarta (ID): Agro Media Pustaka.
- Paoletti, M. G. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 137-155.
- Paul, E.A and F.E Clark. (1996). *Soil microbiology and biochemistry*. San Diego: Academic Press, Inc.
- Pennak, R.W. (1978). *Freshwater invertebrates of United States. A wiles intescience publication*. New York: John Wiley and Sons.
- Permana, S. R. (2015). *Keanekaragaman Serangga Tanah di Cagar Alam Manggis Gadungan dan Perkebunan Kopi Mangli Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri*. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Plisko, J. D., & Nxele, T. C. (2015). An annotated key separating foreign earthworm species from the indigenous South African taxa (Oligochaeta: Acanthodrilidae, Eudrilidae, Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae, Microchaetidae, Ocnerodrilidae and Tritogeniidae). *African Invertebrates*. 56(3), 663-708.
- Presley, M. L., McElroy, T. C., & Diehl, W. J. (1996). Soil moisture and temperature interact to affect growth, survivorship, fecundity, and fitness in the earthworm *Eisenia fetida*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 114(4), 319-326.
- Price, P. W. (1975). *Insect Ecology*. New York: John Willey and Sons.

- Purwaningrum, Y. (2012). Peranan cacing tanah terhadap ketersediaan hara di dalam tanah. *Agriland*. 1(2).
- Purwaningrum, Y. 2012. Peranan Cacing Tanah Terhadap Ketersediaan Hara di Dalam Tanah. *Agriland*. 1(2).
- Puspitasari, W. (2008). Pengaruh beberapa media terhadap pertumbuhan dan perkembangan cacing tanah. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA IPB. Bogor
- Pyron, M. (2010). Characterizing communities. *Nature education knowledge*. 3(10): 39.
- Qudratullah, H., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2013). Keanekaragaman cacing tanah (Oligochaeta) pada tiga tipe habitat di Kecamatan Pontianak Kota. *Jurnal Protobiont*, 2(2).
- Qudratullah, H., T. R. Setyawati, & A. H. Yanti. (2013). Keanekaragaman cacing Tanah (oligochaeta) pada tiga tipe habitat di Kecamatan Pontianak Kota. *Jurnal Protobiont*. 2 (2): 56 – 62.
- Rahardjo, P. (2012). *Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Ramawati, R., T. Soedarto, & E. Nurhadi. (2019). Pengolahan Kopi Dan Analisis Nilai Tambah Kopi Robusta di Kecamatan Tutur Kabupaten Pasuruan. *Berkala Ilmiah Agribisnis Agridevina*. 8 (2).
- Rasiska, S., & Khairullah, A. (2017). Efek tiga jenis pohon penayang terhadap keragaman serangga pada pertanaman kopi di Perkebunan Rakyat Manglayang, Kecamatan Cilengkrang, Kabupaten Bandung. *Agrikultura*. 28(3).
- Reynolds, J. W. (1980). The earthworm family Sparganophilidae (Annelida, Oligochaeta) in North America. *Megadrilologica*. 3(12), 189-204.
- Rothfos, B. (1980). *Coffee production*. Gordian Max Rieck GmbH.
- Sari, M., & Lestari, M. (2014). Kepadatan dan distribusi cacing tanah di areal Arboretum Dipterocarpaceae. 1,5 Ha Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. *Lectura*. 5 (1).
- Satchell, J.E. (1967). Lumbricidae. In: Burges A, Raw F, editors. *Soil Biology*. London and New York: Academic Press. pp. 259–322.
- Schroth G, Dan Foneseca AB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac A-MN. (eds) (2004). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington: Island Press, DC.
- Setyaningsih, H., Hairiah K., & Dewi, W. S. (2014). Respon cacing penggali tanah *Pontoscolex corenthrurus* terhadap berbagai kualitas serasah. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*. 1 (2): 58-69.
- Shihab, M. Q. (2003). *Tafsir Al- Misbah; Pesan, Kesan dan Keserasian Al- Quran*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sihombing, (2002). *Pemanfaatan limbah ruminansia untuk mengurangi pencemaran lingkungan*. Makalah. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Simarmata, T. (2012). *Ekologi Biota Tanah*. Bandung: Prima Press.
- Simberloff, D and Marcell, R. (2011). *Encyclopedia of biological invasions*. California: University of California Press.
- Sinha, M. P., R. Srivastava, & D.K. Gupta. 2013). Earthworm biodiversity of Jharkand: Taxonomy description. *The bioscan*. 8 (1): 293-310.

- Sinollah, S. (2019). Tatakelola wilayah sumber mata air Tirta Arum, Desa Srimulyo, Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *Community Development Journal*. 3(2), 71-81.
- Siombo, R. M. (2012). *Hukum lingkungan dan pelaksanaan pembangunan berkelanjutan di Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Smith, T.M. (2006). *Element of Ecology Sixth Edition*. San Fransisco: San Fransisco: Person Education.Inc.
- Sobari, I., Sakiroh, dan E. H. Purwanto. (2012). Pengaruh jenis tanaman penabung terhadap pertumbuhan dan persentase tanaman berbuah pada kopi arabika varietas Kartika 1. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. 3 (3): 217-222.
- Stephenson, J. (1923). *The Fauna of British India Including Ceylon and Burma: Published Under the Authority of the Secretary of State for India in Council. Oligochæta*. Taylor & Francis.
- Sudomo, A., & Ary W. (2017). Produktivitas serasah sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan sumbangannya bagi unsur kimia makro tanah. *Prosding Seminar Nasional Geografi UMS*.
- Sugiyono & Wibowo, E. (2012). *Statistika Untuk Penelitian Cetakan Ke 5*. Alfabeta: Bandung.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*, cetakan ke-24. Bandung: Alfabeta.
- Suheriyanto, D., (2008). *Ekologi Serangga*. UIN Malang Press: Malang.
- Suin, N. M. (2003). *Ekologi Hewan Tanah Cetakan Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suin, N. M., (2018). *Ekologi Hewan Tanah Cetakan Ke-Empat*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Suin, N.M. (1982). Cacing tanah dari biotop hutan, belukar dan kebun di Kawasan Gambung Jawa Barat. *Tesis Pasca Sarjana (S2)*. ITB. Bandung, Hal. 72-74.
- Suin, N.M. (1982). Cacing tanah dari biotop hutan, belukar dan kebun di Kawasan Gambung Jawa Barat. *Thesis*. Pasca Sarjana S2 (ITB) Bandung. Hal 72-74.
- Sukaryorini, P., Ayu M. F., & S. Santoso. (2016). Effect of organik matter on availability Ammonium, C- Organik and population soil microorganism entisol. *Plumula*. 5(2).
- Supono dan Arbi, U.Y. (2010). Struktur komunitas ekhinodermata di padang lamun perairan Kema, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36 (3): 329-342.
- Sutanto, R. (2002). *Penerapan pertanian organik permasyarakatan dan pengembangannya*. Yogyakarta: Kansius.
- Suwarno, S. D. (2015). Hubungan kepadatan cacing tanah dan kascing pada berbagai penggunaan lahan di Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *In Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*. Sebelas Maret University.
- Suyuti, A. I. (2014). Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri berbasis kopi di Desa Puncu Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Sweetser, H. M. (2012). A Chapter in the history of coffee: a critical edition and translation of Murtada az-Zabidi's epistle on coffee. (*Doctoral dissertation, The Ohio State University*).

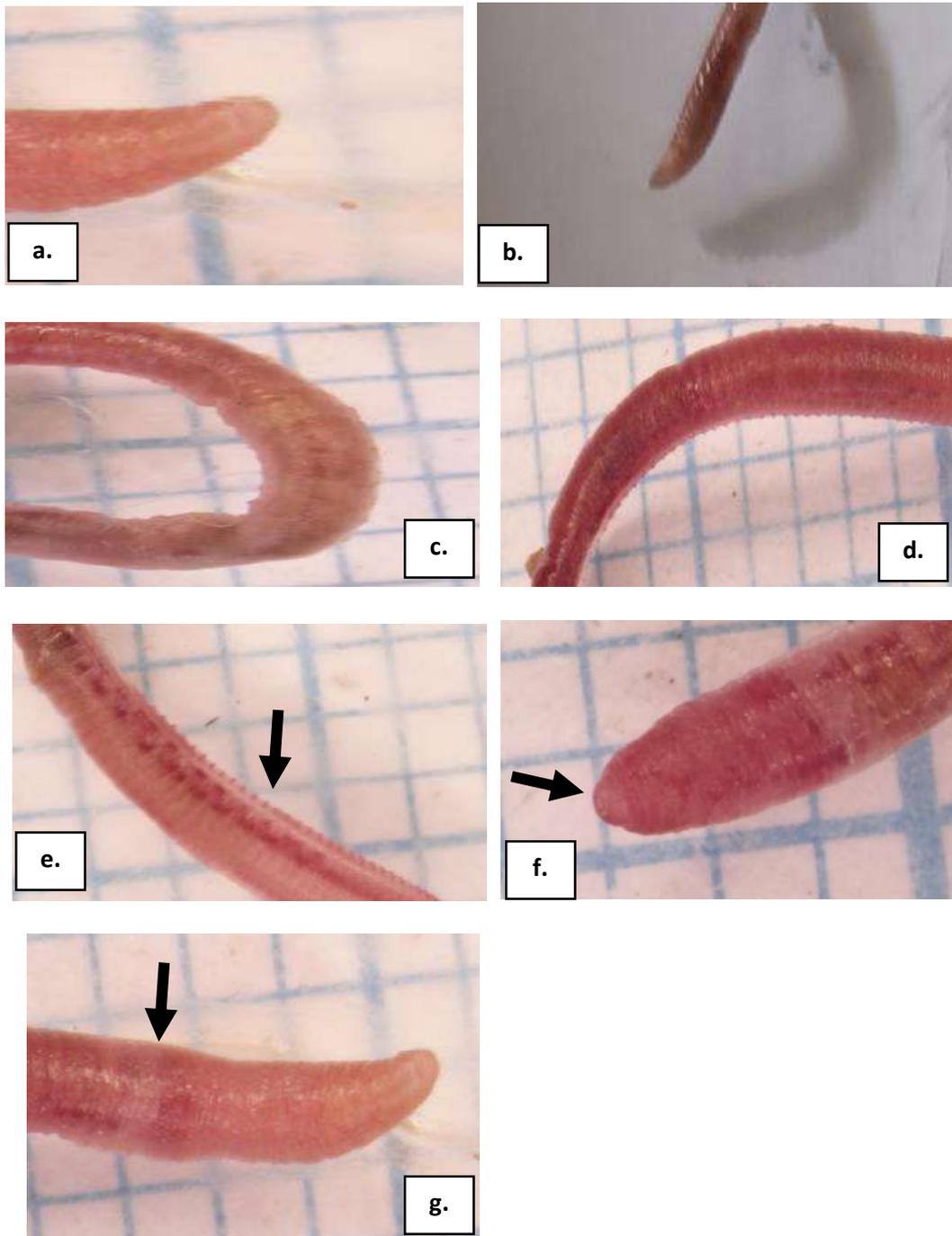
- Swinton, S. M., Lupi, F., Robertson, G. P., & Hamilton, S. K. (2007). Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological economics*, 64(2), 245-252.
- Taheri, S., James, S., Roy, V., Decaëns, T., Williams, B. W., Anderson, F., ... & Dupont, L. (2018). Complex taxonomy of the 'brush tail' peregrine earthworm *Pontoscolex corethrurus*. *Molecular phylogenetics and evolution*, 124, 60-70.
- Taheri, S., Pelosi, C., & Dupont, L. (2018). Harmful or useful? A case study of the exotic peregrine earthworm morphospecies *Pontoscolex corethrurus*. *Soil Biology and Biochemistry*, 116, 277-289.
- Talavera, J.A., & Perez D.I. (2007). Occurance of the Genus *Microscolex* (*Oligochaeta*, *Acanthodrilidae*) At Western Canary Island. *Bonner Zoologische Beiträge*.
- Tribrata, Y., Siahaan, R., Pelealu, J. J., & Mambu, S. M. (2015). Kepadatan cacing tanah pada lahan pertanian tomat terpapar pestisida di Desa Ampreng, Kecamatan Langowan Barat-Provinsi Sulawesi Utara (Earthworm Density in tomato farming exposed to pesticides at Ampreng Village, Langowan Barat Sub District–North S. *Jurnal bios logos*, 5(1).
- Ukers, W. (1922). *All about Coffee*. New York: Tea & Coffee Trade Journal Company.
- Van Groenigen, J. W., Lubbers, I. M., Vos, H. M., Brown, G. G., De Deyn, G. B., & Van Groenigen, K. J. (2014). Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Scientific reports*, 4(1), 1-7.
- Warsana. (2009). *Kompos cacing tanah (casting)*. Tabloid sinar tani edisi 4 Februari 2009.
- Waseanti, N., Amin Almsjah dan Kusnoto. (2012). Kombinasi Cacing Sutera (*Tubifex* sp.) kering dan tepung *Chorella* sp. sebagai pakan tambahan pada pertumbuhan dan retensi protein benih Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Fakultas Perikanan dan Kelautan. Surabaya. Hal 1. *Journal of Marine and Coastal Science*. 1(1), 45 – 52.
- Widiyanto, A. (2013). Agroforestri dan peranannya dalam mempertahankan fungsi hidrologi dan konservasi. *Al-basia*. (2), 55-68.
- Widiyanto, A. (2018). Agroforestri dan peranannya dalam mempertahankan fungsi hidrologi dan konservasi. *Forestry Research*. 2 (4): 116-119.
- Wilson, J. R., Noordwijk, M. V., & Dommergues, Y. R. (1990). Agroforestry and soil fertility.(1) The eleventh hypothesis: shade.(2) Root nodulation: the twelfth hypothesis. *Agroforestry today*. 2(1; 2), 14-10.
- Wintgens, J. N. (2004). *Coffee: growing, processing, sustainable production. A guidebook for growers, processors, traders, and researchers*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Xiao, N. (2019). *Terrestrial Earthworms (Oligochaeta: Opisthopora) of China*. China: Academic Press.
- Yulipriyanto, H. (2010). *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yuwonoo, M., Basuki N., & Agustin L. (2012). *Pertumbuhan dan hasil ubi jalar (Ipoema batatas L.) pada macam dan dosis pupuk organik yang berbeda terhadap pupuk anorganik*. Yogyakarta: Kansius.
- Zhang, W., Chen, D., & Zhao, C. (2007). Functions of earthworm in ecosystem. *Biodiversity Science*. 15(2), 142.

- Zhang, Y., Atopkin, D., Wang, L., & Wu, D. (2021). Description of a new earthworm species of the genus *Drawida* (Oligochaeta: Moniligastridae) from Northeast China and Far East Russia. *Journal of Asia-Pacific biodiversity*. 14(3), 425-429.
- Zhang, Y.F & Sun, Z.J. (2014). A new earthworms species of the genus *Drawida* Michaelsen (Oligochaeta: Moniligastridae) from China. *Zoological Systematics*. 39(3):422-444.

## LAMPIRAN

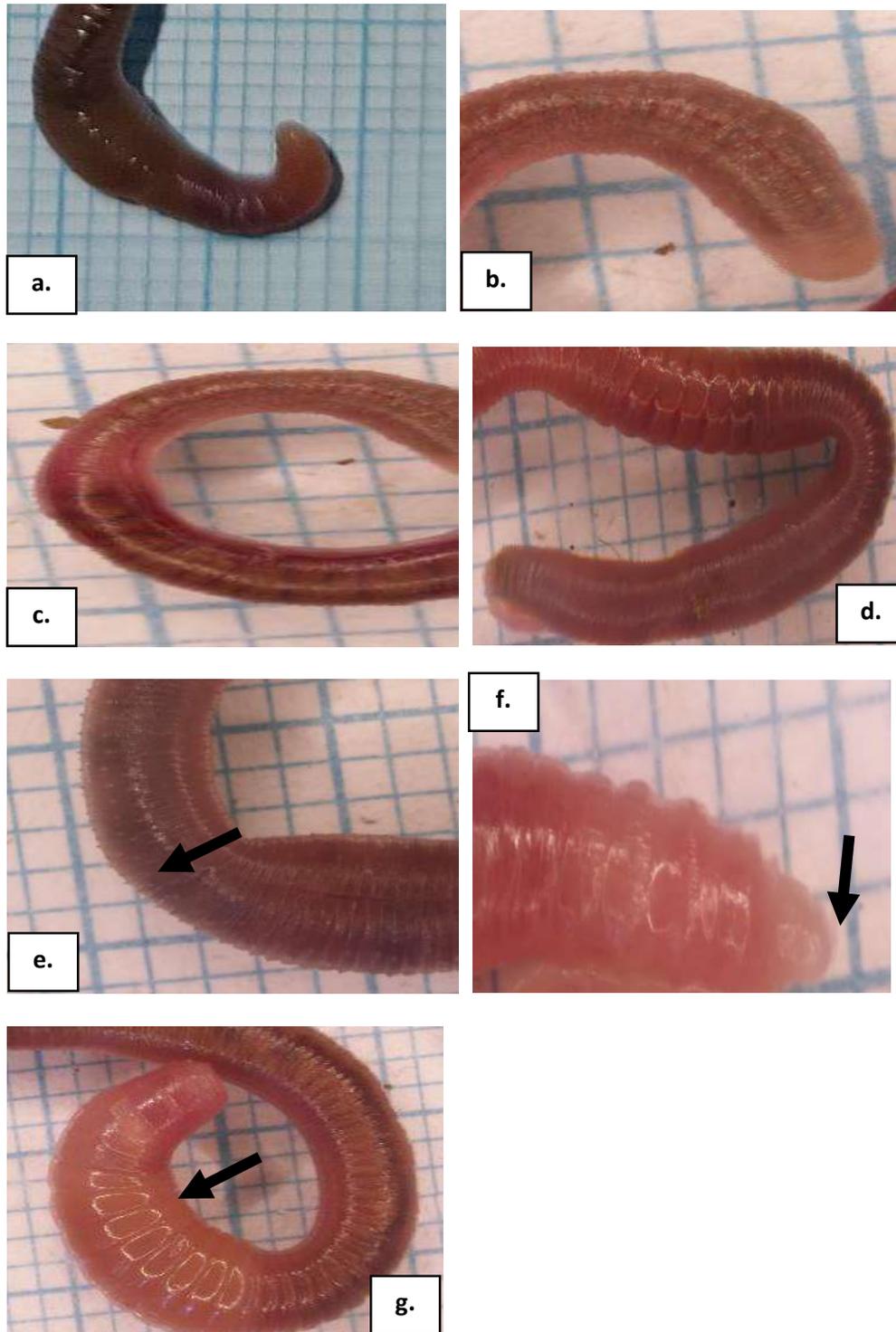
### Lampiran 1. Foto Identifikasi Spesimen

#### A. Spesimen 1 (*Pheretima*)



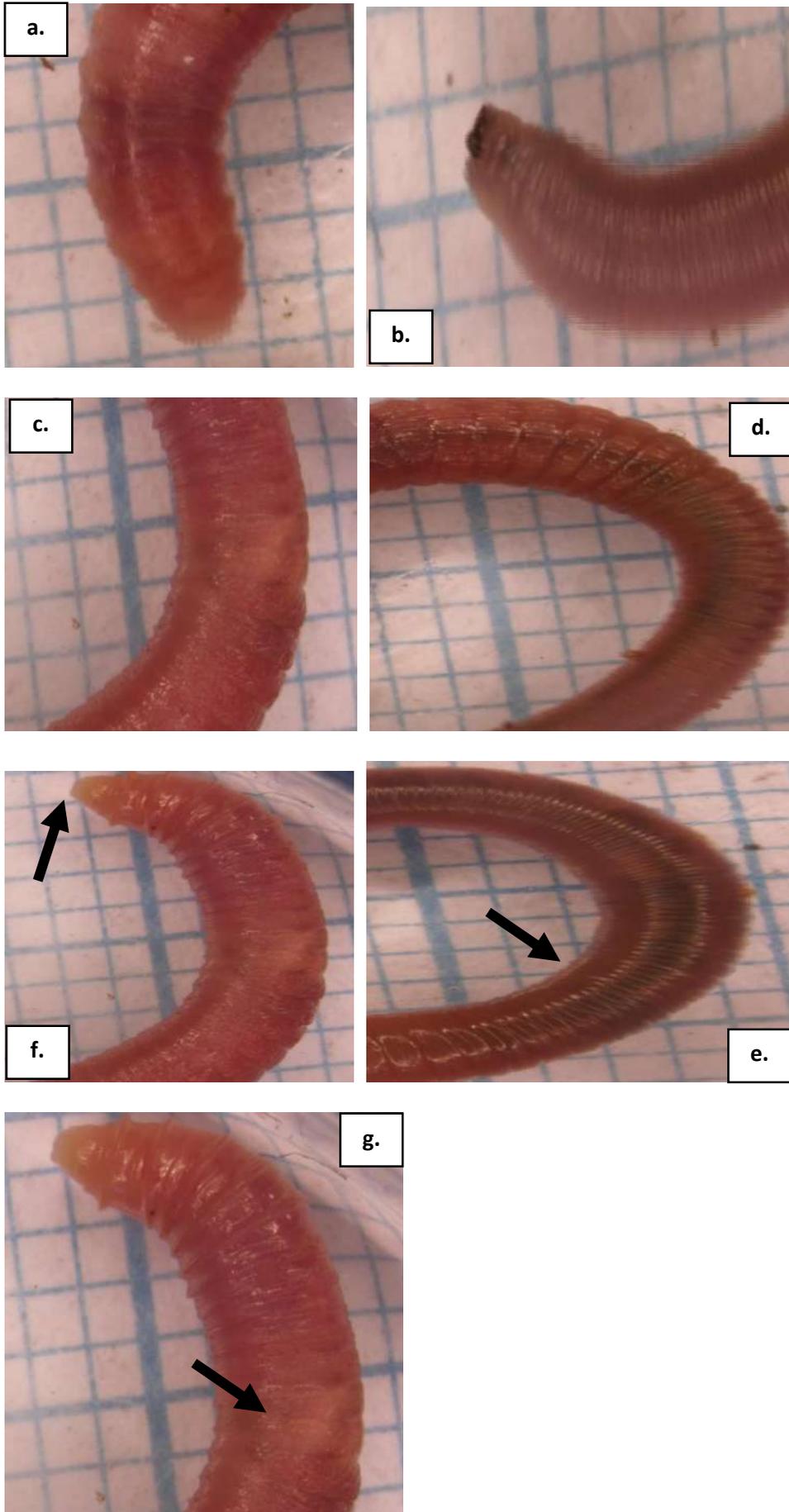
**Gambar 1. Identifikasi spesimen A (*Pheretima*):** a. Anterior; b. Posterior; c. Ventral; d. Dorsal; e. Setae; f. Prostomium; g. Klitellum

**B. Spesimen 2 (Pontoscolex)**



**Gambar 2. Identifikasi spesimen B (Pontoscolex):** a. Anterior; b. Posterior; c. Ventral; d. Dorsal; e. Setae; f. Prostomium; g. Klitellum

**C. Spesimen 3 (Perionyx)**



**Gambar 3. Identifikasi spesimen C (Perionyx):** a. Anterior; b. Posterior; c. Ventral; d. Dorsal; e. Setae; f. Prostomium; g. Klitellum

Lampiran 2. Data Hasil Penelitian

1. Data Cacah Individu Cacing Tanah pada Agroforestri Sederhana

**Tabel 1.a. Cacah Individu Transek 1 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Sederhana**

No.	Genus	Transek Ke-1										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	9	5	3	3	5	10	4	3	4	4	50
	Pontoscolex	5	5	2	6	2	4	1	1	2	1	29
	Perionyx	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3

**Tabel 1.b. Cacah Individu Transek 2 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Sederhana**

No.	Genus	Transek Ke-2										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	5	3	3	4	4	7	6	3	3	1	39
	Pontoscolex	3	1	0	4	1	3	2	2	6	0	22
	Perionyx	1	0	0	2	0	2	0	0	1	0	6

**Tabel 1.c. Cacah Individu Transek 3 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Sederhana**

No.	Genus	Transek Ke-3										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	2	10	12	6	6	0	1	3	4	2	46
	Pontoscolex	1	2	5	1	2	3	2	1	2	1	20
	Perionyx	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	5

**Tabel 1.d. Cacah Individu Transek 4 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Sederhana**

No.	Genus	Transek Ke-4										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	8	10	10	1	5	8	6	0	4	8	60
	Pontoscolex	4	4	7	0	0	2	3	1	1	4	26
	Perionyx	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3

## 2. Data Cacah Individu Cacing Tanah pada Agroforestri Kompleks

**Tabel 2.a. Cacah Individu Transek 1 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Kompleks**

No.	Genus	Transek Ke-1										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	5	5	8	4	4	1	6	5	8	2	48
	Pontoscolex	7	2	10	5	9	4	12	11	4	2	66
	Perionyx	1	1	2	0	2	0	1	0	0	0	7

**Tabel 2.b. Cacah Individu Transek 2 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Kompleks**

No.	Genus	Transek Ke-2										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	8	7	5	5	7	3	2	1	3	8	49
	Pontoscolex	6	4	0	1	0	2	2	0	2	5	22
	Perionyx	1	0	1	2	0	0	0	0	1	2	7

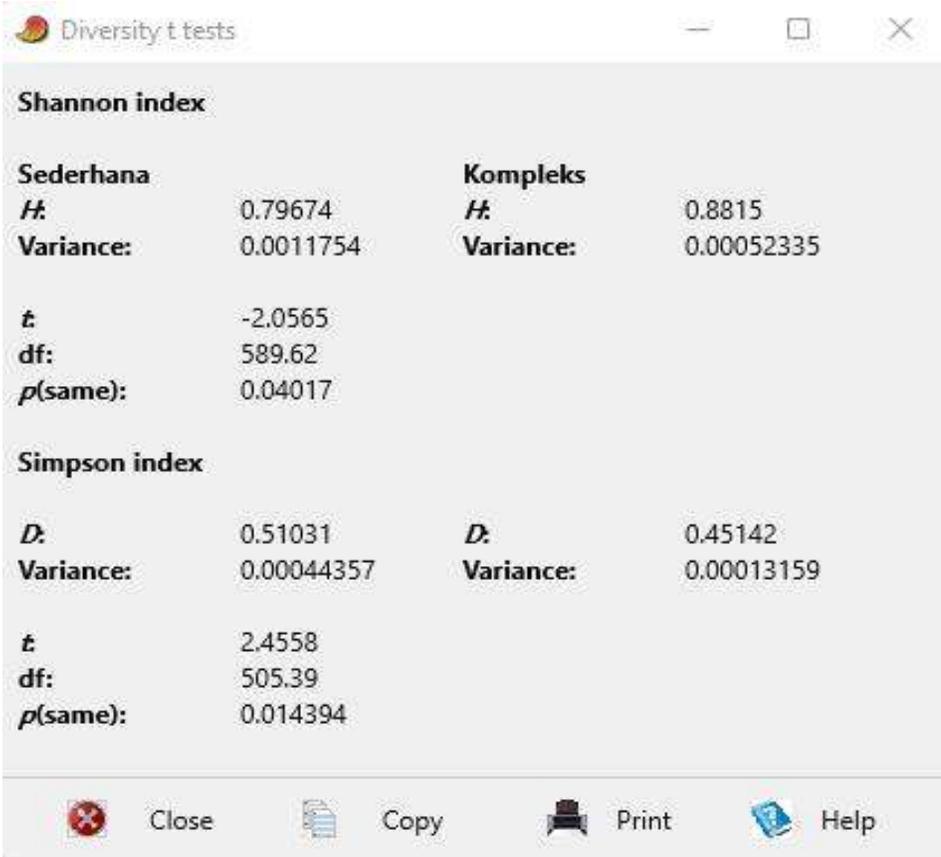
**Tabel 2.c. Cacah Individu Transek 3 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Kompleks**

No.	Genus	Transek Ke-3										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	2	1	2	6	5	2	7	2	2	4	33
	Pontoscolex	10	6	4	21	5	5	22	7	6	8	94
	Perionyx	0	1	0	2	0	2	0	0	0	2	13

**Tabel 2.d. Cacah Individu Transek 4 Cacing Tanah yang ditemukan di Agroforestri Kopi Kompleks**

No.	Genus	Transek Ke-4										Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
	Pheretima	11	2	7	6	5	11	8	6	5	3	64
	Pontoscolex	18	3	8	7	9	8	10	15	11	9	98
	Perionyx	3	0	0	2	2	1	0	2	1	2	13

Lampiran 3. Hasil Analisis Data Menggunakan PAST 4.03



Gambar 3a. Hasil Diversity  $t$  test

Lampiran 4. Hasil Perhitungan Kepadatan dan Kepadatan Relatif

**Tabel 4.a. Perhitungan kepadatan dan kepadatan relatif cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana**

No.	Genus	Jumlah Individu	K (Individu/ m <sup>3</sup> )	KR (%)
1	<i>Pheretima</i>	204	272	64,1533123
2	<i>Pontoscolex</i>	97	129,3333333	30,50036909
3	<i>Perionyx</i>	17	22,67	5,347318612
$\Sigma$			424	100

**Tabel 4.b. Perhitungan kepadatan dan kepadatan relatif cacing tanah pada agroforestri kopi kompleks**

No.	Genus	Jumlah Individu	K (Individu/ m <sup>3</sup> )	KR (%)
1	<i>Pheretima</i>	197	262,6666667	38,5518591
2	<i>Pontoscolex</i>	279	372	54,59882583
3	<i>Perionyx</i>	35	46,66666667	6,849315068
$\Sigma$			681,3333333	100

**Lampiran 5. Data Hasil Pengukuran Faktor Fisika dan Kimia Tanah**

**Tabel 5a. Pengukuran Faktor Fisika: Suhu dan Kelembapan; Kimia: pH**

<b>Asal Tanah</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Kelembapan (%)</b>	<b>pH Tanah</b>
Agroforestry Sederhana Transek 1	26	66	6
Agroforestry Sederhana Transek 2	26	70	6
Agroforestry Sederhana Transek 3	26	72,6	6,2
Agroforestry Sederhana Transek 4	26	66,7	6,2
Agroforestry Kompleks Transek 1	27	71,6	6,5
Agroforestry Kompleks Transek 2	28	67	6,5
Agroforestry Kompleks Transek 3	27	74,3	6,4
Agroforestry Kompleks Transek 4	27	70,6	6,5

**Tabel 5b. Pengukuran Faktor Kimia:** Bahan Organik, C-Organik, N-Total, C/N, P (Fosfor), K (Kalium).

LAPORAN HASIL ANALISA TANAH  
LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA  
BEDALI - LAWANG

NO	Asal Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P2O5 Olsen ppm	Larut Asam Ac.pH 7.1 N (me)		KA
		H2O	KCL	% C	% N	C/N			K		
An. Dava R											
1	Sederhana 1	-	-	1,32	0,10	12,63	2,27	9,01	0,14		-
2	Sederhana 2	-	-	1,42	0,10	13,65	2,44	9,06	0,15		-
3	Sederhana 3	-	-	1,50	0,11	14,29	2,58	8,22	0,17		-
4	Kompleks 1	-	-	1,42	0,11	13,51	2,44	12,57	0,16		-
5	Kompleks 2	-	-	1,43	0,10	13,71	2,46	13,49	0,16		-
6	Kompleks 3	-	-	1,40	0,11	13,32	2,41	13,29	0,15		-
	Rendah sekali	<4,0	<2,5	<1,0	<0,1	<5		<5	<0,1		
	Rendah	4.1-5,5	2,6-4,0	1,1-2,0	0,11-0,2	5-10		5-10	0,1-0,3		
	Sedang	5,6-7,5	4,1-6,0	2,1-3,0	0,21-0,5	11-15		11-15	0,4-0,5		
	Tinggi	7,6-8	6,1-8,5	3,1-5,0	0,51-0,75	16-25		16-20	0,6-1,0		
	Tinggi Sekali	>8	>6,5	>5,0	>0,75	>25		>20	>1,0		

Sidoarjo, 24 Oktober 2012

KASI PRODUKSI



**SLAMET, SP**  
NIP. 19730817 200003 1 014

ANALIS TANAH



**AMIRUL IDAYANI, S.P.**  
NIP. 19940925 202012 2 018



Pt. KEPALA UPT PATPH  
Drs. Edy HERMAWAN, MM  
NIP. 19680317 199503 1 001

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian





KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

### KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Sri Aprilia Sumarsiningsih  
NIM : 16620075  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil  
Pembimbing : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.  
Judul Skripsi : Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	13-09-2022	Bimbingan proposal BAB 1,2 dan 3	
2.	30-09-2022	Revisi proposal BAB 1,2 dan 3	
3.	03-10-2022	Bimbingan proposal BAB 1,2 dan 3	
4.	22-11-2022	Revisi proposal & Bimbingan naskah BAB 4 dan 5	
5.	06-12-2022	Revisi naskah BAB 4 dan 5	
6.	22-12-2022	Revisi naskah skripsi	
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			

Pembimbing Skripsi,

Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si  
NIDT.19870522 20180201 1 232



D. Burka Sandi Savitri, M.P  
NIP.197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Sri Aprilia Sumarsiningsih  
NIM : 16620075  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil  
Pembimbing : Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi  
Judul Skripsi : Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	14-09-2022	Bimbingan Integrasi BAB 1	
2.	30-09-2022	Bimbingan Integrasi BAB 4	
3.	02-12-2022	Bimbingan Integrasi BAB 4	
4.	05-12-2022	Bimbingan Integrasi BAB 4	
5.	21-12-2022	Revisi Naskah Skripsi	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

Pembimbing Skripsi,

Oky Bagas Prasetyo, M.Pdi  
NIDT.19890113 20180201 1 244

Malang, 21 Desember 2022  
Ketua Program Studi,



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP.19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

**Form Checklist Plagiasi**

**Nama** : Sri Aprilia Sumarsiningsih  
**NIM** : 16620075  
**Judul** : Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang

No	Tim Check Plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	24%	

Ketua Jurusan Biologi  
Dr. Susana Sandi Savitri, M. P.