

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasi, berkat hasil perkebunan kopinya yang melimpah serta prospek pengembangannya yang menjanjikan (Budi et al., 2020). Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian masyarakat. Produksi kopi menawarkan keuntungan besar, baik di pasar domestik maupun internasional, karena tingginya permintaan kopi. Bagi masyarakat Indonesia, kopi memiliki nilai strategis karena mampu mendukung perekonomian, baik bagi petani maupun pedagang kopi (Pardede et al., 2023).

Permintaan olahan kopi terus meningkat, tetapi produksi kopi menghadapi beberapa tantangan, seperti serangan hama, metode pengelolaan tradisional, dan belum optimalnya penerapan sistem pertanian berkelanjutan (Pebriari, 2024). Kopi diproduksi hampir di seluruh wilayah Indonesia, dengan beberapa provinsi utama sebagai penghasil kopi, seperti Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Jawa Timur, Aceh, Lampung, dan Sulawesi Selatan. Produktivitas kopi yang tinggi dan ekspor kopi memberikan dampak positif terhadap perekonomian nasional (Harum, 2022)

Sulawesi Selatan adalah salah satu provinsi di kawasan timur Indonesia yang berpotensi besar dalam pengembangan kopi. Kabupaten Enrekang di Sulawesi Selatan dikenal sebagai pusat produksi kopi. Berdasarkan data BPS Kabupaten Enrekang (2020), produksi kopi di wilayah ini mencapai 13 ton (DISBUNNAK, 2021).

Pengelolaan lahan kopi yang baik sangat penting untuk menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang. Namun, dalam praktiknya, banyak petani kopi lebih fokus pada kuantitas hasil panen tanpa mempertimbangkan keberlanjutan pengelolaan lahan. Kondisi ini dapat berdampak pada keberadaan biota tanah, seperti Collembola.

Collembola adalah salah satu biota tanah yang termasuk mesofauna karena ukurannya yang kecil, yaitu sekitar 0,25–8 mm (Trianto & Marisa, 2020). Collembola berperan dalam dekomposisi bahan organik dan menjadi indikator perubahan kualitas tanah akibat pengaruh lingkungan seperti cuaca, kondisi tanah, dan vegetasi di sekitarnya (Silaen, 2020). Selain itu, Collembola berfungsi mendistribusikan bahan organik di dalam tanah. Keberadaannya dalam ekosistem tanah sangat penting, mengingat populasinya yang sangat besar.

Keanekaragaman Collembola di Indonesia diperkirakan mencapai 1.500 hingga 15.000 spesies, dengan populasi hingga  $10^4/m^2$  (Husamah et al., 2012). Meski ukurannya kecil, peran Collembola dalam ekosistem tanah tidak dapat diabaikan. Di Kabupaten Enrekang, informasi mengenai keanekaragaman Collembola pada lahan kopi konvensional dan lahan kopi tanpa pestisida sebagai indikator kesuburan tanah belum pernah dilaporkan. Penelitian tentang Collembola sebagai indikator kesuburan tanah sangat penting, terutama untuk mendukung pertanian kopi yang berkelanjutan di Kabupaten Enrekang. Hal inilah yang mendorong penelitian terkait keanekaragaman Collembola di wilayah tersebut.

## 1.2 Landasan Teori

### 1.2.1 Tanaman Kopi

Kopi adalah salah satu tanaman yang telah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Ekspor biji kopi mentah serta produk olahannya berpotensi meningkatkan devisa negara sekaligus pendapatan masyarakat. Tanaman kopi berasal dari keluarga *rubiaceae* dan memiliki asal-usul dari Afrika serta Asia Selatan. Tinggi tanaman ini dapat mencapai 5 meter, dengan daun berukuran panjang 5–10 cm dan lebar 5 cm lebar. Bunganya berwarna putih, sementara buahnya berbentuk oval dengan warna mulai dari hijau, kuning, hingga kehitaman. Berikut adalah klasifikasi tanaman kopi menurut Santosa et al. (2024): Kingdom: Plantae (tumbuh-tumbuhan), Divisi: Sperathopyta (tumbuhan berbiji), Subdivisi: Angiospermae (biji berada dalam buah), Kelas: Dycotyledonae (biji berkeping dua), Famili: Rubiaceae, Genus: Coffea, dan Spesies : *Coffea* sp.

Indonesia menempati posisi keempat sebagai pengekspor kopi terbesar di dunia setelah Brasil, Kolombia, dan Vietnam, dengan jumlah ekspor mencapai 434.198 ton. Tingkat konsumsi kopi domestik mencapai 79%. Jenis kopi yang paling banyak diproduksi adalah robusta, arabika, dan liberika. Produktivitas kopi Indonesia tersebar di berbagai wilayah seperti Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Jawa Timur, Aceh, Lampung, Jawa Tengah, dan Sulawesi Selatan. Wilayah ini menghasilkan berbagai jenis kopi, termasuk arabika, gayo, robusta, dan liberika. Kota-kota penghasil kopi terbesar meliputi Banyuwangi, Malang, Pasuruan, Bondowoso, Blitar, dan Jember (Harum, 2022).

Tanaman kopi termasuk dalam keluarga Rubiaceae, yang merupakan tanaman dikotil atau berkeping dua, dengan akar utama berbentuk tunggang. Akar tunggang tumbuh dari akar utama yang bercabang-cabang dan membentuk akar kecil. Beberapa akar kecil yang tumbuh ke samping disebut akar lateral, sementara rambut akar berfungsi memperluas area penyerapan air dan nutrisi dari tanah. Tudung akar melindungi akar dalam menyerap unsur hara. Daun tanaman kopi berbentuk bulat telur, tipis, berwarna hijau pekat, dan memiliki ujung yang runcing. Daun kopi robusta cenderung lebih besar dengan warna hijau lebih terang, sedangkan daun kopi arabika lebih kecil dan berwarna hijau pekat. Cabang dan ranting kopi tumbuh mendatar dengan susunan daun yang saling berdampingan.



**Gambar 1.** Daun Tanaman Kopi, (a) Kopi Arabika (b) Kopi Robusta. (Sulistiani et al., 2023)

Tanaman kopi mulai berbunga ketika memasuki usia tiga tahun. Bunganya tergolong tipe majemuk dengan mahkota berwarna putih. Pada jenis kopi arabika, bunga umumnya memiliki lima daun mahkota, sedangkan bunga kopi robusta memiliki 3–8 daun mahkota (gambar 2a). Ukuran bunga kopi relatif kecil dan mengeluarkan aroma yang harum. Setelah mahkota bunga terbuka sepenuhnya, proses penyerbukan terjadi, kemudian menghasilkan buah kopi (Fahrulsyah et al., 2021).

Buah kopi terdiri dari tiga lapisan, yaitu kulit luar (eksokarp), lapisan daging (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp) yang tipis namun keras. Biasanya, buah kopi mengandung dua biji, meskipun kadang-kadang hanya memiliki satu biji atau bahkan tidak mengandung biji sama sekali (hampa) (Tito et al., 2024). Seiring proses pematangan, warna kulit buah kopi berubah, mulai dari hijau saat masih muda, menjadi kuning kemerahan, hingga merah tua saat matang sepenuhnya (gambar 2b).



**Gambar 2.** Bagian tanaman kopi, (a) bunga tanaman kopi (b) Buah tanaman kopi. (Sulistiani et al., 2023)

Biji kopi arabika memiliki ciri khas berupa ukuran yang lebih besar, rasa yang sangat asam, tekstur yang lembut, dan aroma yang harum. Sebaliknya, kopi robusta memiliki aroma yang lebih kuat, rasa tidak seasam arabika, tekstur yang cenderung kasar, serta kandungan kafein yang lebih tinggi dibandingkan arabika. Kandungan utama dalam kopi arabika meliputi kafein, flavonoid, polifenol, asam klorogenat, dan trigonelin. Sementara itu, kopi robusta mengandung senyawa alkaloid, saponin, tannin fenol, dan kafein. Kadar kafein pada kopi arabika berkisar antara 0,9% hingga 1,2%, sedangkan pada robusta lebih tinggi, yakni 1,6% hingga 2,4% (Mahardhika et al., 2022).

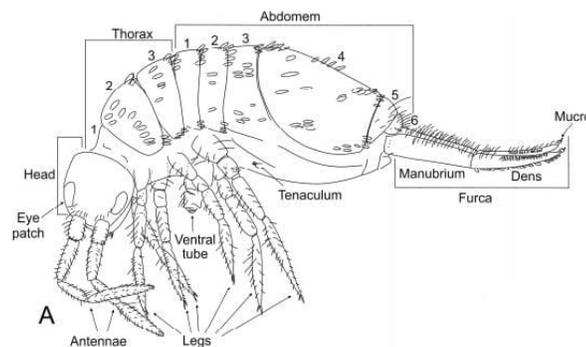
Kopi robusta memiliki syarat tumbuh tertentu, seperti dapat ditanam pada ketinggian 0–1000 meter di atas permukaan laut (m dpl), dengan ketinggian optimal pada 400–800 m dpl. Suhu ideal bagi tanaman ini berkisar antara 21°C–24°C. Kopi robusta membutuhkan masa kering sekitar tiga bulan, yang penting untuk mendukung proses penyerbukan silang. Curah hujan yang optimal bagi tanaman kopi robusta berada dalam rentang 2000–3000 mm per tahun. Pertumbuhan tanaman kopi akan maksimal apabila faktor-faktor pendukung, seperti lokasi dan kondisi lingkungan, dapat dikelola dengan baik.

## 1.2.2 Collembola

### 1.2.2.1 Klasifikasi dan Karakteristik Collembola

Collembola adalah salah satu biota tanah atau mesofauna yang jumlahnya melimpah di dalam tanah yang memiliki peran dalam rantai makanan seperti halnya dalam proses pengurai bahan organik yang secara tidak langsung. Collembola atau bisa juga disebut ekor-pegas karena bagian ekornya terdapat furcula yang fungsinya sebagai alat melompat yang mirip pegas hingga mampu melompat 75-100 mm. Collembola mempunyai furcula dibagian belakang tubuhnya yang berfungsi untuk melenting hingga sejauh 5–6 kali panjang tubuhnya (Fatiqin et al., 1970).

Perbedaan kelimpahan dan keanekaragaman Collembola dipengaruhi oleh sumber makanan, jenis vegetasi, dan teknik budidaya. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa fauna ini kerap digunakan sebagai bioindikator tanah. Keberadaan Collembola ini belum banyak yang mengetahui karena ukurannya berkisar 0,1-9 mm relatif kecil dan perannya juga tidak dirasakan langsung oleh manusia (Silaen, 2020).



**Gambar 3.** Morfologi Collembola (Bellini et al., 2023)

Collembola memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil, berkisar antara 0,25 mm hingga 8,00 mm. Organisme ini memiliki tipe mulut untuk mengunyah, dengan struktur maksila dan mandibula yang bervariasi, seperti bentuk panjang, genae runcing, atau pipi yang tereduksi dan bersatu dengan sisi labium membentuk lubang berbentuk kerucut. Hal ini menyebabkan bagian mulut lainnya tampak melengkung ke dalam. Kehadiran Collembola di tanah dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik dan praktik pengelolaan lahan. Kelimpahan Collembola serta biota tanah lainnya memainkan peran penting dalam proses penyuburan tanah.

Hingga saat ini, telah diketahui terdapat sekitar 9.000 spesies Collembola yang terbagi menjadi empat ordo utama: Entomobryomorpha, Poduomorpha, Neelipleona, dan Symphyleona. Pada lahan kopi, beberapa famili Collembola yang sering ditemukan adalah Famili Isotomidae, Famili Hypogastruridae, dan Famili Entomobryidae.

a. Famili Isotomidae

Famili Isotomidae adalah jenis Collembola kedua yang kerap kali ditemukan. Famili Isotomidae jenisnya biasa berwarna putih, putih kekuning-kuningan, biru, hijau dan cokelat dengan pita-pita transversal atau garis-garis longitudinal. Jenis Collembola ini biasanya didapatkan di serasah, di tanah, dan tempat yang lembap. Tubuhnya tidak bersisik dan ruas abdomennya sama panjang, bentuknya silindris dengan ukuran yang bervariasi. Famili Isotomidae merupakan jenis Collembola yang bertugas sebagai pengurai efektif. Perannya sangat besar dalam membantu unsur hara dalam tanah (Maida et al., 2024).



**Gambar 4.** Famili Isotomidae (Bellinger et al., 2024)

b. Famili Hypogastruridae

Famili Hypogastruridae adalah jenis Collembola yang hidup di habitat humus atau di lapisan tanah. Ciri khasnya adalah berbentuk lempeng molar yang bergranulat pada mandibel, permukaan tubuhnya berkerut dengan granula serta warna tubuhnya gelap seperti warna biru tua, kelabu atau kehitam-hitaman. Akan tetapi ada juga yang biasanya ditemukan berwarna putih. Famili Hypogastruridae populasinya sangat besar pada kayu atau serasah (Maida et al., 2024).



**Gambar 5.** Famili Hypogastruridae (Bellinger et al., 2024)

c. Famili Entomobryidae.

Famili Entomobryidae adalah Collembola yang paling sering ditemukan. Famili ini merupakan salah satu kelompok Collembola yang besar dibanding Collembola lainnya. Ruas abdomennya merupakan ruas terbesar keempat. Selain itu, terdapat beberapa seta kokoh, sungut yang sangat panjang, sisik-sisik, tungkai beserta warnanya yang bervariasi. Famili ini biasanya terdapat di tanah, serasah dan dibawah kulit kayu. Genus Collembola ini yaitu . Entomobrya sp, Sinella sp, Pseudosinella sp, dan Ascocyrtus sp (Maida et al., 2024).



**Gambar 6.** Famili Entomobryidae (Bellinger et al., 2024)

#### 1.2.2.2 Bioekologi Collembola

Collembola berkembang biak dengan cara bertelur, di mana telurnya diletakkan secara tunggal di dalam semak-semak. Seekor Collembola betina dapat menghasilkan sekitar 90–150 butir telur sepanjang hidupnya. Hewan ini mencapai kematangan seksual setelah mengalami 3–12 kali pergantian kulit (*moulting*). Berbeda dengan serangga lain, Collembola terus mengalami *moulting* sebanyak 15–20 kali sepanjang hidupnya, meskipun pergantian kulit ini tidak disertai dengan peningkatan ukuran tubuh.

Laju pertumbuhan Collembola sangat dipengaruhi oleh suhu dan ketersediaan makanan. Suhu yang lebih tinggi cenderung mempercepat pertumbuhan dan pergantian kulit. Misalnya, genus *Tomocerus* membutuhkan 4–5 hari untuk *moulting* pada suhu 15 °C, sedangkan pada suhu 30 °C, proses tersebut memakan waktu 20–30 hari.

Pada spesies tertentu, terutama di wilayah tropis, Collembola mampu melakukan regenerasi hingga empat kali. Namun, di luar daerah tropis, regenerasi hanya terjadi satu kali. Selama periode tertentu, Collembola mengalami perubahan morfologi secara bertahap. Perubahan ini meliputi peningkatan ukuran tubuh, terutama kepala, pergantian seta dorsal, pemanjangan segmen antena, serta pembentukan pola-pola seta. Furcula juga mengalami pembesaran, seperti pada *Tomocerus*, di mana bentuk mucro menjadi lebih kompleks. Selain itu, kombinasi dan pola warna tubuhnya semakin berkembang.

### **1.2.2.3 Habitat Collembola**

Habitat Collembola memiliki berabagai jenis, namun rata-rata Collembola di daerah yang lembap dan berkaitan dengan tanah. Collembola dikelompokkan menjadi (eudafik atau hidup didalam tanah, hemieudafik atau hidup di serasah dan permukaan tanah dan endafik dan atmobiotik atau hidup pada vegetasi dan permukaan) berdasarkan habitatnya, sehingga Collembola bisa saja dijumpai dimana-mana. Kanopi yang tertutup dapat mendukung kepadatan Collembola karena Collembola cenderung hidup di habitat yang lembap. Selain dari itu Collembola juga hidup pada lumut bersama semut dalam sarangnya. Habitat ini membantu Collembola menjaga kelembapannya (Ganjari, 2012).

### **1.3 Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan Collembola pada lahan kopi konvensional maupun konvensional tanpa pestisida sebagai indikator kesuburan tanah. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber informasi mengenai keragaman Collembola pada lahan kopi konvensional tanpa pestisida maupun konvensional sebagai indikator kesuburan tanah.

### **1.4 Hipotesis**

Diduga keanekaragaman Collembola lebih beragam pada pertanaman kopi pada penerapan lahan konvensional tanpa pestisida dibanding pertanaman kopi pada lahan konvensional.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada tiga Kecamatan penghasil kopi di Kabupaten Enrekang. Pada setiap Kecamatan terdapat dua lahan yang diamati. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2024. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

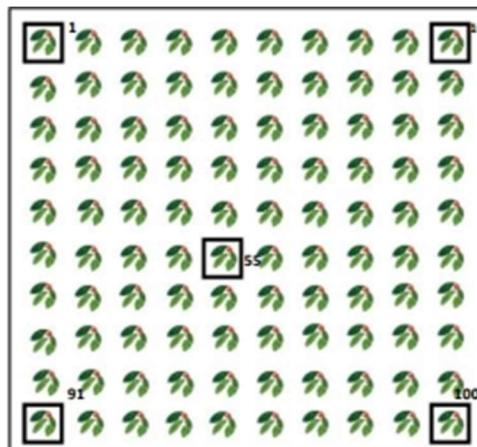
### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah flakton, kuas, gelas plastik, sterofoam, sekop kecil, corong ukuran 7 cm dengan diameter 20 cm, lampu 5 watt, mesh untuk menyaring  $\pm 5$ mm, wadah penampung, kardus dan mikroskop. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, air, klorofom, dan gliserin.

### 2.3 Metode Pelaksanaan

#### 2.3.1 Penentuan Lokasi dan Plot Pengamatan

Penentuan Lokasi pengambilan sampel Collembola dilakukan dengan melakukan survei pada beberapa kecamatan di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Terdapat tiga kecamatan yang dipilih untuk pengambilan sampel. Pada setiap kecamatan ditetapkan dua lahan untuk diamati dengan luasan yang sama yaitu 10 pohon x 10 pohon. Pada setiap lahan ditetapkan lima titik secara diagonal (Pebriani, 2024)



**Gambar 7.** Plot Penelitian

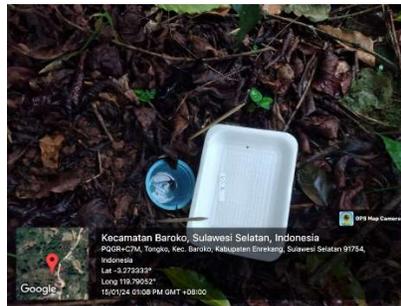


### 2.3.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *pitfall trap* (sumuran) dan metode ekstraksi tanah (*Berlese extractor*) yang telah dimodifikasi.

#### 2.3.2.1 Metode *Pitfall Trap*

Pengambilan sampel Collembola menggunakan metode *pitfall trap* (sumuran) dilakukan dengan memasang sumuran yang terdiri dari gelas berisi alkohol (70%) yang telah dicampur dengan air sebanyak 50% volume gelas 100 ml dan 3 tetes gliserin. Menanam sumuran di dalam tanah dengan batas mulut sejajar dengan tanah. Pada bagian atas *pitfall trap* diberikan stereoform dengan penyangga bambu kecil untuk mencegah masuknya air ke dalam *pitfall trap* ketika terjadi hujan. Pengambilan *pitfall* dilakukan setelah perangkat dipasang selama 1 x 24 jam. Collembola diambil dengan kuas yang kemudian dimasukkan ke dalam botol yang berisi kloroform dan alkohol 70% dan telah diberi label.



Gambar 9. Metode *Pitfall Trap*

#### 2.3.2.2 Metode Ekstraksi tanah (*Berlese extractor*)

Metode ini dilakukan dengan mengambil 500 g sampel tanah di setiap titik menggunakan sekop kecil yang kemudian dimasukkan ke dalam plastik. Mengekstraksi dengan menggunakan *tullgren* (corong Berlese) dilakukan dengan meletakkan tanah di atas corong yang telah digabungkan dengan mesh, gelas plastik berisi alkohol 70% dan gliserin diletakkan di bawah corong. Pengekstarasian dilakukan selama 2 x 24 jam dengan menggunakan lampu 5 w.



Gambar 10. Metode Corong Berlese

### 2.3.3 Identifikasi dan Dokumentasi Collembola

Identifikasi pada Collembola dikelompokkan berdasarkan morfologinya dengan menggunakan *Digital Microscope 3 in 1 1000x*. Rujukan atau referensi yang digunakan sebagai acuan untuk membantu proses identifikasi adalah buku identifikasi Borror et al. (2005) dan situs resmi [www.Collembola.org](http://www.Collembola.org).

## 2.4 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari pengamatan kemudian ditabulasi menggunakan *Microsoft Excel 2019* menjadi bentuk database.

### 2.4.1 Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman Collembola dihitung dengan menggunakan persamaan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Krebs, 1985):

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

Keterangan:  $H'$  = Indeks keanekaragaman

$ni$  = Jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  = Jumlah total individu yang ditemukan

Nilai  $H'$  berkisar antara:

$H' \leq 1$  : Keanekaragaman rendah

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

$H' > 3$  : Keanekaragaman tinggi

### 2.4.2 Indeks Dominansi

Indeks dominansi ditentukan dengan indeks dominansi Simpson (Magurran, 2004)) dengan menggunakan persamaan:

$$C = \sum (ni/N)^2$$

Keterangan:  $C$  = Indeks dominansi Simpson

$ni$  = Jumlah individu suatu jenis

$N$  = Jumlah individu dari seluruh jenis

Kriteria indeks dominansi:

$0 < C \leq 0,5$  : Dominansi Rendah

$0,5 < C \leq 0,75$  : Dominansi Sedang

$0,75 < C \leq 1$  : Dominansi tinggi