

BAB III
PENELITIAN TAHAP 1
EKSPLORASI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI

3.1 Pendahuluan

Sistem agroforestri merupakan sistem pertanian berkelanjutan. Salah satu fungsi yang sangat penting dari agroforestri adalah untuk melindungi tanah. Kesuburan tanah dapat dipertahankan dengan menjaga ketersediaan bahan organik, sifat fisik tanah dan unsur hara. Keberlanjutan sistem agroforestri dapat dievaluasi dengan melihat parameter kualitas tanah, yaitu dengan melihat sifat fisik dan sifat kimia tanah (Alfaia dkk., 2004).

Agroforestri adalah bentuk penanaman pohon atau tanaman kayu lainnya yang dikombinasikan dengan tanaman budi daya untuk memperoleh manfaat yang lebih banyak. Agroforestri kopi mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan, karena mempunyai pengaruh positif terhadap ekosistem. Manfaat yang dapat diperoleh dari agroforestri kopi adalah: produk kopi, hasil kayu, kesuburan tanah dan tingginya keanekaragaman hewan dan tumbuhan (Staver, 1999).

Arthropoda tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam mempertahankan dinamika ekosistem. Arthropoda tanah terlibat secara langsung pada proses biogeokimia, menunjang ketersediaan nutrisi bagi tumbuhan dan berpengaruh terhadap komunitas hewan yang berasosiasi dengan tumbuhan (Callejas-Chavero dkk., 2015). Penelitian Haneda & Asti (2014) di Kebun Percobaan Cibodas - Ciampea Bogor menunjukkan bahwa keanekaragaman arthropoda tanah berbanding lurus dengan laju dekomposisi seresah karet. Ordo yang mendominasi lokasi pengamatan adalah Acari dan Collembola.

Keanekaragaman arthropoda tanah sangat tinggi, yaitu mencapai 85% dari hewan tanah. Kelompok arthropoda tanah yang banyak dijumpai adalah Isopoda, Myriapoda, Insekta, Acari dan Collembola (Culliney, 2013). Struktur komunitas arthropoda tanah merefleksikan heterogenitas habitat, sehingga dapat menunjukkan perkembangan dan perbaikan ekosistem hutan setelah mengalami gangguan oleh alam dan manusia. Arthropoda tanah adalah indikator yang baik untuk integritas ekosistem hutan dan dapat digunakan untuk mengevaluasi pengelolaan ekosistem (Maleque dkk., 2006). Arthropoda mempunyai potensi sebagai bioindikator karena sebagian besar taksa yang berhasil dikoleksi adalah arthropoda, mudah dikoleksi dan spesimen yang diperoleh sangat banyak (da Rocha dkk., 2010).

Penelitian arthropoda tanah sebagai bioindikator kualitas tanah di Indonesia masih perlu dikembangkan. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka perlu dilakukan Eksplorasi Arthropoda Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Agroforestri Kopi.

3.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan kimia tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi?
2. Apa saja genus arthropoda tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi?
3. Bagaimana kelimpahan dan keanekaragaman genus arthropoda tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi?
4. Adakah hubungan antara kelimpahan genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi?
5. Adakah genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi?

3.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis sifat fisik dan kimia tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.
2. Mengidentifikasi genus arthropoda tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.
3. Menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman genus arthropoda tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.
4. Menganalisis hubungan antara kelimpahan genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.
5. Mengetahui genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.

3.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk:

1. Menambah khazanah ilmu pengetahuan, khususnya tentang keanekaragaman arthropoda tanah yang ada di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.
2. Menyediakan informasi tentang arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator

kualitas tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi.

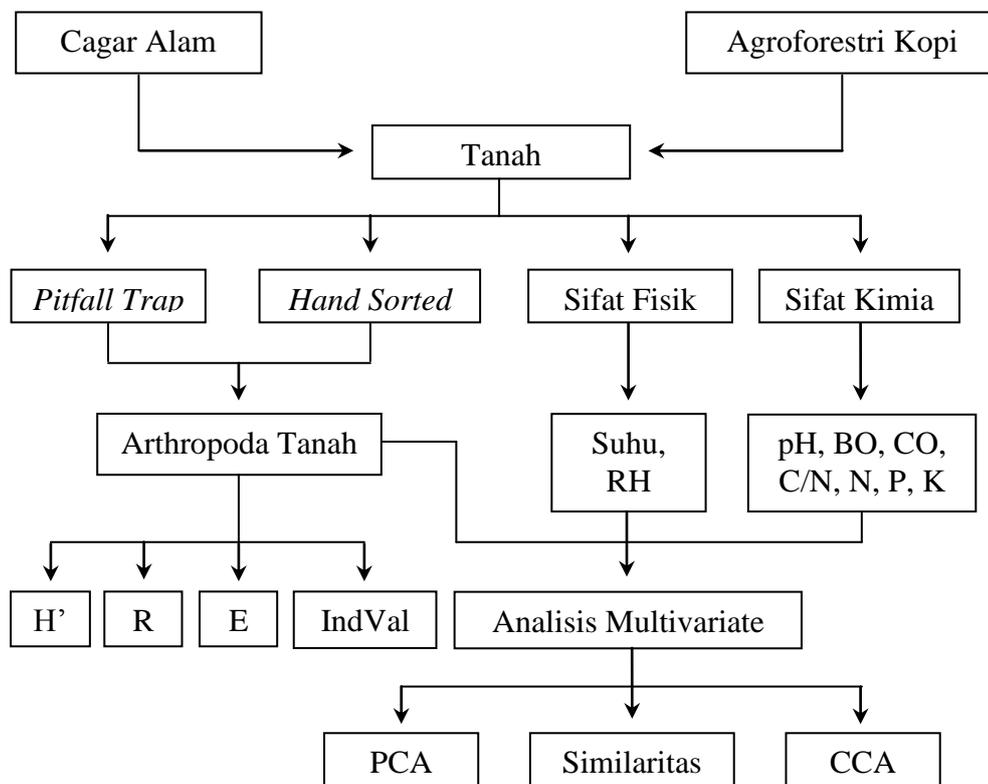
3. Menyediakan data yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2013 di Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur Cagar Alam Manggis Gadungan dan perkebunan kopi PT. Mangli Dian Perkasa Desa Mangli Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri.

3.5.2 Kerangka Operasional



Gambar 2. Kerangka operasional penelitian tahap 1

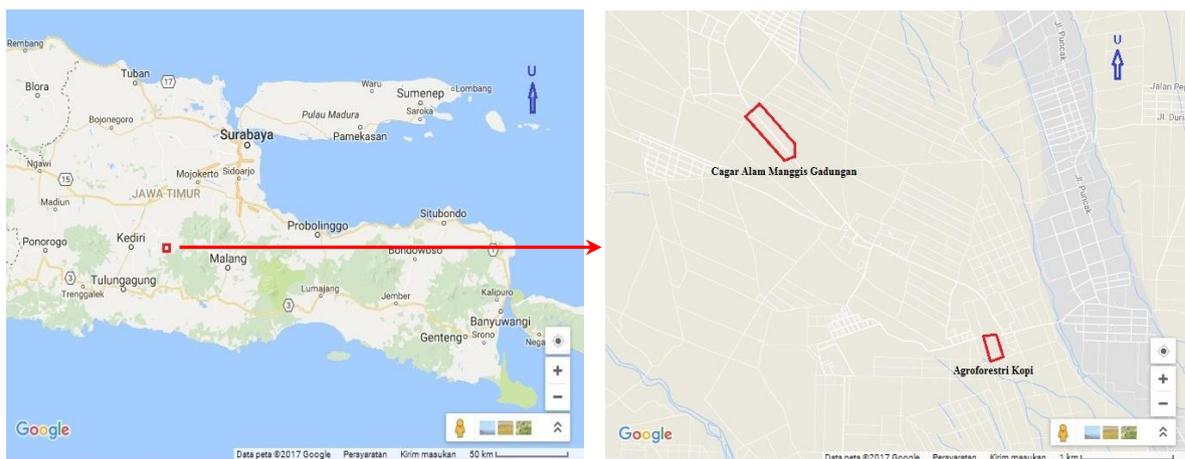
Dilakukan pengamatan pada tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi. Pengamatan dilakukan secara langsung, terhadap sifat fisik tanah dan arthropoda tanah. Sifat fisik tanah yang diamati adalah suhu dan kelembaban tanah. Arthropoda tanah diamati dengan menggunakan metode *pitfall trap* dan *hand sorted*. Sifat kimia tanah diamati secara tidak langsung dengan membawa sampel tanah ke laboratorium untuk

dianalisis: pH, bahan organik, C organik, C/N, N, P dan K. Data arthropoda tanah dianalisis untuk mengetahui indeks keanekaragaman Shannon (H'), indeks kekayaan Margalef (R), indeks kemerataan (E) dan *Indicator Value Index* (IndVal). Data arthropoda tanah, sifat fisik tanah dan sifat kimia tanah dianalisis multivariate dengan *Principal Component Analysis* (PCA), similaritas Morisita dan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA).

3.5.3 Langkah Penelitian

3.5.3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di hutan lindung, yaitu Cagar Alam Manggis Gadungan ($07^{\circ}50'47,52''$ LS $112^{\circ}14'2,69''$ BT) sebagai perwakilan dari ekosistem alami dan perkebunan kopi Mangli ($07^{\circ}52'7,25''$ LS $112^{\circ}15'20,51''$ BT) sebagai perwakilan dari ekosistem binaan yang berada di Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri (Gambar 3).



A



B



C

Gambar 3. Lokasi penelitian tahap 1. A. Lokasi penelitian dilihat pada peta Jawa Timur (modifikasi Google Maps, 2017), B. Cagar Alam, C. Agroforestri Kopi

Perkebunan kopi Mangli termasuk Agroforestri Kopi sederhana, karena di perkebunan tersebut hanya ditemukan tanaman pokok, yaitu kopi robusta dan tanaman naungan berupa pohon lamtoro. Cagar Alam berada pada ketinggian 300-310 m dpl, sedangkan Agroforestri Kopi berada pada ketinggian 450-470 m dpl. Tipe tanah di kedua lokasi adalah regosol. Penelitian dilakukan pada musim kemarau. Kondisi lantai di Cagar Alam banyak ditemukan seresah (ketebalan \pm 13 cm), dengan sedikit tumbuhan penutup tanah. Di Agroforestri Kopi seresah tidak terlalu banyak (ketebalan \pm 2 cm), tumbuhan penutup tanah lebih banyak dan beranekaragam dibandingkan Cagar Alam.

3.5.3.2 Pengambilan Sampel Arthropoda Tanah

Di tiap lokasi dilakukan pengambilan sampel arthropoda tanah. Sampel arthropoda tanah diambil dengan cara membuat 3 jalur dan di setiap jalur dibuat 10 titik pengamatan dengan jarak antar titik pengamatan 5 m. Metode yang digunakan untuk mendapatkan sampel arthropoda tanah adalah:

A. Metode *Pitfall Trap*

Pitfall trap dibuat dari gelas plastik dengan diameter atas 10 cm dan tinggi 7 cm. Gelas plastik diisi 25 ml larutan alkohol 70 % dan 3 tetes larutan detergen. Gelas plastik dibenamkan dalam tanah, sehingga bagian atasnya sejajar dengan permukaan tanah. Perangkap diamati setelah dipasang selama 1 x 24 jam. Arthropoda yang terjebak diambil dan disimpan dalam botol berisi alkohol 70%. Sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

B. Metode *Hand Sorted*

Sampel tanah diambil di setiap titik pengamatan dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 25 cm dan dalam 30 cm. Tanah ditaruh di alas yang berwarna putih dan dipisahkan dengan tangan. Arthropoda tanah yang ditemukan dihitung sesuai dengan kelompoknya. Diambil sampel tiap kelompok arthropoda tanah dan disimpan dalam botol berisi alkohol 70%. Sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.

3.5.3.3 Pengukuran Sifat Fisik Tanah

Di setiap titik pengamatan dilakukan pengukuran suhu permukaan tanah, kelembaban permukaan tanah, suhu dalam tanah dan kelembaban dalam tanah. Pengukuran suhu dan kelembaban tanah menggunakan *termohygrometer*.

3.5.3.4 Pengukuran Sifat Kimia Tanah

Sampel tanah sebanyak 0,5 kg diambil dari tiap titik pengamatan. Tanah dibawa ke laboratorium untuk dianalisis: pH, bahan organik, karbon organik, N total, P dan K. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.5.4 Analisis Data

Data kelimpahan genus arthropoda tanah dianalisis untuk mengetahui indeks keanekaragaman Shannon (H'), indeks kekayaan Margalef (R), indeks pemerataan (E) dan *Indicator Value Index* (IndVal). Data sifat fisik dan kimia tanah dari kedua lokasi diuji t untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan lingkungan di kedua lokasi. Analisis multivariate yang digunakan terdiri dari: *Principal Component Analysis* (PCA), similaritas Morisita dan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). Kelimpahan arthropoda tanah dianalisis dengan PCA untuk memetakan arthropoda tanah yang menjadi ciri khas di setiap lokasi penelitian. Analisis similaritas Morisita dilakukan untuk mengetahui adanya pengelompokan arthropoda tanah atau sifat fisik dan kimia tanah. Untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah, dilakukan analisis CCA. Analisis H , R , E , uji t , PCA, similaritas Morisita dan CCA menggunakan program PAST versi 3.14, sedangkan analisis IndVal menggunakan software R.

3.6 Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi menunjukkan bahwa suhu, kelembaban dan pH tanah tidak berbeda nyata, sedangkan parameter tanah yang lain berbeda sangat signifikan (Tabel 1). Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan, Agroforestri Kopi memiliki suhu ($29,71\text{ }^{\circ}\text{C}$) sesuai marginal, kelembaban ($80,24\%$), pH tanah ($6,33$) dan C organik ($4,95\%$) cukup sesuai untuk pertumbuhan tanaman kopi robusta (Ritung dkk., 2007).

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa sifat kimia tanah di Cagar Alam adalah: pH tanah ($6,07$) agak asam, C organik ($10,12\%$), bahan organik ($13,14\%$) dan rasio C/N ($80,32$) adalah sangat tinggi, N total ($0,13\%$) rendah, P ($6,6\text{ mg/kg}$) dan K ($21,66\text{ mg/100g}$) termasuk sedang. Agroforestri Kopi memiliki kriteria sifat kimia tanah sebagai berikut: pH tanah ($6,33$) agak asam, C organik ($4,95\%$) tinggi, N total ($0,31\%$) dan K ($29,69\text{ mg/100g}$) adalah sedang, rasio C/N ($16,1$) dan P ($12,56\text{ mg/kg}$) tinggi dan

bahan organik (6,43 %) sangat tinggi. Menurut Supriadi (2017), karakteristik tanah untuk tanaman kopi Robusta adalah: kadar bahan organik di atas 3,5 % (tinggi), kadar C organik di atas 2 % (sedang), rasio C/N antara 10-12 (sedang), pH tanah berkisar antar 5,5-6,5 (agak asam) dan kadar unsur hara N, P, K sedang sampai tinggi.

Tabel 1. Rerata sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi

Parameter	CA	AK	p value	Kriteria
Suhu (°C)	30,12	29,71	0,870	28-32 * sesuai marginal
Kelembaban (%)	80,83	80,24	0,922	80-90 * cukup sesuai
pH	6,07	6,33	0,124	6,0-6,5 * cukup sesuai 5,5-6,5 ** agak asam
C organik (%)	10,12	4,95	0,000	> 0,8 * sangat sesuai > 5 ** sangat tinggi
N total (%)	0,13	0,31	0,000	0,21-0,5 ** sedang
Rasio C/N	80,32	16,10	0,000	> 25 ** sangat tinggi
Bahan organik (%)	13,14	6,43	0,000	> 5,15 *** sangat tinggi
P (mg/kg)	6,60	12,56	0,000	11-15 ** tinggi
K (mg/100g)	21,66	29,69	0,000	21-40 ** sedang

Keterangan: CA: Cagar Alam, AK: Agroforestri Kopi. *: Ritung dkk. (2007), **: Sulaiman dkk. (2005), ***: Hazelton & Murphy (2007)

Hasil identifikasi terhadap arthropoda tanah yang diperoleh dari Cagar Alam dan Agroforestri Kopi menunjukkan bahwa arthropoda tanah yang berhasil dikoleksi selama penelitian terdiri dari 5 klas, 11 ordo, 21 famili dan 28 genus (Tabel 2). Arthropoda tanah yang ditemukan terdiri dari klas Arachnida, Chilopoda, Diplopoda, Collembola dan Insekta. Arthropoda tanah didominasi oleh klas Insekta (19 taksa), diikuti Arachnida (5 taksa). Klas Insekta terdiri dari ordo Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Hymenoptera dan Orthoptera, Ordo yang paling banyak ditemukan adalah Coleoptera (8 taksa). Ordo Araneae, Blattodea dan Hymenoptera memiliki jumlah yang sama, yaitu 4 taksa. Famili yang paling banyak ditemukan adalah Formicidae atau kelompok semut. Semut yang dijumpai adalah genus *Camponotus*, *Neoponera*, *Odontomachus* dan *Ponera*.

Berdasarkan peran ekologinya, diketahui bahwa dari 28 taksa, yang berperan sebagai predator 15 taksa, parasit 1 taksa, dekomposer 8 taksa dan herbivora 4 taksa. Kelompok predator yang dijumpai berasal dari klas Arachnida, Chilopoda dan Insekta. Berdasarkan peranannya di dalam tanah, arthropoda dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu: penggerek (*shredders*), predator, herbivora dan pemakan jamur. Kelompok arthropoda yang penting adalah Collembola, Acari (tungau), Rotifera dan

Echytraeida (Handayanto & Hairiah, 2007). Arthropoda (Insekta dan Arachnida) secara keseluruhan berpengaruh terhadap produksi tanaman dan kesehatan tanah, karena ada yang menjadi hama dan ada juga yang menguntungkan (Olfert dkk., 2002). Menurut Gibb & Oseto (2006), Arachnida adalah kelompok terbesar kedua dari arthropoda dalam jumlah spesies dan peranan penting spesies pada pertanian. Sebagian besar Arachnida, termasuk laba-laba adalah predator. Diplopoda merupakan fitofagus, tetapi sebagian besar spesies tidak menyebabkan kerusakan serius pada tanaman. Sedangkan Chilopoda adalah predator dan memiliki sepasang gigi yang beracun untuk menangkap dan membunuh mangsanya.

Tabel 2. Hasil identifikasi arthropoda tanah yang diperoleh dari Cagar Alam dan Agroforestri Kopi

No.	Klas	Ordo	Famili	Genus	Peranan	Pustaka
1.	Arachnida	Araneae	Gnaphosidae	<i>Drassyllus</i>	Predator	A, B
2.	Arachnida	Araneae	Hahniidae	<i>Antistea</i>	Predator	A, B
3.	Arachnida	Araneae	Miturgidae	<i>Syspira</i>	Predator	A, B
4.	Arachnida	Araneae	Oxyopidae	<i>Oxyopes</i>	Predator	A, B
5.	Arachnida	Trombidiformes	Trombidiidae	<i>Allothrombium</i>	Parasit	A, B
6.	Chilopoda	Geophilomorpha	Geophilidae	<i>Geophilus</i>	Predator	B, C
7.	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	<i>Desoria</i>	Dekomposer	B, D
8.	Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Oxidus</i>	Dekomposer	B, E
9.	Diplopoda	Spirostreptida	Spirostreptidae	<i>Orthoporus</i>	Dekomposer	B, E
10.	Insekta	Blattodea	Blattidae	<i>Periplaneta</i>	Dekomposer	B
11.	Insekta	Blattodea	Blattidae	<i>Shelfordella</i>	Dekomposer	B
12.	Insekta	Blattodea	Corydiidae	<i>Arenivaga</i>	Dekomposer	B
13.	Insekta	Blattodea	Rhinotermitidae	<i>Coptotermes</i>	Dekomposer	B
14.	Insekta	Coleoptera	Carabidae	<i>Elaphropus</i>	Predator	B, F
15.	Insekta	Coleoptera	Carabidae	<i>Pogonus</i>	Predator	B, F
16.	Insekta	Coleoptera	Coccinelidae	<i>Delphastus</i>	Predator	B, F
17.	Insekta	Coleoptera	Cryptophagidae	<i>Atomaria</i>	Dekomposer	B, F
18.	Insekta	Coleoptera	Elateridae	<i>Hemicrepidius</i>	Herbivora	B, F
19.	Insekta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Serica</i>	Herbivora	B, F
20.	Insekta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Omalium</i>	Predator	B, F
21.	Insekta	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Phanerota</i>	Predator	B, F
22.	Insekta	Dermaptera	Forficulidae	<i>Euborellia</i>	Predator	B, F
23.	Insekta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i>	Predator	B, G
24.	Insekta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Neoponera</i>	Predator	B, G
25.	Insekta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontomachus</i>	Predator	B, G
26.	Insekta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Ponera</i>	Predator	B, G
27.	Insekta	Orthoptera	Gryllidae	<i>Allonemobius</i>	Herbivora	B, F
28.	Insekta	Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Scapteriscus</i>	Herbivora	B, F

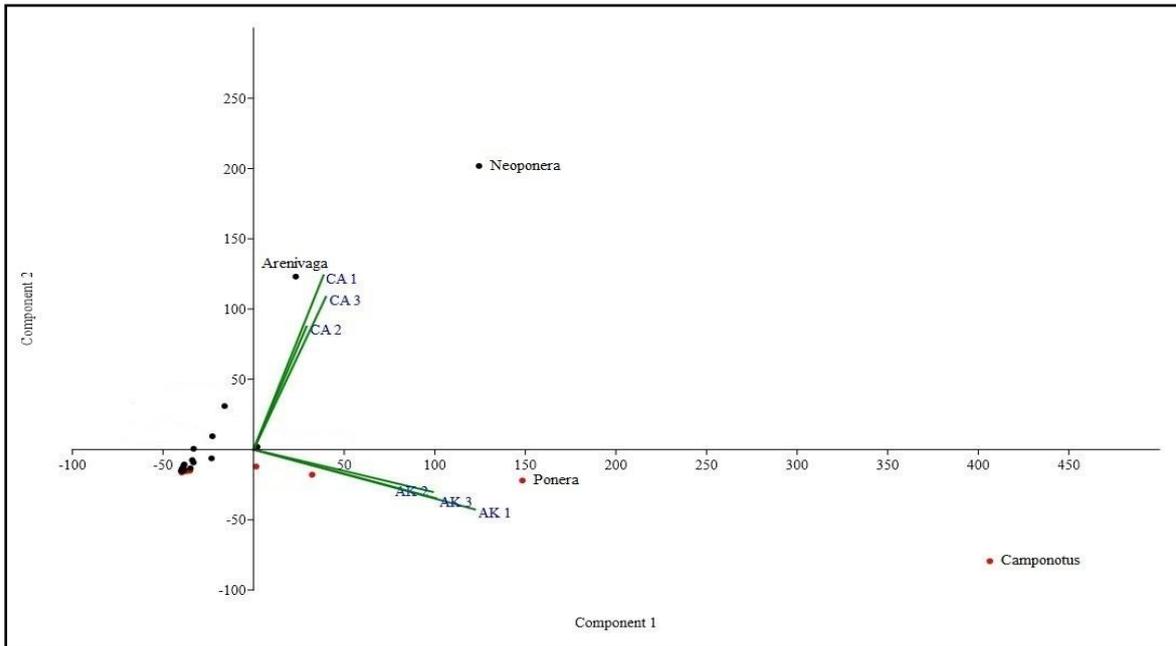
Keterangan: A: Dondale (1990), B: VanDyk (2016), C: Mundel (1990), D: Suhardjono dkk. (2012), E: Hoffman (1990), F: Borrer dkk. (1989), G: Wheeler & Wheeler (1990)

Tabel 3. Kelimpahan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi

No.	Genus	Cagar Alam (ekor)	Agroforestri Kopi (ekor)
1.	<i>Drassyllus</i>	17	6
2.	<i>Antistea</i>	3	5
3.	<i>Syspira</i>	30	65
4.	<i>Oxyopes</i>	4	2
5.	<i>Allothrombium</i>	0	1
6.	<i>Geophilus</i>	25	23
7.	<i>Desoria</i>	4	0
8.	<i>Oxidus</i>	8	7
9.	<i>Orthoporus</i>	2	2
10.	<i>Periplaneta</i>	10	0
11.	<i>Shelfordella</i>	54	14
12.	<i>Arenivaga</i>	260	28
13.	<i>Coptotermes</i>	89	13
14.	<i>Elaphropus</i>	4	0
15.	<i>Pogonus</i>	5	8
16.	<i>Delphastus</i>	4	0
17.	<i>Atomaria</i>	2	0
18.	<i>Hemicrepidius</i>	2	0
19.	<i>Serica</i>	37	119
20.	<i>Omalium</i>	4	2
21.	<i>Phanerota</i>	8	0
22.	<i>Euborellia</i>	2	1
23.	<i>Camponotus</i>	139	764*
24.	<i>Neoponera</i>	445*	150
25.	<i>Odontomachus</i>	32	2
26.	<i>Ponera</i>	100	312
27.	<i>Allonemobius</i>	54	60
28.	<i>Scapteriscus</i>	15	8

Keterangan: * : jumlah genus arthropoda tanah tertinggi

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa kelimpahan arthropoda tanah tertinggi di Cagar Alam diduduki oleh genus *Neoponera* (Hymenoptera: Formicidae), sedangkan di Agroforestri Kopi diduduki oleh genus *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae). *Camponotus* merupakan genus terbesar dari famili Formicidae (semut) yang sudah dikenali saat ini. Dari 931 spesies semut, 10% adalah genus *Camponotus* (Brady dkk., 2000). Genus *Camponotus* merupakan salah satu jenis semut yang dapat berperan sebagai predator telur (Capinera, 2008).

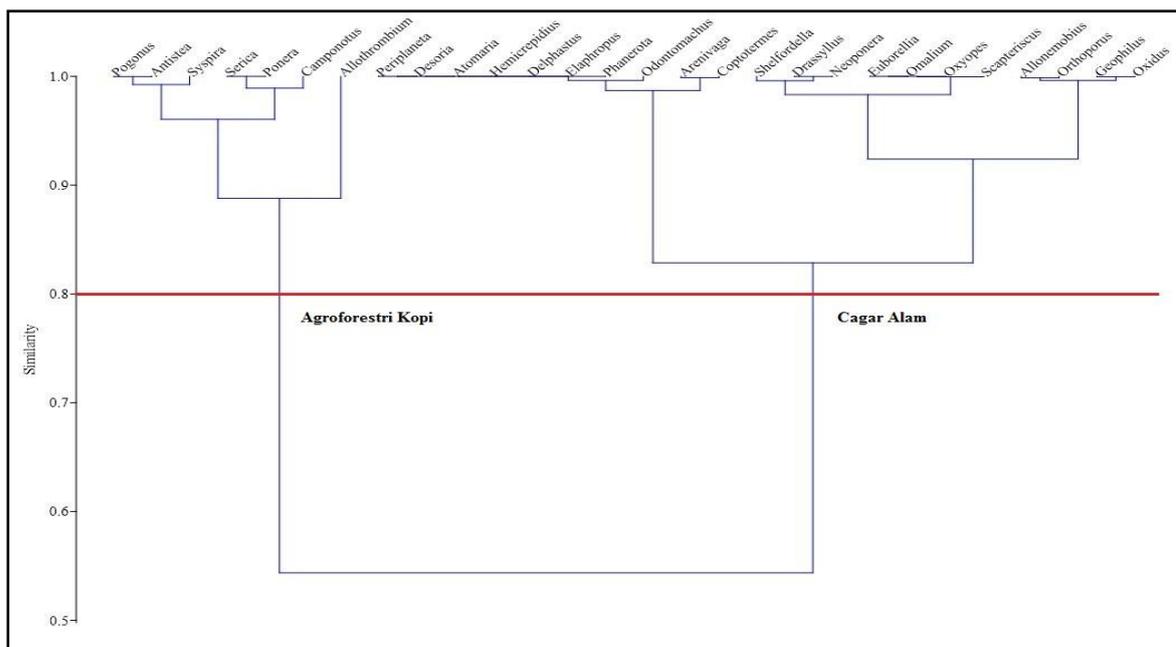


Gambar 4. Pemetaan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi (berdasarkan PCA, genus yang ditampilkan adalah yang menjadi ciri khas lokasi). CA: Cagar Alam, AK: Agroforestri Kopi

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa arthropoda tanah yang menjadi ciri khas di Cagar Alam adalah genus *Neoponera* dan *Arenivaga* sedangkan di Agroforestri Kopi dicirikan oleh genus *Camponotus* dan *Ponera* (Gambar 4). Genus *Neoponera*, *Camponotus* dan *Ponera* termasuk famili Formicidae (kelompok semut). Semut dapat ditemukan di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi, hal ini menunjukkan bahwa semut mempunyai kekayaan spesies dan kelimpahan yang sangat tinggi.

Penelitian Chen dkk. (2011) menunjukkan bahwa habitat sangat mendukung perbedaan tingkat kekayaan dan kelimpahan semut. Tiga spesies semut yang ditemukan sangat melimpah di tanaman lak adalah *Camponotus mitis*, *Monomorium pharaonis*, *Pheidole watsoni*, sedangkan 3 spesies lainnya, yaitu: *Crematogaster ferrarii*, *Odontomachus circulus*, *Tetramorium ciliatum* ditemukan sangat melimpah di hutan sekunder.

Haneda dan Yuniar (2015) menyatakan bahwa keberadaan semut sangat dipengaruhi oleh karakteristik ekosistem. Berdasarkan hasil penelitiannya diketahui bahwa pada hutan sekunder didominasi oleh semut dari genus *Pheidole* dan *Heteroponera*, perkebunan kelapa sawit didominasi oleh genus *Pheidole*, sedangkan di kebun karet dan hutan karet didominasi oleh genus *Camponotus*.



Gambar 5. Pengelompokan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi (berdasarkan indeks similaritas Morisita)

Hasil analisis similaritas Morisita terhadap genus arthropoda tanah menunjukkan bahwa pada similaritas 80%, arthropoda tanah terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu: kelompok Agroforestri Kopi dan Cagar Alam. Kelompok Agroforestri Kopi terdiri dari 7 genus, yaitu: *Pogonus*, *Antistea*, *Syspira*, *Serica*, *Ponera*, *Camponotus* dan *Allothrombium*, sedangkan sisanya 21 genus masuk kelompok Cagar Alam (Gambar 5).

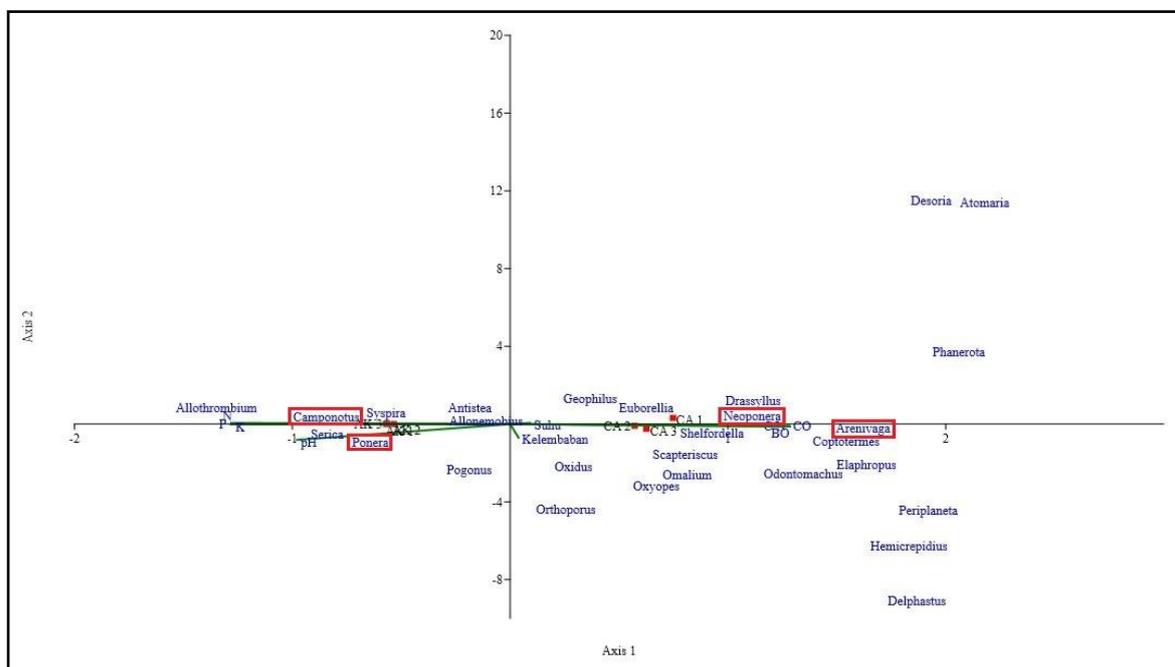
Tabel 4. Keanekaragaman genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi

Parameter	Cagar Alam	Agroforestri Kopi
Jumlah genus (S)	27	21
Jumlah individu (N)	1.359	1.592
Indeks Shannon (H)	2,25	1,71
Indeks Margalef (R)	3,60	2,71
Indeks Evenness (E)	0,35	0,26

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan (Tabel 4), diketahui bahwa Cagar Alam memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan Agroforestri Kopi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah genus yang diperoleh di Cagar Alam lebih banyak dibandingkan di Agroforestri Kopi, indeks keanekaragaman Shannon di Cagar Alam lebih tinggi dibandingkan Agroforestri Kopi, Cagar Alam memiliki kekayaan yang lebih tinggi dari Agroforestri Kopi dan arthropoda tanah di Cagar Alam lebih merata dibandingkan

Agroforestri Kopi.

Kondisi Cagar Alam pada saat penelitian memiliki seresah yang cukup banyak dibandingkan di Agroforestri Kopi. Keberadaan seresah dapat dijadikan sebagai tempat perlindungan dan sumber pakan bagi arthropoda tanah. Madej dkk. (2011) menyatakan bahwa keanekaragaman arthropoda tanah meningkat sejalan dengan proses perkembangan tanah. Arthropoda tanah berasosiasi positif dengan pohon, peningkatan jumlah bahan organik di permukaan tanah menyediakan banyak makanan dan habitat bagi arthropoda tanah. Penelitian Haneda & Asti (2014) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara keanekaragaman arthropoda tanah yang berbanding lurus dengan laju dekomposisi seresah.

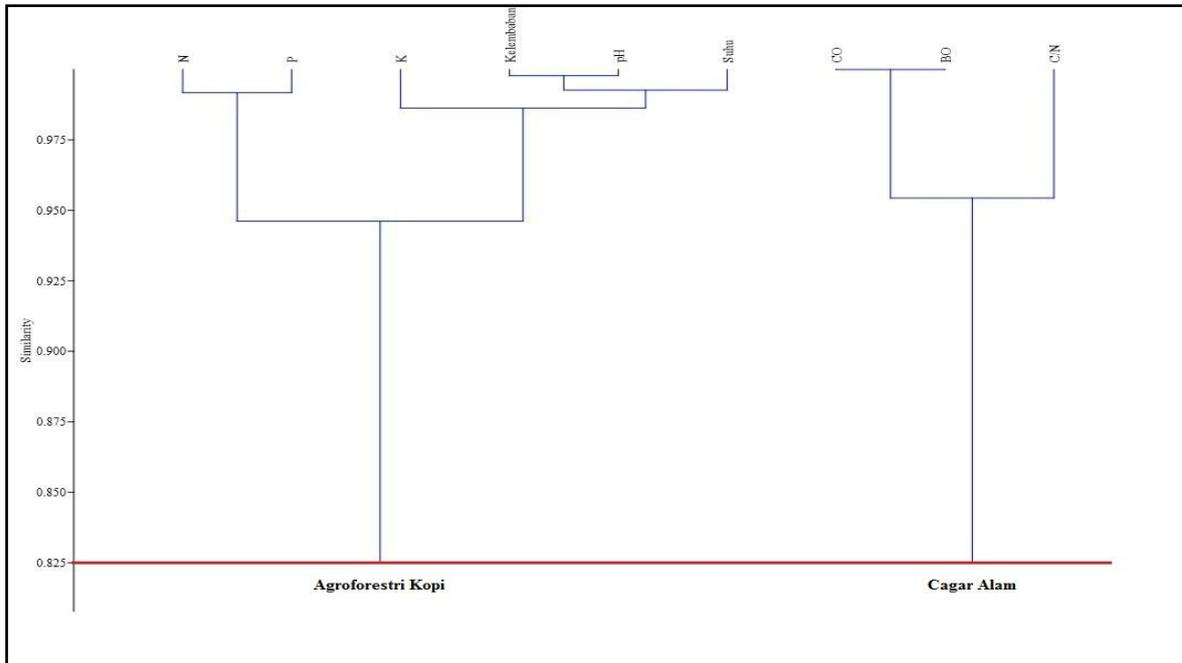


Gambar 6. Hubungan antara genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi. CA: Cagar Alam, AK: Agroforestri Kopi

Hasil analisis CCA antara genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah (Gambar 6) menunjukkan bahwa semut (genus *Camponotus* dan *Ponera*) di Agroforestri Kopi berhubungan dengan N, P, K dan pH, sedangkan semut (genus *Neoponera*) dan kecoa (genus *Arenivaga*) di Cagar Alam berhubungan dengan C organik, bahan organik dan rasio C/N.

Berdasarkan hasil analisis similaritas Morisita terhadap sifat fisik dan kimia tanah yang diperoleh dari penelitian, menunjukkan bahwa pada similaritas 82,5% terdapat 2 kelompok, yaitu kelompok I adalah Agroforestri Kopi terdiri atas N, P, K, kelembaban, pH dan suhu tanah, sedangkan kelompok II adalah Cagar Alam yang terdiri dari: C organik,

bahan organik dan rasio C/N (Gambar 7).



Gambar 7. Pengelompokan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi (berdasarkan indeks similaritas Morisita)

Hasil analisis spesies indikator (Tabel 5) menunjukkan bahwa terdapat 3 genus arthropoda tanah yang berpotensi menjadi bioindikator, yaitu: genus *Arenivaga* (Blattodea: Corydiidae) dan genus *Periplaneta* (Blattodea: Blattidae) sebagai bioindikator di Cagar Alam dan genus *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae) sebagai bioindikator di Agroforestri Kopi.

Tabel 5. Genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi

Lokasi	Genus	Indicator value	p value
Cagar Alam	<i>Arenivaga</i>	0,950	0,004
	<i>Periplaneta</i>	0,816	0,041
Agroforestri Kopi	<i>Camponotus</i>	0,920	0,002

Genus *Arenivaga* dan *Periplaneta* termasuk ordo Blattodea, merupakan kelompok kecoa yang banyak ditemukan di permukaan tanah. Kecoa ini banyak ditemukan di lantai hutan, memakan kayu atau seresah dan sangat sensitif terhadap perubahan tata guna hutan,

sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai indikator keberlanjutan habitat (Bell dkk., 2007).

Genus *Camponotus* merupakan semut yang dapat dikenali dari ukuran tubuhnya yang besar (de Bruyn, 1999). Genus *Camponotus* banyak ditemukan di hutan dan perkebunan yang tidak terurus (Delabie dkk., 2009). Semut mempunyai potensi yang bagus sebagai bioindikator tanah terhadap tekanan manusia. Semut berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung terhadap integritas kesehatan tanah dan mempunyai kemampuan resiliansi terhadap gangguan manusia (Folgarait, 1998).

Arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam adalah kecoa (genus *Arenivaga* dan *Periplaneta*) yang berhubungan dengan kadar C organik, bahan organik dan rasio C/N. Sedangkan di Agroforestri Kopi yang berpotensi sebagai bioindikator adalah semut (genus *Camponotus*) yang berhubungan dengan kadar N total dan K, pH, suhu, kelembaban dan P.

3.7 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam adalah sebagai berikut: pH tanah (6,07) agak asam, C organik (10,12 %), bahan organik (13,14 %) dan rasio C/N (80,32) adalah sangat tinggi, N total (0,13 %) rendah, P (6,6 mg/kg) dan K (21,66 mg/100g) sedang. Sifat fisik dan kimia tanah di Agroforestri Kopi adalah: suhu sesuai, kelembaban cukup sesuai, pH tanah (6,33) agak asam, C organik (4,95 %) tinggi, N total (0,31 %) dan K (29,69 mg/100g) adalah sedang, rasio C/N (16,1 %) dan P (12,56 mg/kg) tinggi dan bahan organik (6,43 %) sangat tinggi.
2. Arthropoda tanah yang diperoleh dari Cagar Alam dan Agroforestri Kopi terdiri dari klas Arachnida, Chilopoda, Collembola, Diplopoda dan Insekta. Klas Insekta memiliki jumlah ordo terbanyak, ordo Coleoptera memiliki jumlah famili terbanyak dan famili Formicidae memiliki jumlah genus terbanyak.
3. Kelimpahan arthropoda tanah tertinggi di Cagar Alam diduduki oleh semut (genus *Neoponera*), sedangkan di Agroforestri Kopi diduduki oleh semut (genus *Camponotus*). Cagar Alam memiliki keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan Agroforestri Kopi.
4. Kelimpahan semut (genus *Camponotus* dan *Ponera*) di Agroforestri Kopi berhubungan dengan N, P, K, kelembaban, pH dan suhu tanah. Sedangkan semut

(genus *Neoponera*) dan kecoa (genus *Arenivaga*) di Cagar Alam berhubungan dengan C organik, bahan organik dan rasio C/N.

5. Arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam adalah kecoa (genus *Arenivaga* dan *Periplaneta*), sedangkan di Agroforestri Kopi adalah semut (genus *Camponotus*).

3.8 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada musim kemarau, sehingga perlu dilakukan penelitian sejenis untuk mengetahui potensi arthropoda tanah pada musim yang berbeda.
2. Pada penelitian berikutnya perlu ditambahkan lokasi penelitian yang mewakili agroekosistem.