

**POTENSI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI**

DISERTASI

oleh
DWI SUHERIYANTO
127090100011002



**PROGRAM DOKTOR BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

**POTENSI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI**

DISERTASI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor dalam Bidang Biologi**

**oleh
DWI SUHERIYANTO
127090100011002**



**PROGRAM DOKTOR BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

HALAMAN PENGESAHAN DISERTASI
POTENSI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI

DWI SUHERIYANTO
127090100011002

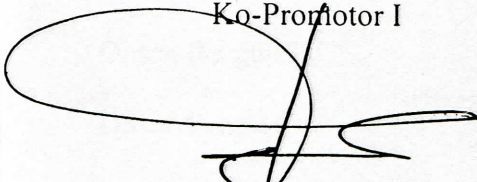
Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 15 Juni 2017 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar Doktor dalam Bidang Biologi

Menyetujui
Promotor



Prof. Dr. Ir. Soemarno, M.S.
NIP 19550311 198002 1 002

Ko-Promotor I



Dr. Bagyo Yanuwadi
NIP 19600118 198601 1 001

Ko-Promotor II



Amin Setyo Leksono, S.Si, M.Si., Ph.D.
NIP 19721117 200012 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Doktor Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Prof. Dr. Ir. Estri Laras Arumingtyas, M.Sc.St
NIP 19630818 198802 2 001

SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI DISERTASI

Judul Disertasi:

POTENSI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI

Nama : Dwi Suheriyanto

NIM : 127090100011002

KOMISI PROMOTOR :

Promotor : Prof. Dr. Ir. Soemarno, M.S.

Ko Promotor : Dr. Bagyo Yanuwiadi

Ko Promotor : Amin Setyo Leksono, S.Si, M.Si., Ph.D.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Prof. Dr. Ir. Soemarno, M.S.

Dosen Penguji II : Dr. Bagyo Yanuwiadi

Dosen Penguji III : Amin Setyo Leksono, S.Si, M.Si., Ph.D.

Dosen Penguji IV : Dr. Fatchurrahman, M.Si.

Dosen Penguji V : Dr. Bambang Tri Rahardjo, M.Si.

Dosen Penguji VI : Nia Kurniawan, S.Si, M.P., DSc.

Dosen Penguji VII : Zulfaidah Penata Gama, S.Si, M.Si., Ph.D.

Tanggal Seminar Hasil Penelitian : 12 April 2017

Tanggal Ujian Kelayakan : 16 Mei 2017

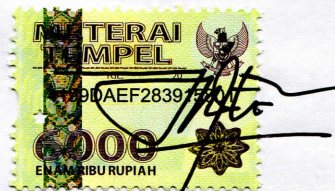
Tanggal Ujian Terbuka : 15 Juni 2017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Disertasi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Juni 2017



Nama : Dwi Suheriyanto

NIM : 127090100011002

RIWAYAT HIDUP

Dwi Suheriyanto, lahir di Kediri, 25 Maret 1974, putra kedua dari ayah Mulyadi dan ibu Suwarni, lulus dari SMA Negeri 2 Madiun pada tahun 1992, menempuh pendidikan S-1 di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 1997, menempuh pendidikan S-2 di Ilmu Tanaman Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2002, sejak tahun 2003 sampai sekarang menjadi PNS di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Malang, Juni 2017

Penulis

Dwi Suheriyanto

PEDOMAN PENGGUNAAN DISERTASI

Disertasi ini tidak 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.

RINGKASAN

Potensi Arthropoda Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Agroforestri Kopi

Dwi Suheriyanto, Soemarno, Bagyo Yanuwadi, Amin Setyo Leksono
Program Doktor Biologi Universitas Brawijaya Malang
2017

Agroforestri merupakan pendekatan pengelolaan lahan yang berkelanjutan dengan menggabungkan pertanian dan kehutanan ke dalam sistem produksi yang terintegrasi. Sistem agroforestri memberikan keuntungan secara ekonomi dari hasil tanaman dan produk kayu, serta habitat yang potensial untuk tempat berlindung berbagai jenis hewan dan tumbuhan. Penggabungan berbagai jenis pohon di lahan pertanian dapat membantu dalam menjaga ketersediaan nutrisi dan meningkatkan kesuburan tanah. Degradasi lahan dan penurunan kesuburan tanah menjadi ancaman besar bagi produktivitas pertanian. Petani membutuhkan indikator peringatan dini kualitas tanah dan alat pemantauan untuk memandu pengelolaan tanah, karena biaya mencegah degradasi tanah lebih murah dibandingkan biaya tindakan perbaikan. Cara lama yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas tanah didasarkan pada penggunaan indikator fisika, kimia dan mikrobiologi. Metode baru berdasarkan arthropoda tanah telah diusulkan untuk mengevaluasi kualitas tanah. Arthropoda tanah dipilih karena memberikan respon sensitif terhadap praktik pengelolaan lahan dan berkorelasi positif dengan fungsi tanah. Penelitian bertujuan untuk menganalisis sifat fisik dan kimia tanah, mengidentifikasi genus arthropoda tanah, menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman genus arthropoda tanah, menganalisis hubungan antara kelimpahan genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah dan mengetahui genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah pada sistem agroforestri kopi.

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap, yaitu: penelitian I dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2013 di Cagar Alam Manggis Gadungan dan perkebunan kopi PT. Mangli Dian Perkasa Desa Mangli Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. Penelitian II dilakukan pada bulan April sampai Mei 2015 di Cagar Alam Manggis Gadungan, perkebunan kopi PT. Mangli Dian Perkasa Desa Mangli Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri dan agroekosistem di Desa Siman Kecamatan Kepung Kabupaten Kediri. Penelitian III dilakukan pada bulan Januari sampai Pebruari 2016 di PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan dan perkebunan kopi rakyat Desa Bangelan Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang. Di tiap lokasi dilakukan pengambilan sampel arthropoda tanah 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 metode *pitfall trap* dan *hand sorted*. Sifat fisik tanah yang diukur adalah suhu dan kelembaban tanah. Sifat kimia tanah yang diukur adalah pH, bahan organik, karbon organik, N total, 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 sifat fisik dan kimia tanah dari 2 lokasi diuji t sedangkan yang dari 3 lokasi diuji dengan analisis varian. Data sifat fisik tanah, kimia tanah dan arthropoda tanah dilakukan analisis multivariate, yaitu *Principal Component Analysis* (PCA), similaritas Morisita, *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). Analisis H, R, E, uji t, anava, PCA, similaritas Morisita dan CCA menggunakan program PAST versi 3.14, sedangkan analisis IndVal menggunakan software R.

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah dari agroforestri kopi adalah sebagai berikut: pH tanah (4,7-6,33) asam sampai agak asam, C organik (0,89-4,95 %) sangat rendah sampai tinggi, rasio C/N (6,2-16,1 %) rendah sampai tinggi, N total (0,14-0,31 %) rendah sampai sedang, P (6,87-17,88 mg/kg) rendah sampai sangat tinggi, K (0,18-1,26 me/100g) rendah sampai sangat tinggi. Arthropoda tanah yang diperoleh dari agroforestri kopi terdiri dari klas Arachnida, Chilopoda, Collembola, Diplopoda dan Insekta. Klas yang memiliki jumlah ordo terbanyak adalah klas Insekta, ordo yang memiliki jumlah famili terbanyak adalah ordo Coleoptera dan famili yang memiliki jumlah genus terbanyak adalah famili Formicidae. Kelimpahan arthropoda tanah di agroforestri kopi didominasi oleh kelompok semut (genus *Camponotus* dan *Ponera*) dan Collembola (genus *Entomobrya* dan *Lepidocyrtus*). Agroforestri kopi memiliki keanekaragaman arthropoda tanah yang tinggi. Kelimpahan semut (genus *Camponotus* dan *Ponera*) di Agroforestri Kopi berhubungan dengan N total, P, K, kelembaban, pH dan suhu tanah. Kelimpahan Collembola (genus *Entomobrya*) berhubungan dengan suhu. Kelimpahan Collembola (genus *Lepidocyrtus*) berhubungan dengan N, P, C organik, bahan organik, kelembaban dan rasio C/N. Arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator di agroforestri kopi adalah semut (genus *Camponotus*) dan Collembola (genus *Lepidocyrtus* dan *Desoria*).

SUMMARY

The Potency of Soil Arthropod as Bioindicators of Soil Quality in Coffee Agroforestry

Dwi Suheriyanto, Soemarno, Bagyo Yanuwadi, Amin Setyo Leksono
Biology Doctor Program Brawijaya University Malang
2017

Agroforestry is an approach to sustainable land management that combines agriculture and forestry into an integrated production system. Agroforestry systems provide economic benefits from crop and wood products, as well as a potential habitat for shelter animals and plants. The integration of trees on farms can help to maintain the availability of nutrients and improve soil fertility. Land degradation and declining soil fertility are a major threat to agricultural productivity. Farmers require early warning indicators of soil quality and monitoring tool to guide the land management, because the cost of preventing soil degradation is cheaper than the cost of restoration action. The old methods used to evaluate soil quality are based on the use of physical, chemical and microbiological indicators. The new method is based on soil arthropods have been proposed to evaluate the soil quality. Soil arthropods have a sensitive response to land management practices and positively correlated with soil functions. The study aimed to analyze the physical and chemical properties of soil, to identify the soil arthropod genus, to analyze the abundance and diversity of soil arthropod genus, to analyze the relationship between abundance of soil arthropod genus with soil physical and chemical properties and to know the soil arthropod genus that has potential as bioindicators of soil quality in coffee agroforestry.

The research was conducted in 3 stages: research I conducted in September to October 2013 at Manggis Gadungan Nature Reserve and coffee plantation PT. Mangli Dian Perkasa Mangli Village Puncu District Kediri Regency. Research II was conducted from April to May 2015 at Manggis Gadungan Nature Reserve, coffee plantation of PT. PT. Mangli Dian Perkasa Mangli Village Puncu District Kediri Regency and agroecosystem in Siman Village, Kepung District Kediri Regency. Research III was conducted from January to February 2016 at coffee plantation of PTPN XII Bangelan Garden and community coffee plantation Bangelan Village, Wonosari District, Malang Regency. At each location, arthropod sampling is done by making 3 lines and in each line is made 10 observation points with distance between observation points 5 m. The method used to obtain arthropod soil samples is pitfall trap and hand sorted method. The soil physical properties measured were the temperature and soil moisture. The soil chemistry properties measured were pH, organic matter, organic carbon, total N, P and K. Soil arthropods data were analyzed to find out the Shannon diversity index (H'), Margalef richness index (R), evenness index (E) and Indicator Value Index (IndVal). Soil physical and chemical properties data from 2 sites were t test whereas from 3 locations were analyzed by variance analysis. The soil physical properties, soil chemistry properties and soil arthropod data were analyzed multivariate, i.e. Principal Component Analysis (PCA), similarity of Morisita, Canonical Correspondence Analysis (CCA). Analysis of H, R, E, t test, anava, PCA, similarity Morisita and CCA using PAST program version 3.14, while IndVal analysis using R software.

The results showed that the soil physical and chemical properties in coffee agroforestry were soil pH (4.7-6.33) acid to moderately acid, organic C (0.89-4.95 %) very low to high, C/N ratio (6.2-16.1) low to high, N (0.14-0.31 %) low to moderate, P (6.87-

17.88 mg/kg) low to very high, K (018-1.26 me/100g) low to very high. Soil arthropods obtained from coffee agroforestry consist of the Arachnida, Chilopoda, Collembola, Diplopoda and Insect class. The class that has the largest order number is the Insect class, the order with the largest family number is the Coleoptera order and the family with the largest genus number is the Formicidae family. The abundance of soil arthropod in coffee agroforestry is dominated by ant (Camponotus and Ponera genus) and Collembola (genus Entomobrya and Lepidocyrtus). Coffee agroforestry has high soil arthropod diversity. The abundance of ant (Camponotus and Ponera genus) in Coffee Agroforestry is related to total N, P, K, moisture, pH and soil temperature. Collembola abundance (Entomobrya genus) is related to temperature. Collembola abundance (Lepidocyrtus genus) is related to organic C, N, P, organic matter, moisture and C/N ratio. The genus of soil arthropod that has potential as bioindicators of soil quality in coffee agroforestry is ant (Camponotus genus) and Collembola (Lepidocyrtus and Desoria genus).

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat, Taufiq dan Hidayah-Nya, sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga Disertasi dengan judul Potensi Arthropoda Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Agroforestri Kopi ini dapat penulis selesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian dan penulisan makalah ini, yaitu kepada yang terhormat:

1. Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah memberikan Ijin Belajar kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Program Doktor di Universitas Brawijaya Malang.
2. Rektor Universitas Brawijaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.
3. Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.
4. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan dukungan dan ijin kepada penulis untuk mengikuti pendidikan Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Luchman Hakim, S.Si, MAgrSc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Biologi yang telah memberikan dukungan dan arahan kepada penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Estri Laras Arumingtyas, M.Sc.St selaku Ketua Program Doktor Biologi yang telah memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Soemarno, M.S. selaku Promotor yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberi saran dan motivasi kepada penulis.
8. Bapak Dr. Bagyo Yanuwadi selaku Ko Promotor 1 yang telah memberikan pencerahan, saran dan motivasi kepada penulis.
9. Bapak Amin Setyo Leksono, S.Si, M.Sc., Ph.D. selaku Ko Promotor 2 yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran kepada penulis.
10. Bapak Dr. Fatchurrahman, M.Si. yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan dalam penulisan Disertasi.
11. Bapak Dr. Bambang Tri Rahardjo, M.Si. yang telah bersedia menguji, memberikan arahan dan masukan dalam penulisan Disertasi.
12. Bapak Nia Kurniawan, S.Si, M.P., DSc. yang telah bersedia menguji, memberikan arahan dan saran dalam penulisan Disertasi.
13. Ibu Zulfaidah Penata Gama, S.Si, M.Si., Ph.D. yang telah bersedia menguji, memberikan koreksi dan masukan dalam penulisan Disertasi.
14. Seluruh Dosen Pengampu Program Doktor Biologi yang telah banyak berbagi ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam penulisan Disertasi.
15. Kepala Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur, Direktur PT. Mangli Dian Perkasa, dan Manajer PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan yang telah memberikan Ijin Penelitian.
16. Seluruh sivitas akademika Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang, khususnya kepada Bapak Djoema'ali, S.E. yang telah banyak membantu penulis dalam mengikuti pendidikan Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.

17. Rekan–rekan dosen, laboran, dan seluruh staf Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan kesempatan, bantuan dan do'a untuk kelancaran pendidikan Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.
18. Keluargaku tersayang: istriku Tin Nur Usamah, kedua putriku Izdihar Farah Hanun dan Lahfah Rana Muradah atas segala do'a, dukungan dan motivasi yang tak terkira.
19. Rekan-rekan Mahasiswa Program Doktor Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang, khususnya kepada ibu Akyunul Jannah dan ibu Listijana Suhargo, rekan seperjuangan dalam menuntut ilmu di Program Doktor Biologi di Universitas Brawijaya Malang.
20. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan makalah ini.

Semoga semua bantuan, dukungan dan kerja sama yang telah dilakukan mendapatkan ridho dan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa makalah ini jauh dari sempurna, namun berharap semoga dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kemaslahatan umat manusia.

Billahitaufiq wal Hidayah . . .

Malang, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Arthropoda dan Peranannya di Ekosistem	6
2.2 Bioindikator	8
2.3 Arthropoda Tanah sebagai Bioindikator	11
2.4 Karakteristik Tanah	13
2.5 Analisis Bioindikator Kualitas Tanah	15
2.6 Teori Keanekaragaman	17
2.7 Bentuk-bentuk Ekosistem	19
2.8 Kerangka Konsep Penelitian	33
BAB III PENELITIAN TAHAP 1 EKSPLORASI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI	35
3.1 Pendahuluan	35
3.2 Rumusan Masalah	36
3.3 Tujuan Penelitian	36
3.4 Manfaat Penelitian	36
3.5 Metode Penelitian	37
3.6 Hasil dan Pembahasan	40
3.7 Kesimpulan	48
3.8 Saran	49
BAB IV PENELITIAN TAHAP 2 VERIFIKASI ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI	50
4.1 Pendahuluan	51
4.2 Rumusan Masalah	52
4.3 Tujuan Penelitian	52
4.4 Manfaat Penelitian	52
4.5 Metode Penelitian	52
4.6 Hasil dan Pembahasan	56
4.7 Kesimpulan	66

4.8 Saran	67
BAB V PENELITIAN TAHAP 3 PENGUJIAN ARTHROPODA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS TANAH DI AGROFORESTRI KOPI	68
5.1 Pendahuluan	68
5.2 Rumusan Masalah	69
5.3 Tujuan Penelitian	69
5.4 Manfaat Penelitian	69
5.5 Metode Penelitian	70
5.6 Hasil dan Pembahasan	73
5.7 Kesimpulan	81
5.8 Saran	82
BAB VI PEMBAHASAN UMUM	83
BAB VII KESIMPULAN UMUM	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Rerata sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	41
2	Hasil identifikasi arthropoda tanah yang diperoleh dari Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	42
3	Kelimpahan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	30
4	Keanekaragaman genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	45
5	Genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	47
6	Rerata sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	57
7	Hasil identifikasi arthropoda tanah yang diperoleh dari Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	57
8	Kelimpahan genus arthropoda tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	59
9	Keanekaragaman genus arthropoda tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	62
10	Genus arthropoda tanah yang berpotensi menjadi bioindikator kualitas tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	65
11	Rerata sifat fisik dan kimia tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	74
12	Hasil identifikasi arthropoda tanah yang diperoleh dari Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	75
13	Kelimpahan genus arthropoda tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	76
14	Keanekaragaman genus arthropoda tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	79
15	Genus arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	81
16	Arthropoda tanah yang berpotensi sebagai bioindikator kualitas tanah	84
17	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>pitfall trap</i> pada penelitian tahap 1 .	95
18	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>hand sorted</i> pada penelitian tahap 1	96
19	Kelimpahan arthropoda tanah secara kumulatif pada penelitian tahap 1	97
20	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>pitfall trap</i> pada penelitian tahap 2 .	98
21	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>hand sorted</i> pada penelitian tahap 2	99
22	Kelimpahan arthropoda tanah secara kumulatif pada penelitian tahap 2	100
23	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>pitfall trap</i> pada penelitian tahap 3 .	102
24	Kelimpahan arthropoda tanah dari <i>hand sorted</i> pada penelitian tahap 3	103
25	Kelimpahan arthropoda tanah secara kumulatif pada penelitian tahap 3	104
26	Faktor fisik dan kimia tanah pada penelitian tahap 1	105
27	Faktor fisik dan kimia tanah pada penelitian tahap 2	105
28	Faktor fisik dan kimia tanah pada penelitian tahap 3	105

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Kerangka konsep penelitian	33
2	Kerangka operasional penelitian tahap 1	37
3	Lokasi penelitian tahap 1	38
4	Pemetaan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	44
5	Pengelompokan genus arthropoda tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	45
6	Hubungan antara genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	46
7	Pengelompokan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam dan Agroforestri Kopi	47
8	Kerangka operasional penelitian tahap 2	53
9	Lokasi penelitian tahap 2	54
10	Pemetaan genus arthropoda tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	61
11	Pengelompokan genus arthropoda tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	62
12	Hubungan antara genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	63
13	Pengelompokan sifat fisik dan kimia tanah di Cagar Alam, Agroforestri Kopi dan Agroekosistem	64
14	Kerangka operasional penelitian tahap 3	70
15	Lokasi penelitian tahap 3	71
16	Pemetaan genus arthropoda tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	77
17	Pengelompokan genus arthropoda tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	78
18	Hubungan antara genus arthropoda tanah dengan sifat fisik dan kimia tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	79
19	Pengelompokan sifat fisik dan kimia tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks	80
20	Sertifikat bebas plagiasi	106

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Kelimpahan arthropoda tanah	95
2	Faktor fisik dan kimia tanah	105
3	Bebas Plagiasi	106
4	Publikasi	109