

**PERBAIKAN PERTUMBUHAN CACING TANAH SETELAH ERUPSI
GUNUNG KELUD:
Penambahan Berbagai Bahan Organik pada Kondisi Terkontrol**

**Oleh
NUGRAHITA ISWARI**

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2016

**PERBAIKAN PERTUMBUHAN CACING TANAH SETELAH ERUPSI
GUNUNG KELUD:
Penambahan Berbagai Bahan Organik pada Kondisi Terkontrol**

Oleh
NUGRAHITA ISWARI
115040200111142

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

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

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

PERNYATAAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa apa yang saya tulis dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri dengan dibimbing oleh dosen pembimbing. Skripsi yang saya tulis ini tidak pernah diajukan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak ada pendapat maupun tulisan dan diterbitkan yang sama dengan karya orang lain, kecuali dengan jelas ada rujukan dalam naskah dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, November 2016

Nugrahita Iswari



SKRIPSI ini ku Persembahkan untuk Bapak Budi Iswanto, Ibu Dewi Setyo Petty, dan Adikku Yusrizal Ashari yang selalu Mendukung dan Mendoakan Disetiap Perjalanan Hidupku
Terima Kasih

RINGKASAN

Nugrahita Iswari. 115040200111142. Perbaikan Pertumbuhan Cacing Tanah Setelah Erupsi Gunung Kelud. Penambahan Berbagai Bahan Organik pada Kondisi Terkontrol. Dibimbing oleh Kurniatun Hairiah dan Rika Ratna Sari.

Material abu vulkanik diketahui dapat menurunkan sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Cacing tanah tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang memiliki kandungan pasir yang tinggi, sehingga banyak menimbulkan kematian pada cacing tanah. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi kematian cacing tanah yaitu dengan penambahan bahan organik dalam tanah. Pada lahan yang terkena dampak erupsi terdapat lahan agroforestri di daerah kecamatan Ngantang. Pada daerah tersebut banyak ditanami jenis tanaman kakao, sengan dan nangka. Pada daerah sekitar letusan gunung berapi banyak pula ditemukan tanaman *pioneer* seperti *Parasponia andersonii*. Keempat bahan organik tersebut memiliki kualitas bahan organik yang berbeda-beda, sehingga dapat dilihat bahan organik mana yang mampu memperbaiki kondisi tanah pasca erupsi gunung Kelud. Dengan demikian perlunya penelitian ini untuk mengevaluasi dampak tambahan abu vulkanik Gunung Kelud terhadap pertumbuhan dan kepadatan populasi cacing tanah dan mengevaluasi pengaruh penambahan bahan organik (kakao, sengan, nangka dan *Parasponia andersonii*) dalam mengurangi efek merugikan terhadap kepadatan populasi dan pertumbuhan cacing tanah.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2015, di Laboratorium Biologi, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Bahan yang digunakan tanah, abu vulkanik, cacing tanah (*Pontoscolex corethrurus*), dan bahan organik (kakao, sengan, nangka, dan *Parasponia andersonii*). Percobaan dilakukan dengan menggunakan pot vermikultur. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF), dengan 2 faktor, yaitu 3 rasio media (1:0, 1:1, 1:2), 5 jenis bahan organik (kakao, sengan, nangka dan *Parasponia andersonii*), masing-masing diulang sebanyak 4 kali dan 5 kali pengamatan (7 HSA, 14 HSA, 21 HSA, 28 HSA, dan 56 HSA), total 300 pot perlakuan.

Hasil selama percobaan didapatkan bahwa pada media yang diberi tambahan abu vulkanik (masukan pasir) terbanyak menunjukkan hasil yang tidak baik bagi pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Kemudian hasil interaksi antara masukan abu dengan penambahan bahan organik menunjukkan hasil yang bervariasi. Penambahan bahan organik sengan menunjukkan hasil yang baik bagi biomasa (1,44 g/pot), populasi (3 ekor/pot) dan mampu menurunkan mortalitas cacing tanah (8,25%), begitu pula penambahan bahan organik nangka juga menunjukkan hasil yang baik pada panjang (5,32 cm/ekor) dan diameter (3,54 mm/ekor) cacing tanah. Sedangkan penambahan bahan organik kakao dan *Parasponia andersonii* menunjukkan hasil yang kurang baik bagi pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Pada penambahan bahan organik kakao dan *Parasponia andersonii* menunjukkan hasil yang paling rendah.

SUMMARY

Nugrahita Iswari. 115040200111142. Growth Improvement of Eartworm After the Eruption of Mount Kelud. Increasing Various Organic Materials in Controlled Conditions. Supervised by Kurniatun Hairiah and Rika Ratna Sari.

Volcanic ash material is known to degrade the chemical, physical and biological soil. Earthworms can not grow and develop well in soils with a high sand content that impact to the death of earthworms. The way that can be used to reduce mortality of earthworms that is with addition of organic matter in the soil. Most of agroforestry systems in Ngantang Districts were affected by the eruption that dominated by cacao, Albizia and jackfruit. In the area around the volcano eruption found many pioneer plants like *Parasponia andersonii*. Those kind of species contribute to the addition of organic materials that have different quality and to improve soil conditions after the eruption. Therefore this study is needed to evaluate the additional impact of volcanic ash from Mount Kelud on growth and population density of earthworms and evaluate the effect of the addition of organic materials (cocoa, Albizia, jackfruit and *Parasponia andersonii*) in reducing the negative effects on the population density and growth of earthworms.

The research was conducted in October-November 2015 at Biological Laboratory, Soil Department, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. Materials used are soil, volcanic ash, earthworms (*Pontoscolex corethrurus*), and organic materials (cocoa, Albizia, jackfruit, and *Parasponia andersonii*). The experiments were performed using vermicultur pot. The experimental design used randomized block design factorial, with two factors, that were 3 media ratio (1:0, 1:1, 1:2), 5 types of organic materials (cocoa, Albizia, jackfruit and *Parasponia andersonii*), each of that repeated in 4 times and 5 times of observation (7 HSA, HSA 14, HSA 21, HSA 28 and HSA 56), a total of 300 pots of treatment.

The result showed that the highest addition of volcanic ash had a negative impact to earthworm growth and population. The interaction between the addition of ash and organic materials were varied. The addition of organic matter from sengon showed good results for biomass (1.44 g/pot), population (3 head/pot) and reduce the mortality of earthworms (8.25%), as well as the addition of jackfruit organic materials also show good results in earthworms length (5.32 cm/tail) and diameter (3.54 mm/tail). While the addition of organic materials of cocoa and *Parasponia andersonii* showed a bad result to the growth and population of earthworms. The addition of organic matter from *Parasponia andersonii* and cocoa showed the lowest results.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Perbaikan Pertumbuhan Cacing Tanah Setelah Erupsi Gunung Kelud. Penambahan Berbagai Bahan Organik pada Kondisi Terkontrol”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program strata satu (S-1) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D dan Rika Ratna Sari, SP, MP selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU dan Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D selaku penguji ujian skripsi yang telah banyak memberikan masukan dalam hasil penelitian dan penulisan skripsi.
3. Pak Sarkam selaku petugas Laboratorium Biologi tanah, Bu Ndari selaku Petugas lab Kimia Tanah, Pak Ngadirin selaku petugas lab Fisika Tanah, dan Pak Afif selaku petugas ruang pengeringan Tanah yang telah membantu selama berjalannya penelitian di laboratorium.
4. Nina Dwi Lestari, SP dan Nurul Qomariyah, SP yang telah membantu dan membimbing selama persiapan penelitian.
5. Rohana Humulyani, Cut Sri Rahayu, Amalia Afai Lubis, Kreshna Yudichandra, Wiranata Abdi, Agung Kusuma, Fathkun Ni'mah, Devi Nuraini Azizah, Mike Kusumadewi, Ummu Machmudah, Fretty Vivin Vanlenthia dan teman-teman SOILER 2011 yang lainnya yang telah suka rela membantu selama masa penelitian.
6. Sahabat-sahabat susah senang di kampus Suwanti, M. Nazri Emir, Rofiul Malika Salsabila, Intan Kartika Agnestika, M. Naufal, M. Sulthon Husen Faishol, Achmad Eka, Andina Hidayati, Azirullah Kaisinda, Intan Widyaningrum, Aninda Ayu Annisa, Fahrurrisa Sinaga, Fergita Wahyu,

Gadang Cahya Bima, dan Akbar Alif Utama yang telah memberikan semangat selama menyusun skripsi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan tentang pertumbuhan cacing tanah pada daerah yang terkena dampak erupsi gunung berapi beserta penangannya bagi pembaca skripsi ini.

Malang, November 2016

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Ujung Pandang pada 9 April 1993 sebagai putri pertama dari dua persaudara pasangan Bapak Budi Iswanto dan Ibu Dewi Setyo Petty. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Pabean 1 Sedati Sidoarjo pada tahun 1999 dan lulus tahun 2005. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMPN 1 Sedati Sidoarjo pada tahun 2005 dan lulus tahun 2008. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan atas di SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo pada tahun 2008 dan lulus tahun 2011. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Brawijaya Program Studi Agroekoteknologi dan penjurusan tahun 2013 penulis masuk ke Jurusan Tanah. Penulis pernah melaksanakan tugas magang kerja selama 3 bulan pada tahun 2014 di Pabrik Gula Kebon Agung Malang.

Selama menjadi mahasiswa pernah aktif dalam kegiatan mahasiswa di kampus Brawijaya menjadi staff dan pengurus harian Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian tahun 2012-2013 dan 2013-2014, serta berpartisipasi dalam kepanitiaan di fakultas dan jurusan seperti PK2MABA, Brawijaya's Internasional Agriculture, GATRAKSI, dan lain-lain. Selain kegiatan mahasiswa, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kewirausahaan, Manajemen Daerah Aliran Sungai, dan Teknologi Pupuk dan Pemupukan.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	5
1.3. Hipotesis	5
1.4. Manfaat	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Komposisi Material Vulkanik dan Dampaknya	6
2.2. Cacing Tanah	8
2.3. Peran Cacing Tanah Terhadap Sifat Fisika, Kimia, dan Biologi Tanah	9
2.4. Peran Bahan Organik Terhadap Cacing Tanah	11
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Rancangan Percobaan	14
3.4. Pelaksanaan Percobaan	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Hasil	19
4.2. Pembahasan	28
V. KESIMPULAN	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Cacing tanah yang digunakan selama percobaan.....	13
3.	Jenis bahan organik yang digunakan dalam percobaan	13
4.	Pot Vermikultur yang digunakan dalam percobaan	15
5.	Hasil analisis C-Organik tanah pada awal dan akhir percobaan.....	19
6.	Hasil analisis N-Total tanah pada awal dan akhir percobaan	20
7.	Hasil analisis pH tanah pada awal dan akhir percobaan	21
8.	Rata-rata populasi cacing tanah pada setiap perlakuan.....	22
9.	Rata-rata biomasa cacing tanah pada setiap perlakuan.....	23
10.	Rata-rata tingkat mortalitas dan produksi kokon cacing tanah pada setiap perlakuan.....	25
11.	Rata-rata panjang tubuh cacing tanah pada setiap perlakuan.....	26
12.	Rata-rata panjang tubuh cacing tanah pada setiap perlakuan.....	27

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kualitas bahan organik yang digunakan selama masa percobaan.	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan percobaan.....	36
2.	Variabel pengamatan.....	37
3.	Kebutuhan tanah per pot vermikultur	38
4.	Kebutuhan seresah dalam pot vermikultur.....	39
5.	Hasil Uji Anova	40
6.	Hasil Uji Lanjut Duncan 5% pada Media Percobaan.....	42
7.	Karakteristik Cacing Tanah Selama Masa Percobaan	43
8.	Analisis Kimia Tanah.....	46
9.	Dokumentasi selama percobaan.....	47



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pasca letusan gunung Kelud, material vulkanik yang dikeluarkan dapat mengganggu aktivitas cacing tanah, hal tersebut dikarenakan endapan abu vulkanik dari gunung Kelud membawa material abu berupa pasir dan kandungan kimia dari materi vulkanik ke lahan pertanian disekitar kaki Gunung Kelud. Wharta (2015) melaporkan, di desa Waturejo kecamatan Ngantang, ketebalan abu vulkanik gunung Kelud mencapai 7,4 cm, abu vulkanik Gunung Kelud tergolong masam dengan nilai pH 3,84 – 3,92, kandungan Si 31 – 31,2 %, S 0,22 mg kg⁻¹ dan KA 19,7 – 21,9 %. Partikel abu vulkanik > 2 mm termasuk batu, krakal dan krikil. Partikel 2 – 0,5 mm tergolong pasir kasar dan pasir halus.

Lahan yang tertutup oleh materi vulkan Gunung Merapi dengan ketebalan lebih dari 10 cm tidak dijumpai cacing tanah dan bakteri penambat N dan P (Suriadikarta *et al.*, 2010). Daerah yang terkena abu vulkanik Gunung Kelud memiliki rata-rata cacing tanah lebih tinggi yaitu 94 ekor m⁻² setelah tiga bulan terjadi letusan (Qhomariyah, 2015). Sebelum terjadi erupsi Gunung Kelud, daerah tersebut ditemukan cacing penggali tanah (*Pontoscolex corethrurus*) sebanyak 84 ekor m⁻² (Wahyudi, 2008). Walau demikian, cacing tanah yang ditemukan di daerah yang terkena abu vulkanik memiliki ukuran yang lebih kecil. Hal tersebut ditunjukkan dengan rasio B/P yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang tidak terkena dampak abu vulkan, yaitu 0,11 g/ekor dibandingkan 1,03 g/ekor (Qhomariyah, 2015). Namun, data pertumbuhan dan populasi cacing tanah pada lahan yang belum terkena dampak langsung masih belum banyak dilakukan penelitian. Maka penambahan abu vulkanik pada tanah yang belum terkena dampak abu vulkanik perlu diteliti seberapa besar pengaruh abu vulkanik terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah.

Cacing tanah pada lahan yang terkena dampak abu vulkanik memiliki jumlah yang banyak dan memiliki ukuran tubuh yang kecil, hal tersebut dapat mempengaruhi pembentukan pori dalam tanah. Shodiqin (2011) melaporkan, cacing tanah yang memiliki ukuran tubuh kurus hanya mempengaruhi porositas 51,5%, sedangkan ukuran tubuh cacing tanah yang gemuk meningkatkan

porositas 54,2 %. Ukuran tubuh cacing tanah yang kecil pada lahan yang terkena dampak abu vulkanik dapat berpengaruh pada pembentukan ruang pori yang kecil juga. Pori mikro yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan pori makro, maka potensi limpasan permukaan semakin besar (Hairiah *et al.*, 2004).

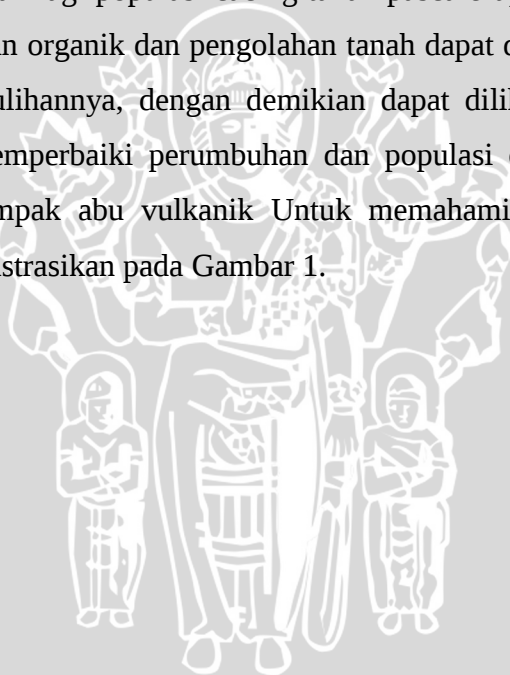
Data dari penelitian sebelumnya, pada daerah Ngantang banyak ditemukan jenis cacing penggali tanah yaitu *Pontoscolex corethrurus*. Cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* termasuk jenis cacing penggali tanah yang mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan. Hidup *Pontoscolex corethrurus* lebih dipengaruhi oleh suhu daripada kelengasan tanah dan bahan organik tanah (Barois *et al.*, 1999). Pada umumnya pertumbuhan cacing tanah tidak hanya bergantung pada kondisi fisik lingkungan saja, yaitu suhu dan kelembapan tanah, akan tetapi juga sangat bergantung pada keberadaan makanannya yaitu bahan organik (Lee, 1985).

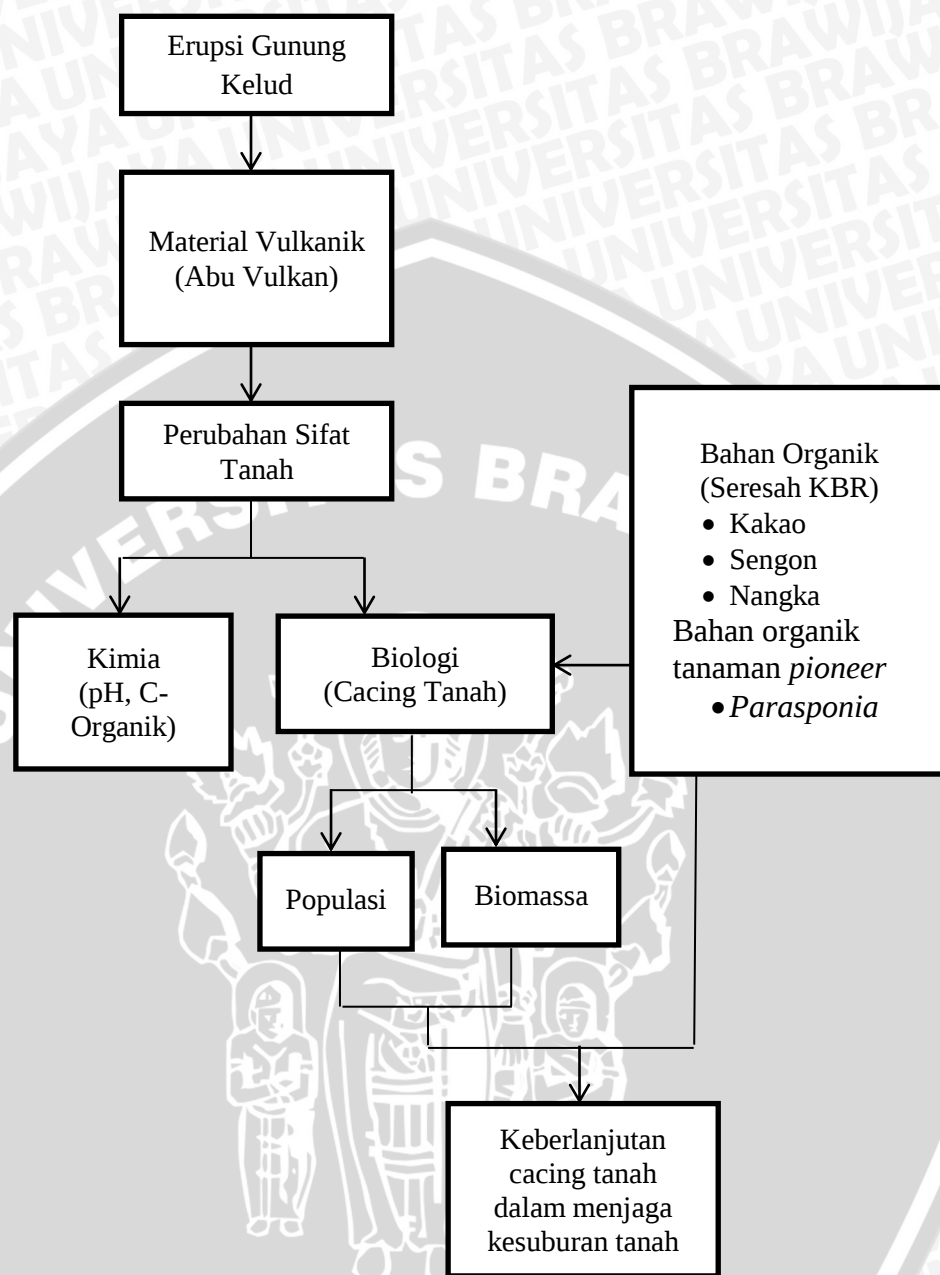
Melihat potensi cacing tanah dapat memperbaiki sifat tanah, cacing tanah membutuhkan masukan bahan organik. Setyaningsih (2008), melaporkan bahwa penambahan bahan organik meningkatkan pertumbuhan cacing tanah dengan penambahan bahan organik seresah alpukat yang menunjukkan pertumbuhan tertinggi, meliputi berat (0,7 g/ekor), panjang (6,1 cm/ekor) dan jumlah kokon 95 buah). Bahan organik yang diproduksi pada lahan pertanian banyak macam dan kualitasnya. Perbedaan kualitas bahan organik tersebut dipengaruhi oleh jenis tanaman pada suatu lahan, contohnya saja bahan organik yang berasal dari berbagai macam tanaman di lahan agroforestri memiliki kualitas yang berbeda-beda tergantung komposisinya. Lahan Kebun Bibit Rakyat (KBR) merupakan lahan agroforestri yang dicanangkan oleh pemerintah untuk kesejahteraan rakyat. Pada 13 Februari 2014, di lokasi KBR di Kecamatan Ngantang terkena dampak erupsi Gunung Kelud. Pada penelitian sebelumnya, banyak bahan organik yang dilakukan uji coba untuk melihat seberapa besar pertumbuhan cacing tanah terhadap bahan organik tersebut, seperti menggunakan bahan organik kopi, alpukat, *gliricidia*, dan lain-lain. Namun pada lahan KBR yang berada di Ngantang banyak terdapat tanaman kakao, sengon, dan nangka (BPDAS Brantas, 2012). Ketiga jenis tanaman masih belum banyak diteliti pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Bahan organik tersebut memiliki kualitas

yang berbeda-beda. Setyawati (2015) melaporkan bahwa ketiga macam seresah tersebut memiliki kualitas rendah, yang ditunjukkan dengan kadar lignin berkisar antara 11,3% hingga 32%, polyphenol berkisar 1,7% hingga 7,9%.

Secara spesifik terdapat tanaman yang tahan terhadap material vulkanik yang dikeluarkan gunung Kelud seperti tumbuhan *Parasponia andersonii* yang dapat memfiksasi N walaupun tidak termasuk dalam famili leguminose, sehingga tanaman tersebut mendapat perhatian yang lebih besar akhir-akhir ini dari para peneliti terutama dari aspek genetiknya. Karena belum banyak informasi mengenai tanaman *Parasponia andersonii* terhadap tanah, mengingat potensinya sebagai penyubur tanah yang cukup besar maka potensi biomassa *Parasponia* akan diuji pada percobaan ini.

Guna memulihkan lagi populasi cacing tanah pasca erupsi gunung berapi, maka penambahan bahan organik dan pengolahan tanah dapat ditawarkan sebagai salah satu teknik pemulihannya, dengan demikian dapat dilihat bahan organik mana yang mampu memperbaiki perumbuhan dan populasi cacing tanah pada lahan yang terkena dampak abu vulkanik Untuk memahami alur pikir dalam kegiatan penelitian diilustrasikan pada Gambar 1.





Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengevaluasi dampak tambahan abu vulkanik Gunung Kelud terhadap biomassa dan kerapatan populasi cacing tanah.
- b. Mengevaluasi pengaruh penambahan bahan organik (Kakao, Sengon, Nangka dan *Parasponia*) terhadap kerapatan populasi dan biomassa cacing tanah.

1.3. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

- a. Biomassa dan kerapatan populasi cacing tanah menurun dengan meningkatnya jumlah pasir dalam tanah.
- b. Penambahan bahan organik dapat mengurangi pengaruh merugikan masukan pasir dari abu vulkan terhadap biomassa dan kerapatan populasi cacing tanah.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman para akademisi tentang:

1. Dampak abu vulkanik terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.
2. Fungsi bahan organik terhadap perkembangbiakan cacing tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposisi Material Vulkanik dan Dampaknya

Material vulkanik merupakan hasil yang dikeluarkan dari dalam perut bumi melalui erupsi gunung berapi yang berupa lahar ataupun awan panas. Menurut sejarah, bahan mineral yang terbawa oleh awan panas atau lahar adalah andesit basaltik, didalamnya ada calc-silikat. Hasil analisis mineral total fraksi pasir tanah di Kabupaten Dompu, NTB yang berbahan tuf adesitikbasaltik hasil letusan Gunung Tambora tahun 1815 dominan mengandung mineral augit, opak, hornblende hijau (Sukarman *et al.*, 1993).

Abu vulkanik Gunung Merapi yang diambil pada Juli 2008 mengandung Al, Mg, Si dan Fe yang dianalisis dengan metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN) berturut-turut berkisar antara 1,8-15,9% Al, 0,1-2,4% Mg, 2,6-28,7 Si, dan 1,4-9,3% Fe. (Sudaryo *et al.*, 2009). Menurut Zuarida (1999), abu vulkanik Gunung Kelud Jawa Timur mengandung 45,9% SiO₂ dan mineral yang dominan adalah plagioklas intermedier. Abu vulkanik Gunung Kelud dapat meningkatkan pH tanah, meningkatkan tinggi tanaman, berat kering tanaman dan akar jagung. Semakin halus abu vulkan semakin efektif terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Mineral tersebut berpotensi sebagai penambah cadangan mineral tanah, memperkaya susunan kimia dan memperbaiki sifat fisik tanah sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki tanah-tanah miskin hara atau tanah yang sudah mengalami pelapukan lanjut (Sediyarso *et al.*, 1987).

Bahaya letusan gunung api terdiri dua yakni bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya Primer adalah bahaya yang langsung menimpa penduduk ketika letusan berlangsung. Awan panas, udara panas sebagai akibat samping awan panas, dan lontaran material berukuran blok (bom) hingga kerikil. Sedangkan bahaya sekunder terjadi secara tidak langsung dan umumnya berlangsung setelah letusan letusan terjadi, seperti lahar dingin yang dapat menyebabkan kerusakan lahan dan pemukiman. Lahan di gunung Merapi menghadapi bahaya primer maupun sekunder dari gunung Merapi berupa rusaknya lahan akibat erupsi dan rusaknya lahan akibat erosi dan banjir lahar dingin. Kerusakan juga terjadi pada aktivitas kehidupan sosial ekonomi masyarakat di daerah bencana. Pada dasarnya

Gunung meletus merupakan salah satu bencana yang mengakibatkan konsekuensi yang kompleks. Permukaan tanah pada lahan area erupsi vulkanik pada umumnya tertutupi oleh lava, aliran piroklastik dan juga tepra (debu vulkanik) dan lahar. Deposit lahar biasanya sangat beragam ketebalan tutupannya terhadap permukaan tanah, bahan sering terdapat spot-spot yang tidak tertutupi lahar sehingga menyisakan vegetasi insitu. Iklim yang lebih hangat dan sebaran hujan yang lebih teratur akan membantu proses pembentukan tanah dari material erupsi dan membantu *recovery* lahan yang terkena dampak erupsi. Dalam kondisi ideal tepra dapat ter-*recovery* dengan cepat, yakni ketersediaan lengas pada material lahar dingin akan membantu terbentuknya tanah dari bahan erupsi (Rahayu *et al.*, 2014).

Ekosistem memberi tanggapan atas letusan gunung api secara bervariasi tergantung dari tipe, skala, keseringan dan tingkat merusaknya kejadian erupsi, terpengaruhnya vegetasi alami dan faktor lain. Pengaruh kejadian erupsi dengan material piroklastik dan juga tephra tergantung dari intensitas, skala dan kerusakan biota. Hutan secara umum lebih tahan dari erupsi dibandingkan dengan padang rumput atau lahan-lahan pertanian, yang disebabkan diversitas yang tinggi pada hutan memungkinkan beberapa individu tumbuhan bisa survive (del Moran *et al.*, 1998).

Berdasarkan penelitian Rostaman *et al.* (2014), abu vulkanik merapi untuk jangka panjang bermanfaat meningkatkan kesuburan tanah. Akan tetapi, kesuburan tanah mungkin berpengaruh negatif untuk jangka pendek karena kandungan mineral abu mungkin tidak tersedia untuk diambil tanaman sehingga perlu dibantu dengan pemupukan untuk memelihara kesuburan tanah. Dalam jangka panjang, penambahan abu vulkanik merupakan penambah hara dan cadangan mineral. Dengan berjalannya waktu, pelapukan mineral-mineral menjadi sumber penambah kation dan anion yang kemudian dapat dimanfaatkan tanaman. Pada tanah Oxisols pemberian dosis abu vulkanik akan meningkatkan nilai pH tanah, NTK (K, Na, Ca, dan Mg) dan KTK berdasarkan jumlah dosis yang diberikan. Akan tetapi, nilainya lebih rendah dibandingkan tanah awal. Abu vulkanik menurunkan kemasaman pada tanah Oxisols.

2.2. Cacing Tanah

Kehidupan cacing tanah sangat tergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis hewan tanah disuatu daerah sangat ditentukan keadaan daerah tersebut. Hal ini bisa dikatakan bahwa bahwa populasi cacing tanah sangat tergantung dari faktor lingkungan yaitu lingkungan abiotik dan lingkungan biotik. Pengukuran faktor lingkungan abiotik penting dilakukan karena keberadaan dan kepadatan populasi cacing tanah sangat ditentukan oleh faktor abiotiknya (Suin, 2003).

Temperatur merupakan faktor penting terhadap produktivitas cacing tanah, kemudian proses biologis seperti pernapasan, perkembangbiakan dan metabolisme sangat dipengaruhi oleh suhu media. Suhu terbaik untuk cacing tanah adalah pada kisaran 20°C-25°C, suhu yang terlalu tinggi cacing tanah akan berhenti makan untuk mengurangi pengeluaran air tubuh (Catalan, 1981). Lebih lanjut kelembaban yang optimum adalah 50% tergantung jenis cacing tanah nya.

Cacing tanah dapat berkembang dengan optimal pada pH netral yaitu 6-7,2. Pada umumnya cacing tanah masih dapat hidup pada tingkat kemasaman tanah berkisar 5-8 . Kelembaban tanah ideal untuk cacing tanah berkisar antara 15-50 %, kelembaban optimum berkisar 42-60 %. Kelembaban tanah yang terlalu tinggi menyebabkan cacing tanah berwarna pucat dan berakibat pada kematian. Kelembaban tanah yang terlalu rendah menyebabkan cacing tanah masuk ke dalam tanah, berhenti makan dan mati. Kelembaban tanah yang terlalu tinggi atau terlalu basah dapat menyebabkan cacing tanah berwarna pucat dan kemudian mati. Sebaliknya bila kelembaban tanah terlalu kering, cacing tanah akan segera masuk ke dalam tanah dan berhenti makan serta akhirnya mati (Rukmana, 1999).

Kehadiran cacing tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kehadirannya dipengaruhi kondisi tanah terutama kandungan bahan organik dan kelembaban tanah. Handayanto (1999), menyatakan bahwa menurut tipe ekologi, cacing tanah dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

- a. Cacing epigeik umumnya hidup di permukaan tanah (pada lapisan seresah) dan tidak membuat lubang. Merupakan cacing yang bergerak cepat dengan siklus hidup pendek;

- b. Cacing anesik merupakan cacing yang hidup dengan membuat lubang ke dalam tanah secara vertikal. Umumnya berukuran paling besar dari kedua spesies lain. Pergerakannya lambat dan berperan dalam mencampur bahan organik dengan mineral tanah.
- c. Cacing endogeik tinggal dan makan di dalam tanah. Pergerakannya paling lambat jika dibanding epigeik dan anesic. Keberadaannya mempengaruhi pergerakan bahan organik tanah dan struktur tanah dengan membuat dan mempertahankan makro agregat dan makro pori;

Jenis pengelolaan lahan yang intensif berpengaruh terhadap eksistensi cacing tanah. Lahan yang sering diolah dengan sering melakukan pemupukan organik dan penyiraman air menyebabkan adanya kondisi yang berhubungan dengan kelembaban dan suhu sebagai faktor iklim mikro. Cacing tanah sering merupakan komponen utama biomasa makrofauna di dalam tanah; hal ini disebabkan cacing tanah hidup kontak langsung dengan tanah dan memiliki kontribusi penting terhadap proses siklus unsur hara di dalam lapisan tanah. Selain itu lubang yang dibuat cacing tanah sering merupakan proporsi utama ruang pori makro di dalam tanah, sehingga cacing tanah dapat secara nyata mempengaruhi kondisi tanah yang berhubungan dengan hasil tanaman. (Dewi, 2007). Selanjutnya *Muy et al.* (1997) mengatakan bahwa cacing tanah dapat dipertimbangkan sebagai indikator yang tepat bagi penggunaan lahan dan kesuburan tanah, serta indikator kualitas hutan. Oleh karena itu perlu ada konservasi untuk cacing tanah sehubungan dengan kualitas tanah yang nantinya akan meningkatkan hasil produksi.

2.3. Peran Cacing Tanah Terhadap Sifat Fisika, Kimia, dan Biologi Tanah

Cacing tanah mempunyai peranan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah dalam penyediaan unsur hara. Cacing tanah akan meremah-remah substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran (Rahmawaty, 2004). Eksistensi Cacing tanah dan fungsi ekosistem menunjukkan hubungan yang sangat kompleks dan belum banyak diketahui, serta perhatian untuk melakukan konservasi terhadap cacing tanah tanah masih sangat terbatas.

Kelimpahan cacing tanah dipengaruhi oleh bahan organik, dengan meningkatnya bahan organik maka meningkat pula populasi cacing tanah (Minnich, 1977). Cacing tanah memakan kotoran-kotoran dari mesofauna di permukaan tanah yang hasil akhirnya akan dikeluarkan dalam bentuk feses atau kotoran juga yang berperan paling penting dalam meningkatkan kadar biomass dan kesuburan tanah lapisan atas. Cacing tanah merupakan makrofauana yang berperan dalam pendekomposer bahan organik, penghasil bahan organik dari kotorannya, memperbaiki struktur dan aerasi tanah.

Nugraha (2009) juga mengemukakan bahwa kebanyakan kompleks organik-mineral dibentuk setelah aktifitas cacing tanah. Sebagai hasilnya, agregat yang tahan air dengan $>1000 \mu\text{m}$ meningkat dengan nyata, karbon terkombinasi dengan agregat tanah yang stabil melalui aktifitas cacing tanah. Dengan meningkatnya stabilitas agregat, bahan organik yang terkombinasi akan lebih tahan lama di dalam tanah dan tidak didekomposisi dengan mudah. Ditambah lagi saluran/lubang dari cacing penuh dengan kotoran cacing baik. Kotoran-kotoran yang diproduksi terus menerus akan memproduksi pori nonkapiler, selanjutnya memperbaiki ventilasi dan permeabilitas, dan memperbaiki struktur tanah (Ansyori, 2004).

Aktifitas cacing tanah meningkatkan ketersediaan hara tanah dan meningkatkan laju siklus. Nisbah C/N dari bahan organik berkurang dengan cepat dengan adanya aktifitas cacing tanah. Semua hal tersebut berkontribusi terhadap perubahan bentuk N organik, P dan K yang terikat menjadi ke bentuk yang tersedia bagi tanaman dan memperpendek masa penyediaan hara. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanah yang dipengaruhi oleh cacing tanah selalu memiliki bahan organik, total N, kapasitas tukar kation (KTK), Ca, Mg, dan K yang dapat dipertukarkan, N dan P tersedia yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena aktifitas cacing tanah dapat meningkatkan konsentrasi N inorganik dalam tanah. Kandungan N mineral, total karbon, total nitrogen, dan biomassa mikroba meningkat pada lahan yang diinokulasi cacingtanah dan jika dilakukan pengembalian residu tanaman gandum pada sistem rotasi tanam gandum dan padi. Hasil ini menunjukkan adanya fungsi ganda dari cacing tanah dengan peningkatan biomassa mikroba dan peningkatan mineralisasi N organik (Setyaningsih, 2007).

2.4. Peran Bahan Organik Terhadap Cacing Tanah

Bahan organik sangat penting dalam menunjang pertumbuhan cacing tanah, dimana bahan organik ini berfungsi sebagai pemasok makanan bagi cacing tanah. Dengan adanya bahan organik yang tinggi pada suatu tanah, maka dapat berpengaruh terhadap banyaknya populasi cacing tanah serta biomassa cacing tanah. Dari berbagai faktor manajemen dipertimbangkan, bahwa bahan organik sangat berkaitan erat dengan cacing tanah. Penelitian ini dilakukan dengan demonstrasi persiapan lahan dan penambahan bahan organik dapat berpengaruh pada populasi cacing tanah (Fraser *et al.*, 1996; Kladviko *et al.*, 1997; Chan, 2001; Fonte *et al.*, 2009).

Serasah merupakan sisa-sisa tanaman atau hewan dengan beraneka kuantitas dan kualitas yang terletak di permukaan atau didalam tanah. Biomassa tanah merupakan kehidupan jasad hidup (hewan dan tanaman) dalam tanah, biomassa tanah bertindak sebagai mediator sebagian besar proses alih rupa bahan organik tanah. Bahan organik bersifat dinamis mudah terurai oleh aksi langsung sistem enzim jasad hidup yang ada di dalam tanah. Fraksi ini terdiri dari campuran antara serasah, jasad hewan, dan sel-sel jasad renik. Bahan organik tanah bersifat lambat tersedia, sebagai tandon dari polimer-polimer yang berasal dari tanaman dan hewan yang telah terurai oleh proses dekomposisi tapi belum dapat dikatakan sebagai senyawa humus yang sesungguhnya. Bahan organik tanah bersifat pasif yaitu polimer-polimer yang tersintesis dari hasil sampingan proses dekomposisi serasah (Power, 1997).

Doan *et al.*, (2013), menyatakan di agroekosistem tropis dan jumlah bahan organik segar menyebabkan dominasi pada spesies cacing tanah endogeic. Cacing tanah endogeic diketahui mempengaruhi fisik tanah, sifat kimia dan mikroba tanah. Hipotesis menunjukkan bahwa aktivitas cacing tanah endogeic bisa memodulasi efek pupuk organik terhadap sifat mikroba tanah.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan November 2015 di Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

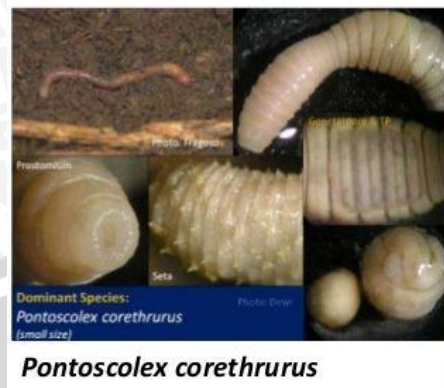
3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkul, karung dan timbangan untuk mengambil *sample* tanah yang akan digunakan untuk percobaan. Sekop untuk mengumpulkan dan menampung abu vulkanik. Ayakan berukuran 2 mm untuk menghaluskan tanah, abu vulkanik dan bahan organik. Timbangan analitik, penggaris dan jangka sorong untuk mengukur variabel pengamatan selama 60 hari. Besek bambu untuk wadah cacing tanah selama masa aklimatisasi selama 14 hari. Pot vermikultur untuk wadah pengukuran cacing tanah selama percobaan 60 hari.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cacing tanah (*Pontoscolex corethrurus*), sebagai bahan utama dalam percobaan yang diambil dari Kecamatan Ngantang. Cacing tanah ini merupakan cacing endogeic yang memiliki fungsi dalam pembentukan bio-pori tanah. Tanah sebagai media dalam pemeliharaan cacing tanah diambil di desa Wonosari, Kecamatan Lawang yang memiliki tekstur lempung berpasir. Abu vulkanik yang digunakan merupakan abu vulkanik dari letusan gunung Kelud yang tererupsi pada 13 Februari 2014 yang diambil dari desa Pandansari, Kecamatan Ngantang yang memiliki tekstur pasir. Bahan organik (kakao, sengon, nangka dan *Parasponia andersonii*) yang diambil dari Kecamatan Ngantang. Alkohol 70% dan formalin 4%, berfungsi sebagai bahan yang digunakan untuk membersihkan dan penyimpanan cacing tanah.



a.



b.

Gambar 2. Cacing tanah yang digunakan selama percobaan (a: *Pontoscolex corethrurus* (Google Images, 2015), b: bagian tubuh *Pontoscolex corethrurus* (Dewi, 2007)).



a.



b.



c.



d.

Gambar 3. Jenis bahan organik yang digunakan dalam percobaan (a: Kakao, b: Sengon, c: Nangka, d: *Parasponia andersonii* (Google Images, 2015)).

3.3. Rancangan Percobaan

Ada dua faktor yang diuji, yang disusun menurut Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) yaitu:

A. Faktor I: Rasio tanah : abu vulkanik

1. 100% Tanah : 0% Abu Vulkanik (1:0) = 769 g : 0 g
2. 50% Tanah : 50% Abu Vulkanik (1:1) = 384,5 g : 384,5 g
3. 25% Tanah : 75% Abu Vulkanik (1:2) = 192 g : 577 g

Penentuan kebutuhan tanah per pot vermikultur berdasarkan BI aktual tanah di lapang, yaitu $1,3 \text{ g/cm}^3$. Hasil penentuan kebutuhan tanah disajikan dalam bentuk perhitungan pada Lampiran 3.

B. Faktor II: Jenis bahan organik

1. Bahan organik Kakao = 4,7 g
2. Bahan organik Sengon = 4,7 g
3. Bahan organik Nangka = 4,7 g
4. Bahan organik *Parasponia* = 4,7 g
5. Tanpa penambahan bahan organik (kontrol)

Penentuan kebutuhan bahan organik pada pot vermikultur setara dengan masukan bahan organik seresah di hutan, yaitu 8 ton h^{-1} . Hasil pengkonversian bahan organik disajikan pada Lampiran 4.

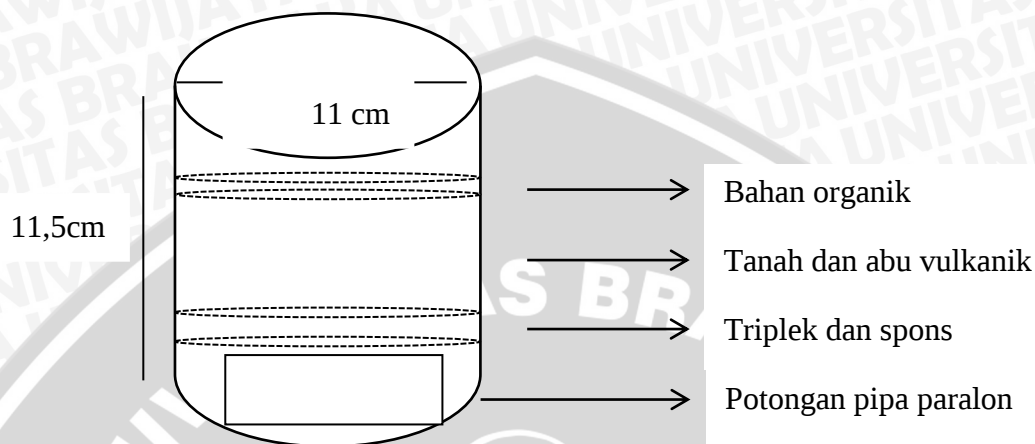
Pengukuran masing-masing kombinasi diulang sebanyak 4 kali. Pengamatan dilakukan sebanyak 5 kali: 7, 14, 21, 28 dan 56 hari setelah aplikasi (HSA). Sehingga total perlakuan adalah: 3 penambahan abu vulkanik x 5 jenis seresah x 4 kali ulangan x 5 kali pengamatan = 300 pot perlakuan. Rancangan percobaan interaksi media disajikan pada lampiran 1.

3.4. Pelaksanaan Percobaan

3.4.1. Persiapan Media

Media yang akan digunakan dalam percobaan yaitu menggunakan pot vermikultur. Pot vermikultur ini diberi tambahan potongan pipa paralon, triplek dan spons. Tanah dan abu vulkan yang akan dimasukkan kedalam pot dikering anginkan dan diayak dengan ayakan 2 mm, kemudian dimasukkan kedalam pot sebanyak 769 g. Bahan organik yang digunakan berupa daun yang dikering

aginkan, digiling dan diayak dengan ayakan 2 mm, kemudian diletakkan di atas permukaan tanah dalam pot vermikultur sebanyak 4,7 g. Jumlah cacing tanah (*Pontoscolex corethrurus*) yang dimasukkan kedalam pot sebanyak 3 ekor.



Gambar 4. Pot Vermikultur yang digunakan dalam percobaan (Bronto, 1996 dalam Setyaningsih, 2008).

3.4.2. Persiapan Bahan Percobaan

a. Pesiapan Tanah

Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan mengambil tanah pada kedalam 0-20 cm, kemudian dikering anginkan dan diayak dengan menggunakan ayakan 2 mm. Sebelum tanah digunakan untuk percobaan, terlebih dahulu *sample* tanah dilakukan analisis kimia C-Organik, total N, pH dan pada akhir dilakukan analisis kimia kembali seperti C-Organik, total N dan pH. Kemudian dilakukan analisis tekstur tanah sebelum dilakukan percobaan.

b. Abu Vulkanik

Abu vulkanik diambil dan dikumpulkan secara manual. Sebelum dicampur dengan tanah, abu vulkanik juga dilakukan pengayakan dengan ayakan 2 mm. Variabel pengamatan sebelum abu vulkanik digunakan untuk percobaan yaitu mengukur pH dan tekstur.

c. Bahan Organik

Jenis bahan organik yang digunakan dalam percobaan yaitu menggunakan bahan organik berupa guguran dan pangkasan daun dari tanaman kakao, sengan, nangka yang diambil dari lahan agroforestry dan *Parasponia* yang diambil dari

lahan hutan di daerah Gunung Kelud. Bahan organik seresah kemudian dijemur hingga kering selama 3-4 hari, lalu dihaluskan dengan ayakan 2 mm. Seresah yang akan digunakan diukur terlebih dahulu c-organik, total N, lignin dan polifenol. Hairiah (2000) menyatakan, kualitas bahan organik dapat ditentukan dengan uji kandungan kimia, antara lain kandungan C-organik, N-total, Polifenol, Lignin, nisbah C/N, C/P, L/N, P/N, (P+L)/N. Bahan organik yang memiliki kualitas yang tinggi yaitu memiliki nisbah (P+L)/N <10 (Handayanto, 1994). Palm *et al.* (1991) juga menyatakan bahwa bahan organik yang memiliki kualitas tinggi yaitu memiliki nisbah C/N <25, lignin <15%, dan polifenol <3%.

Tabel 1. Kualitas bahan organik yang digunakan selama masa percobaan.

Jenis Bahan Organik	C	N	Lignin %	Polifenol	C/N	L/N	(L+P)/N
Kakao	15,79	1,50	41,72	2,78	10,52	27,81	29,64
Sengon	14,55	3,70	50,42	3,36	3,93	13,62	14,53
Nangka	12,88	2,43	35,96	2,48	5,30	14,79	15,82
<i>Parasponia</i>	13,30	1,98	14,12	6,88	6,73	7,13	10,63

3.4.3. Pengambilan dan Pemeliharaan Cacing Tanah

Pengambilan contoh cacing tanah diambil dari kedalaman 10 – 30 cm sesuai dengan pergerakan cacing tanah. Pengambilan cacing tanah diambil secara acak. Pemeliharaan cacing tanah dilakukan sebelum dilakukan pengamatan. Cacing tanah terlebih dahulu diaklimatisasi selama 14 hari dengan menggunakan besek bambu yang telah berisi bahan organik dan kotoran sapi, kemudian ditutupi oleh kain hitam di laboratorium. Selama masa aklimatisasi, kelembapan dalam besek bambu harus tetap terjaga. Cacing yang akan digunakan untuk pengamatan yaitu cacing tanah dengan panjang tubuh rata-rata 3,5 cm.

Setelah dilakukannya aklimatisasi, selanjutnya cacing dipuasakan terlebih dahulu diatas kapas yang telah dibasahi dan ditutup dengan kain hitam. Puasa ini dilakukan agar cacing tanah mengeluarkan kotoran sisa mengkonsumsi bahan organik dari dalam tubuhnya saat didalam besek bambu. Pemuasaan dilakukan agar sisa makanan dalam tubuh cacing tanah sudah benar-benar bersih dan siap

untuk mengkonsumsi bahan organik yang baru. Cacing yang telah dipuasakan, selanjutnya dimasukkan dalam pot vermikultur sebanyak 3 ekor.

3.4.4. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati selama percobaan dan waktu pengamatan (lampiran 2), meliputi:

1. Kesuburan tanah: pengukuran C-Organik (Walkey and Black); total N (Kjehdal); pH (Glass Elektode).
2. Karakteristik abu vulkanik: pH.
3. Kualitas bahan organik. Pengukuran ini dilakukan diawal dan diakhir pengamatan, meliputi: C-Organik (Walkey and Black), total N (Kjehdal), lignin (Georing and Van Soest, 1970) dan polifenol (Anderson and Ingram, 1993).
4. Cacing tanah. Pengamatan yang dilakukan yaitu: biomassa, panjang, diameter, populasi, mortalitas, dan jumlah kokon cacing tanah. Pengukuran variabel tersebut dilakukan selama 7, 14, 21, 28, dan 56 HSA.

3.4.5. Perawatan dan Pengamatan Cacing Tanah

Kelembapan media dalam percobaan harus tetap terjaga yaitu tetap dalam kondisi 80% kapasitas lapangan. Untuk menjaga kelembapan media yaitu dengan menambahkan sejumlah air sesuai dengan jumlah air yang hilang dengan cara menimbang berat awal pot vermikultur kemudian sekitar 2-3 hari ditimbang lagi untuk mengetahui banyaknya air yang hilang.

Pengamatan pertumbuhan cacing tanah dilakukan sebanyak 5 kali selama 60 hari dengan interval waktu setiap pengamatan 7, 14, 21, 28, dan 56 HSA. Variabel yang diamati meliputi jumlah populasi cacing tanah, panjang, berat, diameter, mortalitas, jumlah kokon dan jumlah kascing. Dalam melakukan pengamatan, setiap pot pengamatan dibongkar, cacing tanah yang ada didalamnya dibersihkan dengan menggunakan air dan dikeringkan dengan *tissue*, kemudian dimasukkan kedalam cairan formalin 4%, selanjutnya dimasukkan kedalam alkohol, kemudian dikeringkan dan ditimbang berat cacing tanah untuk mengetahui biomassa cacing tanahnya.

3.4.6. Analisis Data

Analisis ragam (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan organik dan abu vulkanik ke dalam tanah terhadap pertumbuhan cacing tanah meliputi populasi dan biomassa cacing tanah dengan menggunakan pengolahan data GenStat 15th Edition. Apabila terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$), akan dilanjutkan dengan uji lanjut DUNCAN dengan taraf 5%.



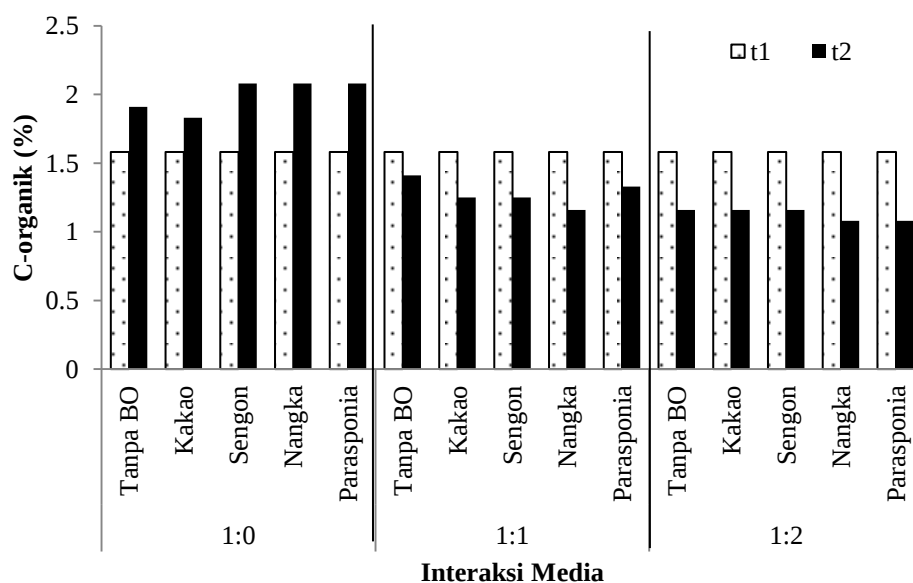
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Kondisi Kesuburan Tanah C-Organik (%), N-total (%), dan pH

a. C-Organik

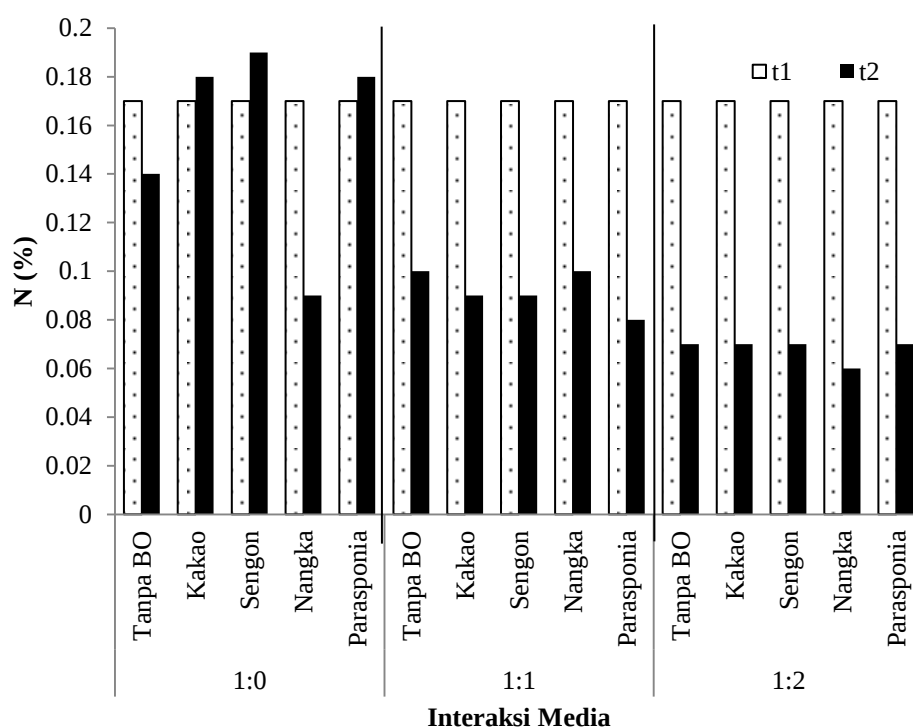
Kandungan C-organik pada tanah yang digunakan untuk percobaan memiliki kandungan sebesar 1,58 %. Pada 56 HSA, aktivitas cacing tanah serta penambahan abu vulkanik serta bahan organik, menunjukkan kandungan C-organik tanah yang bervariasi (Gambar 5). Total kandungan C-organik yang mengalami peningkatan tertinggi terdapat pada perlakuan media 1:0 (2,08 %), sedangkan penurunan c-organik terjadi pada perlakuan penambahan abu vulkanik 1:2 dengan bahan organik nangka (1,08 %). Hal tersebut dikarenakan pada media 1:1 dan 1:2 aktivitas cacing tanah sangat sedikit, dan cacing tanah tidak banyak mengkonsumsi bahan organik dan mengeluarkan kotoran (kascing) sehingga kandungan C-organik pada media tersebut tidak mengalami peningkatan. Rata-rata kandungan C-organik tanah menunjukkan hasil rendah terdapat pada tanah dengan penambahan abu vulkanik.



Gambar 5. Hasil analisis C-Organik tanah pada awal dan akhir percobaan. Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik). t1 = awal; t2 = akhir.

b. N-Total

Kandungan N-total tanah pada awal percobaan memiliki kandungan sebesar 0,17%. Selama masa percobaan masukan abu vulkanik, bahan organik memberikan hasil yang bervariasi pada kandungan N-total tanah. Peningkatan N-total tanah tertinggi terdapat pada perlakuan 1:0 dengan bahan organik Sengon (0,19 %), sedangkan penurunan terendah pada perlakuan 1:2 dengan bahan organik Nangka (0,06 %) (Gambar 6).

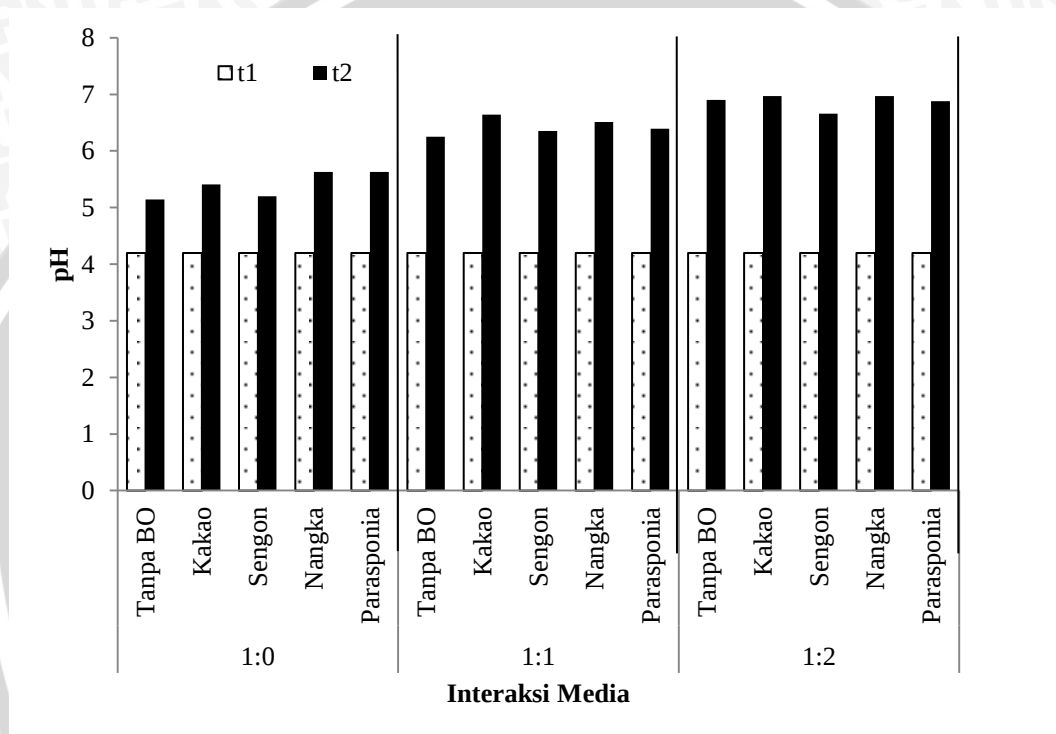


Gambar 6. Hasil analisis N-Total tanah pada awal dan akhir percobaan. Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik). t1 = awal; t2 = akhir.

c. pH

Peningkatan pH tanah terjadi selama masa percobaan, hal ini ditunjukkan dengan hasil analisis pH diawal dan diakhir pengamatan. Kandungan pH tanah pada awal memiliki pH tanah sangat masam (4,2), sedangkan pH abu vulkanik memiliki pH yang netral (7). Abu vulkanik Gunung Kelud pada tahun 2014 memiliki pH yang tidak terlalu masam, yaitu 5,5 – 6 dengan daya hantar listrik 1 - 2 mS/cm untuk yang belum terkena air hujan menjadi 6 – 7 (Tim Faperta UGM,

2014). Selain itu, aktivitas cacing tanah dapat meningkatkan pH masam. Cacing tanah dapat mengeluarkan kapur dalam bentuk kalsium karbonat / dolomit pada lapisan dibawah permukaan tanah, sehingga kandungan pH masam berubah menjadi netral (5-7) (Gambar 7). Abu vulkanik dapat menurunkan pH tanah, hal ini terjadi pula pada Gunung Merapi yang memiliki pH tanah 5,4 – 5,9 (masam) pasca erupsi Gunung Merapi (Sudiakarta, *et al.*, 2010).

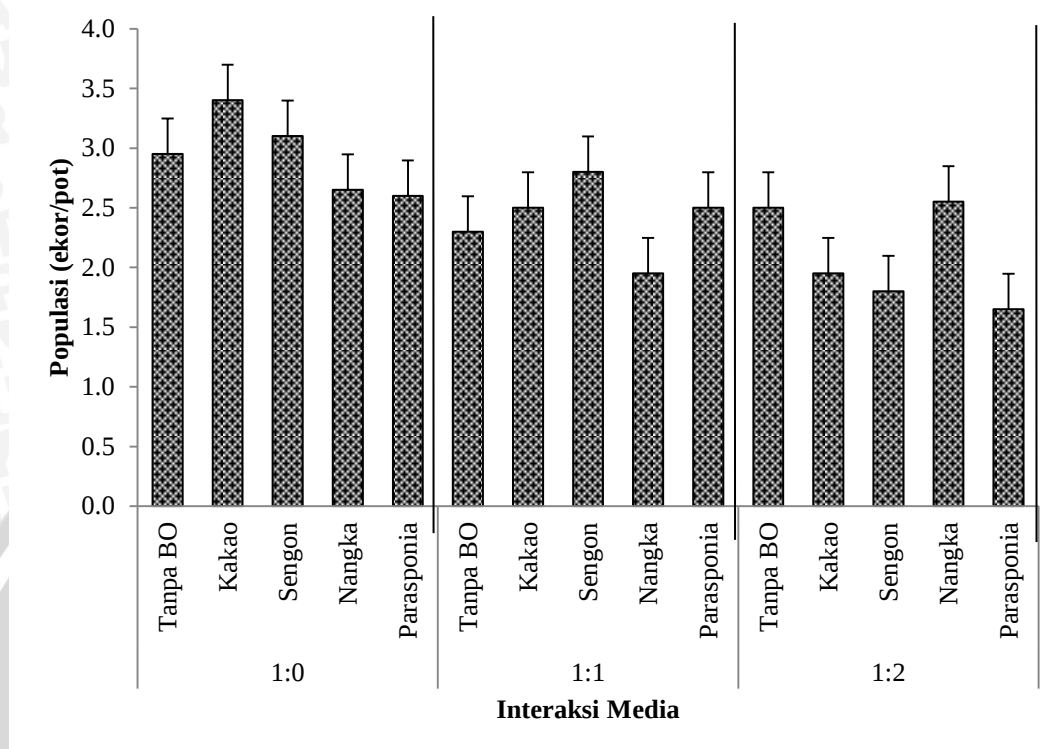


Gambar 7. Hasil analisis pH tanah pada awal dan akhir percobaan. Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik). t1 = awal; t2 = akhir.

4.1.2. Peningkatan Pertumbuhan dan Populasi Cacing Tanah Pada Berbagai Jenis Media dan Bahan Organik

Pertumbuhan dan perkembangan cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* pada masa percobaan rata-rata setiap *sample* menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$). Indikator pengamatan meliputi populasi cacing tanah, biomasa cacing tanah, panjang tubuh cacing tanah, diameter tubuh cacing tanah, produksi kokon, dan tingkat mortalitas.

a. Populasi Cacing Tanah

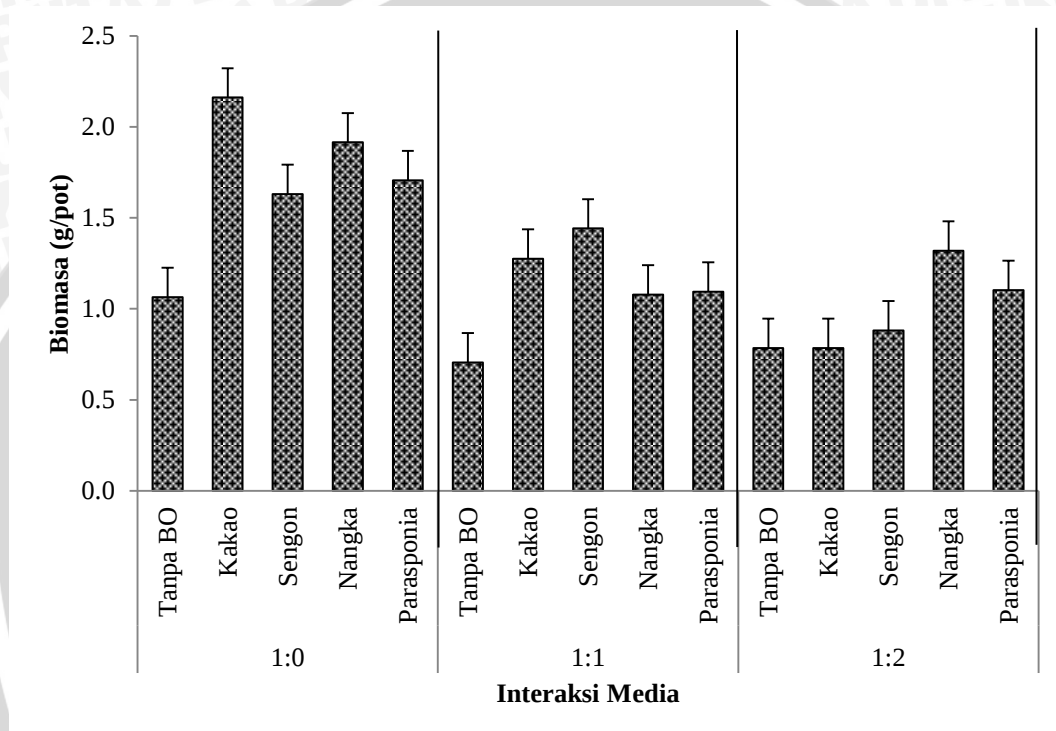


Gambar 8. Rata-rata populasi cacing tanah pada setiap perlakuan (s.e.d = 0,297).
Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik),
1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik).

Hasil interaksi penambahan abu vulkanik dan bahan organik juga memberikan hasil yang sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) (Lampiran 5a) terhadap populasi cacing tanah. Media 1:1 dengan penambahan bahan organik sengon menunjukkan nilai tertinggi terhadap populasi cacing tanah (3,4 ekor/pot), kemudian pemberian bahan organik *Parasponia* pada media 1:2 menunjukkan hasil yang rendah (1,65 ekor/pot) (Gambar 8). Rata-rata penurunan populasi cacing tanah terjadi pada media 1:2, hal ini dikarenakan jumlah masukan pasir yang tinggi. Suriadikarta, *et al.* (2010), menyatakan bahwa tanah yang terkena dampak erupsi gunung berapi mengalami penurunan populasi fauna tanah terutama cacing tanah dan larva serangga, sehingga dilokasi menjadi 0 ekor m^{-2} , dan pada daerah yang memiliki tutupan abu merapi yang tipis (5-10 cm) berpenaruh terhadap kepadatan tanah dan sulit ditembus air, sedangkan cacing tanah harus hidup pada permukaan yang lembab.

b. Biomasa Cacing Tanah

Biomasa cacing tanah pada awal percobaan rata-rata memiliki bobot 1,5 g/pot. Hasil pengamatan biomasa cacing tanah menunjukkan rata-rata biomasa cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* semakin menurun seiring dengan meningkatnya jumlah masukan abu vulkanik kedalam tanah.



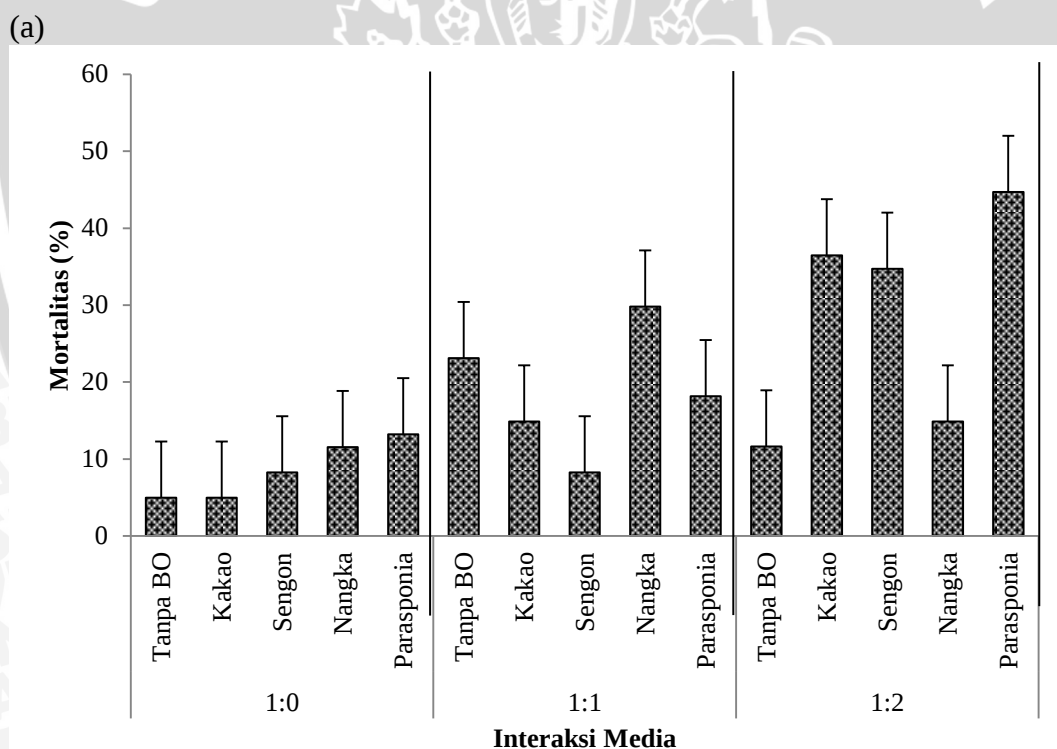
Gambar 9. Rata-rata biomasa cacing tanah pada setiap perlakuan (s.e.d = 0,161).
Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik),
1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik).

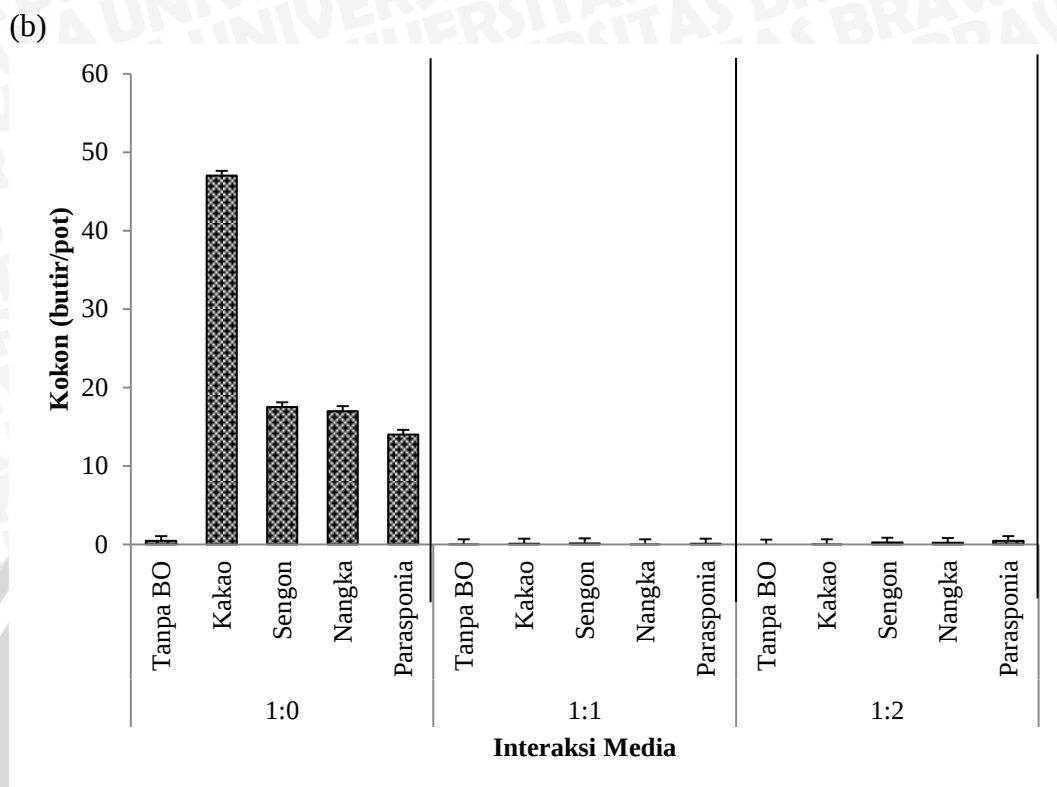
Interaksi antara penambahan abu vulkanik dan penambahan bahan organik menunjukkan sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) (lampiran 5b). Berdasarkan pengamatan, hasil tertinggi masing-masing penambahan bahan organik terjadi pada media 1:1. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan bahan organik sengon pada media 1:1 menunjukkan hasil yang tertinggi (1,44 g/pot), sedangkan media tanpa penambahan bahan organik pada media 1:1 menunjukkan hasil yang rendah (0,71 g/pot) (Gambar 9). Pemberian abu vulkanik menunjukan hasil yang rendah terhadap biomasa cacing tanah, hal ini dikarenakan kandungan pasir dari abu

vulkanik yang dapat membatasi gerak cacing tanah dalam memperoleh bahan organik di permukaan tanah.

c. Mortalitas dan Produksi Kokon Cacing Tanah

Hasil uji anova menunjukkan sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap tingkat mortalitas (Lampiran 5c) dan produksi kokon (Lampiran 5d). Penambahan abu vulkanik 1:2 dengan penambahan bahan organik *Parasponia andersonii* menunjukkan tingkat kematian yang tinggi (44,7 %), berbeda dengan media 1:1 dengan bahan organik sengon, rata-rata tingkat kematian cacing tanah pada perlakuan tersebut rendah (8,25%) (Gambar 10a). Produksi kokon tertinggi pada media 1:2 dengan bahan organik *Parasponia andersonii* (0,45 butir/pot), berbeda dengan media 1:2 tanpa tambahan bahan organik, hasil produksi kokon dalam pot menunjukkan hasil yang rendah (0 butir) (Gambar 10b).



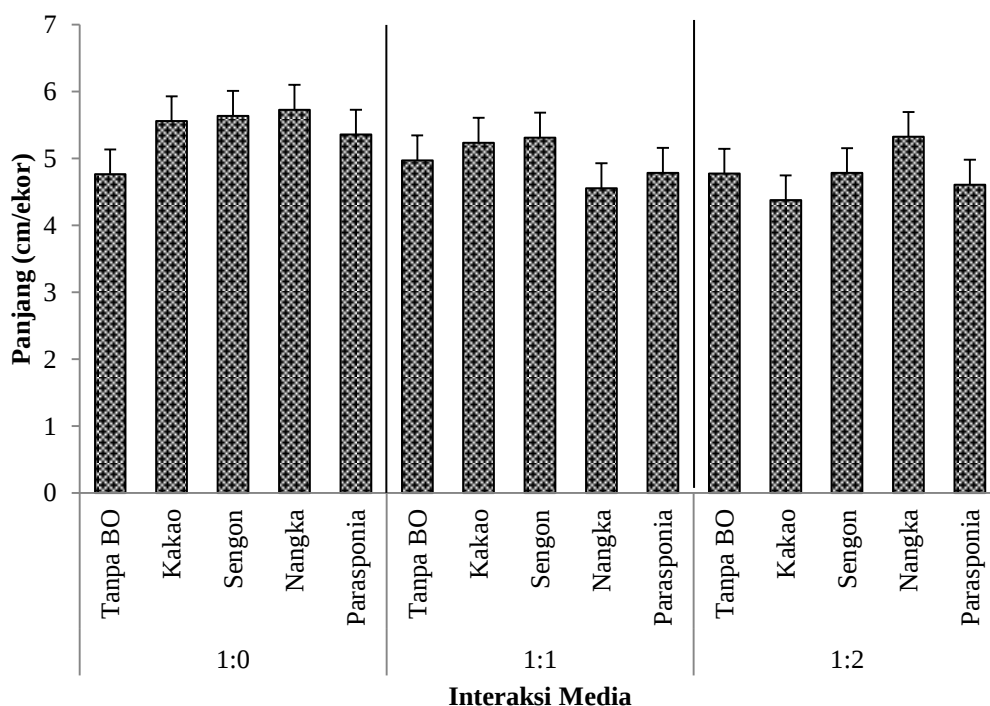


Gambar 10. Rata-rata tingkat mortalitas dan produksi kokon cacing tanah pada setiap perlakuan, (a: tingkat mortalitas (s.e.d = 7,32), b: produksi kokon (s.e.d = 0,629)). Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik).

Tingkat mortalitas tertinggi (44,7%) pada media 1:2 dengan penambahan bahan organik *Parasponia andersonii*, akan tetapi pada media 1:2 tanpa bahan organik justru memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi bahan organik, hal ini dapat terjadi dikarenakan media hidup cacing tanah yang dominan pasir menyulitkan cacing tanah dalam memperoleh bahan organik di permukaan tanah. Tingkat mortalitas dengan nilai yang tinggi juga terjadi pada media 1:1 tanpa tambahan bahan organik (23,1 %), akan tetapi masih lebih rendah dibandingkan media 1:2 dengan bahan organik *Parasponia andersonii*. Produksi kokon pada media 1:2 tanpa bahan organik tidak terdapat kokon sama sekali, hal ini dapat terjadi karena pada media yang dominan pasir banyak ditemukan cacing tanah yang mati, sehingga menurunkan hasil produksi kokon (Lampiran 6).

d. Panjang Cacing Tanah

Panjang tubuh cacing tanah pada awal percobaan untuk seluruh perlakuan rata-rata 3 cm/ekor. Hasil uji anova menunjukkan bahwa interaksi penambahan abu vulkanik dan penambahan bahan organik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap panjang tubuh cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* (Lampiran 5e). Semakin banyak masukan ratio abu vulkanik dalam tanah, diiringi dengan menurunnya rata-rata panjang tubuh cacing tanah selama percobaan.

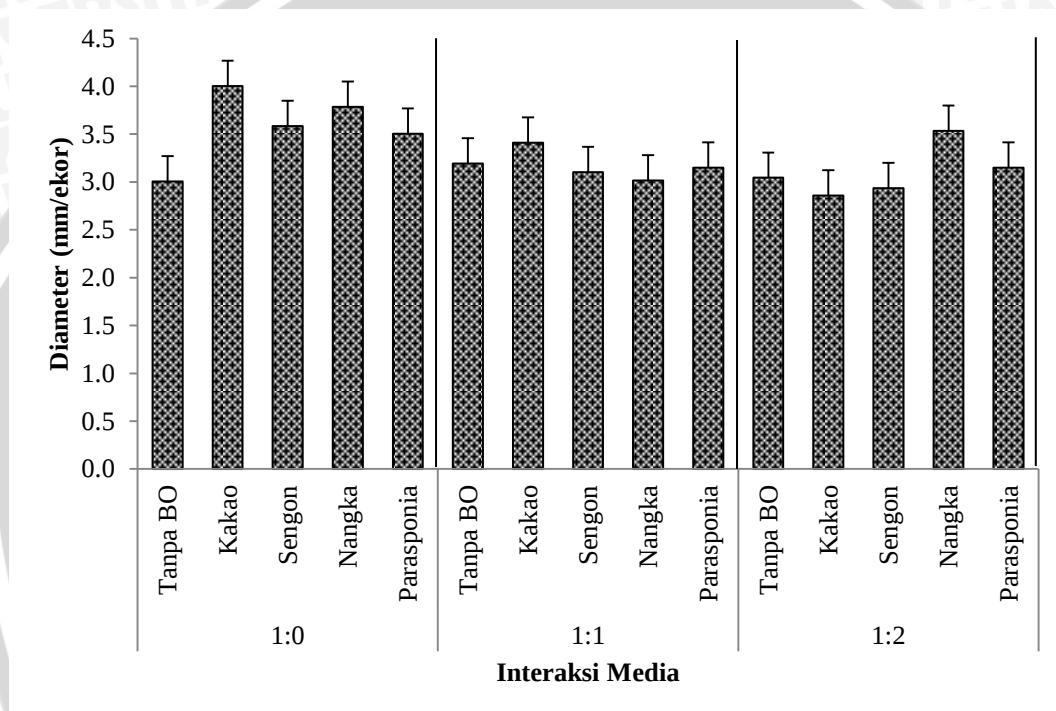


Gambar 11. Rata-rata panjang tubuh cacing tanah pada setiap perlakuan, (s.e.d = 0,371). Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik).

Berdasarkan hasil uji anova penambahan bahan organik berpengaruh terhadap panjang cacing tanah. Rata-rata panjang tubuh cacing tanah tertinggi pada media 1:2 dengan penambahan bahan organik nangka (5,32 g/ekor), sedangkan pada media 1:2 dengan penambahan bahan organik nangka (4,38 g/ekor), panjang cacing tanah semakin rendah diikuti semakin banyaknya masukan pasir dalam tanah. (Gambar 11).

e. Diameter Cacing Tanah

Hasil analisis uji anova menunjukkan bahwa interaksi antara penambahan abu vulkanik dan jenis bahan organik memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 5f). Rata-rata diameter tubuh cacing tanah pada awal percobaan adalah 2 mm/ekor. Selama masa percobaan 56 HSA, diameter cacing tanah menunjukkan hasil yang bervariasi pada setiap perlakuan.



Gambar 12. Rata-rata panjang tubuh cacing tanah pada setiap perlakuan (s.e.d = 0,264). Keterangan: 1:0 (100% tanah), 1:1 (50% tanah : 50% abu vulkanik), 1:2 (25% tanah : 75% abu vulkanik).

Bahan organik memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap diameter cacing tanah. Interaksi penambahan abu vulkanik dan bahan organik nangka pada media 1:2 menunjukkan hasil yang tertinggi (3,54 mm/ekor) jika dibandingkan perlakuan yang lain. Rata-rata diameter cacing tanah setiap minggunya menunjukkan hasil yang meningkat, dan peningkatan tertinggi terjadi pada 21 HSA (Lampiran 7f). Interaksi media media 1:2 dengan bahan organik kakao justru memberikan hasil yang terendah (2,86 mm/ekor) (Gambar 12), hal ini berbeda dengan penambahan bahan organik kakao pada media media 1:1. Faktor yang

mempengaruhi perbedaan diameter cacing tanah dapat dilihat dari perbedaan media, karena pada media media 1:2 jumlah pasir lebih banyak sehingga berpengaruh terhadap diameter cacing tanah.

4.2. Pembahasan

Pertumbuhan dan populasi cacing tanah sangat bergantung pada faktor lingkungan, dan kesediaan pangannya. Penambahan abu vulkanik dengan berbagai perbandingan dengan tanah dan penambahan berbagai jenis bahan organik memberikan pengaruh yang berbeda-beda, hal tersebut dipengaruhi oleh masukan abu vulkanik dalam tanah terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah, dan pemberian berbagai kualitas bahan organik terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah.

a. Pengaruh Masukan Abu Vulkanik terhadap Pertumbuhan dan Populasi Cacing Tanah

Masukan abu vulkanik yang semakin tinggi dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan cacing tanah, seperti yang dinyatakan Qomariyah (2015), bahwa peningkatan partikel pasir dalam tanah diikuti dengan penurunan jumlah dan biomasa cacing tanah. Lee (1985), juga menyatakan bahwa cacing tanah tidak banyak ditemukan pada tanah yang bertekstur kasar.

Pertumbuhan cacing tanah pada perlakuan penambahan abu vulkanik terbanyak (1:2) menunjukkan hasil yang kurang baik untuk pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Berbeda dengan perlakuan tanah tanpa penambahan bahan organik, menunjukkan hasil yang paling baik pada pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Hal ini dikarenakan cacing tanah tidak mampu bertahan hidup pada tanah yang memiliki tekstur kasar. Tubuh cacing tanah mengandung air sebanyak 70 – 95 % dan memiliki kulit yang tipis sehingga tidak mampu bertahan hidup pada tanah yang memiliki banyak kandungan pasir (Brata, 2009, dalam Qomariyah, 2015).

Interaksi penambahan abu vulkanik dan berbagai jenis bahan organik menunjukkan hasil terbaik yaitu pada perlakuan tanpa abu vulkanik, begitu pula pada produksi kokon. Produksi kokon terbanyak pada media tanah, sedangkan

pada tanah yang diberi tambahan abu vulkanik terbanyak (1:2) didapatkan jumlah populasi yang semakin sedikit pada 56 HSA, banyak ditemukan cacing tanah yang tidak bergerak atau membuat liang dalam tanah dan hanya diam saja dalam pot. Hal tersebut juga dapat terjadi karena tanah yang didominasi pasir kelembapannya cepat berkurang, dan berakibat pada aktivitas cacing tanah dimana cacing akan semakin masuk ke dalam tanah dan berhenti beraktivitas termasuk dengan mencari pakannya (Rukmana, 1999). Tingkat mortalitas tertinggi juga terdapat pada perlakuan penambahan abu vulkanik terbanyak (1:2), hingga pada masa percobaan 56 HSA banyak ditemukan cacing yang mati.

b. Pengaruh Penambahan Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Populasi Cacing Tanah

Pemberian bahan organik tanaman pada tanah merupakan faktor yang penting sebagai sumber makanan dan energi bagi kehidupan biota tanah (Suin, 1997). Penambahan bahan organik mampu meningkatkan penurunan pH, C-organik, N dan P tanah. Pemberian berbagai kualitas bahan organik pada media yang diberi tambahan abu vulkanik memberikan hasil yang bervariasi pada pertumbuhan dan perkembangan cacing tanah *Pontoscolex corethrurus*. Penambahan bahan organik sengon dan nangka memberikan dampak positif bagi beberapa parameter pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Penambahan bahan organik sengon dapat meningkatkan biomasa (rata-rata 1 g/pot menjadi 1,44 g/pot), jumlah populasi cacing tanah (3 ekor/pot), dan menurunkan tingkat mortalitas cacing tanah (8,25%). Penambahan bahan organik nangka mampu meningkatkan panjang (rata-rata 3 cm/ekor menjadi 5,32/ekor) dan diameter cacing tanah (rata-rata 2,5 mm/ekor menjadi 3,54 mm/ekor). Bahan organik sengon memiliki nilai ratio C/N 3,93 dan nangka memiliki nilai ratio C/N 5,3, menurut Rindyastuti *et al.* (2010), nilai standar unsur kimia seresah yang berkualitas baik yaitu <20, yang berarti bahan organik tersebut cepat terdekomposisi. Bahan organik sengon dan nangka tergolong bahan organik yang cepat terdekomposisi, sehingga dapat menyediakan sumber makanan bagi cacing tanah. Bahan organik juga digunakan sebagai tempat berlindung makrofauna

tanah dari tekanan lingkungan (Sugiyarto, 2007). Semakin banyak bahan organik yang tersedia dapat mempertahankan populasi cacing tanah dalam tanah.

Penambahan bahan organik kakao dan *Parasponia andersonii* memberikan dampak yang kurang baik terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Bahkan penambahan bahan organik kakao pada media yang telah diberi tambahan abu vulkanik dapat menurunkan jumlah kokon, panjang dan diameter cacing tanah. Berdasarkan hasil analisis kimia bahan organik, kakao memiliki nilai ratio C/N yang rendah dibawah <20 , akan tetapi kandungan lignin pada bahan organik kakao cukup tinggi yakni 41,72%. Rindyastuti *et al.* (2010) menyebutkan bahwa bahan organik berkualitas baik memiliki kandungan lignin $<15\%$. Pada saat akhir percobaan, bahan organik kakao paling lambat terdekomposisi dan tidak menyatu dengan tanah yang ada di permukaan pot. Hingga 56 HSA bahan organik kakao tidak banyak menunjukkan tanda-tanda terdekomposisi. Berbeda dengan bahan organik lainnya, bahan organik kakao masih memiliki struktur yang kasar. Keberadaan bahan organik ini dapat memicu bertambahnya pori makro pada tanah, sehingga daya tanah mengikat air semakin kecil. Hal ini menyebabkan kelembaban tanah akan semakin berkurang yang akan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan cacing tanah pada media penambahan abu vulkanik. Demikian pula dengan penambahan bahan organik *Parasponia andersonii*, memberikan hasil yang kurang baik pada populasi cacing (1,65 ekor/pot) dan meningkatkan mortalitas cacing tanah (44,7%). Hal tersebut dapat disebabkan karena bahan organik *Parasponia andersonii* mengandung glikosida yang dapat menjadi racun jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar (Flora Malesiana, 2016). Sama halnya dengan daun spesies *Trema* yang biasanya digunakan sebagai pakan ternak yang dapat menjadi racun jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan. Mortalitas cacing tanah semakin meningkat pada media yang diberi tambahan abu vulkanik dikarenakan jumlah masukan pasir yang tinggi kedalam tanah, sehingga cacing tanah tidak mampu bertahan hidup dengan lama akibat media yang kasar.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Semakin tinggi kandungan pasir (dosis penambahan abu vulkanik) menyebabkan menurunnya pertumbuhan (panjang, biomasa, dan diameter) dan populasi cacing tanah.
2. Pemberian bahan organik sengon dan nangka dapat menekan efek negatif dari abu vulkanik didalam tanah, yang ditunjukkan dengan meningkatnya biomasa (rata-rata 1 g/pot menjadi 1,44 g/pot) dan populasi cacing tanah (rata-rata 3 ekor/pot) setelah aplikasi.
3. Pemberian bahan organik kakao dan *Parasponia andersonii* memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah. Bahkan, pemberian *Parasponia andersonii* dapat meningkatkan mortalitas cacing tanah menjadi 44,7%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, perlu dikaji secara mendalam mengenai penambahan bahan organik *Parasponia andersonii* yang cenderung meningkatkan mortalitas cacing tanah. Kemungkinan terjadinya interaksi negatif antara penambahan bahan organik ini dengan keberadaan abu vulkan terhadap pertumbuhan dan populasi cacing tanah dapat menjelaskan secara lebih terperinci penyebabnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori. 2004. Potensi Cacing Tanah Sebagai Alternatif Bio-Indikator Pertanian Berkelanjutan. Makalah. Sekolah Pasca Sarjana/ S3. IPB.
- Barois, I., P. Lavelle., M. Brossard., J. Tondoh., A. Martinez., J.P. Rossi., B.K. Senapati., A. Angeles., C. Fragoso., J.J. Jimenez., T. Decaens., C. Lattaud., J. Kanyonyo., E. Blanchart., C. Lydie., G. Brown., and A. Moreno. 1999. Ecology of Earthworm Species with Large Environmental Tolerance and/or Extended Distribution. *In: Earthworm Mnagement in Tropical Agroecosystems* (eds P. Lavelle., L. Brussaard., and P. Hendrix. CABI Pub. UK.
- Catalan, G.I. and E.S. Nabayra. 1982. Earthworm a New Source of Protein. Philipine Earthworm Center.
- Moral, R.D. and S.Y. Grishin . 1998. Volcanic Disturbances and Ecosystem Recovery. University of Washington, Department of Botany, Box 355325, Seattle, WA 98195-5325; Institute of Biology and Pedology, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690022 Russia.
- Dewi, W., B. Yanuwiyadi, D. Suprayogo dan K. Hairiah. 2006. Dapatkah sistem agroforestri berbasis kopi mempertahankan diversitas cacing tanah setelah alih guna hutan menjadi lahan pertanian?. *AGRIVITA* , 28 (3) : 198-220
- Flora Malesiana. 2016. *Ulmaceae* (Online). Avalaible at portal.cybertaxonomy.org/flora-maleciana/node/4344. (verified 17 Aug. 2016)
- Hairiah, K., D. Suprayogo, Widiyanto, Berlian, E. Suhara, A. Mardiasuning, C. Prayogo, R.H. Widodo dan S. Rahayu. 2004. Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: Ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. *AGRIVITA*, 26(1): 68 - 79
- Handayanto, E. 1999. Komponen biologi tanah sebagai bioindikator kesehatan dan produktivitas tanah. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 2 – 12.
- Handayanto, E., K. Hairiah, dan F.K. Aini. 2004. Biologi Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lee, K.E. 1985. Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academic Press. London.
- Minnich, J. 1977. The Earthworm book. How to raise and use earthworms for your farm and garden. Rodale Press Emmaus: US, 43-46.

- Muys, B. and P.H. Granval. 1997. Earthworm as bio-indicators of forest site quality. *Journal of soil biol. Biochem.* 29:323-328.
- Palm, C. A. and P.A Sanchez. 1991. Nitrogen release from some tropical legumes as effected by lignin and polyphenol contents. *Soil Biology and Biochemistry*, 23:83-88.
- Power, J.F. dan R.I. Papendick. 1997. Sumber-sumber organik hara. In teknologi dan penggunaan pupuk, (Eds Engelstad O.P) (Transl. Didiék Hadjar Goenadi), pp. 752-778. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Qhomariyah, N. 2015. Peran Pohon Dalam Mempertahankan Kerapatan Cacing Tanah Pada Sistem Agroforestri Studi Kasus Tanaman Asal Kebun Bibit Rakyat (KBR) di Daerah yang Terkena Dampak Erupsi Gunung Kelud. Skripsi. Jurusan Tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Rahayu, D.P., Ariyanto., Komariah., S. Hartati., J. Syamsiyah, dan W.S. Dewi. 2014. Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Lahan dan Upaya-upaya Pemulihannya. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Caraka Tani – Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian Vol. XXIX No. 1 Maret.
- Rahmawaty. 2004. Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah Di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit (Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Daerah Tingkat II Deli Serdang, Profinsi Sumatra Utara). Jurusan Kehutanan Program Studi Menejemen Hutan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Rindyastuti, R dan A.S. Darmayanti. 2010. Komposisi kimia dan estimasi proses dekomposisi seresah 3 spesies familial *Fabaceae* di kebun raya purwodadi. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi. Pasuruan
- Rostaman, T., A. Kasno, dan L. Anggria. 2014. Perbaikan Sifat Tanah dengan Dosis Abu Vulkanik Pada Tanah Oxisols. Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Rukmana, R. H. 1999. Budidaya Kacang Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Sediyarso, M. dan S. Suping. 1987. Pengaruh Abu Galunggung terhadap Tanah Pertanian. Bogor: Pusat Penelitian Tanah.
- Setyaningsih, H. 2007. Respon *Pontoscolex corethrurus* terhadap berbagai kualitas bahan organik. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

- Setyawati, A. 2015. Laju Dekomposisi Seresah Tanaman Kebun Bibit Rakyat (KBR) pada Berbagai Sistem Agroforestri Pasca Letusan Gunung Kelud. Skripsi. Jurusan Tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Shodoqin, R.F. 2011. Hubungan Antara Ukuran Tubuh Cacing Tanah (*Pontoscolex corethrurus*) dengan Produksi Kascing dan Laju Infiltrasi. E-Library Universitas Brawijaya. (Available Online <http://elibrary.ub.ac.id/handle/123456789/27782>).
- Sugiyarto., M. Efendi., E. Mahajoeno., Y. Sugito., E. Handayanto dan L. Agustina. 2007. Prefensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik tanaman pada intensitas cahaya berbeda. Biodiversitas Vol. 7 No. 4. Hal 96 – 100.
- Sukarman., H.H. Djohar, dan P. Sudewo. 1993. Masalah klasifikasi tanah merah dari bahan tuf andesitik-basaltik di daerah beriklim kering, studi kasus Rhodustalfs dari Kabupaten Dompu, Propinsi Nusa Tenggara Barat. Pemb. Penelitian Tanah dan Agroklimat, No. 11:47-53.
- Suin, N.M. 2003. Ekologi Populasi. Andalas University Press. Padang.
- Suriadikarta, D.A., Id. A.A., Sutono, D. Erfandi, Santoso, dan E., Kasno, A. 2010. Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah dan Air di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Syiko, S.F., T.A. Rachmawati, dan A. Rachmansyah. 2014. Analisis Resiko Bencana Sebelum dan Setelah Letusan Gunung Kelud Tahun 2014 (Studi kasus di Kecamatan Ngantang, Malang). J-PAL, Vol. 5, No. 2, 2014.
- Tian, G. 1992. Biological Effects of Plant Residues with Contrasting Chemical Compositions on Plant and Soil under Humid Tropical Conditions. PhD Thesis. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- USDA Natural Resources Conservation Service. 2009. Soil Quality Indicators.
- Wahyudi, H.A. 2008. Peran Agroforestri dalam Mempertahankan Makroporositas Tanah : Pengaruh Ketebalan Seresah terhadap Peningkatan Biomasa Cacing Penggali Tanah (*Pontoscolex corethrurus*) dan Makroporositas Tanah. Skripsi. Jurusan Tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Wharta, Y.W. 2015. Dampak Letusan Gunung Kelud Terhadap Ketersediaan P daan Pertumbuhan Tanaman Kebun Bibit Rakyat (KBR) pada Sistem Agroforestri. Skripsi. Jurusan Tanah, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Widianto, K. Hairiah, D. Suhardjito, dan M.A. Sardjono. 2003. Bahan Ajar Agroforestri: Fungsi dan Peran Agroforestri. ICRAF. Bogor.

Zuraida. 1999. Penggunaan Abu Volkan Sebagai Amelioran Pada Tanah Gambut dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Jagung. Thesis dalam Program Studi Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perlakuan percobaan.

No.	Kode	Perlakuan	Keterangan
1.	TBO 1	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:0) + Tanpa Bahan Organik	Media tanah tanpa tambahan bahan organik seresah, dengan pemberian abu vulkanik 1:0
2.	TBO 2	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:1) + Tanpa Bahan Organik	Media tanah tanpa tambahan bahan organik seresah, dengan pemberian abu vulkanik 1:1
3.	TBO 3	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:2) + Tanpa Bahan Organik	Media tanah tanpa tambahan bahan organik seresah, dengan pemberian abu vulkanik 1:2
4.	K 1	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:0) + Seresah Kakao	Media tanah tambahan bahan organik seresah kakao, dengan pemberian abu vulkanik 1:0
5.	K 2	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:1) + Seresah Kakao	Media tanah tambahan bahan organik seresah kakao, dengan pemberian abu vulkanik 1:1
6.	K 3	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:2) + Seresah Kakao	Media tanah tambahan bahan organik seresah kakao, dengan pemberian abu vulkanik 1:2
7.	S 1	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:0) + Seresah Sengon	Media tanah tambahan bahan organik seresah sengon, dengan pemberian abu vulkanik 1:0
8.	S 2	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:1) + Seresah Sengon	Media tanah tambahan bahan organik seresah sengon, dengan pemberian abu vulkanik 1:1
9.	S 3	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:2) + Seresah Sengon	Media tanah tambahan bahan organik seresah sengon, dengan pemberian abu vulkanik 1:2
10.	N 1	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:0) + Seresah Nangka	Media tanah tambahan bahan organik seresah nangka, dengan pemberian abu vulkanik 1:0
11.	N 2	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:1) + Seresah Nangka	Media tanah tambahan bahan organik seresah nangka, dengan pemberian abu vulkanik 1:1
12.	N 3	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:2) + Seresah Nangka	Media tanah tambahan bahan organik seresah nangka, dengan pemberian abu vulkanik 1:2
13.	P 1	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:0) + Seresah <i>Parasponia</i>	Media tanah tambahan bahan organik seresah <i>Parasponia</i> , dengan pemberian abu vulkanik 1:0
14.	P 2	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:1) + Seresah <i>Parasponia</i>	Media tanah tambahan bahan organik seresah <i>Parasponia</i> , dengan pemberian abu vulkanik 1:1
15.	P 3	Cacing Tanah + Tanah : Abu Vulkan (1:2) + Seresah <i>Parasponia</i>	Media tanah tambahan bahan organik seresah <i>Parasponia</i> , dengan pemberian abu vulkanik 1:2

Lampiran 2. Variabel pengamatan

Obyek	Parameter	Metode	Waktu
Kesuburan tanah	C-Organik (%)	Walkey and Black	Sebelum pengamatan dan Setelah pengamatan
	pH H ₂ O & KCl	Glass Elektode	Sebelum pengamatan dan Setelah pengamatan
	N-total	Kjeldhal	Sebelum pengamatan dan Setelah pengamatan
	Tekstur BI BJ Kadar Air	Pipet	Sebelum pengamatan Sebelum pengamatan Sebelum pengamatan Sebelum pengamatan
Seresah	C-Organik (%)	Walkey and Black	Sebelum pengamatan dan Setelah pengamatan
	N-total	Kjeldhal	Sebelum pengamatan dan Setelah pengamatan
	Lignin	Goering dan Van Soest	Sebelum pengamatan
	Polifenol	Anderson dan Ingram	Sebelum pengamatan
Abu Vulkanik	pH	Glass Elektrode	Sebelum pengamatan
	Kadar Air		Sebelum pengamatan
	Tekstur (Komposisi pasir, debu, klei)		Sebelum pengamatan
Cacing Tanah	Jumlah populasi (ekor m ⁻²)	Handsorting	7, 14, 21, 28 dan 60 hari setelah aplikasi
	Biomassa: - Berat (g m ⁻²) - Panjang (cm m ⁻²)	Handsorting	7, 14, 21, 28 dan 60 hari setelah aplikasi
	Mortalitas (%)		
	Jumlah kokon (g m ⁻²)	Handsorting	7, 14, 21, 28 dan 60 hari setelah aplikasi
	Produksi kascing (g m ⁻²)	Handsorting	7, 14, 21, 28 dan 60 hari setelah aplikasi

Lampiran 3. Kebutuhan tanah per pot vermikultur

Diketahui:

- Kadar air : 0,49%
- BI tanah : $1,3 \text{ g/cm}^3$
- Volume tanah dalam pot:
 $t = 7,5 \text{ cm}$
 $d = 10 \text{ cm}$
 $r = 5 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Luas alas} \times \text{tinggi} \\
 &= \pi r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times (5 \text{ cm})^2 \times 7,5 \text{ cm} \\
 &= 3,14 \times 25 \text{ cm}^2 \times 7,5 \text{ cm} \\
 &= 588,75 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

- Massa padatan (BKO) = BI x Volume tanah
 $= 1,3 \text{ g/cm}^3 \times 588,75 \text{ cm}^3$
 $= 765,37 \text{ g}$
- Berat kering udara (BKU) = BKO + (BKO x KA)
 $= 765,37 \text{ g} + (765,37 \text{ g} \times 0,0049)$
 $= 765,37 \text{ g} + 3,75$
 $= 769,12 \text{ g}$

Lampiran 4. Kebutuhan seresah dalam pot vermikultur.

Kebutuhan seresah dalam media perlakuan yang digunakan setara dengan berat masukan seresah di hutan, yaitu 8 ton ha⁻¹

1 ha lapisan olah (1 HLO) dengan kedalaman lapisan 10 cm, dengan BI = 1,3 g cm³

$$\begin{aligned}\text{BO lahan hutan} &= \text{BI} \times 1 \text{ ha} \times \text{kedalaman} \\ &= 1,3 \text{ g cm}^{-3} \times 10^8 \text{ cm}^2 \times 10 \text{ cm} \\ &= 1,3 \times 10^9 \text{ g cm}^{-2}\end{aligned}$$

Kebutuhan BO per tiap gram tanah

$$\begin{aligned}\frac{8 \times 10^6 \text{ g BO}}{1,3 \times 10^9 \text{ g tanah}} \\ = 0,00615 \text{ g BO/ g tanah}\end{aligned}$$

Kebutuhan BO per pot

$$\begin{aligned}0,00615 \text{ g BO / g tanah} \times 765,37 \text{ cm}^2 \\ = 4,70 \text{ g BO}\end{aligned}$$



Lampiran 5. Hasil Uji Anova

a. Populasi

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	59.467	14.867	1.68	0.155	0.1718
Media	2	368.600	184.300	20.81**	<.001	0.1331
BO.Media	8	241.733	30217,00	3.41**	<.001	0.2976
Galat	282	2.497.933	0.8858			
Total	299	3.188.800				

b. Biomasa

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	152.553	38138,00	14.67**	<.001	0.0931
Media	2	263.841	131921,00	50.75**	<.001	0.0721
BO.Media	8	75.218	0.9402	3.62**	<.001	0.1612
Galat	282	733.048	0.2599			
Total	299	1.225.161				

c. Mortalitas

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	4615.9	1154.0	2.15*	0.074	4.23
Media	2	19767.1	9883.6	18.45**	<.001	3.27
BO.Media	8	18573.1	2321.6	4.33**	<.001	7.32
Galat	282	151068.9	535.7			
Total	299	194644.4				

d. Kokon

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	66.513	16628,00	4.20*	0.003	0.363
Media	2	230.007	115003,00	29.05**	<.001	0.281
BO.Media	8	140.827	17603,00	4.45**	<.001	0.629
Galat	282	1.116.253	3958,00			
Total	299	1.562.197				

e. Panjang

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	7.430	1857,00	1.35	0.252	0.2143
Media	2	21.150	10575,00	7.68**	<.001	0.1660
BO.Media	8	22.077	2760,00	2.00*	0.046	0.3712
Galat	282	388.516	1378,00			
Total	299	442.482				

f. Diameter

SK	db	JK	KT	F	F pr.	s.e.d
BO	4	55.619	13905,00	1.99*	0.096	0.1525
Media	2	129.763	64881,00	9.29**	<.001	0.1182
BO.Media	8	129.397	16175,00	2.32*	0.020	0.2642
Galat	282	1.968.565	0.6981			
Total	299	2.297.284				



Lampiran 6. Hasil Uji Lanjut Duncan 5% pada Media Percobaan

Media	BO	Populasi		Biomasa		Mortalitas		Kokon		Panjang		Diameter	
		Nilai	Notasi	Nilai	Notasi	Nilai	Notasi	Nilai	Notasi	Nilai	Notasi	Nilai	Notasi
1:0	Non BO	2,95	cde	1,07	bc	4,95	a	0,45	ab	4,76	abc	4,95	a
	Kakao	3,40	e	2,16	h	4,95	a	47,00	c	5,56	cd	4,95	a
	Sengon	3,10	de	1,63	efg	8,25	ab	17,50	b	5,64	cd	8,25	ab
	Nangka	2,65	cd	1,92	gh	11,55	ab	17,00	b	5,73	d	11,55	ab
	<i>Parasponia</i>	2,60	bcd	1,71	fg	13,20	ab	14,00	ab	5,36	bcd	13,20	ab
1:1	Non BO	2,30	abc	0,71	a	23,10	bcd	0,05	a	4,97	abcd	23,10	bcd
	Kakao	2,50	bcd	1,28	cd	14,85	abc	0,10	a	5,23	abcd	14,85	abc
	Sengon	2,80	cde	1,44	def	8,25	ab	0,15	a	5,31	bcd	8,25	ab
	Nangka	1,95	ab	1,08	bc	29,80	cde	0,05	a	4,55	ab	29,80	cde
	<i>Parasponia</i>	2,50	bcd	1,09	bcd	18,15	abc	0,10	a	4,79	abc	18,15	abc
1:2	Non BO	2,50	bcd	0,79	ab	11,60	ab	0,00	a	4,77	abc	11,60	ab
	Kakao	1,95	ab	1,04	abc	36,45	de	0,05	a	4,38	a	36,45	de
	Sengon	1,80	a	0,88	ab	34,70	de	0,25	a	4,78	abc	34,70	de
	Nangka	2,55	bcd	1,32	cde	14,85	abc	0,20	a	5,32	bcd	14,85	abc
	<i>Parasponia</i>	1,65	a	1,10	bcd	44,70	e	0,45	ab	4,61	ab	44,70	e

Lampiran 7. Karakteristik Cacing Tanah Selama Masa Percobaan

a. Populasi (ekor/pot)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75
	Kakao	2,75	2,75	3,00	2,75	5,75
	Sengon	3,00	2,75	2,50	2,75	4,50
	Nangka	3,00	2,75	2,75	2,50	2,25
	<i>Parasponia</i>	3,00	2,50	3,00	2,50	2,00
1:1	Non BO	2,50	2,50	1,75	2,50	2,25
	Kakao	2,25	2,75	2,50	2,50	2,50
	Sengon	3,00	2,75	2,25	3,25	2,75
	Nangka	2,00	1,50	2,50	2,50	1,25
	<i>Parasponia</i>	3,00	2,50	2,00	2,75	2,25
1:2	Non BO	3,00	1,75	2,75	2,50	2,50
	Kakao	2,75	2,25	1,50	2,25	1,00
	Sengon	1,50	2,25	1,75	2,00	1,50
	Nangka	2,75	2,75	2,50	2,50	2,25
	<i>Parasponia</i>	2,25	1,75	1,50	1,75	1,00

b. Biomasa (g/pot)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	1,20	1,09	1,08	1,03	0,93
	Kakao	1,95	2,09	2,22	2,15	2,39
	Sengon	1,35	1,93	1,85	1,21	1,82
	Nangka	1,72	1,91	2,13	2,04	1,78
	<i>Parasponia</i>	2,31	1,61	1,71	1,70	1,21
1:1	Non BO	0,67	0,85	0,63	0,62	0,78
	Kakao	1,35	1,31	1,06	1,55	1,11
	Sengon	1,80	1,81	1,02	1,23	1,35
	Nangka	1,41	1,03	1,02	0,78	1,16
	<i>Parasponia</i>	1,32	1,23	0,84	0,80	1,28
1:2	Non BO	1,15	0,77	0,68	0,62	0,71
	Kakao	1,75	1,29	0,78	0,85	0,51
	Sengon	1,17	1,04	0,80	0,67	0,74
	Nangka	1,67	1,71	1,11	1,11	1,01
	<i>Parasponia</i>	1,67	0,86	1,02	1,18	0,78

c. Produksi Kokon (butir/pot)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	0,75	0,75	0,25	0,50	0,00
	Kakao	0,75	2,50	3,00	4,75	12,50
	Sengon	0,00	1,50	0,50	0,00	6,75
	Nangka	0,25	0,00	3,50	2,75	2,00
	<i>Parasponia</i>	1,00	0,75	3,00	2,00	0,25
1:1	Non BO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
	Kakao	0,00	0,25	0,00	0,00	0,25
	Sengon	0,25	0,50	0,00	0,00	0,00
	Nangka	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Parasponia</i>	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00
1:2	Non BO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kakao	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
	Sengon	0,75	0,25	0,00	0,25	0,00
	Nangka	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Parasponia</i>	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00

d. Tingkat Mortalitas (%)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	0,00	0,00	0,00	0,00	24,75
	Kakao	8,25	8,25	0,00	8,25	0,00
	Sengon	0,00	8,25	16,50	8,25	8,25
	Nangka	0,00	8,25	8,25	16,50	24,75
	<i>Parasponia</i>	0,00	16,50	0,00	16,50	33,00
1:1	Non BO	16,50	16,50	41,25	16,50	24,75
	Kakao	16,50	8,25	16,50	16,50	16,50
	Sengon	0,00	8,25	24,75	0,00	8,25
	Nangka	33,00	25,00	16,50	16,50	58,00
	<i>Parasponia</i>	0,00	16,50	33,00	16,50	24,75
1:2	Non BO	0,00	16,75	8,25	16,50	16,50
	Kakao	8,25	24,75	49,75	33,25	66,25
	Sengon	25,00	24,75	41,25	33,00	49,50
	Nangka	8,25	8,25	16,50	16,50	24,75
	<i>Parasponia</i>	24,75	41,25	49,75	41,25	66,50

e. Panjang (cm/ekor)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	5,21	4,83	4,58	4,66	4,54
	Kakao	5,71	5,33	5,46	5,63	5,67
	Sengon	5,75	5,29	5,63	5,73	5,79
	Nangka	5,37	5,66	5,62	6,12	5,85
	<i>Parasponia</i>	5,75	5,50	5,04	5,04	5,46
1:1	Non BO	4,94	5,18	4,58	5,37	4,79
	Kakao	5,25	5,40	4,71	5,79	5,02
	Sengon	5,64	5,92	4,65	5,42	4,93
	Nangka	5,88	3,79	4,75	5,42	2,94
	<i>Parasponia</i>	5,41	5,33	5,17	3,69	4,33
1:2	Non BO	6,08	3,58	4,54	4,71	4,96
	Kakao	5,52	5,48	3,25	3,50	4,13
	Sengon	3,81	5,00	5,50	4,35	5,25
	Nangka	5,54	5,37	5,17	5,52	5,02
	<i>Parasponia</i>	5,83	5,38	3,46	5,81	2,56

f. Diameter (mm/ekor)

Media	Bahan Organik	Hari ke-				
		7	14	21	28	56
1:0	Non BO	3,53	3,35	2,45	2,75	2,95
	Kakao	4,05	3,85	4,28	3,93	3,93
	Sengon	3,75	3,40	3,53	3,73	3,53
	Nangka	4,03	3,85	3,85	3,63	3,58
	<i>Parasponia</i>	4,15	3,70	3,58	3,13	2,98
1:1	Non BO	2,43	2,90	3,85	3,13	3,68
	Kakao	3,13	3,05	3,85	3,85	3,18
	Sengon	3,05	3,83	3,13	2,48	3,05
	Nangka	3,23	2,23	3,85	3,13	2,65
	<i>Parasponia</i>	3,60	3,25	3,70	2,53	2,68
1:2	Non BO	3,43	2,33	3,43	3,13	2,93
	Kakao	3,85	3,33	2,73	2,65	1,75
	Sengon	2,25	3,08	3,75	3,28	2,33
	Nangka	3,63	3,38	3,45	3,88	3,35
	<i>Parasponia</i>	3,60	3,73	2,70	4,08	1,65

Lampiran 8. Analisis Kimia Tanah

Media	Bahan Organik	C-organik (%)		N (%)		Ph
		t1	t2	t1	t2	
1:0	Non BO	1,58	1,91	0,17	0,14	5,14
	Kakao	1,58	1,83	0,17	0,18	5,41
	Sengon	1,58	2,08	0,17	0,19	5,20
	Nangka	1,58	2,08	0,17	0,09	5,63
	<i>Parasponia</i>	1,58	3,08	0,17	0,18	5,41
1:1	Non BO	1,58	1,41	0,17	0,10	6,25
	Kakao	1,58	1,25	0,17	0,09	6,64
	Sengon	1,58	1,25	0,17	0,09	6,35
	Nangka	1,58	1,16	0,17	0,10	6,51
	<i>Parasponia</i>	1,58	1,33	0,17	0,08	6,39
1:2	Non BO	1,58	1,16	0,17	0,07	6,90
	Kakao	1,58	1,16	0,17	0,07	6,97
	Sengon	1,58	1,16	0,17	0,07	6,66
	Nangka	1,58	1,08	0,17	0,06	6,97
	<i>Parasponia</i>	1,58	1,08	0,17	0,07	6,88

Keterangan: t1 = hasil analisis kimia tanah sebelum percobaan; t2 = hasil analisis kimia tanah sesudah percobaan.

Lampiran 9. Dokumentasi selama percobaan

Dokumentasi	Keterangan
-------------	------------



Cacing tanah *Pontoscolex corethrurus*



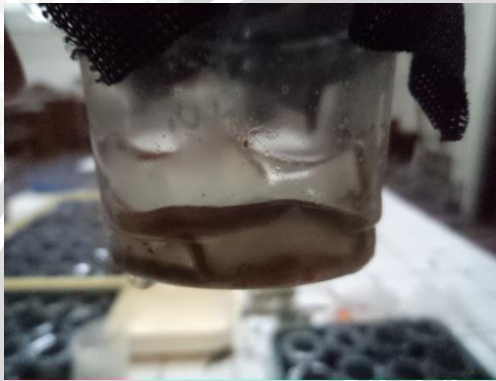
Proses aklimatisasi (adaptasi) cacing tanah terhadap tanah yang akan digunakan dalam percobaan



Persiapan pot vermikultur sebagai media percobaan



Pemuasaan cacing tanah. Setelah dilakukan aklimatisasi, cacing tanah dipuaskan terlebih dahulu selama 3 hari untuk mengeluarkan tanah dalam tubuh cacing sebelum dimasukkan kedalam pot vermikultur



Kondisi pemuasaan cacing tanah



Proses aplikasi cacing tanah dalam pot vermikultur



Pengamatan, tanah dalam pot dibongkar



Proses menimbang biomasa cacing tanah



Produksi kokon cacing tanah



Proses mengukur diameter tubuh cacing tanah