TA/TL/2017/0725

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENURUNAN KETINGGIAN SAMPAH, MAKROBIOLOGI DAN KOLONI MIKROBIOLOGI *(Fecal Coli)* PADA SAMPAH DAUN KERING DALAM MEDIA KOMPOSTER CACING TANAH

Diajukan Kepada
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Cendekia Ilham M.
12513084

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENURUNAN KETINGGIAN SAMPAH, MAKROBIOLOGI DAN KOLONI MIKROBIOLOGI *(Fecal coli)* PADA SAMPAH DAUN KERING DALAM MEDIA KOMPOSTER CACING TANAH

(Studi Kasus di Kawasan Kampus Terpadu Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Islam Indonesia)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

Cendekia Ilham Maulana
12513084

Disetujui :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Ir. Kasam, M.T.	**Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T.**
Tanggal:	**Tanggal:**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

Hudori, ST., MT.
Tanggal:

TUGAS AKHIR

ANALYSIS HEIGHT RATE DECOMPOSITION, MACROBIOLOGY AND COLONY OF MICROBIOLOGY (*Fecal coli*) ON DRY LEAVES WASTE IN EARTHWORM COMPOSTER

(Case Studies in Region Faculty of Civil Engineering and Planning. The Islamic University Of Indonesia)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

Cendekia Ilham Maulana
12513084

Disetujui :

Penguji I	Penguji II	Penguji III
Dr. Ir. Kasam, M.T	**Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T.**	**Azham Umar A., SKM, MPH**
Tanggal :	**Tanggal :**	**Tanggal :**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

Hudori, S.T., M.T
Tanggal

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (apabila menggunakan software khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Juli 2017

Yang membuat pernyataan

Cendekia Ilham Maulana

NIM :12513084

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Alhamdulillah puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"Analisis Penurunan Ketinggian, Makrobiologi, dan Koloni Mikrobiologi *(Fecal coli)* pada Sampah Daun Kering Dalam Media Komposter Cacing Tanah"** Adapun laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat Sarjana Strata 1 pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogakarta.

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis tidak bisa terlepas dari banyak pihak yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, maka pada kesempatan kali ini penyusun ingin sekali mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr-Ing Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Hudori, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – UII.
3. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas waktu, bimbingan dan bantuannya yang sudah diberikan selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
4. Seluruh dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan pembelajaran ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis.
5. Pak Puji sebagai mitra kerjasama dalam penelitian ini serta Laboran dari Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII yang telah membantu dalam mendapatkan hasil uji parameter dari penelitian penulis.

6. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis sayangi, Papa Tjatjoe Soeharjanto dan Mama Sri Noor Aini semoga selalu diberikan kesehatan, dan panjang umur, semoga penulis dapat membanggakan papa, mama dan keluarga di kemudian hari. Terimakasih atas semua kasih sayang, doa, dan dukungan yang tak hentinya selalu diberikan kepada penulis.
7. Kedua kakak penulis Adesna Sam Perdana dan Bestari Noor Jannah, terima kasih atas doa serta dukungan untuk adiknya selama ini. Semoga kita kedepannya bisa menjadi anak yang dapat membawa kebaikan dan membahagiakan orang disekitar kita.
8. Seluruh keluarga besar yang berada di Yogyakarta dan kota-kota lainnya, terima kasih atas doa dan dukungannya serta telah berada disekitar penulis dan selama penulis berada di kota ini. Semoga kita semua selalu diberi kesehatan dan panjang umur oleh Allah SWT.
9. Anak Kos Yudhistira, Nanda, Harry, Tino, Rey, Nico, Wahyu, Afqan, Alfi, Deni dan Ferry, terima kasih atas canda dan tawanya, dukungan dan semuanya kalian sungguh luar biasa, semoga kita semua sukses kedepannya serta semoga hubungan ini tidak hanya berenti sampai disini.
10. Teman seperjuangan Alhamdy Adytama dan Dony Hermawansyah, terima kasih atas waktunya selama ini terkhususnya 6 bulan terakhir dalam penelitian tugas akhir ini, semoga apa yang kita perjuangkan selama ini berbuah manis dikemudian hari.
11. Seluruh keluarga besar Teknik Lingkungan 2012, khususnya Wahyu, Fakhri, Ilham, Braga, Yudha, Radit, serta teman-teman lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih sudah menjadi saudara yang baik dan terima kasih juga atas semua bantuan dan doanya.
12. Seluruh teman-teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih selalu mendoakan yang terbaik. Semoga Allah SWT mengamini dan kalian juga mendapat semua kebaikan dari Allah SWT
13. Semua pihak-pihak lainnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih semuanya

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk lebih baik kedepannya. Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERNYATAAN..... **iii**
KATA PENGANTAR..... **iv**
DAFTAR ISI..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
ABSTRAK ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah..... 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Jenis-jenis Sampah..... 5
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Kompos……... 6
2.3 Vermikompos..... 7
2.4 Organisme yang mempengaruhi Laju Dekomposisi Sampah 8
2.4.1 Makroorganisme Cacing Tanah 9
2.4.2 Mikroorganisme *Fecal coli* 10
2.5 Penelitian MPN Pada Vermikompos Terdahulu 12

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 13
3.2 Metode Penelitian..... 13
3.3 Tahap Persiapan 15
3.4 Tahap Percobaan 16
3.4.1 Pembuatan Vermikompos 17
3.4.2 Pengukuran Laju Penurnan dan Identifikasi Makroorganisme 17
3.4.3 Uji Laboratorium..... 18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Laju Penurunan Sampah Daun..... 25
4.2 Perbandingan Tingkat Penurunan dengan Cacing Vermikompos 29
4.3 Identifikasi *Fecal coli* 30
4.4 Identifikasi Makroorganisme 32
4.4.1. Identifikasi dan Peranan Cacing Tanah African Crawler / *Eudrilus eugeniae* 32
4.4.2. Identifikasi dan Peranan Semut Jarum Asia / *Asian Needle Ant*..... *34*
4.4.3. Identifikasi dan Peranan Rayap Bawah Tanah Asia / *Asean Subterranean Termite* 36
4.5 Peranan Mikroorganisme dalam Kualitas Pupuk Organik..... 37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran..... 41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar parameter bakteri 11

Tabel 3.1 Penambahan sampah dengan jenis daun yang berbeda..... 18

Tabel 4.1 Hasil Laju Penurunan pada penambahan pertama 25

Tabel 4.2 Hasil Laju Penurunan pada penambahan kedua 26

Tabel 4.3 Nilai rata-rata penurunan dari kedua jenis daun yang digunakan 27

Tabel 4.4 Komposisi nutrient pada daun kering yang digunakan 28

Tabel 4.5 Perbandingan efisiensi dekomposisi cacing tanah untuk vermikomposting dengan cacing tanah pada penelitian..... 30

Tabel 4.6 Hasil MPN dari *Fecal coli* 31

Tabel 4.7 Hasil penelitian unsur makro pada sampel yang sama..... 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian 14
Gambar 3.2 Reaktor tempat berlangsungnya vermikomposting (a), tampak atas reaktor (b) 16
Gambar 3.3 Cacing yang digunakan dalam vermikomposting 17
Gambar 3.4 Larutan *Lactose Broth* (a) dan larutan *Brilliant Green Lactose Broth* (b) 20
Gambar 3.5 Hasil dari percobaan pada media BGLB 24
Gambar 3.6 Tabel MPN 24
Gambar 4.1 Hubungan penurunan ketinggian dalam berbagai waktu 29
Gambar 4.2 Jenis cacing tanah yang digunakan 33
Gambar 4.3 Jenis semut yang terdapat dalam reaktor 34
Gambar 4.4 Jenis rayap yang terdapat dalam reaktor 36
Gambar 4.5 Daur ulang phosfor 38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil analisis penurunan berat daun kering pada reaktor cacing 49
Lampiran 2 Dokumentasi pada penelitian vermikomposting 50

ABSTRACT

Unused dry leaves can potentially turn to be organic fertilizer that have a high nutrient composition. One of the ways to manage dry leaves is with vermicomposting method. Vermicomposting is a decomposition process of organic compounds involving role from earthworms and microorganisms. Dry leaves are consumed by earthworms to reduce it mass and produces casting (feces from earthworms) which later microorganisms will helps in nutrient formation. Every species of earthworms had different potential to do vermicomposting. One of the things that must be understood is to calculate rate of height reduction in earthworm's reactor. Other than that, microorganism colonies can be known from MPN (Most Probable Number) method depends on bacterial fecal coli parameter in SNI 19-7030-200. Vermicompost that have been produced in this research were came from banyan tree (Ficus benjamina) and bamboo (Bambusa bambos) dry leaves with uses of earthworm's reactor. The duration that required for vermicompost to become matured is 56 days long. Rate of height reduction was measured once in three days with ruler and resulted mean of reduction 2,8 cm/day for Ficus benjamina dry leaves and 1,0 cm/hari for Bambusa bambos dry leaves. Microorganism colonies sampled at days 28th and 56th then counting the MPN value. The MPN values were obtained at days 28th is 290 MPN/g and at days 56th is 460 MPN/g. From the results can be concluded that fecal coli amount has already reached the predefined quality standards.

***Key words** : vermicompost, dry leaves, fecal coli, makroorganism*

INTISARI

Sampah daun yang berserakan dapat berpotensi dijadikan pupuk organik yang memiliki komposisi nutrien yang tinggi. Salah satu cara pengelolaan sampah daun adalah dengan metode *vermicomposting. Vermicomposting* adalah proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan peran antara cacing tanah dan mikroorganisme. Sampah daun akan dikonsumsi oleh cacing tanah untuk mengurangi massa dari sampah dan menghasilkan *casting* (kotoran dari cacing tanah) yang nantinya mikroorganisme akan membantu dalam hal pembentukan nutrien. Tiap jenis cacing tanah memiliki potensi yang berbeda dalam *vermicomposting*, salah satu hal yang harus diketahui adalah dengan menghitung nilai laju konsumsi atau penurunan ketinggian dalam reaktor cacing tanah. Selain itu, jumlah koloni mikroorganisme dapat diketahui dari metode MPN *(Most Probable Number)* berdasarkan parameter bakteri *fecal coli* dalam SNI 19-7030-2004. Vermikompos yang diproduksi pada penelitian ini berasal dari daun beringin *(Ficus benjamina)* dan daun bambu *(Bambusa bambos)* kering menggunakan media reaktor cacing tanah. Waktu yang diperlukan agar vermikompos matang adalah 56 hari. Penrunan ketinggian diukur setiap tiga hari menggunakan mistar dan menghasilkan rata-rata penurunan 2,18 cm/hari untuk daun *Ficus benjamina* dan 1,0 cm/hari untuk daun *Bambusa bamboos.* Untuk sampel mikroorganisme dilakukan pengambilan pada hari ke-28 dan 56 serta dilakukan perhitungan nilai MPN. Nilai MPN yang diperoleh pada hari ke-28 adalah 290 MPN/g dan pada hari ke-56 adalah 460 MPN/g. Dari data yang didapat disimpulkan bahwa jumlah bakteri *fecal coli* telah mencapai baku mutu yang telah ditetapkan.

Kata kunci : vermikompos, daun kering, *fecal coli*, makroorganisme.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah daun berpotensi sebagai sumber nutrisi yang sangat bermanfaat dalam pertanian. Namun, potensi ini tidak tereksploitasi. Dekomposisi sampah daun dapat menyuburkan tanah dan menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Pengelolaan sampah daun dapat dilakukan dengan cara pengomposan. Pengomposan adalah pembusukan sisa-sisa bahan organik secara aerob dengan cara mendegradasi zat organik menjadi CO_2, H_2O, NH_3, zat-zat anorganik dan bahan organik yang mengandung substansi humus atau kompos (Dominguez et al., 2004). Akan tetapi, pengelolaan sampah dengan cara pengomposan tradisional membutuhkan waktu yang cukup lama. Mikroorganisme yang terlibat di dalamnya aktif pada suhu termofilik (45-65 ^{o}C) (Dominguez et al., 1997a). Cara alternatif dalam pengelolaan sampah organik adalah dengan vermikomposting.

Vermicomposting adalah proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam proses vermikomposting terutama bakteri, fungi dan *actinomycetes* (Dominguez et al., 1997a). Selama proses vermikomposting, zat nutrisi tumbuhan yang penting seperti nitrogen, kalium dan fosfor yang terdapat di dalam bahan makanan diubah melalui aktivitas mikroorganisme menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tumbuhan (Korb et al., 2002).

Pada umumnya cacing tanah yang digunakan pada proses vermikomposting adalah cacing tanah jenis *epigeic*. Cacing tanah epigeic merupakan cacing tanah pemakan sampah. *E. foetida* dan *L. rubellus* merupakan cacing tanah yang tergolong ke dalam kelompok *epigeic* (Pathma J. dan Sakthivel N., 2012). Cacing tanah merupakan organisme yang penting dalam metode ini. Selain memecah substrat mereka juga mengubah aktifitas mikroba dalam

potensinya untuk melalukan degradasi. Beberapa enzim, cairan usus dan antibiotik dalam usus cacing tanah memiliki peran penting untuk mengolah molekul organik (Pathma and Sakhtivel, 2012).

Berbagai faktor terjadinya penurunan sampah khususunya organik yaitu berkurangnya volume dan degradasi. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi penurnan sampah, yaitu faktor dari makroorganisme dan mikroorganisme. Faktor makroorganisme terdiri atas cacing tanah, semut, rayap dan lain-lain. Cacing tanah merupakan komponen yang menyebabkan berkurangnya volume akibat sampah yang dikonsumsi agar cacing tanah dapat bertahan hidup. Disamping itu, cacing menyebabkan degradasi yang akan dibantu oleh mikroorganisme melalui *casting* (kotoran dari cacing). Mikroorganisme yang berperan terutama berasal dari jenis bakteri (Lazcano et al., 2008).

Peranan cacing tanah dalam mendekomposisi sampah organik memberikan manfaat untuk mengurangi jumlah sampah organik dan sebagai penghasil nutrien yang bermanfaat bagi tumbuhan yang berasal dari *casting* (kotoran dari cacing tanah). Karenanya, semakin tinggi cacing mengkonsumsi sampah menunjukkan bahwa proses dekomposisi sampah semakin tinggi. Pengukuran penurunan sampah organik dilakukan agar dapat mengetahui jenis cacing yang paling efektif untuk mengurangi sampah organik dilingkungan. Sedangkan mikroorganisme mempunyai peran utama yang sangat penting, yaitu dengan melakukan perombakan bahan-bahan organik, bahan-bahan organik tersebut lalu akan diubah menjadi pupuk kompos yang kaya dengan unsur-unsur hara baik makro ataupun mikro yang sangat diperlukan oleh tanaman (Yurmiati, 2008). Keberadaan mikroorganisme dalam proses dekomposisi harus dijaga, terutama pada faktor kelembaban, temperatur, pH, kandungan hara (P dan K). Tanpa pupuk organik, efisiensi dan efektivitas penyerapan unsur hara tanaman pada tanah tidak akan berjalan lancar karena efektivitas penyerapan unsur hara sangat dipengaruhi oleh kadar organik dalam tanah.

Untuk mengatasi masalah itu, metode vermikomposting adalah salah satu cara pembuatan kompos organik dengan proses yang mudah, waktu yang singkat dan biaya yang murah, serta dengan vermikomposting juga akan membantu

mengurangi sampah organik yang mencemari lingkungan. Maka dari itu perlu ada pengetahuan yang dapat memproduksi kompos yang efektif dan menghasilkan produk yang berkualitas SNI No. 19-7030-2004 tentang Kompos dari Sampah Organik Domestik. Setiap jenis cacing memiliki kemampuan yang berbeda dalam hal dekomposisi sampah pada metode vermikomposting, jenis cacing yang sering digunakan adalah dari spesies *Lumbricus rubellus* dan *Eisenia foetida*. Dalam penelitian ini peneliti melakukan percobaan dengan menggunakan cacing selain dari jenis cacing tersebut, jenis spesies dari cacing ini masih belum diketahui, tetapi diperkirakan memiliki kesamaan ciri dengan cacing dari spesies *Eudrilus Eugeniae.* Oleh karena itu peneliti melakukan uji penurunan tingkat dekomposisi yang dihasilkan oleh cacing tersebut serta melakukan perbandingan dari jenis cacing sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan melihat potensi sampah organik yang saat ini ada dalam jumlah besar, serta kemampuan dari cacing tanah menurunkan jumlah sampah organik, maka ada beberapa hal yang menjadi masalah, antara lain :

1. Berapa besaran laju penurunan ketinggian dalam media komposter dengan menggunakan organisme cacing tanah ?
2. Berapa jumlah bakteri *Fecal coli* yang berada pada hasil kompos dalam satuan MPN ?
3. Jenis makroorganisme yang hidup didalam kompos ?
4. Adakah hubungan antara jumlah nutrient dengan pertumbuhan jumlah mikroorganisme ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang, maka tujuan penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui laju penurunan ketinggian sampah organik dalam media komposter cacing tanah.
2. Untuk mengetahui jumlah koloni bakteri *Fecal coli* dan kesesuainnya dengan standar yang dicantumkan dalam SNI.

3. Untuk mengetahui jenis makroorganisme yang hidup pada media komposter cacing tanah.
4. Untuk mengetahui hubungan antara nutrien kompos dengan pertumbuhan mikroorganisme.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai bahan pengetahuan bagi seluruh masyarakat terutama yang memerlukan pengetahuan tentang vermikomposting agar dapat :

1. Mengetahui tingkat penurunan dari spesies cacing yang digunakan.
2. Membantu para petani untuk dapat membuat pupuk organik.
3. Membantu mengurangi jumlah sampah organik yang ada di lingkungan Universitas Islam Indonesia.

1.5. Batasan Masalah

Adapun dalam penelitian ini batasan masalah yang di pilih seperti berikut :

1. Lokasi pengambilan sampel hanya berada didalam lingkungan Universitas Islam Indonesia (UII) Pusat.
2. Pengurai yang digunakan adalah dari organisme cacing tanah.
3. Jenis sampel yang digunakan terdiri dari sampah daun kering.
4. Metode yang digunakan adalah metode *Vermicomposting.*
5. Alat yang digunakan adalah sebuah Reaktor/Komposter Cacing Tanah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah secara umum

Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri atas zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sampah umumnya dalam bentuk sisa makanan (sampah dapur), daun-daunan, ranting pohon, kertas/karton, plastik, kain bekas, kaleng-kaleng, debu sisa penyapuan, dsb. (SNI 19-2454-1993).

Berdasarkan asalnya, sampah dapat dikelompokkan dalam beberapa kelompok, yaitu :

1. Sampah domestik, yaitu sampah padat yang berasal dari pemukiman. Jenis sampah tersebut beragam tetapi pada umumnya berupa sampah dapur, kaleng, kertas pembungkus, kulit buah-buahan, dedaunan dan sayuran.
2. Sampah komersial, yaitu sampah yang berasal dari lingkungan perdagangan atau jasa komersial baik waring, toko, maupun pasar. Sampah tersebut beragam sesuai dengan komoditi yang diperdagangkan.
3. Sampah industri, yaitu sampah yang berasal dari buangan hasil proses industri. Sedangkan jenis, jumlah dan komposisi sampah tergantung pada jenis industrinya.
4. Sampah padat yang berasal selain yang disebutkan diatas, misalnya hasil bencana alam, limbah pepohonan dan sebagainya.

Sampah daun kering yang menumpuk terdapat hampir disegala tempat yang sering kita lewati, terkadang sampah tersebut menjadi tidak berguna dan biasanya menjadi sesuatu yang mengganggu pemandangan, sehingga kebanyakan orang mengumpulkannya dan lalu membuang begitu saja ke tempat sampah. Namun selain kerugian yang ditimbulkan, ada potensi yang menguntungkan

misalnya sebagai sumber pupuk organik, karena tidak ada satupun ciptaan Allah yang tidak bermanfaat. Sesuai firman Allah dalam surat Ali-Imron 191 :

Artinya *"(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka"* [QS. Ali Imran 3:191]

Tanpa suatu pengelolaan yang baik dan benar, sampah dapat berdampak negatif, sementara itu sampah tersebut selalu dihasilkan setiap saat. Hal itu juga diikuti dengan masalah keterbatasan lahan untuk tempat pembuangan akhir sampah. Masalah tersebut dewasa ini belum terselesaikan sehingga menimbulkan berbagai masalah terhadap gangguan kesehatan, kebersihan dan sanitasi lingkungan.

Sampah padat organik secara alamiah dapat mengalami perombakan dalam waktu tertentu. Akan tetapi, dengan peningkatan jumlah penduduk maka masalah sampah organik tersebut sering tidak terkendali. Dampak negatif yang timbul adalah pencemaran udara, air, dan tanah.

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Kompos

Menurut Setyorini (2006), Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alangalang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman. Kualitas kompos dapat dijelaskan dalam sejumlah parameter berbeda yang membangun kompos termasuk kelembapan, materi organic, rasio carbon:nitrogen, logam berat, pH, keberagaman mikroba, dan kematangan atau stabilitas kompos (Lasaridi et al., 2006).

Pengomposan merupakan proses biologi yang melibatkan jasad renik sebagai perantara yang merombak bahan organik. Hasil perombakan tersebut disebut kompos (Stoffela dan Kahn, 2001). Menurut Unus (2002) banyak faktor

yang mempengaruhi proses pembuatan kompos, baik biotik maupun abiotik. Faktor-faktor tersebut antara lain :

a. Pemisahan bahan : bahan-bahan yang sekiranya lambat atau sukar untuk didegradasi/diurai, harus dipisahkan/diduakan, baik yang berbentuk logam, batu, maupun plastik. Bahkan, bahan-bahan tertentu yang bersifat toksik serta dapat menghambat pertumbuhan mikroba, harus benar-benar dibebaskan dari dalam timbunan bahan, misalnya residu pestisida.
b. Bentuk bahan : semakin kecil dan homogen bentuk bahan, semakin cepat dan baik pula proses pengomposan. Karena dengan bentuk bahan yang lebih kecil dan homogen, lebih luas permukaan bahan yang dapat dijadikan substrat bagi aktivitas mikroba. Selain itu, bentuk bahan berpengaruh pula terhadap kelancaran difusi oksigen yang diperlukan serta pengeluaran CO_2 yang dihasilkan.
c. Nutrien : untuk aktivitas mikroba di dalam tumpukan sampah memerlukan sumber nutrien karbohirat, misalnya antara 20% - 40% yang digunakan akan diasimilasikan menjadi komponen sel dan CO_2, kalau bandingan sumber nitrogen dan sumber karbohidrat yang terdapat di dalamnya (C/N rasio) = 10 : 1. Untuk proses pengomposan nilai optimum adalah 25 : 1, sedangkan maksimum 10 : 1.
d. Kadar air bahan tergantung pada bentuk dan jenis bahan, misalnya kadar air optimum di dalam pengomposan bernilai antara 50 – 70, terutama selama proses fasa pertama. Kadang-kadang dalam keadaan tertentu, kadar air bahan bisa bernilai sampai 85%, misalnya pada jerami.

2.3. Vermikompos

Penggunaan cacing tanah dalam pengelolaan sampah merupakan proses langsung. Sampah akan mengalami proses *vermicomposting* yang dilakukan cacing dan menghasilkan produk berupa kompos (Edwards, 1998). *Vermicomposting* adalah proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam proses *vermicomposting* terutama bakteri, fungi dan

actinomycetes. *Vermicomposting* berbeda dari pengomposan tradisional dalam beberapa hal. Proses *vermicomposting* lebih cepat dari pada pengomposan tradisional, karena bahan-bahan organik melewati sistem pencernaan cacing tanah yang mengandung banyak aktivitas mikroorganisme yang membantu proses dekomposisi. (Dominguez et al., 1997).

Para ilmuan telah meneliti tentang penggunaan cacing tanah sebagai teknik pengolahan untuk kebanyakan limbah. Peran cacing tanah dalam proses ini mencakup proses fisik/mekanik dan biokimia. Proses fisik atau mekanik pada proses ini mencakup: aerasi substrat, pengadukan, dan juga penggilingan. Proses biokimia disebabkan dari dekomposisi mikroba dari substrat yang berada didalam usus dari cacing tanah. Proses fisik/mekanik dari proses ini biasanya untuk menggantikan jumlah biaya yang besar antara metode komposting yang secara tradisional.

2.4. Organisme yang mempengaruhi Laju Dekomposisi Sampah

Laju dekomposisi sampah dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor termasuk iklim (temperatur dan kelembaban), kualitas sampah dan berbagai organisme yang dapat melakukan dekomposisi (Yasin et al., 2010). Proses dekomposisi dari banyak tipe sampah organik telah diteliti, dan penelitian ini telah menghasilkan sebuah pengetahuan bahwa komposting adalah metode paling baik untuk mendapatkan stabilitas C (karbon) maksimum, yang mana ini adalah sebuah faktor penting dalam konservasi dan reklamasi tanah (Bernal et al., 1998c).

Dekomposisi biokimia dari bahan organik utamanya dilakukan oleh mikroorganisme, tetapi cacing tanah adalah organisme yang paling penting untuk membantu proses yang dilakukan oleh mikroorganisme tersebut. Cacing tanah dapat mempengaruhi aktifitas dekomposer mikrobial dengan bersentuhan langsung dengan mikroorganisme (Aira et al., 2009; Monroy et al., 2009) seta dengan memakan bahan organic pada daun lalu hasil pencernaan dari cacing berupa kotoran cacing, dan kotoran ini akan menjadi tambahan makanan bagi bakteri pengompos (Domínguez et al., 2010).

2.4.1 Makroorganisme Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan organisme tanah heterotrof, bersifat hermaprodit biparental. Cacing tanah mampu hidup 1 – 10 tahun dan dalam proses hidupnya dapat hidup melalui fragmentasi ataupun reproduksi dengan melakukan koplasi membentuk kokon. Kopulasi dan produksi kokon biasanya dilakukaun pada bulan panas. Anak cacing tanah (Juvenile) menetas dari kokon setelah 2 – 3 minggu inkubasi, dan 2 – 3 bulan selanjutnya anak tersebut telah dewasa. Berdasarkan jenis makanan, cacing tanah dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: 1) *geofagus* (pemakan tanah), 2) *limifagus* (pemakan tanah subur atau tanah basah), dan 3) *litter feeder* (pemakan bahan organik) (Coleman dan Crossley, 1996).

Cacing tanah membuat lubang dengan cara mendesak massa tanah atau dengan memakan langsung massa tanah. Kelompok geofagus akan memakan massa tanah, dan kelompok litter feeder dan limifagus biasanya dengan mendesak massa tanah. Lubang yang dibuat tidak hanya digunakan untuk mendukung pergerakan cacing dari tekanan lingkungan, tetapi juga sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan. Setelah melalui pencernaan, sisa-sisa bahan yang termakan dilepaskan kembali sebagai buangan padat (kotoran). Sebagian besar bahan tanah mineral yang dicerna cacing tanah dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk kotoran yang lebih tersedia bagi tanaman. Produksi kotoran bergantung pada spesies dan musim, dan pada kondisi populasi yang sehat dapat dihasilkan 100 t/ha/tahun.

Cacing tanah akan mengeluarkan *cast* dalam jumlah yang besar, yang mana akan sulit untuk dipisahkan dari substrat yang tertelan dengan cacing yang bekerja dan material organik dengan demikian akan mempengaruhi laju penurunan (Aira & Domínguez, 2011), dikarenakan adanya populasi mikrobial didalam *casting* cacing tanah serta dibedakan dari kandungan material yang akan di konsumsi.

2.4.2 Mikroorganisme *Faecal coli*

Bakteri coliform merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, di mana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk

menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Berdasarkan penelitian, bakteri Coliform ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh

Ciri-ciri bakteri coliform antara lain bersifat aerob atau anaerob fakultatif, termasuk ke dalam bakteri gram negatif, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35°C-37°C. Contoh bakteri coliform antara lain Escherichia coli, Salmonella spp., Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, dan lain-lain

a. Uji Praduga *(Presumtive Test)*

Didalam medium cair tersebut lebih dulu di letakan tabung durham dalam posisi terbalik. Jika dalam waktu 48 jam tabung-tabung durham mengandung gas, dinyatakan positif. Sebaliknya jika setelah 48 jam tidak ada gas, dinyatakan negatif, ini berarti air umum untuk diminum.

b. Uji Konfirmasi *(Confirmative Test)*

Kepada medium diinkubasi sejumlah ml air yang mengandung bakteri yang menghasilkan gas. Hijau berlian berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan menggiatkan pertambahan bakteri golongan koloni. Jika timbul gas sebelum 48 jam berarti tes ini positif.

c. Uji Kesempurnaan *(Completed Test)*

Di inggris penyajian air minum didasarkan atas ada tidaknya clostridium perfringes, sedangkan dibeberapa tempat di amerika serikat penyucian itu didasarkan atas ada tidaknya streptococcus fecals yaitu suatu species yang biasa terdapat dalam usus manusia.

d. Metode Perhitungan MPN (Most Probable Number)

Cara pemeriksaan secara bakteriologi dipergunakan untuk pemeriksaan air guna menentukan kualitasnya.Cara ini dimaksudkan untuk mengetahui derajat kontaminasi air oleh bahan buangan yang berasal dari manusia maupun hewan.Metode yang digunakan untuk mengetahui jumlah bakteri indikator didalam sampel yaitu metode MPN dengan seri tabung 3-3-3

atau 5-5-5, yang terdiri atas tiga tahap yaitu uji dugaan, uji penetapan dan uji pelengkap (Volk dan Wheeler, 1998).

Tabel 2.1. Standar parameter bakteri

No	Parameter Bakteri	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Fecal Coli	MPN/gr	-	1000
2	Salmonella sp.	MPN/4gr	-	3

Sumber : SNI 19-7030-2004.

Pemeriksaan bakteriologi dengan metode MPN, terdiri dari presumtive test (test perkiraan) dan confirmative test (test penegasan). Media yang dapat dipergunakan untuk presumtive test yaitu lauryl trytose broth, Mac Conkey broth, tapi lactose broth merupakan media yang paling sering digunakan. Untuk confirmative test digunakan media Brilliant Green Lactose Bile Broth.

a. **Media LB *(Lactose Broth)***

   Media yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kehadiran bakteri coliform (bakteri Gram negatif) berdasarkan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli. Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung Durham berupa gelembung udara.Tabung dinyatakan positif coliform jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung Durham.

b. **Media BGLB *(Brilliant Green Bile Broth)***

   Media yang digunakan untuk mendeteksi bakteri coliform (Gram negatif) di dalam air, makanan, dan produk lainnya.Media ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri coliform. Ada atau tidaknya bakteri coliform ditandai dengan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli.

Pada tabel 2.1, menunjukan standar kualitas kompos menurut SNI : 19-7030-2004 untuk parameter Bakteri terdiri dari dua jenis yaitu bakteri Fecal Coli dan Salmonella sp. yang masing-masing memiliki nilai maksimum 1000 MPN/gr dan 3 MPN/4gr serta tidak memiliki nilai minimum.

2.5. Penelitian MPN Pada Vermikompos Terdahulu

Menurut penelitian terdahulu tentang perhitungan MPN *fecal coli*, telah didapatkan penelitiannya yang berjudul "*Vermicomposting of Cattle Manure using Mono and Polycultures of Three Earthworm Species*" yang diteliti oleh Khwairakpam M. dan Bhargava R. (2010). Mereka meneliti tentang perbedaan kualitas vermikompos dengan campuran kotoran sapi menggunakan 3 jenis cacing tanah yang berbeda yaitu *Eisenia fetida, Eudrilus eugeniae,* dan *Perionyx excavates.*

Hasil vermikompos dari penelitian mereka menunjukan bahwa dengan cacing tanah yang sama yaitu *Eudrilus eugeniae* menghasilkan jumlah fecal coli yang terdapat pada vermikompos adalah 4,36 log MPN/g.

BAB III

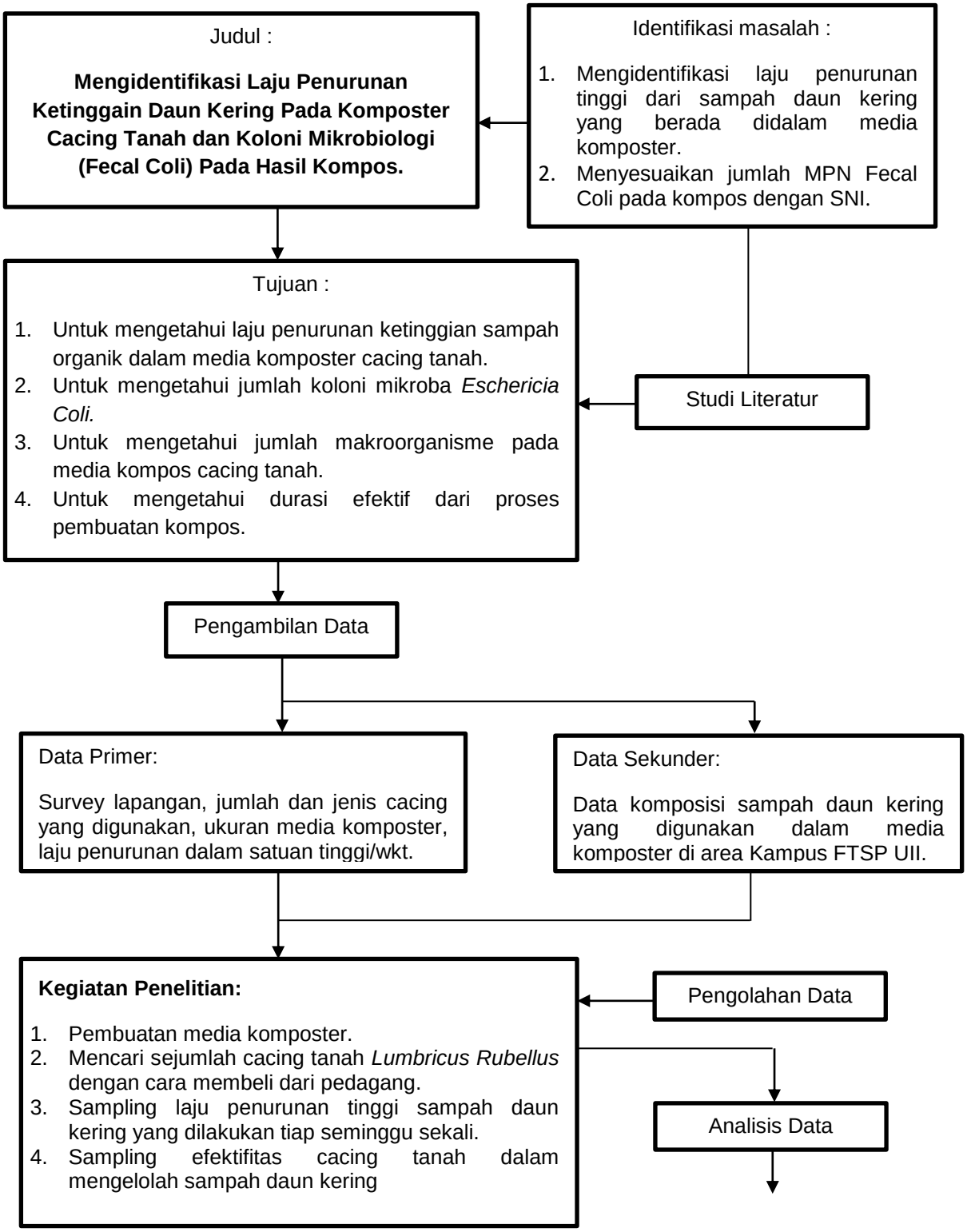
METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lingkungan FTSP (Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan) UII tepatnya di sekitar laboratorium milik FTSP, Universitas Islam Indonesia, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sejak bulan September 2016 sampai Januari 2017. Analisis pupuk kompos dari daun kering ini dilakukan di laboratorium Bioteknologi Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode Deskriptif Eksperimental, dimana penelitian deskriptif adalah suatu metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung saat ini atau saat yang lampau, serta Metode Eksperimental adalah suatu penelitian yang dengan sengaja peneliti melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara tertentu sehungga berpengaruh pada satu atau lebih variabel lain yang di ukur. Berikut adalah bagan dari kerangka penelitian dapat diliat pada gambar 3.1.


Judul :
Mengidentifikasi Laju Penurunan Ketinggain Daun Kering Pada Komposter Cacing Tanah dan Koloni Mikrobiologi (Fecal Coli) Pada Hasil Kompos.
Identifikasi masalah :
1. Mengidentifikasi laju penurunan tinggi dari sampah daun kering yang berada didalam media komposter.
2. Menyesuaikan jumlah MPN Fecal Coli pada kompos dengan SNI.
Tujuan :
1. Untuk mengetahui laju penurunan ketinggian sampah organik dalam media komposter cacing tanah.
2. Untuk mengetahui jumlah koloni mikroba Eschericia Coli.
3. Untuk mengetahui jumlah makroorganisme pada media kompos cacing tanah.
4. Untuk mengetahui durasi efektif dari proses pembuatan kompos.
Studi Literatur
Pengambilan Data
Data Primer:
Survey lapangan, jumlah dan jenis cacing yang digunakan, ukuran media komposter, laju penurunan dalam satuan tinggi/wkt.
Data Sekunder:
Data komposisi sampah daun kering yang digunakan dalam media komposter di area Kampus FTSP UII.
Kegiatan Penelitian:
1. Pembuatan media komposter.
2. Mencari sejumlah cacing tanah Lumbricus Rubellus dengan cara membeli dari pedagang.
3. Sampling laju penurunan tinggi sampah daun kering yang dilakukan tiap seminggu sekali.
4. Sampling efektifitas cacing tanah dalam mengelolah sampah daun kering
Pengolahan Data
Analisis Data

Kesimpulan dan

Gambar. 3.1. Diagram alir penelitian

3.3. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyiapan cacing tanah, cacing tanah yang digunakan didapat dari seorang petani bernama bapak Fuji yang bertempat tinggal di Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Media biak terdiri atas sampah daun dan *starter* yang berasal dari hasil kompos yang diproduksi pada komposter yang dimiliki oleh bapak Fuji. *Starter* tersebut digunakan sebagai sumber nutrien bagi cacing tanah. Lalu *starter* yang digunakan (Gambar 3.2b) akan ditumpuk oleh daun kering, daun kering yang digunakan berasal dari sampah-sampah daun yang berada didalam selokan di lingkungan UII yang dapat menghambat aliran air pada selokan tersebut, untuk jenis daun yang digunakan terdapat dua jenis yaitu daun dari pohon Beringin dan pohon Bambu. Keduanya digunakkan pada jangka waktu yang berbeda.

Wadah percobaan pada penelitian terbuat dari barang bekas seperti limbah ban bekas dan batang besi yang diikat sedemikan rupa dengan menggunakan tali rafia dan diberi rongga untuk sirkulasi udara. Ukuran dari wadah tersebut :

- Diameter (D) : 45 cm
- Jari-jari (r) : $\frac{D}{2}$

  $= \frac{45}{2}$

  = 22,5 cm
- Tinggi (t) : 105 cm

Maka volume dari reaktor adalah : π x r^2 x t

: (3,14 x $(22,5)^2$ x 105) cm

: 166.910,63 cm^3 = 0,17 m^3

a **b**

Gambar 3.2. Reaktor tempat berlangsungnya vermikompositng **(a),** tampak atas reaktor **(b).**

3.4. Tahap Percobaan

Seluruh bahan yang terdiri dari *starter*, sampah daun, dan cacing tanah dimasukkan kedalam reaktor dengan lapisan yang berada di paling dasar adalah cacing tanah dan *starter* lalu ditumpuk dengan sampah daun yang telah dikumpulkan sebelumnya. Hal yang akan diteliti pada percobaan ini dibagi menjadi dua, yaitu untuk mengetahui laju penurunan dan jumlah Faecal Coli dalam MPN/gr agar sesuai dengan SNI. Selain itu, akan dilakukan juga identifikasi tentang jenis-jenis makroorganisme yang terdapat dalam reaktor, dikarenakan reaktor akan menjadi tempat bersarangnya bermacam jenis makroorganisme.

Gambar 3.3. Cacing yang digunakan dalam vermikomposting

3.4.1. Pembuatan Vermikompos

Kegiatan vermikomposting dilakukan disebuah tempat disekitar laboratorium FTSP. Kegiatan ini bertumpu pada reaktor, daun kering, dan cacing tanah, tidak ada penambahan bahan kimia atau bahan tambahan lainnya, karena pembuatan pupuk kompos ini melalui proses yang alami yakni dengan bantuan cacing tanah untuk melakukan dekomposisi daun kering. Durasi dari pembuatan kompos ini adalah sekitar 56 hari dengan dilakukan pengontrolan kandungan yang ada di dalam kompos tersebut pada hari pertengahan dan akhir dengan melakukan uji laboratorium dimulai pada hari ke-28 dan 56. Kompos dinyatakan telah matang setelah memenuhi kriteria antara lain tidak berbau, warna berubah kehitaman dan tekstur lebih halus contoh kompos yang telah matang diambil secukupnya untuk selanjutnya dilakukan analisis kandungan unsur fisik, kimia, dan biologinya.

3.4.2. Pengukuran Laju Penurunan dan Identifikasi Makroorganisme

Laju penurunan atau dapat disebut juga laju dekomposisi didapatkan dari pengukuran penurunan setiap tiga hari sekali selama masa periode pembuatan

kompos. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris atau alat ukur lain. Sebelum melakukan pengukuran terlebih dahulu sampah daun didalam reaktor dipadatkan agar tidak ada rongga diantara sampah daun dan memudahkan cacing tanah untuk mendekomposisi daun. Seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.1, Tinggi awal sampah yang diketahui adalah 73 cm dengan total berat 11,4 kg untuk penambahan yang pertama, jenis daun yang ditambah pada penambahan pertama adalah daun dari pohon beringin *(Ficus benjamina)*, dikarenakan ketinggian sampah pada reaktor telah mencapai batas minimum maka dilakukan penambahan kedua dan didapat tinggi 64 cm dengan total berat 8,2 kg. Untuk penambahan kedua ini, daun yang digunakan adalah daun bambu *(Bambusa bambos)*. Perbedaan dari jenis daun tersebut dapat memungkinkan untuk mempengaruhi laju penurunan dari sampah daun, dikarenakan ukuran dan jenis penyusun kimia atau jumlah nutrien dari daun yang berbeda-beda.

Tabel 3.1. Penambahan sampah dengan jenis daun yang berbeda.

Penambahan	Jenis daun	Berat (kg)	Tinggi (cm)
Pertama	Daun beringin	8,2	73
Kedua	Daun bambu	11,4	64

3.4.3. Uji Laboratorium

Uji laboratorium akan dilakukan setiap dua minggu sekali dan dimulai pada hari ke-28 atau pada hari pertengahan dari durasi uji yang akan dilaksanakan. Uji laboratorium ini dilakukan untuk mengetahui jumlah MPN/gr dari *Fecal coli* yang terdapat pada kompos.

Output metode MPN adalah nilai MPN/gr. Satuan yang digunakkan, umumnya per 100 mL atau per gram. Jadi misalnya terdapat nilai MPN 10/gr dalam sebuah sampel air, artinya dalam sampel air tersebut diperkirakan setidaknya mengandung 10 coliform pada setiap gramnya. Metode MPN memiliki limit kepercayan 95% sehingga pada setiap nilai MPN terdapat jangkauan nilai MPN terendah dan nilai MPN tertinggi (FDA, 1989)

Pada pengujian ini dilakukan dengan metode MPN. Pengujian MPN dilakukan dengan dua tahap yaitu, Uji Praduga *(Presumtif Test)* dan Uji Konfirmasi *(Confirmative Test).*

3.4.3.1.Alat-alat

Berikut adalah alat yang digunakan pada uji laboratorium :

- Tabung reaksi.
- Rak tabung reaksi.
- Cawan petri.
- Inkubator.
- Kompor listrik.
- Sendok pengaduk.
- Gelas beker 250 ml.
- Gelas ukur 100 ml.
- Autoclave.
- Pipet ukur 10 ml.
- Tabung durham.
- Jarum ose.
- Bunsen.

3.4.3.2.Bahan-bahan

Berikut adalah bahan yang digunakan pada uji laboratorium :

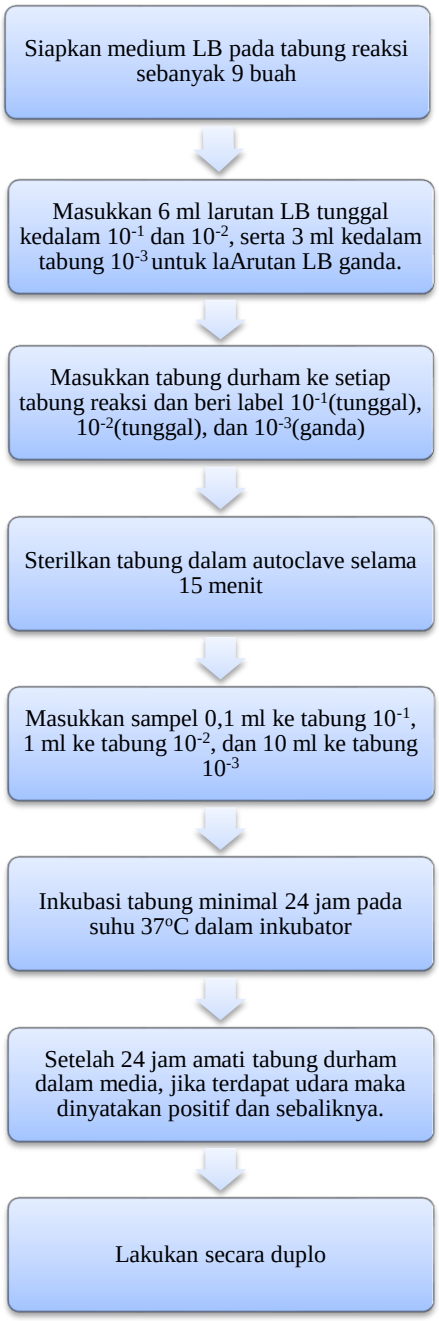
- Media LB *(Lactose Broth)* tunggal dengan takaran 13 gram / 1000 ml aquades..
- Media LB ganda dengan takaran 39 gram / 1000 ml aquades.
- Media BGLB *(Brilliant Green Lactose Broth)* dengan takaran 40 gram / 1000 ml aquades.
- Aquades.
- Sampel kompos yang diencerkan dengan aquades dengan takaran 1 gr : 10 ml.

a **b**

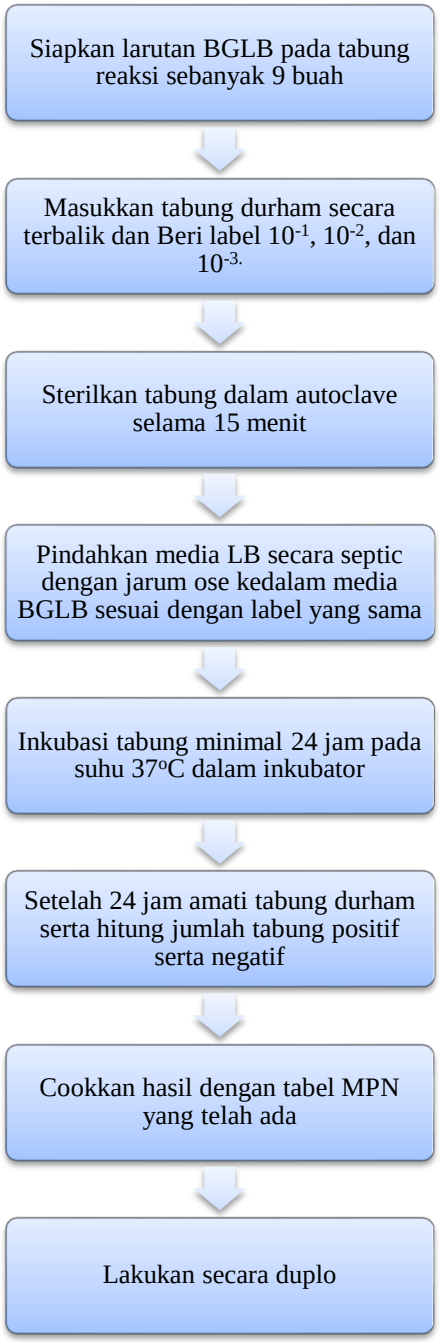
Gambar 3.4. Larutan *Lactose Broth* **(a),** dan larutan *Brilliant Green Lactose Broth* **(b).**

3.4.3.3. Cara Kerja

a. Cara Kerja Media LB *(Presumtif Test)*



b. Cara Kerja Media BGLB *(Confirmative Test)*

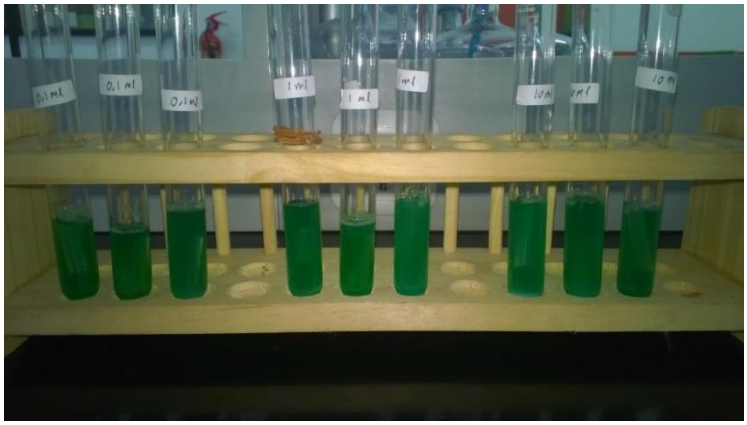


a. Uji Praduga *(Presumtif Test)*

Pada uji ini dilakukan pengenceran sampel pada media LB *(Lactose Broth)* yang akan dibagi menjadi 3 pengenceran, yaitu 10^{-1}, 10^{-2}, dan 10^{-3}. Untuk pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} digunakan laktosa tunggal serta untuk pengenceran 10^{-3} akan digunakan laktosa ganda. Penggunaan medium tunggal dan ganda tersebut bertujuan sebagai *serial dilution*. Metode serial dilution adalah untuk memperkirakan konsentrasi (jumlah koloni, organisme, bakteri, atau virus) dari sebuah sampel yang belum diketahui. Disiapkan 9 tabung yang berisi 6 ml untuk laktosa tunggal dan 3 ml untuk laktosa ganda serta dimasukkan tabung durham secara terbalik. Lalu dipipet sebanyak 0,1 ml sampel untuk pengenceran 10^{-1}, 1 ml untuk pengenceran 10^{-2}, dan sebanyak 10 ml untuk pengenceran 10^{-3}. Tabung reaksi yang telah diberi sampel lalu akan dimasukkan kedalam alat Inkubator dan akan di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 – 48 jam. Setelah 24 jam dicatat jumlah tabung yang membentuk gas pada masing-masing pengenceran dan inkubasi kembali tabung yang tidak membentuk gas selama 24 jam, kemudian dicatat jumlah tabung yang membentuk gas.

b. Uji Konfirmasi *(Confirmative Test)*

Untuk uji konfirmasi dilakukan dengan cara memindahkan sebanyak 1 Ose secara septik dari tiap tabung yang membentuk gas pada media LB ke dalam tabung yang berisi 10 ml *Brilliant Green Lactose Bile* (BGLB) lalu pada tabung BGLB diberi label pengenceran sesuai media LB yang dimasukkan sebelumnya. Diinkubasi semua tabung pada suhu 37°C selama 24 – 48 jam. Adanya gas pada tabung durham dalam media BGLB memperkuat adanya bakteri colliform.



Gambar 3.5. Hasil dari percobaan pada media BGLB.

Hasil angka bakteri coliform didapatkan dari tabel MPN yang memberikan nilai duga terdekat dengan kombinasi tabung yang positif dan tabung yang negatif pada uji konfirmasi.

Table 1
For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.

Pos. Tubes				Conf. lim.		Pos. tubes				Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High	0.10	0.01	0.001	MPN/g	Low	High
0	0	0	<3.0	–	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	–

Sumber : www.fda.gov

Gambar 3.6. Tabel MPN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Laju Penurunan Sampah Daun

Pengamatan laju penurunan dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat sampah terdekomposisi dengan menggunakan jenis cacing tanah dan Dari pengamatan yang dilakukan pada reaktor komposter terhadap seberapa cepat penurunan sampah didalam reaktor yang dilakukan setiap tiga hari sekali. Didapat nilai laju penurunan yang digambarkan pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Hasil Laju Penurunan pada penambahan pertama

No.	Hari ke	Ketinggian (cm)	Penurunan (cm)
Penambahan pertama ketinggian awal 73 cm			
1	1	66	7
2	4	63	3
3	7	53	10
4	10	46	7
5	13	41	5
6	16	38	3
Jumlah			35
Rata-rata			2,18

Hasil pengamatan pada Tabel 4.1. menunjukkan bahwa pada penambahan pertama yaitu dengan menggunakan daun beringin, laju konsumsi tercatat dalam nilai yang tinggi dengan nilai penurunan rata-rata adalah 2,18 cm/hari. Pada masa ini, laju konsumsi tertinggi terdapat pada hari ke-7 yaitu sebanyak 10 cm hal ini disebabkan oleh dekomposisi cacing pada daun beringin yang digunakan, seperti yang telah diketahui pada tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa komposisi nutrien pada daun dari pohon beringin memiliki kadar yang tinggi dan nutrien ini sangat

diperlukan oleh cacing sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang biak. Hal ini ditunjukan pada tabel penambahan pertama yang memiliki nilai tingkat penurunan yang tergolong tinggi dibandingkan laju penurunan pada penambahan kedua.

Tabel 4.2. Hasil Laju Penurunan pada penambahan kedua

No.	**Hari ke**	**Ketinggian (cm)**	**Penurunan (cm)**
Penambahan pertama ketinggian awal 64 cm			
1	19	60	4
2	22	57	3
3	25	54	3
4	28	51	3
5	31	49	2
6	34	47	2
7	37	45	2
8	40	42	3
9	43	39	3
10	46	36	3
11	49	33	3
12	52	30	3
13	56	27	3
Jumlah			37
Rata-rata			1,0

Sedangkan laju konsumsi terendah terdapat pada saat penambahan kedua yang menggunakan daun bamboo yaitu sebesar 1,0 cm/hari, hal ini dikarenakan nutrisi yang terdapat pada daun bambu tergolong rendah yang menyebabkan laju penurunan menjadi rendah. Hali ini dapat menyimpulkan bahwa daun bambu tidak cocok sebagai bahan tunggal untuk pembuatan vermikompos, oleh sebab itu harus ada penambahan sampah organik lain agar jumlah nutrien cukup untuk pertumbuhan cacing tanah. Laju penurunan dalam vermikomposting dapat dipengaruhi oleh banyak hal, contohnya hubungan simbiotik antara cacing tanah dan mikroorganisme, jenis daun yang digunakan serta kondisi cuaca.

Tabel 4.3. Nilai rata-rata penurunan dari kedua jenis daun yang digunakan.

Nama spesies tumbuhan	Penurunan rata-rata (cm/hari)
Ficus benjamina	2,18
Bambusa bambos	1,0
Rata-rata	1,59

Cacing tanah dan mikroorganisme dalam proses vermikomposting saling bekerja sama dengan cara cacing tanah akan mengkonsumsi daun kering sehingga akan menghasilkan *casting*, *casting* mengandung berbagai bahan organik yang umumnya merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman seperti nitrogen, fosfor, mineral, vitamin (Simanungkalit et al., 2006). Materi organik yang terkandung dalam daun umumnya mengandung unsur karbon (C) dalam konsentrasi tinggi dan unsur nitrogen (N) dalam konsentrasi rendah (Xiong et al. 2016). Unsur-unsur organik seperti C dan N pada casting akan diolah sebagai nutrien oleh mikroba dengan bantuan enzim untuk membentuk protein yang berfungsi untuk pembentukan dinding sel dan konten dalam tubuh mikroba. Nutrien yang berlebih dari proses tersebut akan dapat dimanfaatkan oleh organisme tanah dan tumbuhan (Qualls and Haines, 1992). Hasil penelitian nilai C dan N yang dilakukan oleh Adytama (2016) pada sampel kompos yang sama adalah sebesar 7,73. Selain dari pengaruh mikroorganisme, nilai C:N juga dipengaruhi oleh daur ulang karbon dan daur ulang nitrogen yang mana karbon akan berubah bentuk menjadi CO_2 dan nitrogen akan menjadi bentuk N_2 di udara yang akan meningkatkan tingkat emisi di udara (Friedlingstein et al., 2006; Galloway, 1998).

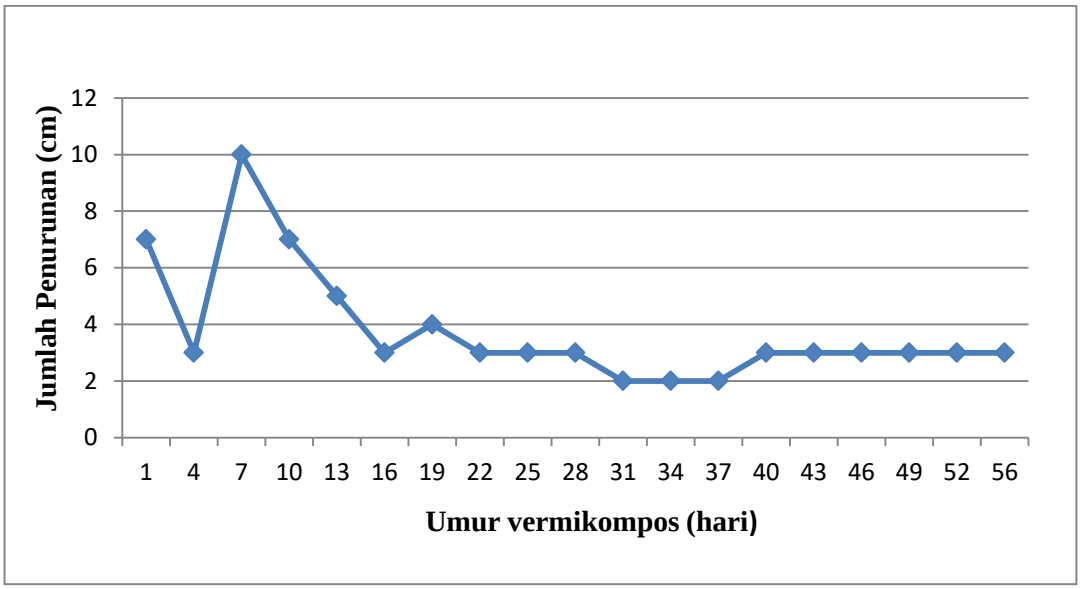
Tabel 4.4. Komposisi nutrient pada daun kering yang digunakan

Nama spesies tumbuhan	Nutrien (%)			Referensi
	Nitrogen	Phosfor	Kalium	
Ficus benjamina	1,8	0,1	1	B. Çokuysal (2006)
Bambusa bambos	1,83	0,07	0,76	V. Kleinheinz et al. (2001)

Dua kondisi lain yang terpenting dan sangat diperhatikan dalam pemberian pakan adalah kelembaban dan pH. Kelembaban yang didapatkan pada reaktor didapat secara alami melalui hujan yang turun setiap haribnya, sehingga tidak perlu dilakukan penyiraman atau lain sebagainya. Kondisi lain yang sangat menentukan adalah pH. Nilai pH pada cacing tanah umumnya adalah netral. Maka, kinerja cacing akan meningkat jika pangan yang diberikan memiliki pH yang netral. Jika pangan yang diberikan bersifat asam seperti sampah sisa makanan, maka kinerja cacing akan berkurang tingkat efisiensi dan efektifitasnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soma (2010). Diketahui bahwa sampah daun kering memiliki pH yang netral, sehingga kondisi tingkat keefektifitasan cacing dalam mendekomposisi berada di tingkat yang optimum. Nilai kadar air dan pH yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Hermawansyah (2016) pada sampel kompos yang sama adalah sebesar 32,5% untuk kadar air dan pH adalah 7 yang mana termasuk dalam kondisi netral.

Pada percobaan kali ini digunakan jenis cacing selain dari jenis cacing *Lumbricus Rubellus*, hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan jenis cacing lain yang dapat melakukan *vermicomposting*. Pengukuran laju penurunan dilakukan setiap tiga hari sekali dan dibedakan pada setiap penambahan sampah dikarenakan perbedaan daun yang digunakan. Berdasarkan hasil percobaan pengukuran yang dilakukan, diketahui pada penambahan pertama laju penurunan lebih tinggi, hal ini dapat disebabkan oleh jenis daun yang digunakan yaitu daun dari pohon beringin. Dapat dilihat dari tabel 4.2 rata-rata penurunannya adalah 2,18 cm/hari hasil ini berbeda dengan laju pada penambahan kedua yang lebih lambat yaitu hanya sekitar 1,0 cm/3hari, untuk penambahan kedua digunakan

daun dari pohon bambu. Jenis daun memiliki kemungkinan untuk dapat mempengaruhi laju cacing dalam melakukan dekomposisi yaitu dipengaruhi oleh ukuran daun tersebut, jika ukuran daun lebih kecil maka cacing akan melakukan dekomposisi lebih cepat maka laju penurunan juga akan semakin tinggi serta kandungan bahan organik dari daun tersebut.



Gambar 4.1. Hubungan penurunan ketinggian dalam berbagai waktu.

4.2. Perbandingan cacing yang digunakan dengan Cacing untuk vermikompos dalam hal Tingkat Penurunan

Tingkat penurunan dapat dibandingkan dengan berdasarkan tingkat efisiensi penurunan yang didapat dari tingkat penurunan dibagi dengan ketinggian awal pada saat penambahan. Perbandingan tingkat penurunan dilakukan untuk mengetahui kualitas cacing tanah yang digunakan pada penelitian dengan cacing tanah yang biasa digunakan dalam vermikomposting dalam hal ini adalah spesies *Lumbricus rubellus* dan *Eisena foetida*. Berikut adalah perbandingan antara cacing tanah vermikompos dengan cacing tanah pada penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5. Perbandingan efisiensi dekomposisi cacing tanah untuk vermikomposting dengan cacing tanah pada penelitian

No	Jenis Cacing Tanah	Efisiensi Dekomposisi (%)
		Rata-rata/minggu
1	*E. foetida*	28,90
2	*L. rubellus*	27,93
3	Cacing "Melati"	18,79

Berdasarkan penelitian oleh Ilyas (2009) yang meneliti tentang efisiensi dekomposisi pada cacing *E. foetida* dan *L. rubellus* mendapatkan hasil masing-masing dengan nilai efisiensi 28,90% dan 27,93%. Perbandingan dapat dilihat dari tabel 4.5 diatas bahwa cacing yang digunakan pada penelitian ini tidak cocok untuk digunakan dalam vermikomposting, dikarenakan nilainya yang hanya 18,79% atau kurang lebih setengah dari kemampuan cacing tanah vermikompos biasanya. Hasil yang didapat tidak dapat langsung dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Ilyas (2009) dikarenakan ada indikasi perbedaan terhadap jumlah cacing dan limbah yang digunakan dalam segi kuantitasnya. Meskipun nilai efisiensi penurunannya kurang, tetapi cacing ini tetap dapat digunakan untuk vermikomposting dengan tujuan untuk membantu mengurangi limbah daun kering atau limbah organik lainnya yang ada di lingkungan sekitar.

4.3. Identifikasi *Fecal coli*

Proses komposting utamanya adalah proses dekomposisi dari materi organik seperti bagian dari tanaman dan pupuk dari hewan yang dilakukan oleh mikroorganisme yang bertujuan untuk membuat bahan yang menyerupai humus yang dapat digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah. *Fecal coli* adalah salah satu parameter dari mikroorganisme yang mempengaruhi proses komposting (Tamizhazhagan et al., 2016)

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan dan jumlah koloni *Fecal coli* dilakukan uji laboratorium untuk mendapatkan nilai MPN *(Most*

Probable Number) pada kompos hasil dari *vermicomposting*. Uji yang dilakukan adalah secara duplo agar mendapatkan nilai yang lebih pasti. Uji ini dilakukan dengan menggunakan media *Lactose Broth* (LB) pada tahap Tes Perkiraan *(Presumtive Test)* dan *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) pada tahap Tes Penegasan *(Confirmation Test).*

Tabel 4.6. Hasil MPN dari *Fecal Coli*

No	Jenis Sampel	Tanggal Pemeriksaan	Hasil Tes Perkiraan			Hasil Tes Penegasan			MPN (MPN/gr)
			10 gr	1 gr	0,1 gr	10 gr	1 gr	0,1 gr	
Hari ke-28									
1	Kompos	21-Nov-16	3	3	3	3	2	3	290
2	Kompos	21-Nov-16	3	3	3	3	2	3	290
Hari ke-56									
3	Kompos	19-Des-16	3	3	3	3	3	1	460
4	Kompos	19-Des-16	3	3	3	3	3	1	460

Berdasarkan hasil uji, didapatkan bahwa nilai MPN pada uji hari ke-28 adalah sebesar 290 MPN/gr dan pada hari ke-56 dimana kompos dapat dinyatakan telah matang adalah sebesar 460 MPN/gr. Bila dilihat dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI : 19-7030-2004, kandungan jumlah MPN untuk *Fecal coli* yang baik untuk kompos adalah tidak lebih dari 1000 MPN/gr. Dari data yang didapatkan kandungan MPN pada sampel vermikompos telah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Jika jumlah mikroba melebihi angka tersebut, maka jumlah C:N akan menjadi rendah dikarenakan adanya pemanfaatan unsur karbon dan nitrogen yang berlebihan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Lin (2014), bahan organik seperti karbon dan nitrogen dimanfaatkan oleh mikroba untuk melakukan sintesis protein yang berguna untuk membantu pembangunan dinding sel dan struktur mikroba. Jika nilai C:N rendah, maka tumbuhan yang menggunakan pupuk tersebut akan mengalami kekurangan nitrogen. Nitrogen dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai bagian dari zat klorofil, klorofil dengan

bantuan cahaya matahari akan memproduksi glukosa dari air dan karbon dioksida, proses ini dinamakan proses fotosintesis (Walker et al., 2000).

4.4. Identifikasi Makroorganisme

Identifikasi unsur makroorganisme pada reaktor dilakukan dengan cara kasat mata yaitu dengan menggali tumpukan kompos dengan tangan, lalu mengumpulkan makroorganisme tersebut sesuai jenisnya. Makroorganisme datang dan hidup secara alami dikarenakan kondisi dari tempat tersebut yang sangat cocok sebagai tempat berkembangbiak, terutama pada media komposter terdapat banyak nutrien, udara yang lembab, tempat yang gelap, serta temperatur yang hangat. Selain cacing tanah, terdapat banyak jenis-jenis makroorganisme yang hidup didalam media komposter, mulai dari ukuran yang kecil seperti ulat, semut, rayap, dan laba-laba. Makroorganisme yang paling dominan dalam media komposter tersebut adalah koloni dari Semut Jarum Asia yang diketahui spesies bernama *(Pachycondyla Chinensis)* dilihat dari ciri-cirinya dan Rayap Bawah Tanah Asia dari spesies *(Coptotermes Gestroi).*

4.4.1. Identifikasi dan Peranan Cacing Tanah African Crawler / *Eudrilus Eugeniae*

Cacing tanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ciri-ciri fisik yang mirip dengan cacing tanah dari species *Eudrilus Eugeniae.* Cacing tanah ini memiliki ciri-ciri berwarna cokelat kemerahan, bentuk silindris dan memiliki segemen tipe *metametrically.* Rata-rata berat dan panjang individu adalah 3 – 4 gram dan 12,5 cm. Cacing tanah ini dapat tumbuh dengan baik dalam suhu 25 ^{o}C – 30 ^{o}C, serta akan mencapai berat dan panjang maksimum pada waktu 15 sampai 20 minggu. Jumlah segmen pada cacing ini bermacam-macam, mulai dai 80 sampai lebih dari 100 dengan letak *clitellum* antara segmen 13 – 20. *Eudrilus Eugeniae* memiliki peran potensial dalam melakukan vermikomposting (Vijaya et al., 2012). Cacing tanah adalah makroorganisme vital sebagai penggerak biokimia tanah seiring memperbaiki kondisi fisik tanah dengan cara memakan, menggali, dan aktifitas *casting.* Proses dekomposisi dan pembusukan sampah organic paling

banyak dilakukan oleh mikroorganisme, tetapi dalam beberapa studi menyatakan bahwa cacing tanah juga berperan dalam proses ini terutama terletak didalam usus. Usus dari cacing tanah mengandung mikroorganisme dan enzim (Tamizhazhagan et al., 2016).

Nama : *African Nightcrawler / Eudrilus Eugeniae*

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Annelida*

Class : *Clitellata*

Order : *Haplotaxida*

Family : *Eudrilidae*

Genus : *Eudrilus*

Gambar 4.2. Jenis cacing tanah yang digunakan.

Cacing tanah berperan penting dalam perombakan karbon, susunan tanah, berpartisipasi dalam degradasi selulosa dan peningkatan humus. Cacing tanah termasuk pemakan sampah organic yang rakus dan menggunakan sebagian kecil dari sampah untuk pertumbuhan mereka dan mengekskresikan sampah yang telah dimakan dalam jumlah banyak dalam bentuk setengah tercerna. Usus pada cacing tanah mengandung mikroorganisme dalam jumlah yang besar, enzim dan hormone yang akan membantu dekomposisi materi organic menjadi vermikompos (Pathma dan Sakthivel, 2012). Cacing tanah menumbuk substrat, dengan demikian akan meningkatkan area permukaan untuk mikroba melakukan degradasi. Seiring materi organik masuk dan melewati usus mereka akan tercampur dengan bantuan mikroba dan enzim pencernaan lalu akan dikeluarkan

dari usus sebagai “casts” setelah mikroba melakukan proses dekomposisi (Lazcano et al., 2008). Cacing tanah dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu *epigeic, anecic* dan *endogeic* spesies. Jenis yang sering digunakan untuk vermikomposting adalah jenis *epigeic* dan *aneceic* dikarenakan jenis ini memiliki tenggorokan yang aktif sehingga dapat mempercepat konversi materi organik menjadi vermikompos. Contoh spesies dari jenis ini adalah *Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae, Perionyx excavatus, dan Eisenia andrei* (Kooch dan Jalilvand, 2008).

4.4.2. Identifikasi dan Peranan Semut Jarum Asia / *Asian Needle Ant*

Semut Jarum Asia adalah jenis semut yang hidup pada iklim sedang, semut ini banyak ditemukan di hutan, tanah perkebunan, serta pada tanah daerah perkotaan. Pada daerah perkotaan, semut jarum asia biasa membangun sarang di tanah berumput disekitar pekarangan rumah. Semut ini biasa membuat sarang di tanah daerah perhutanan, dahan pohon yang tumbang dan membusuk, atau didalam tumpukan dedaunan. Beberapa koloni dari semut ini juga hidup didalam sarang rayap didalam tanah (Rodriguez-Cabal et al., 2012).

Nama : Semut Jarum Asia / *Asian Needle Ant*

Kingdom :	*Animalia*
Phylum :	*Arthropoda*
Class :	*Insecta*
Order :	*Hymenoptera*
Family :	*Formicidae*
Genus :	*Pachycondyla*
Speises :	*P. chinensis*

Gambar 4.3. Jenis semut yang terdapat dalam reaktor.

Semut Jarum Asia memiliki ciri-ciri fisik antara lain diketahui dari namanya, semut ini memiliki warna hitam. Ukuran tubuh dari semut pekerja nya adalah sekitar 3,4 sampai 5,0 mm panjang tubuh, sedangkan ukuran ratu semut jauh lebih besar yaitu sekitar 5,0 – 6,0 mm panjang. Semut pekerja pada koloni ini tidak memiliki sayap, sedangkan ratu dan pejantan memiliki sayap, meskipun ratu semut akan kehilangan sayap setelah proses perkawinan. Semut ini memiliki sebuah *petiole* yang besar, sepasang mata yang cukup besar, serta memiliki *stinger* (alat penyengat di bagian perut), serta memiliki kepala yang panjang (MacGown, 2009).

Semut bersama dengan cacing tanah dan rayap termasuk dalam kelompok invertebrata yang dapat mempengaruhi proses ekosistem yang ada didalam tanah. Semut mengubah parameter fisik dan kimia tanah dengan cara *bioturbation* (pelapukan) dan dengan mengakumulasikan materi organik. Mengacu pada bentuk dan bahan campuran untuk membuat gundukan tanah yang digunakan untuk sarang, tanah dari sarang semut memiliki karakter yang berfungsi untuk meningkatkan porositas, penyerapan dan aerasi, mengurangi tingkat kepadatan serta untuk memperbaiki tekstur dan struktur tanah. Meningkatnya materi organik, P, N dan K dalam sarang ini dikarenakan sebagai tempat penyimpanan bahan makanan, perkembangan *alphid* (Kutu hama tanaman), dan akumulasi dari feses semut (Folgarait, 1998). Semut yang mempengaruhi lingkungan tanah juga akan berdampak pada aktifitas dan kelimpahan dari biota tanah lainnya, seperti mikroorganisme tanah (fungi, bacteria, actinomycetes), nematoda dan serangga tanah (Blomqvist et al., 2000). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dostal (2004) mendapati bahwa gundukan tanah yang menjadi tempat bersarangnya semut memiliki parameter kimia yang lebih baik dibanding *control plots* (tanah biasa yang digunakan sebagai pembanding), yaitu kandungan organik P dan K^+ yang meningkat begitu juga pada pH (H_2O) dan C:N dalam gundukan. Sedangkan pada kondisi gundukan tanah yang menjadi bekas sarang semut kandungan C dan N meningkat signifikan.

4.4.3. Identifikasi dan Peranan Rayap Bawah Tanah Asia / *Asian Subterranean Termite*

Rayap Bawah Tanah Asia adalah serangga epidemic di Asia Tenggara. Rayap jenis ini hidup dan bersarang dibawah tanah. Sarang dari rayap ini memiliki bahan yang khusus dan dinamakan *carton*. Ukuran dari sarang dapat mencapai ukuran yang sangat besar sehingga dapat menampung ratusan ribu rayap dalam satu koloni. Bahan *carton* yang digunakan untuk membangun sarang terbuat dari tanah, kayu yang telah dikunyah atau bagian dari tumbuhan, dan air liur dari rayap itu sendiri. Rayap jenis ini dapat bersarang dipermukaan tanah jika tingkat kelembapan tinggi. Tempat yang sering mereka jadikan sarang biasanya yang memiliki kelembapan yang cukup, seperti di kapal, beranda, atap rumah, atau di selokan. Jika sebuah tempat memiliki makanan yang cukup serta kelembapan yang sempurna, maka rayap akan menempati tempat tersebut (Su, 2006).

Nama : Rayap Bawah Tanah Asia / *Asian Subterranean Termite*

Kingdom :	*Animalia*
Phylum :	*Arthropoda*
Class :	*Insecta*
Order :	*Blattodea*
Family :	*Rhinotermitidae*
Genus :	*Coptotermes*
Spesies :	*C. gestroi*

Gambar 4.4. Jenis rayap yang terdapat dalam reaktor.

Rayap jenis ini memiliki spesialisasi peranan dalam koloninya, biasanya pekerja, tentara, dan *alates*/reproduktif. Rayap tentara memiliki kepala berwarna oranye – cokelat dan berbentuk oval dengan tubuh berwarna putih dan rahang berwarna hitam. Rayap pekerja umumnya berwarna putih dengan antena dan anatomi yang mirip dengan semut, sedangkan rayap reprodiktif memiliki ciri warna kuning pucat dan panjang tubuh sekitar 12 sampai 15 mm. rayap reproduktif adalah satu-satunya dalam kasta yang memiliki sayap (Scheffrahn et al., 2003).

Rayap yang ditemukan dalam reaktor termasuk rayap pemakan kayu, rumput, dan sampah daun. Rayap juga disebut sebagai insinyur ekosistem karena rayap membentuk lingkungan yang mereka tempati, sangat berpengaruh pada parameter tanah seperti mempengaruhi butiran-butiran pada tanah dan komposisi kimia tanah, atau penyimpanan air, serta sangat mempengaruhi distribusi hewan dan tumbuhan (Bouruignon et al., 2015). Aktivitas rayap juga dapat membantu daur ulang nutrien, serta dapat mempengaruhi kondisi fisik tanah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kaschuk (2006) diketahui bahwa kandungan P, K, Ca, Mg dan organic C jumlahnya lebih besar tepatnya yang berada ditengah-tengah gundukan rayap dibanding tanah yang berada disekitarnya.

4.5. Perananan Mikroorganisme dalam Kualitas Pupuk Organik

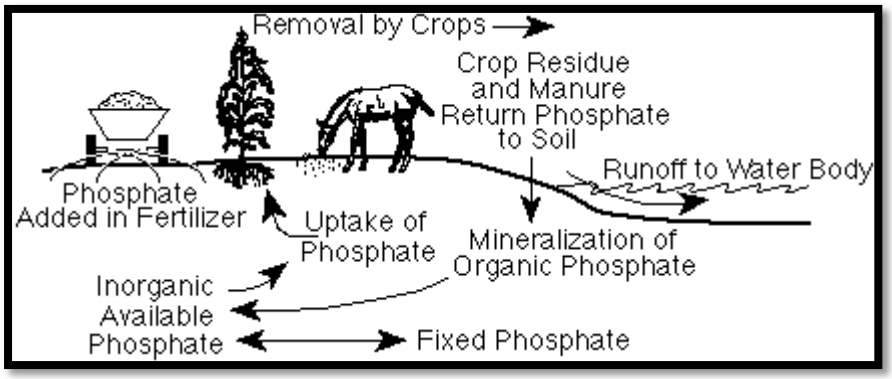
Seperti yang telah diketahui bahwa faktor utama yang mempengaruhi kualitas pupuk organik dapat dilihat dari unsur makro nya seperti unsur nitrogen (N), karbon (C), fosfor (P2O5), C:N rasio (hasil dari pembagian antara C-organik dan nitrogen), dan unsur kalium (K) (SNI 19-7030-2004). Setiap unsur makro memiliki manfaat tersendiri bagi tumbuhan, seperti P digunakan untuk membantu transfer energi antar reaksi satu ke reaksi lain dalam sel, K digunakan untuk membantu pergerakan air, nutrien, dan karbohidrat dalam jaringan tumbuhan, serta N digunakan tumbuhan untuk membantu proses fotosintesis yang akan mengubah air dan karbon dioksida menjadi gula dengan bantuan sinar matahari sedangkan mikroorganisme berperan dalam pembentukan dan menjaga nilai C:N agar tidak terlalu tinggi (Kaiser et al., 2014; Lamb et al., 2014).

Tabel 4.7. Hasil penelitian unsur makro pada sampel yang sama.

Unsur Makro	Nilai (%)		
	hari ke-28	hari ke-42	hari ke-56
Phosfor (P)	0,112	0,148	0,194
Kalium (K)	0,141	0,135	0,129
C - organik	3,58	3,37	3,4
Nitrogen (N)	0,54	0,46	0,44
C:N	6,63	7,32	7,73

Sumber : Adytama (2016).

Seluruh unsur makro yang diperlukan bagi tanaman didapat secara alami dalam jumlah yang besar tetapi unsur makro tersebut dalam bentuk yang belum dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan, dikarenakan unsur tersebut masih "mentah", unsur-unsur tersebut harus melewati daur ulang agar dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup. Dapat dilihat pada tabel 4.7 bahwa nilai pada unsur P berkorelasi dengan jumlah koloni mikroba yang ditunjukan pada tabel 4.6, hal ini disebabkan karena daur ulang P memerlukan peranan bakteri untuk meningkatkan hasil *bioavailable phosphorus* (phosfor yang siap digunakan bagi organisme).



sumber : http://www.extension.umn.edu

Gambar 4.5. Daur ulang phosfor.

Atom P terdistribusi secara luas di alam, dalam ekosistem tanah dan air, atom P berbentuk dalam wujud phosfat yaitu senyawa yang terbentuk atas atom P

yang dibergabung dengan 4 atom oksigen (O). Phosfat akan membentuk phosfat organik yang berasal dari sisa tumbuhan yang dimakan oleh hewan dan jatuh kembali ke tanah. Phosfat organik akan secara perlahan membentuk phosfat anorganik, proses ini dinamakan mineralisasi dan disebabkan oleh mikroorganisme yang merusak bahan organik. Phosfat berpotensi hilang dalam erosi tanah dan dalam jumlah yang sedikit akan larut dengan air yang akan membentuk *dissolved phosporus* (Lamb et al., 2014). Sedangkan unsur K adalah nutrien yang memiliki jumlah terbanyak diantara semua nutrien. Unsur K terdiri atas beberapa bentuk, antara lain *dissolved* K^+ *ion/ solution K* (unsur K terlarut), *exchangeable K* (unsur K yang dapat ditukar), *nonexchangeable K* (unsur K yang tidak dapat ditukar), dan *mineral K*. Unsur K yang dapat diserap oleh tumbuhan termasuk *exchangeable K* dan unsur K terlarut (Korb et al., 2002). Unsur K digunakan oleh mikroorganisme untuk proses sintesis protein didalam sel, oleh sebab itu nilai K pada tabel 4.7 berbanding terbalik dengan nilai MPN bakteri pada tabel 4.6. Hal ini adalah salah satu penyebab nilai MPN pada SNI tidak boleh lebih dari 1000 MPN/gr.

Unsur nitrogen yang berada didalam tanah harus diubah menjadi beberapa bentuk agar dapat digunakan oleh tumbuhan. Nitrogen organik yang berada di tanah, sisa timbuhan, dan kotoran hewan diubah menjadi nitrogen anorganik melalui proses mineralisasi nitrogen yang termasuk dalam proses *ammonification* (salah satu proses daur ulang nitrogen). Proses ini dapat dilakukan oleh organisme tanah seperti cacing tanah, semut, atau rayap dengan bantuan berbagai jenis bakteri dan fungi, bakteri mencerna materi organik dan melepaskan amonium-N (NH_4^+-N). Jumlah nitrat akan meningkat seiring meningkatnya aktifitas mikroba (Lamb et al., 2014). Tumbuhan paling banyak mengambil nitrogen dalam bentuk amonium-N (NH_4^+-N) atau nitrat-N (NO_3^--N). Kehilangan nitrogen pada tabel 4.7 hasil penelitian yang dilakukan oleh Adytama (2016) dapat disbebakan karena *immobilization* dari nitrogen tanah. *Immobilization* terjadi ketika ammonium-N / nitrat-N yang berada dalam tanah digunakan oleh bakteri untuk membuat protein (Lamb et al., 2014).

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Sampel vermikompos pada penelitian ini mengacu pada standar baku mutu sesuai SNI 19-7030-2004 Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik tentang standar kualitas kompos. Hasil analisa dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Tingkat penurunan ketinggian yang dihasilkan adalah 2,18 cm/hari untuk bahan daun beringin kering dan 1,0 cm/hari untuk bahan daun bambu kering. Dibandingkan dengan cacing *L. rubellus* dan *E. foetida*, tingkat efisiensi dekomposisi dari cacing ini termasuk rendah.
2. Jumlah nilai MPN pada sampel vermikompos telah memenuhi standard baku mutu yang telah ditetapkan yaitu tidak lebih dari 1000 MPN/g dengan nilai masing-masing pada hari ke-28 dan 56 adalah 290 dan 460 MPN/g.
3. Jenis makroorganisme yang dominan dalam media komposter cacing tanah adalah dari koloni serangga Semut Jarum Asia *(Pachycondyla chinensis)* dan Rayap Bawah Tanah Asia *(Coptotermes gestroi)*. Jenis makroorganisme ini diketahui dapat mempengaruhi kualitas nutrien kompos
4. Hubungan nutrien P berbanding lurus seiring pertambahan nilai MPN. Sedangkan nilai nutrien N dan K menurun seiring pertambahan nilai MPN, begitu juga pada nilai nutrien C dan N.

4.2. Saran

Berikut adalah beberapa saran dari penelitian ini untuk dapat menyempurnakan penelitian-penelitian yang selanjutnya agar lebih baik :

1. Bahan baku yang digunakan sebaiknya tidak hanya berasal dari daun kering, diperlukan adanya tambahan sampah organik lain seperti sampah sisa makanan ataupun kotoran hewan agar nutrien dalam pupuk memenuhi standar.

2. Sebaiknya penelitian selanjutnya dilakukan didalam ruangan untuk meminimalisasi pengaruh iklim yang sejatinya akan mengganggu hasil dari penelitian.
3. Perlu dilakukan penghitungan jumlah cacing dan sampah organik sebelum digunakan untuk vermikomposting serta pada saat proses vermikomposting berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Aira, M.; Monroy, F. & Domínguez, J. 2009. *Changes in Bacterial Numbers and Microbial Activity of Pig Slurry during Gut Transit of Epigeic and Anecic Earthworms.* Journal of Hazardous Materials. Vol. 162, No. 2-3:1404-1407.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 19 – 7030 – 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Daun kering Domestik. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

Bernal M.P et al. 1998. *Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil.* Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 69, No. 3:175–189.

Blomqvist, M., et al. 2000. *Interactions between above and belowground biota: importance for small-scale vegetation mosaics in a grassland ecosystem.* Oikos 90: 582–598.

Çokuysal, B., et al. 2006. *The Effect of Salinity and Fertilizer Applications on Leaf Nutrient Status and Some Quality Characteristics of Ficus benjamina*. International Journal of Botany. 2(2): 107-112.

Coleman, D.C. and D.A. Crossley, Jr. 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto. Pp. 98−105.

Domínguez, J.; Aira, M. & Gómez-Brandón, M. 2010. *Vermicomposting: Earthworms Enhance the Work of Microbes.* In: Microbes At Work: From

Wastes to Resources, H. Insam; I. Franke-Whittle; M. Goberna, (Eds.), 93-114, Springer, ISBN 978-3-642- 04042-9, Heidelberg, Germany

Dominguez, J., Edwards, C.A. 1997. *Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of Eisenia andrei (Oligochaeta) in pig manure.* Soil Biology Biochem. 29 (3/4), 743-746.

Dominguez, J., Edwards, C.A., 2004. *Vermicomposting Organic Wastes: A Review.* Soil Ecology Laboratory. Ohio State University, Columbus, Ohio, USA.

Dostal, P., et al., 2004. *Ant-induced soil modification and its effect on plant below-ground biomass.* Pedobiologia 49, p. 127-137.

Edwards, C.A., 1998. The Use of Earthworms in The Breakdown and Management of Organic Wastes. In: Earthworm Ecology (ed. C.A. Edwards). St. Lucie Press: Boca Raton, Florida.

Folgarait, J., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and Conservation 7, 1221-1244.

Food and Drug Administration. 1998. Bacteriological Analytical Manual. 8th Edition,

Fardiaz. 1989. Analisis Mikrobiologi Pangan.Departemen Pendidikan dan Kebudayaan IPB. Bogor.

Friedlingstein, P. et al., 2006. Climate–Carbon Cycle Feedback Analysis: Results from the C^4MIP Model Intercomparison. Journal of Climate. No. 19 : 3337-3353.

Galloway, N., 1998. The global nitrogen cycle: changes and consequences. Environmental Pollution 102, Sl 15-24.

Kaiser, E., et al., 2014. Potassium for Crop Production. Extension Specialist in Nutrient Management. University of Minnesota.

Kaschuk, G., et al., 2006. Tertmite Activity in Relation to Natural Grassland Soil Attributes. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 63 (6): 583-588.

Khwairakpam, M. and Bhargava R., 2010. Vermicomposting of cattle manure using mono and polycultures of three earthworms species. Dynamic Soil, Dynamic Plant 4 (1): 89-95.

Kleinheinz, V., et al., 2001. Aspects of Bamboo Agronomy. Advances in Agronomy 74: 99-145.

Kooch, Y., and Jalivland, H., 2008. Earthworms as ecosystem engineers and the most important detritivors in forest soils. Pakistan Journal of Biological Sciences 11 (6): 819-825.

Korb, N., et al., 2002. Potassium Cycling, Testing, and Feretilizer Recommendations. Nutrient Management Module 4449 (5): 1-11.

Lamb, A., et al., 2014. Understanding Nitrogen in Soils. Extension Specialist in Nutrient Management. University of Minesota.

Lasaridi, et al., 2006. Quality Assessment of Composts in the Greek Market: The Needs for Standards and Quality Assurance. Harokopio University, 70 El. Venizelou, 17671 Kallithea, Athens, Greece.

Lazcano, C., et al., 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. Cemosphere 72: 1013-1019.

Lin, X. et al., 2014. Microbial Metabolic Potential for Carbon Degradation and Nutrient (Nitrogen and Phosphorus) Acquisition in an Ombrotrophic Peatland. Applied and Environmental Microbiology 80, no. 11, p. 3531-3540.

MacGown, J. A., 2009. The Asian Needle Ant, Pachycondyla chinensis (Emery) (Hymenoptera: Formicidae), Reported from Alabama. Midsouth Entomologist 2, p. 88-89.

Minnich, J. 1977. Behavior and habits of the earthworm. In the Earthworms Book, How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden. Rodale Press Emmanaus, P.A. p. 115−149.

Pathma J., and Sakhtivel N., 2012. Microbial Diversity of Vermicompost Bacteria that Exhibit Useful Agricultural Traits and Waste Management Potential. Springer Plus: 1-26.

Qualls G. and Haines L., 1992. Biodegradability of Dissolved Organic Matter in Forest Throughfall, Soil Solution, and Stream Water. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:578-586.

Rodriguez-Cabal, A. et al., 2012. Disruption of ant-seed dispersal mutualisms by the invasive Asian needle ant (Pachycondyla chinensis). Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Tennessee, 569 Dabney Hall, Knoxville, TN 37996, USA.

Scheffrahn, H., et al., 2003. Resistance of Insecticide-Treated Foam Board Insulation Against the Eastern Subterranean Termite and the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 96 (5): 1526-1529.

Setyorini, D., Saraswati, R., Anwar, Ea Kosman., Kompos, dalam Pupuk Organik dan Hayati. BBSDLP – Badan Litbang Pertanian Pertanian, 2006, hal 11 – 40.

Simanungkalit, dkk., 2006. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Perkembangan Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor, Jawa Barat.

Soma S., 2010. Dekomposisi Sampah Bahan Organik Rumah Tangga Menggunakan Cacing Tanah Jenis *Eisenia fetida* dan *Lumbricus rubellus.* Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta.

Stoffella, P. J., and B. A. Kahn. 2002. Compost Utilization in Horticultural Cropping System. Lewis Publishers. America. 414p.

Su, N., 2006. Managing subterranean termite populations. Ft. Lauderdale Research and Education Center, University of Florida, Ft. Lauderdale, Ronda 33314, USA.

Tamizhazhagan, V., et al., 2016. Investigation of microbial count in the soil and earthworm gut (Eudrilus Eugeniae). Innovare Journal of Agricultural Science 4 (3): 7-9.

Unus, Suriawiria. (2002). Pupuk Organik Kompos dari Sampah, Bioteknologi Agroindustri. Bandung : Humaniora Utama Press.

Vijaya, T., 2012. Histological studies of the ovary and the oviduct of the vermicomposting earthworm Eudrilus eugeniae from Indian subcontinent. International Journal of Fundamental & Applied Sciences 1 (1): 2-4.

Walker, L. et al., 2000. Responses of plant growth rate to nitrogen supply: a comparison of relative addition and N interruption treatments. Journal of Experimental Botany 52, no. 355, p. 309-317.

Xiong, Y. et al., 2014. Interactions between leaf litter and soil organic matter on carbon and nitrogen mineralization in six forest litter-soil systems. , Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China.

Yasin M. S. Salah dan Mary C. Scholes (2010). School of Animal, Plant and Environmental science. University of the Witwatersrand, Private Bag 3, Wits 2050 Johannesburg South Africa.

Yurmiati H., dan Hidayati Y. A., 2008. Evaluasi Produksi dan Penyusutan Kompos dari Feces Kelinci Pada Peternakan Rakyat. Jurnal Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Universitas Padjadjaran, Bandung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis penurunan berat daun kering pada reaktor cacing.

Tabel 1. Hasil perhitungan berat jenis daun kering.

	Berat (kg)	Tinggi (cm)	Luas Alas (cm^2)	Volume Penurunan (cm^3)	Berat Jenis (kg/cm^3)
Penambahan pertama	11.4	73	1589.63	116042.63	0.0000982
Penambahan kedua	8.2	26		41330.25	0.0001984

Tabel 2. Data hasil laju konsumsi oleh cacing tanah setiap minggu.

	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4	Minggu ke-5	Minggu ke-6	Minggu ke-7	Minggu ke-8	Rata-rata per minggu
Penurunan ketinggian (cm)	10	17	8	10	7	8	6	6	9
Luas Alas (cm^2)	1589.63								
Volume Penurunan (cm^3)	15896.25	27023.3	12717	15896.25	11127.38	12717	9537.75	9537.75	14306.63
Massa penurunan (kg)	1.56	2.65	1.25	3.15	2.21	2.52	1.89	1.89	2.14
Efisiensi (%)	13.70	23.29	10.96	27.67	19.37	22.13	16.60	16.60	18.79

Lampiran 2. Dokumentasi pada penelitian vermikomposting.

(a)

Gambar (a) Lokasi diletakkannya reaktor cacing tempat proses vermikomposting di sebelah rumah kaca yang berada di timur laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

(b)

Gambar (b) Alat yang digunakan yaitu reaktor cacing sebagai tempat proses vermikomposting yang berbentuk tabung silinder dengan bahan baku ban bekas dan batang besi yang memiliki dimensi diameter 45 cm dan tinggi 105 cm.

(c)

Gambar (c) Proses pengumpulan sampah daun kering yang akan digunakan sebagai media untuk proses vermikomposting yang dilakukan disekitar Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

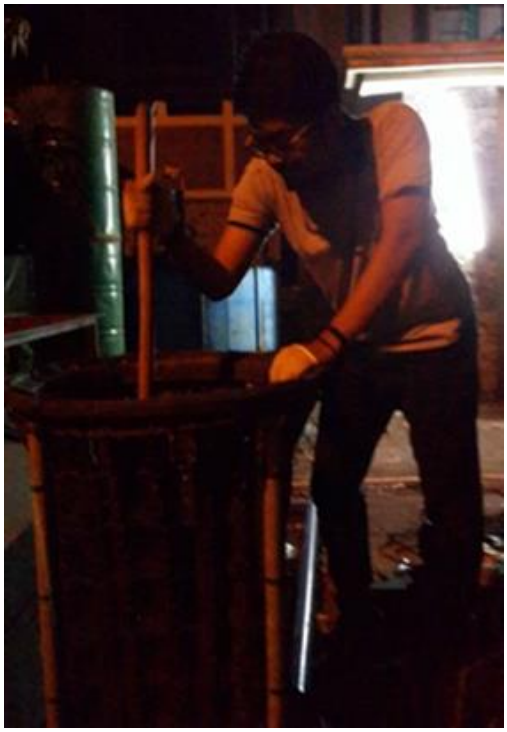
(d)

(e)

Gambar (d) Proses penimbangan dan pencatatan sampah daun kering, yang dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak daun kering.

Gambar (e) Bahan yang digunakan dalam penelitian vermikomposting ini yaitu daun kering yang ada di sekitar kampus FTSP UII. Daun kering ini berasal dari pohon beringin dan pohon bambu.

(e)



(f)

Gambar (e) Proses penuangan sampah daun kering yang sudah dikumpulkan kedalam reaktor cacing yang digunakan sebagai bahan dari metode vermikomposting.

Gambar (f) Proses pemadatan setelah dimasukkannya daun kering ke dalam reaktor cacing yang digunakan sebagai media vermikomposting.

(g)

(h)

Gambar (g) Makroorganisme yang digunakan sebagai faktor pengurai dalam proses vermikomposting, cacing ini juga memiliki keunikan yaitu memiliki bau yang menyerupai bau melati.

Gambar (h) Hasil vermikompos yang didapatkan dari metode vermikomposting dengan menggunakan sampah daun kering yang dilakukan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.