



**POTENSI VERMIKOMPOS DALAM MENINGKATKAN
KADAR N DAN P PADA PUPUK DARI LIMBAH TIKAR
PANDAN, PELEPAH PISANG DAN *SLUDGE*
IPAL PT. DJARUM**

skripsi

**disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia**

oleh

Firli Rahmatullah

4350408033

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2013**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini adalah hasil jiplakan dari karya tulis orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Semarang, 10 Januari 2013

Firli Rahmatullah

NIM. 4350408033

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Januari 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 19650723 199303 2 001

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si
NIP. 19651111 199003 1 003

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N Dan P Pada Pupuk Dari
Limbah TIKAR Pandan, Pelepah Pisang Dan *Sludge*
IPAL PT. DJARUM”

disusun oleh

Nama : Firli Rahmatullah

NIM : 4350408033

telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNES pada
tanggal 10 Januari 2013.

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Prof. Dr. Siti Sundari Miswadi, M.Si
NIP. 195204181980032001

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dra. Woro Sumarni, M.si
NIP. 196507231993032001

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si
NIP. 196511111990031003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

“Jangan kau kira kesuksesan seperti buah kurma yang mudah kau makan, engkau tidak akan meraih kesuksesan sebelum meneguk pahitnya kesabaran”.

(Sabda Nabi Muhammad SAW)

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu dan Bapak, yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, serta doanya .
2. Kakak dan adikku yang telah memberikan dukungan dan kasih sayang.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N dan P Pada Pupuk Dari Limbah Tikar Pandan, Pelepah Pisang Dan *Sludge* IPAL PT. Djarum”.

Selama proses penelitian hingga selesainya skripsi ini, penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ijin sehingga penelitian ini dapat dilangsungkan di IPAL PT. Djarum.
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan kemudahan administrasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dra. Woro Sumarni, M.Si., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan sabar dan bijaksana dari awal sampai akhir penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si., Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan sabar dan bijaksana dari awal sampai akhir penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Siti Sundari Miswadi, M.Si., Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan dengan sabar dan bijaksana.

6. Bapak Setyo Pamungkas, Supervisor IPAL PT. Djarum yang telah memberikan ijin penelitian.
7. Karyawan IPAL PT. Djarum yang telah memberikan bantuannya selama dilaksanakannya penelitian.
8. Laboran Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan pengarahan selama dilaksanakannya penelitian ini.
9. Ibu dan Bapak yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, dan dukungannya.
10. Deny Nor Pratiwi atas do'a, dukungan, dan pengorbanannya hingga selesainya skripsi ini.
11. Teman-teman Kimia 2008 yang telah memberikan dukungan.
12. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga atas izin Allah SWT skripsi ini dapat berguna sebagaimana mestinya.

Semarang, 10 Januari 2013

Penyusun

ABSTRAK

Rahmatullah, Firli. 2013. "Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N Dan P Pada Pupuk Dari Limbah Tikar Pandan, Pelepah Pisang Dan *Sludge* IPAL PT. Djarum". Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Dosen Pembimbing I: Dra. Woro Sumarni, M.Si, Dosen Pembimbing II: Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si.

Kata kunci : Vermikompos, *Sludge*.

Proses pengolahan limbah pada IPAL PT. Djarum menghasilkan limbah padat berupa tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge*. Limbah tersebut memiliki kandungan N, P dan C sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dalam vermikompos. Makanan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge* dengan perbandingan 1:1:2, makanan berikutnya adalah campuran pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge* dengan perbandingan 1:1:4. Dalam proses vermikompos pada penelitian ini menggunakan dua jenis cacing tanah untuk mendekomposisi makanan yaitu *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima hupiensis*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui syarat makanan cacing dan jenis *bedding* dan makanan yang menghasilkan *casting* tertinggi dan menghasilkan kadar N, P tinggi dan C rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa cacing *Lumbricus* menghasilkan *casting* tertinggi 920 g dari makanan pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge* dengan perbandingan 1:1:4 dan *bedding* dari tikar pandan, *sludge* dengan perbandingan 2:1. Berdasarkan hasil analisis kadar N, P tinggi dihasilkan oleh cacing *Lumbricus* yaitu 2,53 % dan 0,412 % dari makanan pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge* dengan perbandingan 1:1:4 dan *bedding* dari pelepah pisang, tikar pandan dan *sludge* dengan perbandingan 2:2:1, sedangkan pada kadar C rendah dihasilkan oleh cacing *Pheretima* yaitu 28,04 % dari makanan pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge* dengan perbandingan 1:1:4 dan *bedding* dari pelepah pisang, tikar pandan dan *sludge* dengan perbandingan 2:2:1. Peningkatan kandungan unsur antara hasil kompos semula dengan vermikompos terlihat pada kadar N dan rasio C/N, masing-masing mengalami kenaikan 1,04 % dan 2,433 %, sedangkan pada kadar P mengalami penurunan 0,648 %.

ABSTRACT

Rahmatullah, Firli. 2013. " Potential Vermicompost in Increasing Contents of N and P fertilizers Of Waste In Pandanus Mat, Banana Midrib And Sludge WWTP PT. Djarum". Thesis. Department of Chemistry. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Semarang State University. Supervisor I: Dra. Woro Sumarni, M.Si, Lecturer II: Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si.

Keywords: Vermicompost, Sludge.

In the process IPAL wastes PT. Djarum produces solid waste in the form of pandanus mat, banana midrib, and sludge. The waste contains N, P and C so it can be used as food ingredients in the vermicompost. Food was used in this study is the first to banana midrib, mats, and sludge with a 1:1:2 ratio, the second banana midrib, mats, and sludge in the ratio 1:1:4. In the process of vermicompost in this study using two types of worms to decompose food is *Lumbricus rubellus* and *Pheretema hupiensis*. The purpose of this study was to determine the condition and the type of bedding worm food and food that produces supreme casting and generate the levels of N, P and C levels high. The analysis showed that the highest casting worm *Lumbricus* produce 920 g of food banana, pandanus mats, and sludge in the ratio of 1:1:4 and bedding mats, sludge in the ratio 2:1. Based on the analysis of the levels of N, P generated by the worm *Lumbricus* high is 2,53 % and 0.412 % of the banana diet, mats, and sludge in the ratio 1:1:4 and bedding of banana, pandanus mats and sludge in the ratio 2:2:1, whereas low levels of C generated by the worm *Pheretima* ie 28.04 % of the banana diet, mats, and sludge in the ratio 1:1:4 and bedding of banana, pandanus mats and sludge in the ratio 2:2:1, at low levels of C generated by the worm *Pheretima* is 28.04% of the banana midrib, mats, and sludge in the ratio 1:1:4 and bedding of banana, pandanus mats and sludge in the ratio 2:2:1. Increased content of elements between the original compost vermicompost seen in the levels of N and C / N ratio, respectively increased 1.04% and 2.433%, while P levels decreased 0.648%.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah	4
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampah Organik	6
2.2 Kompos	7
2.3 Vermikompos	9
2.4 <i>Sludge</i>	16
2.5 Taksonomi <i>Lumbricus rubellus</i> dan <i>Pheretima hupiensis</i>	19
2.6 Spektrofotometer UV.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	23
3.2 Sampel Penelitian	23
3.3 Variabel Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan	24
3.4.1 Alat	24
3.4.2 Bahan	24
3.5 Cara Kerja	24
3.5.1 Persiapan <i>Bedding</i> dan Makanan	24
3.5.2 Persiapan Lahan	26
3.5.3 Proses <i>Vermikomposting</i>	26
3.5.4 Analisis Kadar N	27
3.5.5 Analisis Kadar P	28
3.5.6 Analisis Kadar C	30

	Halaman
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Persiapan Makanan Cacing dan <i>Bedding</i> 31
4.2	Hasil <i>Casting</i> 35
4.3	Analisis Kadar N-total 37
4.4	Analisis Kadar P..... 38
4.5	Analisis Kadar C-Organik 39
4.6	Hasil Perhitungan Rasio C/N 40
4.7	Perbandingan kandungan unsur antara kompos dengan vermikompos.... 41
BAB V PENUTUP	
5.1	Kesimpulan 44
5.2	Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46	
LAMPIRAN 49	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analisis <i>Sludge</i> IPAL PT. Djarum.....	18
2. Hasil Uji Suhu dan pH.....	32
3. Struktur Fisik.....	32
4. Hasil <i>Casting</i>	35
5. Hasil Analisis N Total.....	36
6. Hasil Analisis P Pada.....	37
7. Hasil Analisis C-Organik.....	38
8. Hasil Analisis Kandungan Rasio C/N.....	39
9. Perbandingan kandungan unsur kompos dan vermikompos.....	40
10. Volume Titran.....	56
11. Kadar N-org, N-NH ₄ , N-NO ₃	57
12. Hasil Analisis N-Total Sebelum Dimakan Cacing.....	57
13. Hasil Analisis N-total Setelah dimakan Cacing dengan Variasi Jumlah Cacing.....	58
14. Hasil Absorbansi Deret Standar P.....	59
15. Hasil Absorbansi dan Konsentrasi P pada Makanan Cacing.....	60
16. Hasil Absorbansi dan Konsentrasi P pada <i>Casting</i>	60
17. Kadar P (%) Sebelum dimakan Cacing.....	61
18. Kadar P (%) Setelah dimakan Cacing dengan Variasi Jumlah Cacing.....	61
19. Absorbansi Deret Standar C.....	63
20. Konsentrasi C-Organik Sebelum dimakan Cacing.....	64
21. Konsentrasi C-organik Setelah dimakan Cacing dengan Variasi Jumlah Cacing.....	64
22. Kadar C-Organik Sebelum dimakan Cacing.....	65
23. Kadar C-Organik Setelah dimakan Cacing dengan Variasi Jumlah Cacing.....	65
24. Hasil Rasio C/N Sebelum dimakan Cacing.....	66
25. Hasil Rasio C/N Setelah dimakan Cacing dengan Variasi Jumlah Cacing.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tikar Pandan.....	6
2. Pelepah Pisang.....	7
3. <i>Sludge</i> IPAL PT. Djarum.....	17
4. Cacing <i>Pheretima hupiensis</i>	19
5. Cacing <i>Lumbricus rubellus</i>	20
6. Spektrofotometer HACH DR/2000.....	21
7. Struktur <i>Vermicomposting</i>	26
8. Lahan Fermentasi Makanan dan <i>Bedding</i>	32
9. Lahan <i>Vermicomposting</i> dan Hasil <i>Casting</i>	34
10. Kurva kalibrasi P.....	59
11. Kurva Kalibrasi C.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur Kerja	47
2. Analisis Kadar N-total	55
3. Analisis Kadar P	58
4. Analisis Kadar C	61
5. Kalkulasi Rasio C/N	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini banyak industri rokok di Indonesia sedang berusaha untuk dapat mengatasi permasalahan yang timbul sehubungan dengan pencemaran lingkungan. Seiring dengan meningkatnya peminat rokok bagi kebutuhan konsumen pasti akan diikuti juga dengan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan, sehingga dalam penanganannya limbah ini akan menjadi masalah. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah limbah tikar pandan dan pelepah pisang sebagai tempat penyimpanan tembakau sementara ketika proses jual beli. Limbah tikar pandan yang dihasilkan oleh PT. Djarum dalam waktu sehari bisa mencapai 600 kg. Jika limbah tikar pandan ini ditumpuk sedikit demi sedikit tentunya akan menyebabkan polusi dan estetika, sehingga dalam penanganannya limbah ini harus segera diatasi dengan baik.

Selain dari limbah tikar pandan dan pelepah pisang, permasalahan yang dihadapi adalah limbah padat dalam pabrik rokok dari unit pengolahan air limbah industri rokok, yang mempunyai jumlah limbah yang relatif tinggi. Limbah padat itu disebut juga *sludge* atau lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan air limbah di PT Djarum Kudus menghasilkan *sludge* hingga 500

kg/hari dengan perhitungan basis bobot kering atau dalam bobot basah mencapai 2-2,5 ton/hari.

Tikar pandan dan pelepah pisang mengandung sumber C (selulosa), namun mempunyai kandungan nitrogen yang rendah. Pelepah pisang mengandung rasio C/N sebesar 14,88% dan pada tikar pandan mengandung rasio C/N sebesar 3,25%, sedangkan pada *sludge* mengandung rasio C/N sebesar 6,92%. Kandungan limbah tersebut dapat dimanfaatkan dan diolah menggunakan metoda pengomposan (*thermophilic composting* atau *hot composting*) sebagai daur ulang komponen organik yang nantinya dikembalikan ke alam dengan ramah lingkungan, contohnya meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air, meningkatkan penyerapan nutrien, memperbaiki struktur tanah, dan mengandung mikroorganisme dalam jumlah yang tinggi (Sallaku *et al.*, 2009). *Sludge* IPAL yang mengandung kategori *sludge* B-3 dapat ditanggulangi dengan dikirim atau diolah oleh pihak ketiga dengan cara *secured landfill*. Hasil kompos dari material limbah tersebut mempunyai kandungan nitrogen sebesar 1,49%, sedangkan fosfor yang terkandung di dalam kompos tersebut sebesar 1,06%.

Metoda pengomposan yang dilakukan di IPAL PT. Djarum membutuhkan waktu sekitar 6 minggu, namun metoda kompos biasa kurang efektif jika dibandingkan dengan metoda *vermicomposting* yang hanya mengandalkan aktivitas bakteri pengurai, karena feses cacing tanah (*casting*) merangsang pertumbuhan jumlah mikroba pengurai dan disamping itu *casting* juga merupakan

nutrisi bagi mikroba tanah, sehingga dengan adanya nutrisi tersebut mikroba mampu menguraikan bahan organik dengan lebih cepat. Selain meningkatkan kesuburan tanah, *casting* juga dapat membantu proses penghancuran limbah organik (Daniel dan Anderson, 1992). Feses cacing tanah (*casting*) yang menjadi kompos juga merupakan pupuk organik yang sangat baik bagi tumbuhan, karena lebih mudah diserap dan mengandung unsur makro yang dibutuhkan tanaman. Tingginya kandungan nutrisi pada *casting* cacing tanah dianggap berasal dari pencernaan dan mineralisasi bahan organik yang mengandung nutrisi dalam konsentrasi tinggi (Tiwari *et al.*, 1989).

Upaya perombakan bahan organik menggunakan cacing tanah untuk menghasilkan vermikompos telah banyak dilakukan terutama di luar negeri seperti di Australia (McCredie *et al.*, 1992) dan di India (Morarka, 2005). Di Indonesia, hal ini telah dilakukan dalam skala yang terbatas, dan hasil produksinya telah dijual dipasaran secara bebas, di antaranya *vermics*. Pemanfaatan cacing tanah dan bahan organik yang merupakan limbah hayati tersebut dapat menghasilkan pupuk organik bermutu tinggi dan sekaligus mencegah atau mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan akibat bertumpuknya limbah tersebut (Hilman & Rosliani 2002).

Tiap jenis cacing tanah mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti pada *Pheretima hupiensis* yang bersifat *geofagus* (dominan pemakan tanah) diambil berasal dari tanah *ultisols* yang mempunyai tekanan lingkungan relatif berat, dengan kondisi pH tanah rendah (sangat masam), bahan organik rendah,

sedangkan *Lumbricus sp.* bersifat *litter feeder* (pemakan serasah) yang berasal dari Eropa dan sekarang merupakan paling banyak dibudidayakan di Indonesia untuk mengolah sampah, dengan demikian perlu untuk dilakukan uji efektifitas cacing tanah *P. Hupiensis* dan *Lumbricus sp* terhadap dekomposisi bahan organik menjadi *casting* dan kualitas vermikompos yang dihasilkan dalam waktu yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diperoleh beberapa permasalahan, antara lain :

1. Berapakah waktu yang dibutuhkan oleh makanan cacing untuk memenuhi syarat sebagai kompos, jika ditinjau dari suhu, pH, dan struktur fisik?
2. Pada variasi *bedding* dan makanan apa yang menghasilkan *casting* tertinggi dan terendah?
3. Pada variasi *bedding* dan makanan manakah yang menghasilkan kadar N, P tinggi dan C rendah?
4. Berapakah peningkatan kandungan unsur antara hasil kompos semula dengan vermikompos?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, maka penelitian ini memiliki tujuan, antara lain :

1. Mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan oleh makanan cacing untuk memenuhi syarat sebagai kompos, jika ditinjau dari suhu, pH, dan struktur fisik
2. Mengetahui variasi *bedding* dan makanan apa yang menghasilkan jumlah *casting* tertinggi dan terendah
3. Mengetahui variasi *bedding* dan makanan yang menghasilkan kadar N, P tinggi dan C rendah
4. Mengetahui peningkatan kandungan unsur antara hasil kompos semula dengan vermikompos.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah *sludge* IPAL menjadi vermikompos
2. Mengenalkan sejumlah keuntungan vermikompos kepada masyarakat
3. Memberikan informasi tentang pengelolaan sampah organik secara terpadu dengan penerapan teknologi *vermikompos* terhadap *sludge* IPAL dan limbah kemasan tembakau
4. Memberikan informasi tentang variasi *bedding* dan makanan yang menghasilkan kadar N, P tinggi dan C rendah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah Organik

Dilihat dari aktifitas manusia yang banyak demi melangsungkan kehidupannya itu, biasanya manusia selalu meninggalkan sisa hasil aktifitasnya yang sudah tidak dibutuhkan, dan dijadikan barang buangan yang bernama sampah. Berbagai bentuk dan jenis sampah dihasilkan dari tahun ke tahun selalu meningkat. Sampah merupakan masalah yang paling sering ditemui terutama pada daerah-daerah yang sedang berkembang dan dikota-kota besar, jika tidak diperlakukan dengan benar, sampah ini dapat menimbulkan masalah yang serius bagi manusia. Sampah harus diperlakukan dengan benar dan ditangani secara serius dengan memanfaatkan sisa-sisa dari kegiatan manusia tersebut, dan oleh karena itu perlu adanya daur ulang guna mencegah terjadinya polusi. Salah satu material sampah (di lingkungan PT. Djarum) yang dapat dimanfaatkan lagi adalah material sampah organik, seperti halnya bungkus tikar pandan yang sudah tidak terpakai dan pelepah pisang yang umum digunakan pada pabrik rokok.



Gambar 1. Tikar Pandan



Gambar 2. Pelelah Pisang

Sampah organik tersebut memiliki kandungan serat yang tinggi, sehingga dapat bermanfaat dalam bidang pertanian dengan cara pengomposan sebagai daur ulang komponen organik yang nantinya dikembalikan ke alam dengan ramah lingkungan.

Manfaat sampah juga dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif, yaitu dengan pembusukan sampah yang dapat menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kebutuhan rumah tangga atau industri kecil atau dapat dimanfaatkan menjadi sumber listrik dengan cara merubah sampah agar menghasilkan gas metana, dan gas ini dapat dijadikan bahan bakar untuk menjalankan pembangkit listrik, namun untuk menggerakkan dalam bidang tersebut masih menjadi kendala teknis.

2.2 Kompos

Daur ulang sampah organik merupakan tindakan peduli dengan kelestarian alam. Material sampah organik berupa tumpukan sampah, serasah tanaman ataupun bangkai binatang dapat dimanfaatkan menjadi sebuah kompos. Untuk

mempercepat proses dipakai aktifator, baik dalam jumlah sedikit maupun banyak, yaitu bahan dengan perkembangan mikroba dengan fermentasi maksimum. Dekomposisi limbah organik dilakukan oleh berbagai macam mikroorganisme (Amsath dan Sukumaran, 2008), diantaranya bakteri dan fungi. Kompos yang berasal dari sumber yang berbeda dapat digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah, melengkapi ketersediaan zat organik pada tanah sehingga dapat merangsang perbaikan kondisi fisik dan kimia tanah (Nourbakhsh, 2007).

Pengomposan dapat dilakukan dengan cara *thermophilic composting*, dengan temperatur mencapai 45-75⁰C, sehingga mikroorganisme *thermophilic* menjadi aktif memakan bahan kompos yang ada, berkembang dengan cepat menggantikan tugas *mesophilic*. Kondisi *thermophilic* mempunyai daya tahan panas lebih tinggi daripada *mesophilic*. Kondisi *thermophilic* ini banyak menyebabkan organisme patogen mati, terutama dalam temperatur 55⁰C.

Kompos merupakan hasil akhir suatu proses fermentasi tumpukan sampah, serasah tanaman ataupun bangkai binatang. Ciri-ciri kompos yang baik adalah berwarna coklat, berstruktur remah, berkonsistensi gembur dan berbau daun lapuk (Yuliarti, 2009). *Composting* sering dihadirkan sebagai teknologi yang murah serta membutuhkan investasi yang rendah untuk mengubah limbah organik menjadi pupuk organik atau yang lebih dikenal sebagai kompos.

2.3 Vermikompos

Vermes berasal dari bahasa latin yang berarti cacing dan *vermicomposting* adalah pengomposan dengan cacing, agar menghasilkan *casting* (Manaf, dkk. 2009). *Casting* merupakan kotoran cacing yang mengandung lebih banyak mikroorganisme, bahan organik, dan juga bahan anorganik dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman dibandingkan dengan tanah itu sendiri, sedangkan *vermiculture* adalah budidaya terhadap cacing tanah. Tujuannya adalah untuk terus-menerus meningkatkan jumlah cacing dalam rangka untuk memperoleh hasil cacing yang berlimpah. Keberadaan cacing di negara tropis seperti Indonesia akan berkembang biak dengan sangat baik, dan tidak semua negara cukup beruntung untuk melakukan *vermiculture*, karena cuaca yang tidak menguntungkan. Sejumlah penelitian telah menunjukkan, cacing tanah mempunyai kemampuan dalam mendekomposisi bermacam-macam limbah organik, seperti feses hewan, lumpur yang berasal dari saluran pembuangan air, sisa hasil panen dan limbah pertanian. Produk akhir dari *vermicomposting* disebut vermikompos. Beberapa spesies cacing tanah yang telah digunakan untuk *vermicomposting* diantaranya adalah *Lumbricus rubellus*, *Pheretima hupiensis*, *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida*, *Lampito mauritii*, *Lumbricus terrestris* (Yadav *et al.*, 2010).

Vermiculture dan *vermicomposting* dapat dimulai dari skala kecil maupun skala besar sesuai dengan preferensi yang diinginkan. Untuk keperluan cacing

dalam skala industri besar, biasanya memerlukan jumlah cacing yang cukup banyak untuk mendekomposisikan limbah organik yang diinginkan. Untuk mencapai jumlah cacing yang sedemikian banyaknya, dapat dimanfaatkan seluruh tenaga karyawan di industri tersebut untuk melakukan *vermiculture* di rumah masing-masing, dengan demikian akan dapat mengurangi akumulasi limbah di industri tersebut secara drastis. Begitu pula jika semua warga di Indonesia melakukan *vermiculture* di rumah, itu setidaknya akan mengurangi produksi sampah hingga 30%.

Vermikompos memiliki sejumlah keuntungan bagi tanah pertanian, diantaranya adalah (1) meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air, (2) meningkatkan penyerapan nutrisi, (3) memperbaiki struktur tanah, dan (4) mengandung mikroorganisme dalam jumlah yang tinggi (Sallaku *et al.*, 2009). Vermikompos berisi sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk nitrat, fosfat, kalsium dan potasium yang mudah larut (Azarmi *et al.*, 2008). Analisis secara kimia menunjukkan, bahwa kotoran cacing memiliki jumlah magnesium, nitrogen dan potasium yang lebih tinggi dibandingkan tanah disekitarnya (Kaviraj dan Sharma, 2003). Penambahan nitrogen berasal dari produk metabolit cacing tanah yang dikembalikan tanah melalui kotoran, urin, mukus, dan jaringan yang berasal dari cacing yang telah mati selama *vermicomposting* berlangsung (Amsath dan Sukumaran, 2008). Produk hasil *vermicomposting* ini, merupakan pupuk organik yang baik karena (1) dapat merangsang pertumbuhan, (2) menginduksi bunga, dan (3) membantu

pemasakan buah pada tanaman (Venkatesh dan Eevera, 2008). *Vermicomposting* dapat diklasifikasikan sebagai teknologi alternatif yang mewakili teknologi ramah lingkungan. Beberapa negara seperti Kanada, Amerika, Australia, Prancis dan beberapa negara di Asia selatan, cacing tanah telah digunakan selama bertahun-tahun untuk menstabilisasi limbah organik (Manaf, dkk. 2009). Peran cacing tanah dalam proses *vermicomposting* adalah melalui aktivitas secara fisik dan biokimia. Aktivitas secara fisik diantaranya membuat lubang sehingga memudahkan oksigen masuk ke dalam substrat dan mencampur substrat yang ada. Sementara aktivitas secara biokimia dilakukan oleh dekomposer yang ada di dalam saluran pencernaan cacing tanah (Kaviraj dan Sharma, 2003).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *vermicomposting* adalah

(1) Adanya *bedding*

Penambahan suatu lapisan bahan organik diatas permukaan substrat dapat menjadi tempat berlindung bagi cacing tanah dari suhu tinggi. Lapisan bahan organik ini disebut *bedding*. *Bedding* yang baik memiliki daya serap tinggi terhadap air, sehingga dapat menjaga kelembaban, mampu menjaga sirkulasi oksigen, memiliki kandungan protein rendah dan rasio C/N yang tinggi. Pemilihan *bedding* yang tepat merupakan kunci untuk keberhasilan proses *vermicomposting*. Bahan *bedding* harus memiliki kandungan selulosa yang tinggi untuk pengaturan aerasi di dalam wadah sehingga cacing mendapatkan sirkulasi udara yang baik. Tikar pandan atau pelepah pisang juga memiliki karakteristik sebagai *bedding*, seperti kemampuan menyerap air dan sirkulasi

udara dengan kategori sedang-baik dan rasio C/N yang baik untuk *bedding*. *Sludge* dapat bermanfaat juga sebagai komponen suplemen dalam pembuatan *bedding*. *Sludge* ini mengandung sumber mikroorganisme pengurai dan sumber unsur makro yaitu N dan P. Material tersebut difermentasikan hingga melewati fasa *thermophilic* dengan temperatur mencapai 45-75⁰C. Setelah *bedding* siap, perlu adanya uji aklimatisasi, yaitu menempatkan beberapa cacing kedalam media selama 48 jam. Jika setelah 48 jam cacing tanah tidak meninggalkan media, berarti media telah layak sebagai tempat pemeliharaan cacing tanah.

(2) Sumber makanan

Jika pemberian bahan makanan dalam kondisi dibawah ideal, maka cacing dapat mengkonsumsi jumlah makanan yang lebih tinggi dari beban tubuh mereka. Tujuan pemberian makanan adalah untuk meningkatkan pertumbuhan dan kemampuan reproduksi cacing tanah. Sumber utama pakan cacing tanah adalah bahan organik. Cacing tanah tidak mempunyai gigi untuk proses pencernaannya, oleh karena itu semua pakan yang diberikan sebaiknya lunak atau mengandung air. Pakan dapat dibuat dalam bentuk seperti bubur atau sudah terfermentasi oleh mikroorganisme. Sumber makanan pada cacing digunakan beberapa material utama, yaitu limbah tikar pandan dan pelepah pisang dengan material suplemen berupa *sludge*. Kematangan kompos dapat ditunjukkan apabila sudah melewati tahap *thermophilik*, bisa juga dibuktikan dari segi fisik dan dari segi kimia, yaitu matangnya rasio C/N yang ditandai

dengan struktur material yang remah, suhu 15-25°C, kelembaban 60-70%, dan pH 7,5-8. Ketika kompos dengan kandungan karbon lebih tinggi dengan rasio C/N melebihi 40:1 dengan idealnya C/N rasio 30:1, maka perlu adanya penambahan nitrogen untuk memastikan proses dekomposisi yang efektif, namun nitrogen yang ditambahkan sebesar 0,1 kg untuk 20 kg material kompos, karena jika kelebihan akan menyebabkan proses *hot composting* lanjutan, akibatnya bahan-bahan tersebut terlalu panas, sehingga cacing akan meninggalkan media.

(3) pH

Menurut Pattnaik dan Reddy (2010), untuk pertumbuhan yang baik, cacing tanah bisa bertahan hidup dalam rentang pH dari 5 sampai 9, tetapi optimalnya 7,5-8. Secara umum, pH *bedding* cacing cenderung menurun dari waktu ke waktu karena fragmentasi material organik di bawahnya. Pada lingkungan yang terlalu basa akan menyebabkan cacing meninggalkan media dan dapat mengalami kematian, sedangkan pada lingkungan yang terlalu asam, akan terjadi kerusakan pada tembok, dormasi, diapause, konvulsi, paralisis dan akhirnya mengalami kematian (Anwar, 2009).

Pada kondisi asam dapat menyebabkan hama seperti tungau dapat menjadi berlimpah dan aktivitas tanah secara konstan juga dapat meningkatkan pH pada tanah asam, karena cacing tanah dapat mengeluarkan kapur dalam bentuk kalsium karbonat atau dolomit. Turunnya pH selama proses *vermicomposting* berlangsung antara lain disebabkan terjadinya degradasi

rantai pendek asam lemak dan amonifikasi unsur N. Proses fiksasi CO_2 menjadi CaCO_3 juga dapat menurunkan pH (Pattnaik dan Reddy, 2010).

(4) Suhu Lingkungan

Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada aktivitas metabolisme, pertumbuhan, respirasi, dan produksi cacing. Suhu lingkungan yang ideal untuk aktivitas pertumbuhan dan saat penetasan kokon menjadi juvenil berkisar $15\text{-}25^\circ\text{C}$. Bila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka proses fisiologis akan terganggu.

(5) Aerasi

Faktor-faktor seperti zat berlemak atau berminyak dalam bahan baku ataupun kelembaban yang berlebihan, dikombinasikan dengan aerasi yang buruk dapat membuat kondisi anaerobik di dalam proses *vermicomposting*. Cacing akan mati karena kekurangan oksigen dan adanya zat-zat beracun (misalnya amonia) diproduksi di bawah kondisi seperti itu. Hal ini adalah salah satu alasan utama untuk tidak memasukkan daging atau limbah berlemak atau berminyak lainnya pada cacing bahan baku, kecuali mereka telah melalui proses *pre-composting* terlebih dahulu untuk memecah minyak dan lemak.

(6) Kelembaban

Persyaratan yang paling penting dari cacing tanah salah satunya adalah kelembaban yang memadai. Mereka membutuhkan kelembaban di kisaran 60-70%. Pemberian pakan sebaiknya tidak terlalu basah karena itu dapat

menciptakan kondisi anaerob karena dapat berakibat fatal bagi cacing tanah. Kelembaban yang rendah menyebabkan cacing tanah menghindar dan mencari media yang lebih lembab, dan jika kelembaban terlalu tinggi dapat menyebabkan cacing tanah mati. Perbedaan tingkat kelembaban menyebabkan metabolisme cacing tanah untuk menghasilkan energi berbeda sehingga mempengaruhi laju konsumsinya, untuk mempertahankan kelembaban makanan dan *bedding* perlu disemprot dengan air hingga kelembaban mencapai 60-70% (Anonim, 2005). Kelembaban yang rendah dapat menurunkan laju konsumsi dan pertumbuhan. *Bedding* dan makanan terfermentasi secara sempurna, karena media yang masih mengalami proses fermentasi, suhunya cenderung meningkat, sehingga berakibat fatal. Oleh karena itu, dihindarkan dari faktor yang dapat menurunkan kelembaban seperti sinar matahari dan angin yang bertiup kencang (Muhtad, 2007).

(7) Ukuran Partikel

Ukuran partikel sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kesuburan cacing tanah. Ukuran yang lebih kecil akan mudah dicerna dan diasimilasi, ukuran hendaknya sekitar 1-2 cm. Media cacing harus terdiri atas bahan organik yang sudah mengalami pelapukan atau sudah dikomposkan dan tidak mengeluarkan gas (ammonia) yang tidak diinginkan cacing serta material menjadi remah.

2.4 *Sludge*

Sludge yang dimaksud adalah limbah yang berasal dari kegiatan industri, baik dari proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung. Limbah yang bersumber langsung berasal dari kegiatan industri, yaitu limbah yang terproduksi bersamaan dengan proses produksi yang sedang berlangsung, yang produk dan limbahnya hadir pada saat yang sama, sedangkan limbah tidak langsung terproduksi sebelum proses maupun sesudah proses produksi.

Limbah padat industri adalah limbah berupa padatan yang dihasilkan dari proses produksi seperti *sludge* dari instalasi pengolahan air, abu dari unit pembakaran, kemasan kimia, dan lain-lain yang sudah dibuang atau tidak dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi.

Sumber utama limbah padat atau *sludge* berasal dari

(1) Proses industri

Limbah padat hasil proses suatu industri biasanya menjadi bahan baku industri lain.

(2) Hasil pengolahan limbah cair

Industri yang mengolah limbah cairnya sendiri dapat menghasilkan limbah padat, yang umumnya berbentuk endapan. Endapan ini biasanya bersifat racun, sehingga pengumpulan dan pembuangan perlu mendapat perhatian khusus.

(3) Hasil pengolahan emisi udara

Limbah padat ini berasal dari emisi yang keluar dari peralatan pengendaliannya, terkadang limbah padat terdapat pada alat pengendali udara dan merupakan bagian dari hasil akhir, seperti pada industri semen.

(4) Hasil pengolahan limbah padat

Pengolahan limbah padat dengan menggunakan insinerator dapat menghasilkan abu yang perlu penanganan lebih lanjut.

Sludge pada instalasi pengolahan air limbah awalnya dapat diproses dari sumber air limbah (*inlet*) yang kemudian masuk ke dalam *clove tank*, setelah itu menuju ke pengendapan awal atau yang sering disebut *pre-treatment*. Kemudian dari *pre-treatment* yang menghasilkan lumpur dikumpulkan menuju *thickener* dan kemudian dipompa menuju *filter press* dan disinilah terjadi pemisahan lumpur dengan air. Air akan melalui *filter*, sementara partikel *solid*nya akan tertahan di kain tersebut. Pada saat ruang diantara plat terisi penuh, plat-plat tersebut akan merenggang sehingga bagian *solid* dari lumpur akan terjatuh dan inilah yang biasanya disebut *sludge*.

Gambar 3. *Sludge* IPAL PT. DjarumTabel 1. Hasil Analisis *Sludge* IPAL PT. Djarum

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Metode
1	Nitrogen (N)	%	0.61	Destilasi
2	Phosphat (P ₂ O ₅)	%	0.28	Kolorimetri
3	Kalium	%	0.18	Titrimetri
4	Kadar Air	%	85.16	Oven
5	pH 10% larutan	-	7,66	Electrometri
6	Kapasitas Tukar Kation	Meq/100g	14.75	Titrimetri
7	CatauNrasio	-	6.92	Kalkulasi
8	Kadar Sulfat (SO ₄)	-	Tidak terdeteksi	Kolorimetri
9	Kadar Chloride (Cl)	%	0.09	Titrimetri
10	Kadar Abu	%	4.24	Gavimetri
11	Kadar Besi (Fe)	%	0.25	AAS
12	Zinc (Zn)	%	0.01	AAS
13	Tembaga (Cu)	Ppm	10.18	AAS
14	Timbal (Pb)	-	Tidak terdeteksi	AAS
15	Magnesium (Mg)	%	0.08	AASi
16	Aluminium (Al)	%	0.06	AAS
17	Kalsium (Ca)	%	1.12	AAS
18	Cobalt (Co)	-	Tidak terdeteksi	AAS
19	Mangan (Mn)	%	0.03	AAS
20	Boron (B)	%	1.13	AAS
21	Molybdenum (Mo)	-	Tidak terdeteksi	AAS

(Sumber: Sucofindo, 2005)

Dalam pembuatan *bedding*, *sludge* mempunyai peranan sebagai komponen suplemen, karena *sludge* mengandung sumber mikroorganisme pengurai dan sumber unsur makro yaitu N dan P.

2.5 Taksonomi *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima hupiensis*

Pheretima hupiensis bersifat *geofagus* (dominan pemakan tanah). Cacing tanah *geofagus endogaesis* dalam siklus hidupnya dapat membuat liang dalam tanah dengan memakan massa tanah dan bahan organik. Pembuatan liang di dalam tanah tidak hanya untuk mendukung pergerakan cacing tanah menghindari tekanan lingkungan, tetapi juga sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan (Schwert, 1990). Aktivitas cacing tanah akan menghancurkan atau mencegah terjadinya pematatan tanah dan mengangkat liat maupun bahan-bahan lain dari horison argilik kembali ke lapisan atas (bioturbasi). Kepadatan tanah secara nyata dapat menurunkan berat, volume, kerapatan dan panjang akar, serta nisbah antara akar dan batang.



Gambar 4. Cacing *Pheretima hupiensis*
Lumbricus sp. bersifat *litter feeder* (pemakan serasah) berasal dari Eropa.

Cacing jenis ini sekarang merupakan paling banyak dibudidayakan di Indonesia untuk mengolah (mendekomposisi) sampah. *Lumbricus rubellus* merupakan spesies *epigeic* yang hidup dan mencari serasah di lapisan atas tanah. Cacing tanah *epigeic* memiliki tubuh kecil (1-7 cm), dan sangat sensitif terhadap perubahan cahaya. Cacing tanah *epigeic* membuat liang *ephermal* ke dalam tanah selama proses diapause.



Gambar 5. Cacing *Lumbricus rubellus*

Pada umumnya cacing tanah membutuhkan kelembaban yang cukup, dan tidak mampu hidup pada kondisi kering atau daerah padang pasir (Schwert, 1990). Air diperlukan untuk ekskresi, pembasahan kulit untuk respirasi, dan melicinkan tubuh untuk bergerak dalam liang, tetapi sebagian cacing tanah mampu bertahan hidup pada kondisi kering dengan berdiam diri selama beberapa bulan atau berada pada kondisi diapause. Diapause adalah pelambatan perkembangan sebagai tanggapan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Cacing tanah berperan dalam dekomposisi bahan organik, baik secara langsung sebagai pemakan bahan organik maupun secara tidak langsung

dengan mencampur bahan organik ke dalam tanah dan merangsang aktivitas mikroorganisme pada kotorannya dan sekitar liang. Sebagian besar bahan mineral yang dicerna cacing tanah dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk kotoran (*casting*) yang lebih bermanfaat bagi tanaman.

2.6 Spektrofotometer UV

Sebuah spektrofotometer adalah suatu instrumen untuk mengukur transmitans atau absorbans suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Semua molekul dapat mengadsorpsi radiasi dalam daerah UV-tampak karena mereka mengandung elektron, baik sekutu maupun menyendiri, yang dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Panjang gelombang di mana absorbansi itu terjadi, bergantung pada berapa kuat elektron itu terikat dalam molekul itu.



Gambar 6. Spektrofotometer HACH DR/2000

Langkah utama di dalam analisis spektrofotometri meliputi penetapan kondisi kerja dan pembuatan suatu kurva kalibrasi yang menghubungkan konsentrasi dengan absorbansi. Pengukuran absorbansi spektrofotometri biasanya

dilakukan pada suatu panjang gelombang yang sesuai dengan absorbansi maksimum karena perubahan absorbansi permit. Konsentrasi besar pada titik ini, artinya absorbansi larutan encer masih terdeteksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi absorbansi meliputi jenis pelarut, pH larutan, suhu, konsentrasi elektrolit yang tinggi, dan adanya zat pengganggu. Kebersihan juga akan mempengaruhi absorbansi termasuk bekas jari pada dinding tabung harus dibersihkan dengan kertas tisu dan hanya memegang bagian ujung atas tabung sebelum pengukuran.

Setelah menetapkan kondisi-kondisi untuk menganalisis (seperti panjang gelombang yang sesuai), kemudian menyiapkan kurva kalibrasi dari sederet larutan standar. Larutan-larutan standar ini sebaiknya mempunyai komposisi yang sama dengan komposisi cuplikan yang sebenarnya dan konsentrasi cuplikan berada diantara konsentrasi-konsentrasi larutan standar (Day, 1989).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Tempat yang saya gunakan untuk penelitian ini ada dua tempat yang pertama di IPAL PT. Djarum untuk proses pembuatan pupuk organik, dan Laboratorium Kimia UNNES untuk analisis N-total, C-organik, dan P pada pupuk organik. Penelitian ini saya laksanakan mulai bulan Mei-Juni 2012.

3.2 Sampel Penelitian

Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagian limbah tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* PT. Djarum.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar N dan P dalam vermikompos dari *sludge* PT. Djarum.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi makanan, *bedding*, dan jenis cacing.

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis *sludge*, ukuran partikel, kelembaban.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Neraca teknis, *crusher*, timbangan digital, kontainer, sekop, paranet, neraca analitik, tabung digest 23 k digestion, spektrofotometer HACH DR/2000, labu ukur 100 mL, dispenser 10 mL, pipet volume 5 mL, Labu didih 250 mL, erlenmeyer 100 mL bertera, buret 10 mL, pH meter Orion, pengaduk magnetik, dispenser, tabung reaksi, pengocok tabung, alat destilasi, botol kocok, mesin kocok bolak-balik, alat sentrifus, tabung reaksi, pipet volume 0,5 mL, pipet volume 2 mL, pipet ukur 10 mL.

3.4.2 Bahan

Sludge IPAL PT. Djarum, tikar pandan, pelepah pisang, kotoran sapi, cacing *Lumbricus rubellus*, cacing *Pheretima hupiensis*, air, asam sulfat 23 pekat, campuran selen p.a, asam borat 1 %, NaOH 40%, batu didih, petunjuk conway, indikator metil orange, H₂SO₄ 0,05N, kalium dikromat 1 N, H₂SO₄ pekat, larutan standar 0 dan 250 ppm C, HCl 25 %, pereaksi pewarna P, deret standar PO.

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Persiapan *bedding* dan makanan

Tahapan awal yang dilakukan ialah menentukan proporsi material untuk persiapan media *bedding*. Pada persiapan *bedding* material organik yang digunakan sebagai bahan dasar utama yaitu tikar pandan dan pelepah pisang.

Kemudian dicacah hingga ukuran menjadi 1-2 cm, lalu ditimbang sesuai takaran. Sebagai bahan sumber mikroba dan nutrisi digunakan *sludge* IPAL segar. Asumsi untuk komposisi pencampuran tersebut yaitu :

B1 : 10 kg tikar, 5 kg *sludge*.

B2: 10 kg tikar, 10 kg pelepah, 5 kg *sludge*.

Pada proses penyiapan material campuran untuk *pre-composting* terdiri atas tikar, pelepah pisang, dan *sludge* IPAL. Asumsi untuk komposisi pencampuran tersebut yaitu:

M1 : 10 kg tikar , 10 kg pelepah pisang, 20 kg *sludge*.

M2 : 10 kg tikar , 10 kg pelepah pisang, 40 kg *sludge*.

Dasar perhitungan campuran yang digunakan pada *bedding* dan *pre-composting* adalah bobot kering. Masing-masing komposisi difermentasikan selama 2-3 minggu di dalam kontiner. Selama proses fermentasi material, dilakukan pengamatan setiap dua kali per minggu untuk uji suhu, dan kelembaban. Material tersebut dikomposkan hingga tahap *thermophilic* sudah terlewati dan sesuai dengan parameter kimia dan fisik. Suhu dan kelembaban yang sesuai dengan kehidupan cacing pada *bedding* yaitu dengan pH 7,5-8, suhu 15-25⁰C, dan kelembaban 60-70%.

Kemudian uji aklimatisasi dengan memasukkan cacing *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima hupiensis* masing-masing sebanyak 5 ekor dimasukan dalam 2 wadah yang berisi *bedding* selama 2x24 jam. Jika setelah 48 jam

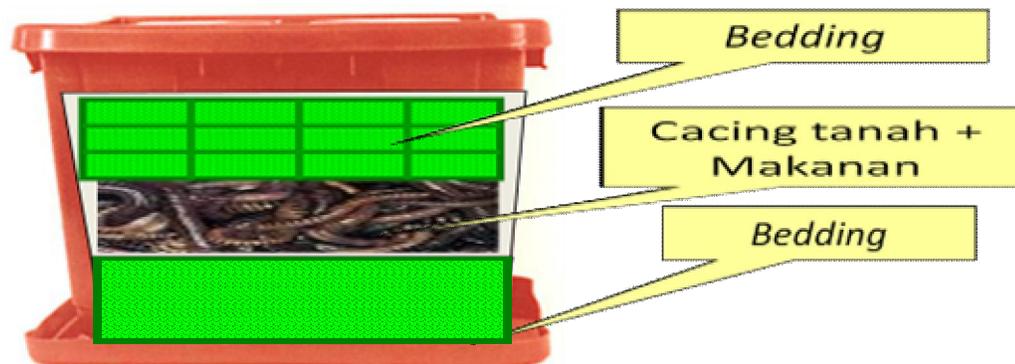
cacing tanah tidak meninggalkan media, berarti media telah layak sebagai tempat pemeliharaan cacing tanah.

3.5.2 Persiapan lahan

Disiapkan lahan berupa petak-petak berbentuk persegi berukuran 0,5 m². Setiap petak dipasang dinding pembatas yang terbuat dari batako dan pada bagian bawah dan dinding batako diberi plastik pembatas. Bagian atas diberi paranet untuk menghindari predator masuk ke dalam media. Tumpukan material pada *vermicomposting* dikondisikan dengan tebal hingga 15 cm.

3.5.3 Proses *vermicomposting*

Setelah hasil persiapan *bedding* dan uji makanan dari berbagai variasi, yang sudah melewati uji aklimatisasi dan sesuai dengan kondisi hidup cacing, selanjutnya dilakukan dengan metoda *vermicomposting*. Perbandingan bahan makanan dan massa cacing *Lumbricus rubellus*, adalah (2:1). Sedangkan perbandingan bahan makanan dan massa cacing *Pheretima hupiensis* adalah (2:1). Untuk menjaga kelembaban *bedding* dan makanan perlu disemprot dengan air hingga kelembaban mencapai 60%-70%, dikontrol suhu 15-25⁰C dan pH 7,5-8. Kondisi tekstur media diamati apabila ditemukan media terlalu padat maka dilakukan pembalikan, agar aerasi berlangsung dengan baik.



Gambar 7. Struktur *Vermicomposting*

3.5.4 Analisis kadar N

3.5.4.1 Destruksi Contoh

Menimbang 0,5 g *casting*, masukkan kedalam labu *kjeldahl*. menambahkan 1 g campuran selen dan 3 mL asam sulfat pekat, didestruksi hingga suhu 350⁰C (3-4 jam). Destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih (sekitar 4 jam). Kemudian didinginkan hingga suhu ruang. mengencerkan contoh dengan air bebas ion hingga tepat 50 mL, dikocok hingga homogen, dan dibiarkan mengendap.

3.5.4.2 Destilasi

Memindahkan secara kualitatif seluruh ekstrak contoh ke dalam labu didih. Menambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah volume labu. Menyiapkan erlenmeyer yang berisi 10 mL asam borat 1% dan 3

tetes indikator *Conway* (berwarna merah) sebagai penampung NH_3 yang dibebaskan yang dihubungkan dengan alat destilasi. Menambahkan 10 mL NaOH 40% ke dalam labu didih dan secepatnya ditutup. Didestilasi hingga volume penampung mencapai 50-75 mL

3.5.4.3 Titrasi

Destilat dititrasi dengan H_2SO_4 0,05 N menggunakan indikator metil orange hingga berwarna merah muda. Mencatat volume titran contoh (V_c) dan blanko (V_b). (Balai Penelitian Tanah, 2005).

3.5.5 Analisis kadar P

3.5.5.1 Persiapan contoh

Menimbang 0,5 g *casting* yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL. menambahkan 5 mL HNO_3 dan 0,5 mL HClO_4 , kocok-kocok. Panaskan pada pemanas mulai dengan suhu 100°C , setelah uap kuning habis suhu dinaikkan hingga 200°C . Destruksi dihentikan jika sudah terbentuk uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 mL. Kemudian didinginkan dan diencerkan dengan air bebas ion hingga 50 mL, kocok hingga homogen, kemudian disaring dengan kertas saring hingga didapatkan larutan jernih (ekstrak A).

3.5.5.2 Pembuatan Pereaksi Pembangkit Warna

Larutan pembangkit warna ini berfungsi untuk memberikan warna pada larutan sampel agar dapat diperiksa intensitasnya secara spektrofotometri pada panjang gelombang tertentu.

Larutan pembangkit warna dibuat dengan cara menimbang 0,265 g asam askorbat, lalu dimasukkan dalam labu takar 250 mL. Menambahkan 25 mL pereaksi pekat, kemudian menambahkan air bebas ion hingga tanda tera.

3.5.5.3 Pembuatan Larutan Kerja dan Kurva Kalibrasi

Mengambil 0 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL, 6 mL, dan 8 mL larutan kerja 10 ppm masukkan dalam labu takar 10 mL, kemudian ditambahkan air bebas ion hingga tanda tera. Sehingga larutan ini memiliki konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, dan 8 ppm. Untuk konsentrasi 10 ppm, mengambil 5 mL larutan baku 100 ppm dimasukkan dalam labu takar 50 mL, kemudian ditambahkan air bebas ion hingga tanda tera.

Mengambil 1 mL dari masing-masing larutan kerja, dimasukkan dalam labu takar 10 mL, kemudian ditambahkan pereaksi pembangkit warna hingga tanda tera. Dibiarkan 15-25 menit kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

3.5.5.4 Pengukuran Kadar P

Mengambil 1 mL ekstrak A kedalam labu takar 10 mL kemudian menambahkan pereaksi pembangkit warna hingga tanda tera, kocok dan biarkan 15-25 menit. Lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

3.5.6 Analisis kadar C

3.5.6.1 Persiapan Contoh

Menimbang teliti 0,05-0,1 g *casting* yang telah dihaluskan kedalam labu takar 100 mL. Menambahkan berturut-turut 5 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N, kocok, dan 7 mL H_2SO_4 p.a, kocok lagi, kemudian diencerkan dengan air bebas ion hingga tanda tera dan biarkan hingga dingin.

3.5.6.2 Pembuatan Larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N

Menimbang dengan teliti 98,1 g $K_2Cr_2O_7$, lalu dimasukkan dalam labu takar 1000 mL, kemudian ditambahkan 100 mL H_2SO_4 p.a, dan ditambahkan air bebas ion hingga tanda tera.

3.5.6.3 Pembuatan Larutan Induk 5000 ppm

Menimbang teliti 12,5 g glukosa, lalu dimasukkan dalam labu takar 1000 mL, kemudian menambahkan air bebas ion hingga tanda tera.

3.5.6.4 Pembuatan larutan Baku 1000 ppm

Mengambil 100 mL larutan induk 5000 ppm C dimasukkan dalam labu takar 500 mL, kemudian ditambahkan air bebas ion hingga tanda tera.

3.5.6.5 Pembuatan Larutan Kerja dan Kurva Kalibrasi

Mengambil 0 mL, 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL, 10 mL, 12,5 mL, 15 mL, 17,5 mL, 20 mL, 22,5 mL, 25 mL, dan 25,5 mL dari larutan baku 1000 ppm dan masukkan masing-masing ke dalam labu takar 100 mL. Menambahkan berturut-turut 5 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N, kocok, dan 7 mL H_2SO_4 p.a, kocok lagi, kemudian diencerkan dengan air bebas ion hingga tanda tera sehingga

larutan ini mempunyai konsentrasi 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm, 150 ppm, 175 ppm, 200 ppm, 225 ppm, 250 ppm, dan 275 ppm. Biarkan hingga dingin, lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Visible.

3.5.6.6 Pengukuran Kadar Karbon

Mengoptimalkan alat spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat. Mengukur contoh uji yang sudah disiapkan pada panjang gelombang 651 nm.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan makanan cacing dan *bedding*

Untuk mengetahui hasil penelitian, maka dilakukan analisis data yang diperoleh, baik dari data awal maupun dari data hasil penelitian. Penelitian dilakukan di dua tempat yaitu IPAL PT. Djarum dan Laboratorium Kimia UNNES. Proses pembuatan pupuk dilakukan di IPAL PT. Djarum dan analisis N, P, dan C dilakukan di Laboratorium Kimia UNNES. Pada proses pembuatan *bedding* dan makanan cacing yang dilakukan di IPAL PT. Djarum menggunakan beberapa material limbah dari PT. Djarum, yang diantaranya berupa pelepah pisang, tikar pandan, dan *sludge*.

Makanan cacing yang digunakan ada 2 variasi, yaitu (1) M1 dengan komposisi pelepah pisang: tikar pandan: *sludge* = 1: 1: 2, (2) M2 dengan komposisi pelepah pisang: tikar pandan: *sludge* = 1:1:4. Pelepah pisang dan tikar pandan sebelum dicampur dipotong terlebih dahulu hingga ukuran menjadi 1-2 cm. Masing-masing komposisi difermentasikan selama 3 minggu di dalam kontiner dan dilakukan pembalikan setiap satu minggu sekali untuk menjaga aerasi, serta dilakukan pengamatan untuk uji suhu, pH, dan struktur fisik.



Gambar 8. Lahan Fermentasi Makanan dan *Bedding*
Data hasil analisis uji suhu, dan pH pada makanan cacing dan *bedding* dapat dilihat di Tabel 2, sedangkan data struktur fisik dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Uji Suhu dan pH

Komposisi	Suhu (°C)			pH		
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
M1	60	46,7	27	9,5	9	7,5
M2	61	50	28	10	8,5	7,5
B1	40	34,7	27	10	7,5	7
B2	43	37,3	27	9,5	9	8

(Sumber : Data Primer, 2012)

Tabel 3. Struktur Fisik

Komposisi	Struktur Fisik		
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
M1	Bahan mulai membusuk, bau menyengat	Semua bahan sudah membusuk, bau menyengat	Bahan sudah membusuk, remah dan tidak berbau
M2	Bahan mulai membusuk, bau menyengat	Semua bahan sudah membusuk, bau menyengat	Bahan sudah membusuk, remah dan tidak berbau
B1	Sebagian besar bahan belum membusuk, bau menyengat	Sebagian bahan sudah membusuk, bau menyengat	Bahan sebagian besar membusuk, remah dan tidak berbau
B2	Sebagian besar bahan belum membusuk, bau menyengat	Sebagian bahan sudah membusuk, bau menyengat	Bahan sebagian besar membusuk, remah dan tidak berbau

(Sumber : Data Primer, 2012)

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 2 menunjukkan bahwa suhu M1 dan M2 pada minggu pertama masing-masing mencapai 60°C dan 61°C, sedangkan pada minggu kedua dan ketiga, suhu M1 dan M2 mulai berangsur turun dan cenderung sesuai dengan suhu ruangan. Hal ini disebabkan pembalikan yang dilakukan dalam setiap satu minggu sekali sehingga udara yang ditambahkan lebih banyak dan mengakibatkan terjadinya penurunan suhu. Pada komposisi *bedding* B1 dan B2, pada minggu pertama masing-masing mencapai 40°C dan 43°C, hal ini disebabkan dalam B1 dan B2 memiliki kandungan protein rendah dan rasio C/N yang tinggi, sehingga panas yang dihasilkan dalam proses pengomposan tidak terlalu tinggi. Ketika minggu kedua dan ketiga, suhu pada B1 dan B2 juga mulai berangsur turun dan mendekati suhu ruangan. pH pada Tabel 2 menunjukkan bahwa M1 dan M2 pada minggu pertama masing-masing mencapai 9,5 dan 10, sedangkan B1 dan B2 pada minggu pertama pH mencapai 10 dan 9,5. Hal ini menunjukkan bahan-bahan tersebut sudah mulai bereaksi dengan adanya bau menyengat yang berasal dari gas ammonia, namun pada minggu kedua dan ketiga pH mulai turun dan mendekati netral. Struktur fisik pada minggu pertama dalam bahan makanan seperti pelepah pisang dan tikar pandan, baik M1 dan M2 mulai terlihat membusuk, namun belum hancur dan timbul bau menyengat. Pada minggu kedua pelepah pisang sudah membusuk, sedangkan tikar pandan sebagian sudah membusuk, selain itu juga menghasilkan bau menyengat. Pada minggu ketiga semua bahan sudah membusuk, remah dan tidak berbau. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliarti (2009) bahwa ciri-ciri kompos

yang baik adalah berwarna coklat, berstruktur remah, berkonsistensi gembur, sedangkan struktur fisik pada minggu pertama dalam *bedding* sebagian besar bahan belum membusuk dan timbul bau menyengat. Pada minggu kedua sebagian bahan pada *bedding* sudah membusuk dan timbul bau menyengat. Pada minggu ketiga bahan sebagian besar membusuk, remah dan tidak berbau, selain itu mampu menyerap air.

4.2 Hasil *casting*

Setelah hasil persiapan *bedding* dan makanan yang sudah sesuai dengan kondisi hidup cacing, selanjutnya dilakukan dengan metoda *vermicomposting*. Lahan yang digunakan berupa petak-petak berbentuk persegi berukuran 0,5 m² digunakan sebagai tempat *vermicomposting* dengan tebal tumpukan mencapai 15 cm.



Gambar 9. Lahan *Vermicomposting* dan Hasil *Casting*
Perbandingan bahan makanan dan massa cacing *Lumbricus rubellus*, adalah (4:1), demikian pula perbandingan bahan makanan dan massa cacing *Pheretima*

hupiensis adalah (4:1) dengan berat cacing 250 g dan berat makanan 1 kg. Proses *vermicomposting* dilakukan sampai menjelang 14 hari dengan perlakuan khusus untuk menjaga kelembaban *bedding* dan makanan, hingga kelembaban mencapai 60%-70%, suhu 15-25⁰C dan pH 7,5-8. Selain itu, kondisi tekstur media perlu dilakukan pembalikan apabila media terlalu padat, agar aerasi berlangsung dengan baik. Data yang diperoleh dari hasil *casting* dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *casting*

Kode	<i>Casting</i> (g)
B1M1-R	810
B1M1-P	740
B1M2-R	920
B1M2-P	880
B2M1-R	850
B2M1-P	700
B2M2-R	800
B2M2-P	760

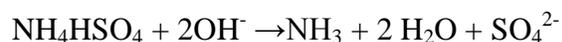
(Sumber : Data Primer, 2012)

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa perbedaan makanan menghasilkan jumlah *casting* yang berbeda. B1M2-R dengan perbandingan makanan terhadap cacing *lumbricus* 4:1 menghasilkan jenis *casting* paling banyak yaitu sebanyak 920 g, karena bahan makanan pada M2 mengandung bahan-bahan organik lebih banyak jika dibandingkan dengan M1. Selain itu, pada umumnya cacing *lumbricus* pada berbagai makanan cacing dan *bedding* yang telah disediakan pada penelitian ini menghasilkan jumlah *casting* yang lebih banyak dari pada *pheretema*, sehingga hal ini juga sesuai dengan penelitian Anwar

(2009), bahwa cacing *lumbricus* lebih menyukai bahan-bahan organik seperti dedaunan dan *lumbricus* merupakan spesies cacing tanah pemakan sampah dan kotoran pada permukaan tanah, sehingga daya konsumsinya lebih tinggi daripada *pheretema*, sedangkan pada cacing *pheretema* menghasilkan jumlah *casting* yang sedikit karena spesies cacing tanah tersebut bersifat *geofagus* (dominan pemakan tanah).

4.3 Analisis kadar N-total

Penentuan kadar N pada vermikompos dengan menggunakan metode *Kjeldahl* yang meliputi tiga tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. *Casting* yang dihasilkan ditimbang kemudian didestruksi dengan asam sulfat pekat dan campuran selen hingga terbentuk uap putih dan dihasilkan larutan jernih. Kemudian didestilasi dan dititrasi dengan H_2SO_4 hingga berwarna merah muda. Reaksinya sebagai berikut :



Tabel 5. Hasil analisis N total pada *casting*

Kode	N-total (%)
B1M1-R	2,43
B1M1-P	1,99
B1M2-R	2,2
B1M2-P	2,17
B2M1-R	2,18
B2M1-P	2,14
B2M2-R	2,53
B2M2-P	2,06

(Sumber : Data Primer, 2012)

Berdasarkan Tabel 5, kadar N total dalam *casting* yang tertinggi dihasilkan dari makanan dengan komposisi pelepah pisang : tikar pandan : *sludge* = 1:1:4 oleh cacing *lumbricus* dengan kode B2M2-R yaitu 2,53%. Hal ini disebabkan bahan makanan mengandung kadar N yang cukup tinggi dan enzim-enzim pencernaan dalam cacing *Lumbricus* membantu mencerna bahan-bahan tersebut, hal ini sesuai dengan penelitian Tiwari, dkk (1989) bahwa tingginya kandungan nutrisi pada *casting* cacing tanah dianggap berasal dari pencernaan dan mineralisasi bahan organik yang mengandung nutrisi dalam konsentrasi tinggi.

4.4 Analisis kadar P

Pada penelitian ini, unsur lain yang dihitung adalah P dalam bentuk P_2O_5 menggunakan metoda spektrofotometri, yang kemudian unsur P akan digunakan oleh tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$. Data yang diperoleh dari penelitian ini untuk P pada *casting* dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis P pada *casting*

Kode	Kadar P (%)
B1M1-P	0,313
B1M1-R	0,352
B1M2-R	0,406
B1M2-P	0,378
B2M1-R	0,342
B2M1-P	0,325
B2M2-P	0,384
B2M2-R	0,412

(Sumber : Data Primer, 2012)

Kadar P yang tinggi dalam *casting* dihasilkan dari makanan dengan komposisi pelepah pisang : tikar pandan : *sludge* = 1:1:4 oleh cacing *lumbricus*

dengan kode B2M2-R yaitu 0,412 %. Hal ini dikarenakan bahan makanan yang termakan cacing mengandung kadar P yang cukup tinggi yang berasal dari *sludge* sebesar 0,28 %. Hal ini didukung oleh Anjansari (2010) bahwa makanan yang melewati pencernaan cacing akan diubah menjadi bentuk P terlarut oleh enzim pencernaan cacing, selanjutnya akan dibebaskan oleh mikroorganisme dalam kotoran cacing.

4.5 Analisis kadar C-organik

Hasil C-organik pada *casting* di analisis menggunakan metoda spektrofotometri. Data yang diperoleh dari penelitian ini untuk C-organik dapat dilihat di Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis C-organik pada *casting*

Kode	Kadar C-organik (%)
B1M1-R	41,62
B1M1-P	30,32
B1M2-R	38,93
B1M2-P	40,89
B2M1-R	36,22
B2M1-P	50,17
B2M2-R	35,69
B2M2-P	28,04

(Sumber : Data Primer, 2012)

Berdasarkan pada Tabel 7, kandungan C-organik yang paling rendah dalam *casting* dihasilkan dari makanan dengan komposisi pelepah pisang : tikar pandan : *sludge* = 1:1:4 oleh cacing *pheretema* dengan kode B2M2-P yaitu 28,04 %. Hal ini dikarenakan cacing *pheretema* bersifat *geofagus* (dominan pemakan tanah),

selain itu dari jenis komposisi bahan makanan yang mengandung banyak C-organik yang terdapat pada M2, seperti pelepah pisang dan tikar pandan yang cenderung tidak disukai oleh cacing *pheretema*. Kadar C-organik ini nantinya akan mempengaruhi hasil rasio C/N.

4.6 Hasil perhitungan rasio C/N

Data yang diperoleh dari penelitian ini untuk rasio C/N yang terendah dalam *casting* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis kandungan rasio C/N pada *casting*

Kode	Rasio C/N
B1M1-R	17,083
B1M1-P	20,017
B1M2-R	20,091
B1M2-P	16,451
B2M1-R	18,068
B2M1-P	20,017
B2M2-R	16,998
B2M2-P	13,583

(Sumber : Data Primer, 2012)

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 8, hasil *casting* dengan kadar rasio C/N terendah dihasilkan dari makanan dengan komposisi 10 kg tikar , 10 kg pelepah pisang, 40 kg *sludge* oleh cacing *pheretema* dengan kode B2M2-P yaitu 13,583. Perubahan rasio C/N ini terjadi selama pengomposan diakibatkan adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi dan hilang dalam bentuk CO₂ sehingga kandungan karbon semakin lama semakin berkurang (Pattnaik dan Reddy, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa struktur fisik untuk makanan M1 dan M2 selama dilakukan pengomposan dalam waktu 3 minggu,

pada umumnya bahan makanan tersebut sudah membusuk, remah, dan tidak berbau. Hasil *casting* pada umumnya berbau seperti tanah, berwarna coklat kehitaman, dan teksturnya tidak halus. Pada penelitian ini waktu yang digunakan untuk pengomposan selama 3 minggu, sedangkan waktu yang digunakan untuk vermikompos selama 2 minggu. Berdasarkan analisis data terlihat bahwa hasil *casting* terbanyak dihasilkan oleh cacing *Lumbricus* pada makanan M2 dengan *bedding* B1. Kadar N dan P meningkat dibandingkan makanan awalnya sedangkan kadar C dan rasio C/N lebih rendah dibandingkan makanan awalnya. Dalam proses vermikompos untuk meningkatkan kadar N dan P menggunakan cacing *Lumbricus* dengan makanan M2 dan *bedding* B2, sedangkan untuk menurunkan kadar C dan rasio C/N menggunakan cacing *Pheretima* dengan makanan M1 dan *bedding* B2.

4.7 Perbandingan kandungan unsur antara kompos dengan vermikompos

Pada hasil penelitian ini diperoleh data perbandingan kandungan unsur kompos pada PT. Djarum dengan vermikompos, yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan kandungan unsur kompos dan vermikompos

Nutrisi	Kompos	Vermikompos
N (%)	1,49	2,53
P (%)	1,06	0,412
C/N (%)	11,15	13,583

(Sumber : Data Primer, 2012)

Kualitas vermikompos tergantung pada jenis bahan *bedding*, makanan yang diberikan, jenis cacing tanah dan umur vermikompos, sehingga dalam perlakuan yang diberikan sampai menjelang 14 hari dengan perlakuan khusus dapat dihasilkan kandungan unsur terbaik vermikompos dari beberapa varian yang dilakukan dalam penelitian, seperti terlihat pada Tabel 9. Berdasarkan pada hasil SNI : 19-7030-2004 mengenai spesifikasi kompos dari sampah organik domestik, hasil nitrogen yang terkandung dalam vermikompos yaitu sebesar 2,53% sudah diatas dari harga minimum N yaitu sebesar 0,4%, sedangkan fosfor yang terkandung di dalam vermikompos sebesar 0,412% juga sudah diatas dari standar minimum P yaitu sebesar 0,1%, untuk rasio C/N dalam vermikompos tersebut yaitu 13,583% juga sudah berada harga standar antara 10-20%. Selain itu, vermikompos juga mengandung hormon tumbuh seperti auksin 3,80 $\mu\text{g/g BK}$. sitokinin 1,05 $\mu\text{g/g BK}$ dan Giberelin 2,75 $\mu\text{g/g BK}$.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada waktu 3 minggu makanan cacing sudah memenuhi syarat sebagai kompos dilihat dari suhunya yang berkisar antara 27-28⁰C, pHnya berkisar antara 7-8, dan struktur fisiknya yang sudah membusuk, remah, dan tidak berbau.
2. Variasi *bedding* dan makanan yang menghasilkan jumlah *casting* tertinggi yaitu 920 g dengan kode B1M2-R yaitu menggunakan cacing *Lumbricus* dengan komposisi makanan 10 kg tikar pandan: 10 kg pelepah pisang: 40 kg *sludge*, dan *bedding* 10 kg tikar pandan : 5 kg *sludge*.
3. Variasi *bedding* dan makanan yang menghasilkan kadar N, P tinggi yaitu 2,53 % dan 0,412 % dengan kode B2M2-R yaitu menggunakan cacing *Lumbricus* dengan komposisi makanan 10 kg tikar pandan: 10 kg pelepah pisang: 40 kg *sludge*, dan *bedding* 10 kg tikar pandan: 10 kg pelepah pisang: 5 kg *sludge* dan C rendah yaitu 28,04 % dengan kode B2M2-P yaitu menggunakan cacing *Pheretima* dengan komposisi makanan 10 kg tikar pandan: 10 kg pelepah pisang: 40 kg *sludge*, dan *bedding* 10 kg tikar pandan: 10 kg pelepah pisang: 5 kg *sludge*.
4. Perbandingan kandungan unsur antara hasil kompos semula dengan vermikompos pada kadar N dan rasio C/N, masing-masing mengalami kenaikan 1,04 % dan 2,433 %, sedangkan pada kadar P mengalami penurunan 0,648 %.

5.2 Saran

1. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya ukuran partikel bahan-bahan makanannya dibuat kecil, sehingga kematangan kompos bisa lebih cepat dan merata.
2. Perlu dilakukan penelitian terhadap waktu yang digunakan untuk *vermicomposting*, sehingga proses dekomposisi dapat berlangsung lebih lama dan diharapkan mendapatkan kadar N, P, serta rasio C/N yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Amsath, K.M. and M. Sukumaran. 2008. Vermicomposting of Vegetable Wastes Using Cow Dung. *E-Journal of Chemistry*. Vol. 5. No. 4. pp. 810-813.
- Anjansari, Eki. 2010. *Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermicomposting Campuran Feses Gajah (Elephas maximus sumatrensis) dan Seresah Menggunakan Cacing Tanah (Lumbricus terrestris)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Anonim. 2005. Kajian Aplikasi Sludge dan Kompos Sludge Pulp dan Kertas Pada Lahan Pertanian. *Laporan Biotrop*, Bogor.
- Anonim. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta.
- Anwar, E.K. 2009. Efektivitas Cacing Tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. Dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik. *Balai Penelitian Tanah dan Agroklimat*. Vol. 14, No. 2: 149-158.
- Azarmi, R., M.T. Giglou, R.D. Talesmikail. 2008. Influence of Vermicompost on Soil Chemical and Physical Properties in Tomato (*Lycopersium esculentum*) Field. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 7(14). pp. 2397-2401.
- Daniel, O. and J.M. Anderson. 1992. Microbial biomass and activity in contrasting soil material after passage through the gut of earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister. *Soil Boil. Biochem.* 24 (5) : 465-470.
- Day, R.A dan A.L. Underwood. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga
- Hilman, Y. dan R. Rosliani. 2002. Pemanfaatan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) untuk meningkatkan kualitas hara limbah organik dan hasil tanaman mentimun. *J. Hort.* 12(3):148-157.
- Kastawi, Yusuf. 2003. *Zoologi Avertebrata*. Malang. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.

- Kaviraj, and S. Sharma. 2003. Municipal Solid Waste Management Through Vermicomposting Employing Exotic and Local Species of Earthworms. *Bioresource Technology*. 90 : 169-173.
- Manaf, L.A., M.L. Jusoh, M.K. Yusof, T.H. Ismail, R. Harun, H. Juahir. 2009. Influence of Bedding Material in Vermicomposting Process. *International Journal of Biology*. Vol. 1. No. 1.
- McCredie, T.A, C.A.Parker, and I. Abbott. 1992. Population Dynamic of The Earthworm *Apporectodea tropezoides* (Annelida : Lumbricidae) in Western Australia Pasture Soil. *Biol. Fertil. Soils* 12:285 289.
- Morarka M.R. 2005. GDC Rural Research Foundation. Vermiculture. Nermicast specifications. Phisical. Chemical & Biological Specifications. RIICO Gem Stone Park. Tonk Road, Jaipur-302011, Rajasthan (India).
- Muhtad. 2007. Pemanfaatan Cacing *Lumbricus rubellus* Dalam Pengolahan Sampah Organik Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *MIPA*. Vol. 17, No. 1 : 33-38.
- Nourbakhsh, F. 2007. Influence of Vermicomposting on Solid Waste Decomposition Kinetics in soil. *J Zhejiang Univ Sci B*. 8(10) : 725-730.
- Parkin, T.B and C. E. Berry. 1994. Nitrogen transformations associated with earthworm casts. *Soil Biol. Biochem*. 29(9):1233-1238.
- Pattnaik, S. and M.V. Reddy. 2010. Nutrient Status of Vermicompost of Urban Geen Waste Processed by Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae*, and *Perionyx excavates*. *Applied and Enviromental Soil Science*. Volume 2010. Article ID 967526. 13 pages. doi : 10.11 55 atau 2010 atau 967526.
- Sallaku, G., I. Babaj, S. Kaciu, A. Balliu. 2009. The Influence of Vermicompost on Plant Gowth Characteristics of Cucumber (*Cucumis sativus* L) Seedlings Under Saline Conditions. *Journal of food Agriculture and Enviroment*. Vol 7(3 & 4) : 869-872.
- Schwert, D.P. 1990. Oligochaeta: Lumbricidae. p. 341–356. In D.L. Dindal (Ed.). *Soil Biology Guide*. A Wiley Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York.
- Sucofindo. 2005. Hasil Analisis sludge IPAL PT. Djarum. *Laporan Penelitian*. Semarang.

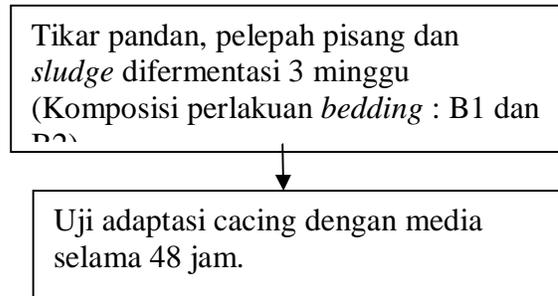
- Tiwari, S. C. B. K. Tiwari, R. R. Misha. 1989. Microbial population, enzyme activities and Nitrogen phosphorus potassium enrichment in earthworm cast and insurrounding soil of a pineapple plantation. *Biol Fertil Soils*. 8: 178-182.
- Venkatesh, R.M. and T. Eevera. 2008. *Mass Reduction and Recovery of Nutrients Through Vermicomposting of Fly Ash*. Periyar Maniammai College of Technology for Women Vallam, Thanjavur, Tamilnadu. India.
- Yadav, K.D., V. Tore, M.M. Ahammed. 2010. Vermicomposting of Source – Separated Human Faeces for Nutrient Recycling. *Waste Management*. 30 : 50-56.
- Yuliarti, N. 2009. *1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik*. Yogyakarta: Lily Publisher.

Lampiran 1

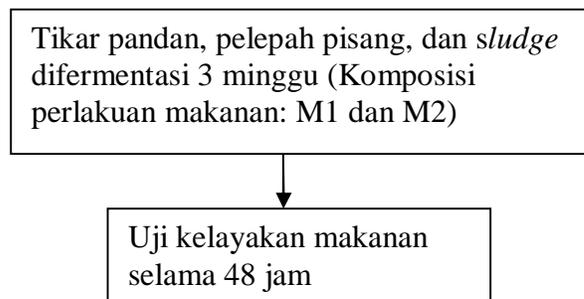
Alur Kerja

1. Pembuatan Vermikompos

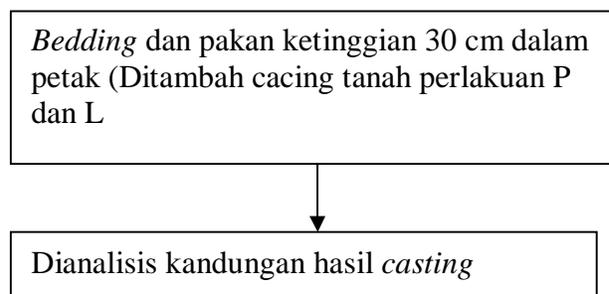
1.1 Persiapan *bedding*



1.2 Persiapan makanan

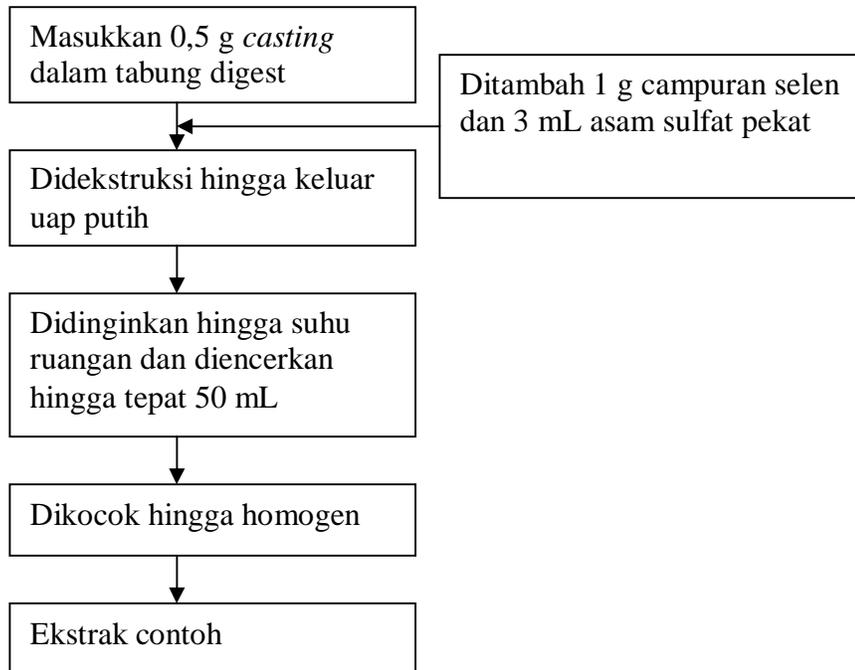


1.3 *Vermicomposting* dengan variasi makanan, *bedding*, dan variasi jenis cacing

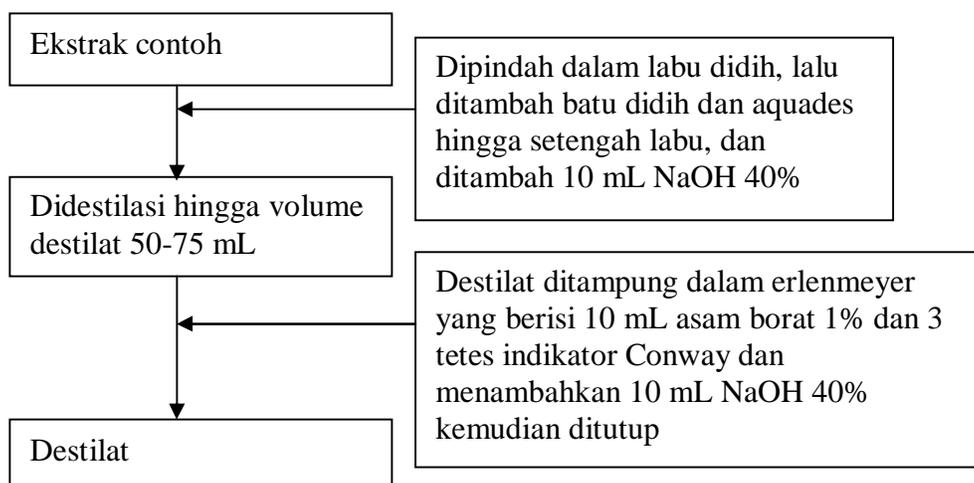


2. Alur kerja analisis N-total

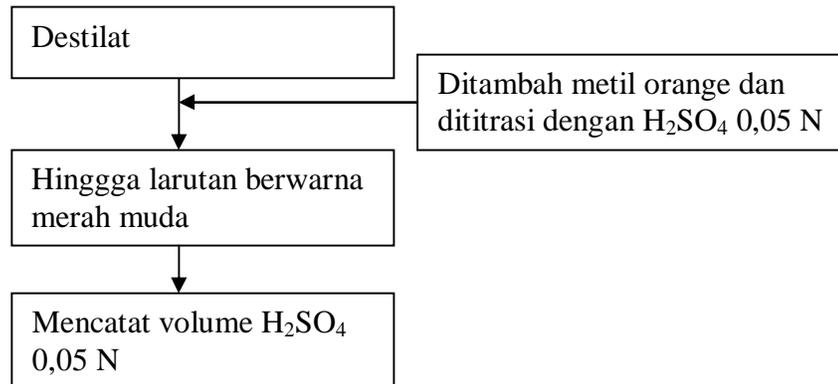
2.1 Dekstruksi contoh



2.2 Destilasi contoh

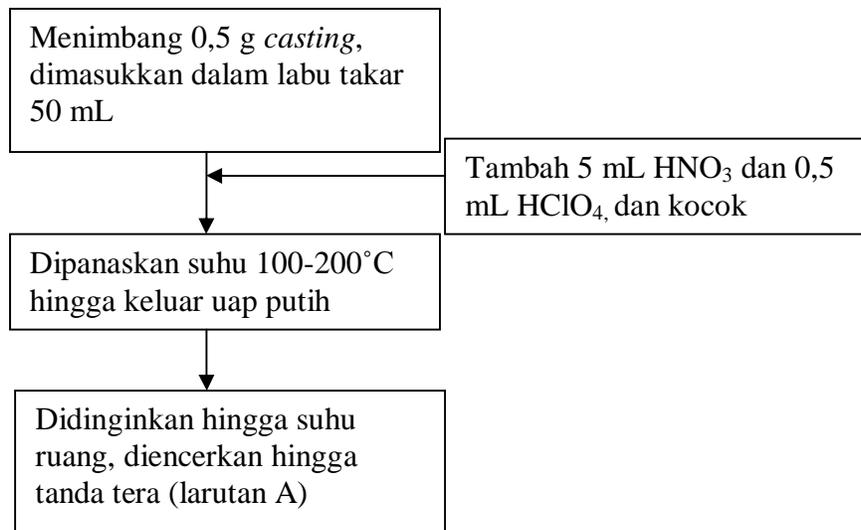


2.3 Pengukuran kadar ammonia

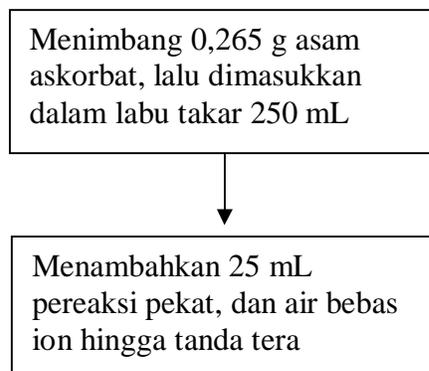


3. Alur kerja analisis P

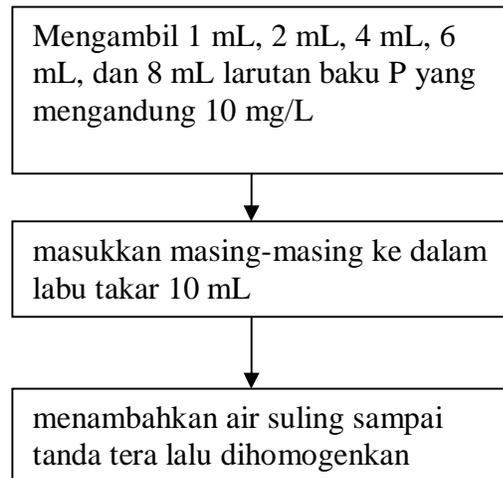
3.1 Persiapan contoh uji



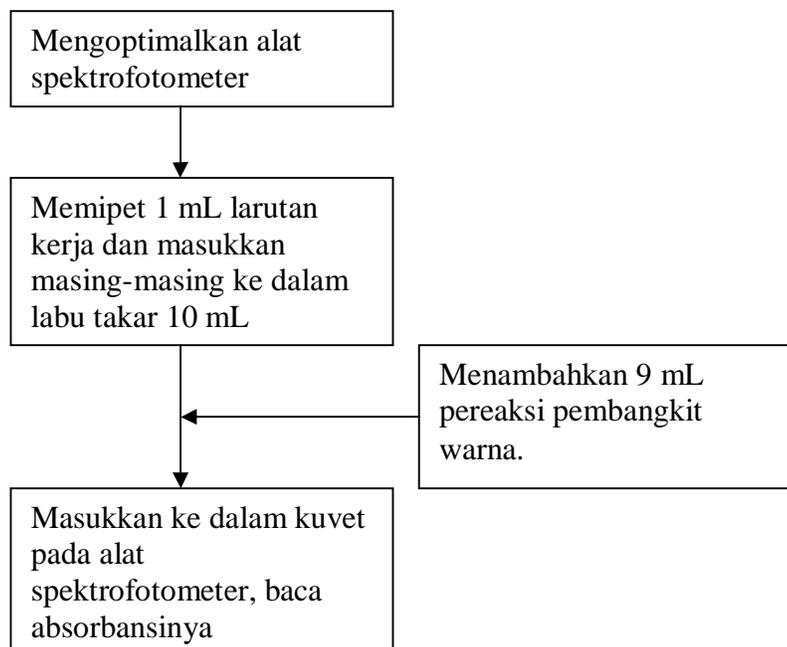
3.2 Pembuatan pereaksi pembangkit warna



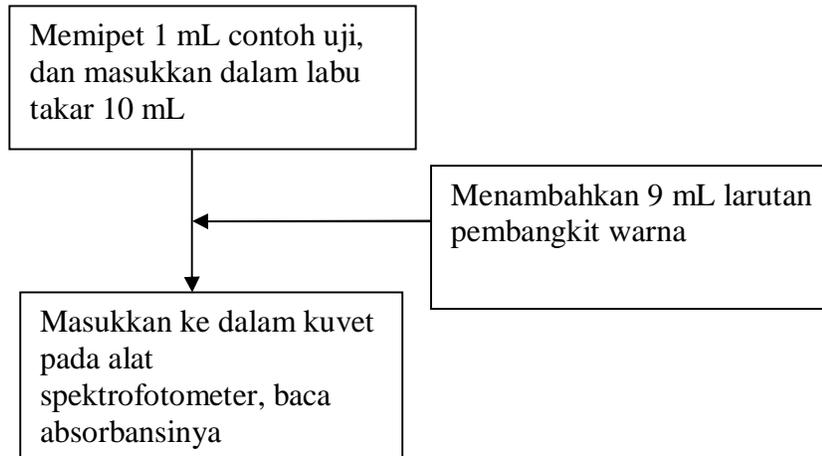
3.3 Pembuatan larutan kerja P



3.4 Pembuatan kurva kalibrasi

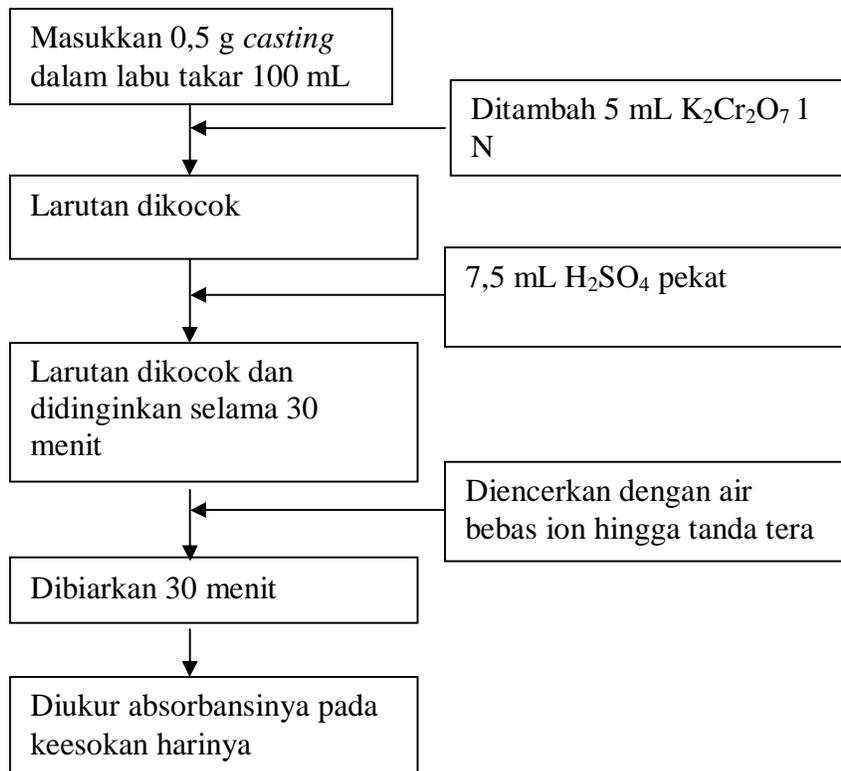


3.5 Prosedur

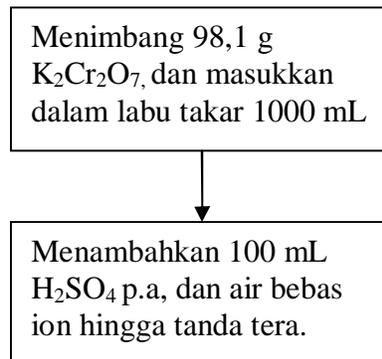


4. Alur kerja analisis C-organik

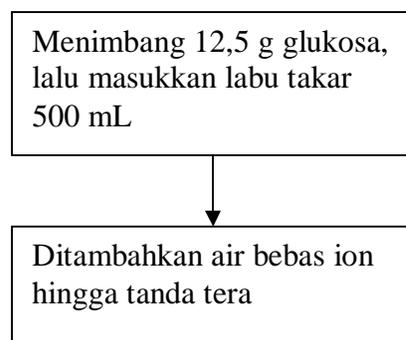
4.1 Persiapan contoh



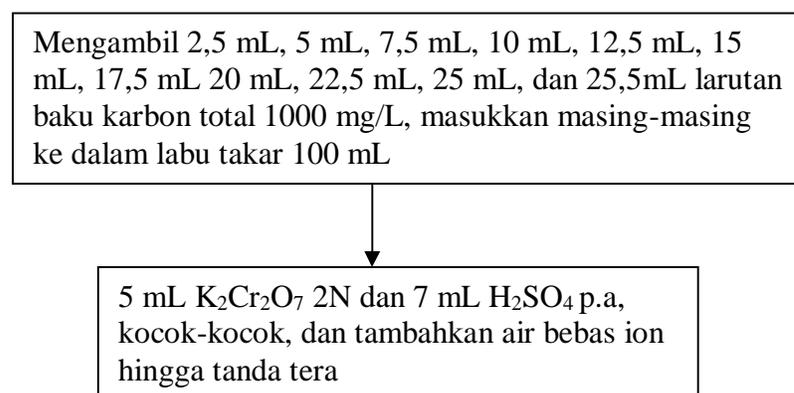
4.2 Pembuatan larutan $K_2Cr_2O_7$ 2N



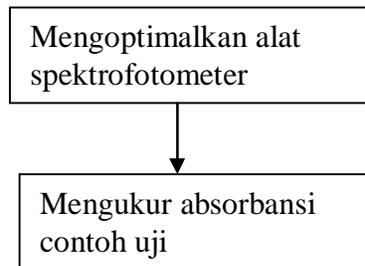
4.3 Pembuatan larutan induk 5000 mg/L C



4.4 Pembuatan larutan kerja C



4.5 Pengukuran kandungan C total dan kurva kalibrasi



Lampiran 2

Analisis Kadar N-total

1. Cara perhitungan kadar N

Tabel 9. Volume titran

Kode	Volume titran		
	N organic	N-NH ₄	N-NO ₃
B2M1-R	7,7	1,62	2,45
B2M1-P	8	1,52	1,59
B2M2-P	9,43	1,42	1,52
B1M1-P	9,3	1,99	1,29
B1M2-R	11,7	0,99	1,00
B1M2-P	10	0,99	1,11
B2M2-R	11,5	0,98	1,17
B1M1-R	10,53	2,96	2,43

kemudian menghitung kadar N-org, N-NH₄, N-NO₃ dengan rumus :

$$\text{Kadar N (\%)} = (A \text{ ml} - A1 \text{ ml}) \times 0,05 \times 14 \times 100 \text{ mg contoh-1} \times \text{fk}$$

$$\text{Kadar N-NH}_4 \text{ (\%)} = (B \text{ ml} - B1 \text{ ml}) \times 0,05 \times 14 \times 100 \text{ mg contoh-1} \times \text{fk}$$

$$\text{Kadar N-NO}_3 \text{ (\%)} = (C \text{ ml} - C1 \text{ ml}) \times 0,05 \times 14 \times 100 \text{ mg contoh-1} \times \text{fk}$$

$$\text{Kadar N- organik (\%)} = (\text{kadar N-organik dan N-NH}_4) - \text{kadar N-NH}_4$$

Keterangan:

A mL = mL titran untuk contoh (N-org + N-NH₄)

A1 mL = mL titran untuk blanko (N-org + N-NH₄)

B mL = mL titran untuk contoh (N-NH₄)

B1 mL = mL titran untuk blanko (N-NH₄)

C mL = mL titran untuk contoh (N-NO₃)

C1 mL = mL titran untuk blanko (N-NO₃)

14 = bobot setara N

fk = faktor koreksi kadar air = 100/(100 – % kadar air)

Tabel 10. Kadar N-org, N-NH₄, N-NO₃

Kode	Kadar		
	N organic	N-NH ₄	N-NO ₃
B5M2-R	1,79	0,11	0,26
B5M2-P	1,89	0,10	0,14
B5M6P	1,88	0,06	0,10
B3M2-P	1,78	0,12	0,08
B3M6-R	2,13	0,02	0,04
B3M6-P	2,07	0,02	0,06
B5M6-R	2,43	0,02	0,07
B3M2-R	2,01	0,22	0,19

Setelah diketahui kadar N-org, N-NH₄, N-NO₃, kemudian menghitung kadar N-total

dengan rumus

Kadar N-total (%) = kadar N-organik + N-NH₄ + N-NO₃

Tabel 11. Hasil analisis N-total sebelum dimakan cacing

Kode	N-total
M1	1,8
M2	1,93

Keterangan :

M1 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:2)

M2 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:4)

Tabel 12. Hasil analisis N-total setelah dimakan cacing dengan variasi jumlah cacing

Kode	N-total
B1M1-R	2,43
B1M1-P	1,99
B1M2-R	2,2
B1M2-P	2,17
B2M1-R	2,18
B2M1-P	2,14
B2M2-R	2,53
B2M2-P	2,06

Keterangan :

B1M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B1M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B1M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B1M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

B2M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B2M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B2M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B2M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

Lampiran 3

Analisis Kadar P

1. Cara perhitungan kadar P

Perhitungan deret standar menggunakan rumus $M_1V_1 = M_2V_2$, sebagai salah satu contoh dalam pembuatan larutan standar P 10 ppm.

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$100V_1 = 10 \times 50$$

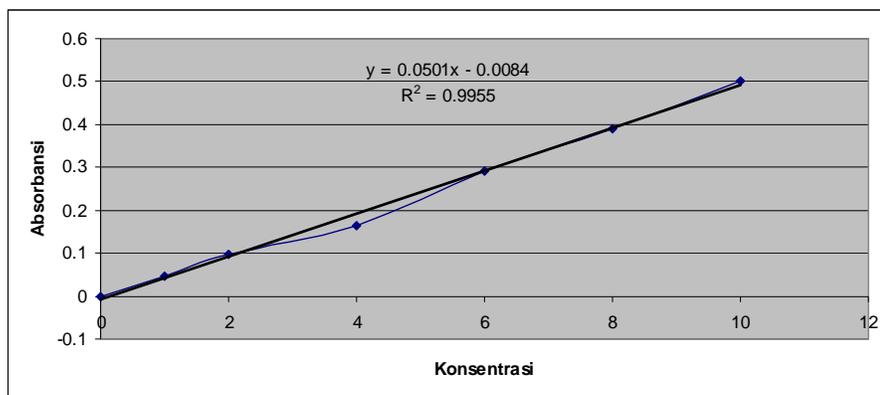
$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengukuran kadar P

Tabel 13. Hasil absorbansi deret standar P

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
1	0.0455
2	0.0975
4	0.165
6	0.2925
8	0.3915
10	0.5025

Dari deret standar di atas dapat dibuat kurva kalibrasi yang dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Kurva kalibrasi P

Menggunakan persamaan regresi linier untuk menghitung konsentrasi P dalam tiap-tiap contoh.

$$Y = 0.0501x - 0.0084$$

Keterangan :

Y = absorbansi

X = konsentrasi

$X = (Y + 0.0084) / 0.0501$

Tabel 14. Hasil absorbansi dan konsentrasi P pada makanan cacing

Kode	Absorbansi	Konsentrasi
M1	0,148	3,131
M2	0,187	3,9

Tabel 15. Hasil absorbansi dan konsentrasi P pada *casting*

Kode	Absorbansi	Konsentrasi
B1M1-P	0,155	3,261
B1M1-R	0,169	3,55
B1M2-R	0,19	3,96
B1M2-P	0,202	4,209
B2M1-R	0,127	2,712
B2M1-P	0,124	2,642
B2M2-P	0,193	4,029
B2M2-R	0,194	4,039

Dari konsentrasi yang didapat di atas digunakan untuk menghitung kadar P (%) dengan rumus :

$P (\%) = \text{konsentrasi} \times (\text{mL ekstrak}/1000 \text{ mL}) \times (100/\text{mg contoh}) \times \text{fp} \times (31/95) \times \text{fk}$

Tabel 16. Kadar P (%) sebelum dimakan cacing

Kode	Kadar P (%)
M1	0,309
M2	0,377

Keterangan :

M1 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:2)

M2 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:4)

Tabel 17. Kadar P (%) setelah dimakan cacing dengan variasi jumlah cacing

Kode	Kadar P (%)
B1M1-P	0,313

B1M1-R	0,352
B1M2-R	0,406
B1M2-P	0,378
B2M1-R	0,342
B2M1-P	0,325
B2M2-P	0,384
B2M2-R	0,412

Keterangan:

B1M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B1M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B1M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B1M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

B2M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B2M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B2M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B2M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

Lampiran 4

Analisis Kadar C

1. Pembuatan larutan induk dan standar C

Pembuatan larutan induk C 5000 ppm

12.505 g glukosa dalam 1000 mL air bebas ion

Pembuatan larutan standar C 1000 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 5000 = 500 \cdot 1000$$

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

Mengambil 100 mL larutan induk 5000 ppm C ke dalam labu takar 500 mL,

kemudian ditambah air hingga tanda tera. Seperti halnya dalam pembuatan deret

standar C 25 ppm dengan menggunakan rumus $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 100 \cdot 25$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

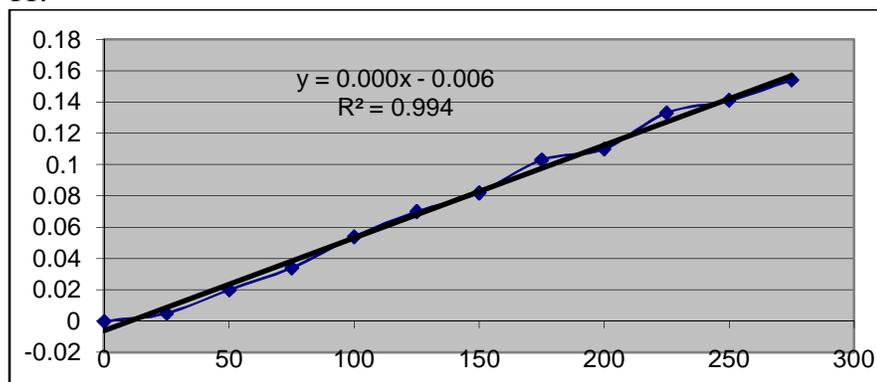
Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengukuran kadar C

Tabel 18. Absorbansi deret standar C

Konsentrasi	Absorbansi
0	0
25	0,005
50	0,02
75	0,034
100	0,054
125	0,07

150	0,082
175	0,103
200	0,11
225	0,133
250	0,141
275	0,154

Dari deret standar di atas dapat dibuat kurva kalibrasi yang dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Kurva kalibrasi C

Cara perhitungan kadar C

Menggunakan persamaan regresi linier untuk menghitung konsentrasi C-organik dalam tiap-tiap contoh.

$$Y = 0.0006x - 0.0062$$

Keterangan :

Y = absorbansi

X = konsentrasi

$$X = (Y + 0.0062) / 0.0006$$

Tabel 19. Konsentrasi C-organik sebelum dimakan cacing

Kode	Absorbansi	Konsentrasi
M1	0,019	42
M2	0,017	38,66

Tabel 20. Konsentrasi C-organik setelah dimakan cacing

dengan variasi jumlah cacing

Kode	Absorbansi	Konsentrasi
B1M1-R	0,01	27
B1M1-P	0,006	20,33
B1M2-R	0,01	27
B1M2-P	0,009	25,33
B2M1-R	0,008	23,66
B2M1-P	0,012	30,33
B2M2-R	0,007	22
B2M2-P	0,005	18,66

Dari konsentrasi yang didapat di atas digunakan untuk menghitung kadar C-organik (%) dengan rumus :

$$\text{C-organik (\%)} = \text{konsentrasi} \times (100/\text{mg contoh}) \times \text{fk}$$

Tabel 21. Kadar C-organik sebelum dimakan cacing

Kode	Kadar C-organik
	(%)
M1	60,459
M2	65,442

Keterangan :

M1 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:2)

M2 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:4)

Tabel 22. Kadar C-organik setelah dimakan cacing dengan variasi jumlah cacing

Kode	Kadar C-organik (%)
B1M1-R	41,62
B1M1-P	30,32
B1M2-R	38,93
B1M2-P	40,89
B2M1-R	36,22
B2M1-P	50,17
B2M2-R	35,69
B2M2-P	28,04

Keterangan:

B1M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B1M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B1M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B1M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*
B2M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*
B2M1-P= hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*
B2M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*
B2M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

Lampiran 5

Kalkulasi rasio C/N

Tabel 23. Hasil C/N rasio sebelum dimakan cacing

Kode	C/N rasio
M1	33,51
M2	33,79

Keterangan :

M1 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:2)

M2 = makanan campuran tikar pandan, pelepah pisang, dan *sludge* (1:1:4)

Tabel 24. Hasil rasio C/N setelah dimakan cacing dengan variasi jumlah cacing

Kode	C/N rasio
B1M1-R	17,083
B1M1-P	15,167
B1M2-R	17,633
B1M2-P	18,802
B2M1-R	16,605
B2M1-P	23,344
B2M2-R	14,084
B2M2-P	13,583

Keterangan:

B1M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B1M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B1M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B1M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*

B2M1-R = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Lumbricus*

B2M1-P = hasil vermikompos makanan M1 oleh cacing *Pheretema*

B2M2-R = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Lumbricus*

B2M2-P = hasil vermikompos makanan M2 oleh cacing *Pheretema*