

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PARAMETER FISIK DAN KIMIA KOMPOS
DENGAN *MEALWORM* (*Tenebrio molitor*) PADA SAMPAH
SAYUR DAN SAMPAH DAUN KERING**

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



SALSABILA DYAH MAHARANI

18513226

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

2022

TUGAS AKHIR

ANALISIS PARAMETER FISIK DAN KIMIA KOMPOS DENGAN *MEALWORM* (*Tenebrio molitor*) PADA SAMPAH SAYUR DAN SAMPAH DAUN KERING

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



Disusun Oleh :
SALSABILA DYAH MAHARANI
18513226

Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D

NIP 155130507

Tanggal : 24 Oktober 2022

Dosen Pembimbing II

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech, Ph.D

NIP 155130505

Tanggal : 25 Oktober 2022

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr.Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng

NIP 095130403

Tanggal : 25 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PARAMETER FISIK DAN KIMIA KOMPOS
DENGAN *MEALWORM* (*Tenebrio molitor*) PADA SAMPAH
SAYUR DAN SAMPAH DAUN KERING**

Hari: Selasa

Tanggal: 25 Oktober 2022

Disusun Oleh:

SALSABILA DYAH MAHARANI

18513226

Tim Penguji:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

()

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech, Ph.D.

()

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

()

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.
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, 25 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Salsabila Dyah Maharani

NIM: 18513226

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Parameter Fisik dan Kimia Kompos Dengan *Mealworm (Tenebrio molitor)* Pada Sampah Sayur dan Sampah Daun Kering”. Penulisan laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan, penulis tak terlepas dari dukungan banyak pihak yang turut mendukung dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Mukhlis A. dan Ibu Nuratis selaku orang tua dari penulis yang sangat penulis sayangi. Terimakasih atas dukungan dan doa yang tak pernah henti diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa berada di titik ini, serta Athalla Bintang selaku adik dari penulis yang telah memberikan dukungan dan menghibur penulis selama menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
4. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan kepada penulis.
5. Para Dosen di Fakultas Teknik Lingkungan UII yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Teman – teman satu topik Tugas Akhir yaitu Raehal Andjani, Fadhilla Auni dan Vicky Alam yang telah membantu penulis selama penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.

7. Teman – teman yang berada dalam grup Bracelaif dan OYO yang telah membantu serta memberi dukungan kepada penulis.
8. Teman – teman Teknik Lingkungan 2018, yang telah memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
9. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan, karena telah mendukung penulis selama menempuh perkuliahan di Teknik Lingkungan UII.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk menjadikan Tugas Akhir ini lebih baik serta Penulis juga meminta maaf kepada pihak-pihak secara langsung maupun tidak langsung yang terlibat apabila terdapat ucapan maupun tindakan yang kurang berkenan.

Yogyakarta, 25 Oktober 2022



Penulis



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

SALSABILA DYAH MAHARANI. Analisis Parameter Fisik dan Kimia Kompos dengan *Mealworm (Tenebrio molitor)* pada Sampah Sayur dan Sampah Daun Kering. Dibimbing Oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D dan Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech, Ph.D.

Permasalahan pengelolaan sampah masih menjadi persoalan yang belum menemukan solusi. Dilihat dari banyaknya timbulan sampah dengan kategori sampah organik, terdapat peluang yang dapat dilakukan untuk mengolah sampah organik agar menjadi kompos. Banyaknya teknologi yang telah diaplikasikan dalam berbagai metode pembuatan kompos, penggunaan *Mealworm (Tenebrio molitor)* sebagai alternatif pengolahan. Pada penelitian ini memiliki tujuan yakni mengetahui laju konsumsi umpan, kandungan kompos yang dihasilkan berupa parameter fisik dan kimia dengan pemberian umpan yang berbeda dan dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Penelitian dilakukan selama 25 hari dengan menggunakan empat buah reaktor yang diberi jenis sampah berbeda dengan massa umpan yang diberikan pada reaktor adalah 200 gram. Penelitian menganalisa konsumsi umpan, berat ulat, kadar air, pH, temperatur dan suhu serta kandungan P, K dan Rasio C/N. Hasil penelitian menunjukkan laju konsumsi umpan yang meningkat. Nilai kadar air, temperatur, warna telah sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Untuk pH pada minggu ke 1 dan 2 diperoleh hasil yakni berada pada range 8-9 dan tidak sesuai dengan SNI. Hasil kandungan kompos dengan parameter P dan Rasio C/N belum sesuai dengan standar baku mutu, sedangkan untuk K hasil yang diperoleh sesuai dengan SNI. Dimana nilai P yang diperoleh berkisar pada 0,0007 - 0,0032%; nilai K berkisar pada 26 - 45% dan nilai Rasio C/N berkisar pada 0,55 - 1,99.

Kata Kunci: *Mealworm (Tenebrio molitor)*, pengomposan, sampah sayur, sampah daun kering

ABSTRACT

SALSABILA DYAH MAHARANI. *Analysis of Physical and Chemical Parameters Compost with Mealworm (Tenebrio molitor) on Vegetable Waste and Dried Leaf Garbage. Supervised by Fajri Mulya Iresha, ST, MT, Ph.D and Mrs. Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech, Ph.D.*

The problem of waste management is still a problem that has not found a solution. The number of technologies that have been applied in various methods of composting, the use of Mealworm (Tenebrio molitor) as an alternative processing. This study has the aim of knowing the rate of feed consumption, the content of the compost produced in the form of physical and chemical parameters with different feeds and compared with SNI 19-7030-2004 regarding compost specifications from domestic organic waste. The research was conducted for 25 days using four reactors which were given different types of waste with a mass of feed given to the reactor was 200 grams. The study analyzed feed consumption, caterpillar weight, water content, pH, temperature and temperature as well as P, K and C/N ratios. The results showed an increased feed consumption rate. The value of water content, temperature, and color is compatible with SNI 19-7030-2004. For pH at weeks 1 and 2, the results were in the range of 8-9 and not compatible with SNI. The results of the compost content with parameters P and C/N ratio are not compatible with standard quality, while for K the results are compatible with SNI. Where the P value obtained ranges from 0.0007 - 0.0032%; K values ranged from 26 - 45% and C/N Ratio values ranged from 0.55 - 1.99

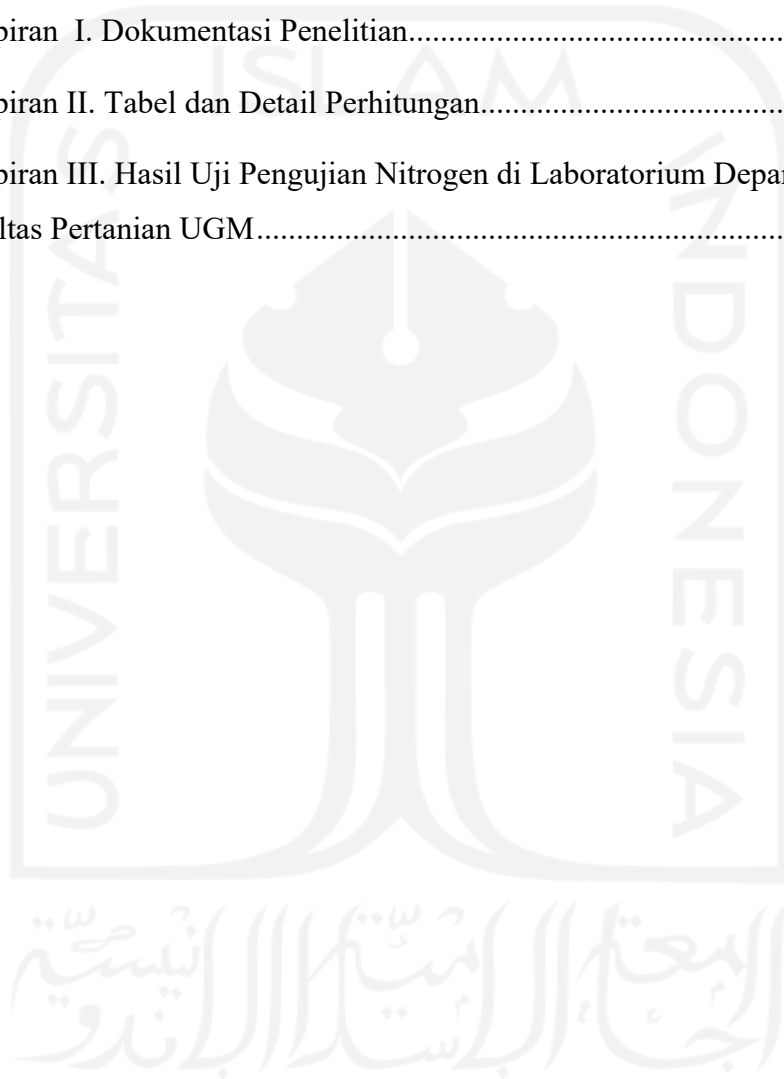
Keywords: *Mealworm (Tenebrio molitor), Composting, Vegetable Waste, Dried Leaves Waste*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sampah	5
2.2 Sampah Organik	5
2.3 Biokonversi	6
2.4 Kompos	7
2.4.1 Parameter Fisik Kompos	8
2.4.2 Parameter Kimia Kompos	9
2.5 Mealworm atau Ulat Hongkong	10
2.6 Penelitian Terdahulu	11

BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Kerangka Penelitian	13
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.4 Jenis dan Variabel Penelitian	14
3.5 Tahapan Penelitian.....	15
3.5.1 Pengambilan Sampah.....	16
3.5.2 Pembuatan Reaktor dan Fermentasi.....	18
3.6 Metode Analisis	19
3.6.1 Konsumsi Umpan.....	19
3.6.2 Parameter Fisik Kompos.....	19
3.6.3 Parameter Kimia Kompos.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Konsumsi Umpan Mealworm.....	25
4.2 Berat Ulat dan Berat Kompos	26
4.3 Suhu Reaktor.....	28
4.4 Parameter Fisik Kompos.....	29
4.4.1 Temperatur Kompos.....	29
4.4.2 Kadar Air Kompos	30
4.4.3 Warna Kompos.....	32
4.5 Parameter Kimia Kompos.....	33
4.5.1 pH (Derajat Keasaman) Kompos	34
4.5.2 Phospor Kompos	35
4.5.3 Rasio C/N Kompos	37
4.5.4 Kalium Kompos	39
4.6 Perbandingan Reaktor	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46

5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN.....		54
Lampiran I. Dokumentasi Penelitian.....		54
Lampiran II. Tabel dan Detail Perhitungan.....		63
Lampiran III. Hasil Uji Pengujian Nitrogen di Laboratorium Departemen Tanah Fakultas Pertanian UGM.....		69



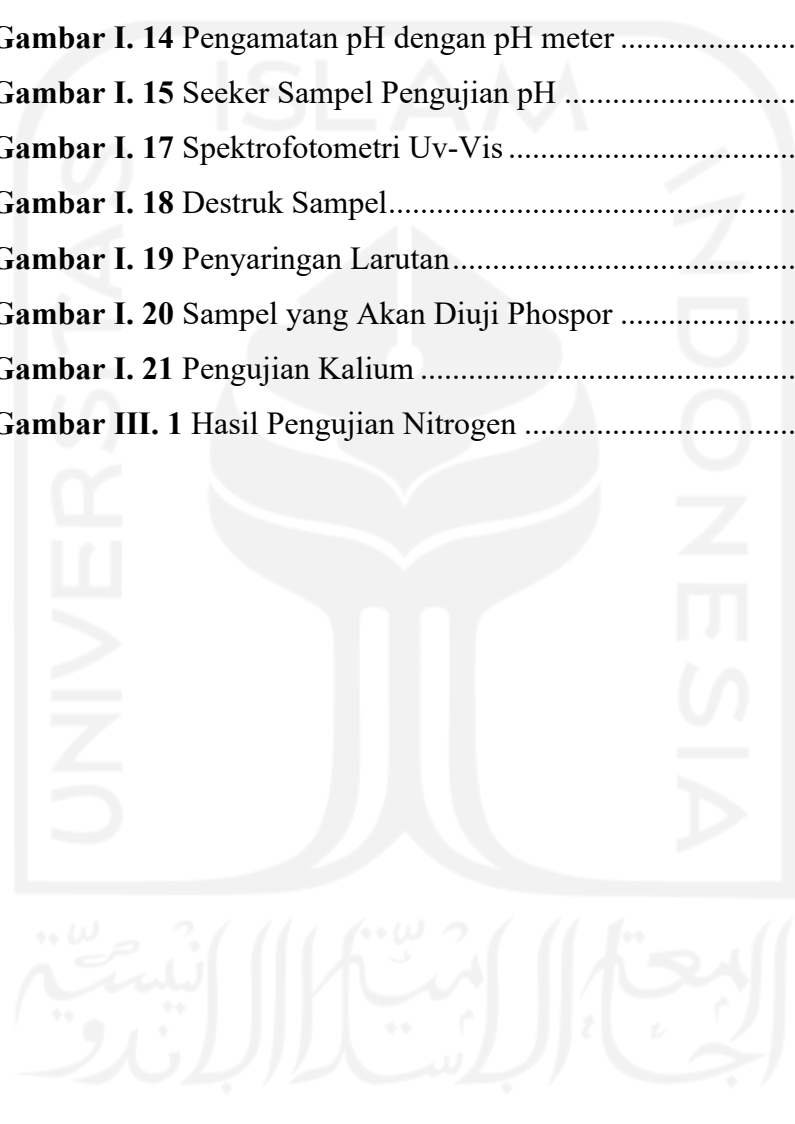
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Fisik Kompos.....	8
Tabel 2. 2 Parameter Kimia Kompos.....	9
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Perbandingan Pakan.....	15
Tabel 3. 2 Nilai Kadar Air Bahan Pakan	18
Tabel 3. 3 Metode dan Waktu Pengujian Parameter.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Warna Selama 5 Minggu Setiap Reaktor....	32
Tabel 4. 2 Nilai Pengamatan Phospor Kompos Setiap Reaktor.....	36
Tabel 4. 3 Nilai Pengamatan Kalium Kompos Setiap Reaktor.....	40
Tabel 4. 4 Perbandingan Parameter Fisik dengan SNI 19-7030-2004.....	42
Tabel 4. 5 Perbandingan Parameter Kimia dengan SNI 19-7030-2004.....	43
Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan SNI 19-7030-2004 dengan Reaktor 1	45
Tabel 4. 7 Hasil Perbandingan SNI 19-7030-2004 dengan Reaktor 2.....	45
Tabel II. 1 Nilai Pengamatan Suhu Reaktor	63
Tabel II. 2 Nilai Pengamatan pH.....	63
Tabel II. 3 Nilai Pengamatan Kadar Air.....	64
Tabel II. 4 Nilai Pengamatan Kadar Air Bahan Pakan.....	65
Tabel II. 5 Nilai Pengamatan Berat Kompos.....	65
Tabel II. 6 Nilai Pengamatan Konsumsi Umpan.....	66
Tabel II. 7 Nilai Pengamatan Berat Ulat	66
Tabel II. 8 Konsentrasi Nilai Phospor	67
Tabel II. 9 Konsentrasi Kalium	67
Tabel II. 10 Konsentrasi C Organik	67
Tabel II. 11 Konsentrasi Rasio C/N	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3. 2	Proses Pengambilan Sampah Sayur	17
Gambar 3. 3	Proses Pengambilan Sampah di Toko	17
Gambar 3. 4	Jenis Bahan Pakan.....	19
Gambar 3. 6	Diagram Alir Pengujian Kadar Air	20
Gambar 4. 1	Diagram Alir Pengujian pH	21
Gambar 4. 2	Perubahan Nilai Konsumsi Umpan Setiap Reaktor	26
Gambar 4. 3	Perubahan Nilai Berat Ulat Setiap Reaktor.....	27
Gambar 4. 4	Perubahan Nilai Berat Kompos Setiap Reaktor	28
Gambar 4. 5	Perubahan Nilai Suhu Reaktor Selama 5 Hari Setiap Reaktor	29
Gambar 4. 6	Perubahan Nilai Temperatur Kompos Selama 5 Minggu Setiap Reaktor	30
Gambar 4. 7	Perubahan Nilai Kadar Air Selama 5 Minggu Setiap Reaktor	31
Gambar 4. 8	Warna Kompos Setiap Reaktor.....	33
Gambar 4. 9	Perubahan Nilai pH Selama 5 Minggu Setiap Reaktor.....	34
Gambar 4. 10	Hasil Pengujian Phospor Kompos Setaip Reaktor	37
Gambar 4. 11	Hasil Pengujian C-Organik Kompos Setaip Reaktor.....	38
Gambar 4. 12	Hasil Pengujian Nitrogen Kompos Setaip Reaktor.....	39
Gambar 4. 13	Hasil Pengujian Rasio C/N Kompos Setaip Reaktor	39
Gambar 4. 14	Hasil Pengujian Kalium Kompos Setaip Reaktor	41
Gambar I. 1	Kondisi Peternakan GG Farm's.....	54
Gambar I. 3	Lokasi Pengamatan.....	54
Gambar I. 4	Toko Sayur Segar	55
Gambar I. 5	Toko Sayur Laris Manis	55
Gambar I. 6	Proses Pengambilan Sampah.....	56
Gambar I. 7	Pengamatan Suhu pada Hari ke-5.....	56
Gambar I. 8	Desikator.....	57

Gambar I. 9 Oven.....	57
Gambar I. 10 Penimbangan Sampel di Timbangan Analitik	58
Gambar I. 11 Penimbangan Sampel Sesudah di Oven	58
Gambar I. 12 Penimbangan Berat Ulat.....	58
Gambar I. 13 Hasil Warna Kompos.....	59
Gambar I. 14 Pengamatan pH dengan pH meter	59
Gambar I. 15 Seeker Sampel Pengujian pH	60
Gambar I. 17 Spektrofotometri Uv-Vis	60
Gambar I. 18 Destruk Sampel.....	61
Gambar I. 19 Penyaringan Larutan.....	61
Gambar I. 20 Sampel yang Akan Diuji Phospor	62
Gambar I. 21 Pengujian Kalium	62
Gambar III. 1 Hasil Pengujian Nitrogen	69



NOTASI DAN SINGKATAN

P = Phosfor

C = Karbon

N = Nitrogen

K = Kalium

SNI = Standar Nasional Indonesia

EM4 = *Effective Microorganism 4*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan akan sampah di Indonesia masih menjadi persoalan yang belum menemukan solusi tepat. Menurut Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008 sampah merupakan bahan sisa yang berasal dari seluruh kegiatan manusia setiap hari yang berbentuk padat dimana dapat mempengaruhi pola konsumsi terhadap jenis, volume dan karakteristik dari sampah tersebut. Dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya menimbulkan volume sampah semakin banyak yang dihasilkan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2020 timbulan sampah yang ada di Provinsi DI Yogyakarta mencapai 2.385.945 m³/hari.

Setiap tahunnya jumlah sampah yang disetorkan ke tempat pembuangan akhir (TPA) terus mengalami peningkatan. Dikarenakan sampah yang dihasilkan oleh masing-masing keluarga langsung dibuang tanpa adanya pengelolaan maupun pengolahan sampah terlebih dahulu. Sampah dapat dikategorikan menjadi 2 jenis antara lain sampah organik dan sampah anorganik. Sampah yang dapat dengan mudah diurai oleh mikroorganisme adalah sampah organik sedangkan sampah yang sulit untuk diurai oleh mikroorganisme adalah sampah anorganik. Menurut Hariyanto (2014) volume sampah organik yang ada di lingkungan lebih besar dibandingkan dengan volume sampah anorganik. Hal ini menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar, tanah sekitar pembuangan akhir tercemar oleh air lindi yang mengandung bahan kimia berbahaya, pencemaran udara karena kegiatan pembakaran sampah serta tercemarnya sungai yang akan berdampak bagi biota didalamnya.

Dilihat dari banyaknya timbulan sampah dengan kategori sampah organik, terdapat peluang yang dapat dilakukan untuk mengolah sampah organik agar menjadi kompos. Banyaknya teknologi yang telah diaplikasikan dalam berbagai metode pembuatan kompos mulai dari yang sederhana sampai yang rumit. Namun

penggunaan *Mealworm (Tenebrio molitor)* sebagai alternatif pengolahan nampaknya masih jarang ditemukan. Padahal pengaplikasian *Mealworm (Tenebrio molitor)* dalam pembuatan kompos cukup sederhana dan tidak memerlukan lahan yang luas.

Mealworm atau yang biasa disebut ulat hongkong merupakan larva yang berasal dari *Tenebrio molitor*. *Mealworm* juga memiliki beberapa fase hidup seperti layaknya serangga pada umumnya, fase pertama adalah telur, kemudian menetas dan menjadi larva, setelah itu pupa atau kepompong dan fase akhir adalah serangga. Pada umumnya mealworm bisa dipanen saat berumur 50 sampai 60 hari dari menetas (Haryanto, 2013). *Mealworm* betina dapat bertelur sampai 500 butir dengan suhu optimal mencapai 25°C - 27°C, dimana perkembangannya berlangsung selama 4 – 6 hari. Apabila suhu mengalami peningkatan, penetasan telur akan berlangsung lebih cepat (Siemianowska, 2013).

Di Indonesia, mealworm dimanfaatkan sebagai pakan hewan ternak seperti ayam, ikan dan burung. Ulat ini merupakan sumber pakan yang memiliki nilai gizi tinggi dan tingkat kontaminan yang rendah. Ulat ini pada umumnya memiliki kandungan lemak yang tinggi sekitar 10%-30% (Kroncke *et al.*, 2019). Hal ini membuat peminatan akan *Mealworm* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Berdasarkan survey yang telah dilakukan, kebutuhan akan *Mealworm* untuk wilayah Jabodetabek sebesar 73 ton/bulan yang dirinci mulai dari kebutuhan akan *Mealworm* di Jakarta sebesar 20 ton/bulan, Bogor 12 ton/bulan, Depok dan Tangerang 13 ton/bulan, dan yang terakhir Bekasi sebesar 15 ton/bulan (Yusdira *et al.*, 2016).

Dilihat dari permasalahan tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Parameter Fisik dan Kimia Kompos Dengan *Mealworm (Tenebrio molitor)* Pada Sampah Sayur dan Sampah Daun Kering”. Dalam penelitian ini sampah sayur yang digunakan berasal dari beberapa toko sayur yang berada di Desa Umbulmartani, Sleman, Yogyakarta dan sampah daun kering disekitar Kampus FTSP UII. Hal ini dipertimbangkan karena pada dua lokasi tersebut menghasilkan sampah organik yang cukup banyak dan belum adanya pengolahan terhadap sampah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana konsumsi umpan *Mealworm (Tenebrio molitor)* yang telah diberi sampah sayur dan sampah daun kering ?
2. Apakah parameter fisik (temperature, kadar air dan warna) kompos yang telah diberi perlakuan oleh *Mealworm (Tenebrio molitor)* sudah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 ?
3. Apakah parameter kimia (pH, fosfor, kalium dan Rasio C/N) kompos yang telah diberi perlakuan oleh *Mealworm (Tenebrio molitor)* sudah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Melakukan analisa terhadap konsumsi umpan *Mealworm (Tenebrio molitor)*.
2. Menganalisis parameter fisik (temperature, kadar air dan warna) kompos yang telah diberikan perlakuan oleh *Mealworm (Tenebrio molitor)* serta membandingkan dengan SNI 19-7030-2004.
3. Menganalisis parameter kimia (pH, fosfor, kalium, dan Rasio C//N) dari kompos yang telah diberikan perlakuan oleh *Mealworm (Tenebrio molitor)* serta membandingkannya dengan SNI 19-7030-2004.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menjadi alternatif dalam pengolahan sampah organik secara sederhana yang tidak memerlukan tempat yang luas dan biaya yang tinggi.
2. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai cara mereduksi sampah organik yang diberikan perlakuan oleh *Mealworm (Tenebrio molitor)* dengan pakan sampah organik.
3. Mengetahui nilai ekonomis yang dihasilkan berupa kompos dan *Mealworm (Tenebrio molitor)*.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian terhadap *Mealworm (Tenebrio molitor)* yang dilakukan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Jenis sampah yang digunakan adalah sampah organik yaitu sampah sayur yang berasal dari Toko Laris Manis, Toko Sayur Segar dan Toko Segar Jaya yang berada di Desa Umbulmartani, Sleman dan sampah daun kering yang berasal dari sekitar area Kampus FTSP UII.
3. Analisis konsumsi umpan.
4. Parameter uji yang diamati selama penelitian adalah parameter fisik (temperatur, kadar air dan warna) dan parameter kimia (pH, phosfor, kalium dan Rasio C/N).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Menurut UU RI No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Kemudian jika dilihat dari bentuknya sampah ada yang berupa sampah padat dan cair. Secara umum sampah dibedakan menjadi dua jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Dari kedua jenis tersebut memiliki keuntungannya masing-masing serta dampak dari sampah tersebut.

Menurut Afriansyah *et al* (2020) Sampah merupakan sisa bahan yang sudah tidak memiliki nilai baik dari manfaat dan segi ekonomis. Sumber sampah yang ada dikelompokkan terbagi menjadi tiga macam sebagai berikut:

- a) Sampah pertanian, yaitu sampah yang bersumber dari aktivitas pertanian atau perkebunan. Sampah pertanian jenisnya beragam ada yang tergolong bahan organik dan bahan kimia. Contoh sampah pertanian yang tergolong bahan organik yaitu sekam padi dan sejenisnya. Untuk sampah bahan kimia yaitu pestisida dan sejenisnya.
- b) Sampah pemukiman. Sampah pemukiman merupakan sampah yang berasal dari seluruh kegiatan rumah tangga, sampah jenis ini meliputi sampah sisa sayuran, buah, sisa makanan, baju, dan lain-lain.
- c) Sampah industri. Salah satu sumber sampah yang dihasilkan karena adanya kegiatan proses produksi. Salah satu contoh dari sampah industri yaitu bahan-bahan kimia yang digunakan untuk mendukung kegiatan produksi.

2.2 Sampah Organik

Kelompok sampah yang dihasilkan oleh manusia dengan jenis yang mudah terurai dengan contoh seperti sayur-mayur, buah-buahan dan hewan yang disebut dengan sampah organik (Taufiq A, 2015). Pada prosesnya sampah organik akan mengalami pembusukan yang dibantu oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam penguraian beragam seperti jamur dan bakteri.

Sampah organik adalah sampah yang akan busuk dengan sendirinya. Saat proses pembusukan berlangsung sampah organik akan mengeluarkan bau yang tidak sedap dan sangat menyengat. Namun sampah organik memiliki banyak keuntungan dimana tanah yang digunakan sebagai lokasi pembusukan akan mengalami tingkat kesuburan yang meningkat. Selain itu hasil dari sampah organik berupa kompos, dimana kompos memiliki nilai jual yang akan digunakan sebagai pupuk pada tanaman (Sunarsih E, 2014).

Sampah organik merupakan sampah yang bersumber dari makhluk hidup yang mudah terurai oleh mikroba. Sebagian besar sampah organik bersumber dari sampah rumah tangga. Dampak yang timbul dari jenis ini salah satunya adalah bau busuk yang menyengat, hal ini terjadi karena adanya gas yang dikeluarkan saat proses pembusukan berlangsung (Maghfiroh A R, 2016).

2.3 Biokonversi

Biokonversi merupakan suatu proses yang melibatkan mikroorganisme untuk mengurai sampah organik menjadi sebuah produk yang lebih bernilai. Produk yang dihasilkan biasanya dapat berupa pupuk kompos. Kegiatan ini bisa dilakukan dengan beberapa cara seperti proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses mendapatkan energi yang dihasilkan dari aktivitas mikroba dengan memecah substrat untuk keperluan pertumbuhannya (Setyobudi, 2020).

Menurut Newton *et al* (2005) yang dikutip oleh Fitriyah (2021) menyatakan bahwa biokonversi merupakan proses perubahan sampah organik menjadi sumber energi metan yang melalui fermentasi dengan bantuan organisme hidup. Organisme hidup yang dimaksud meliputi jamur, bakteri, hingga serangga. Pemanfaatan larva dari *mealworm* (ulat hongkong) sebagai organisme hidup yang mengurai sampah organik merupakan sebuah terobosan baru dalam upaya mengolah sampah organik. Penggunaan *mealworm* (ulat hongkong) untuk mengurai sampah organik dilihat mampu menurunkan biaya transportasi ke TPA, menurunkan jumlah penggunaan lahan serta terdapat keuntungan berupa hasil kompos yang mengandung nutrisi dan unsur organik.

Teknologi biokonversi merupakan suatu proses yang dapat merubah sampah organik menjadi sebuah produk dengan proses biologis. Teknologi ini dapat

disalurkan kepada masyarakat karena biaya yang murah dan proses yang mudah. Biokonversi ini merupakan solusi menarik untuk mengatasi permasalahan mengenai pengelolaan sampah organik (Monita, 2017).

2.4 Kompos

Kompos merupakan salah satu jenis pupuk yang terdiri dari sampah organik yang kemudian mengalami proses pembusukan. Sampah organik yang dibutuhkan berupa kotoran ternak, sisa makanan, buah, rumput, daun kering dan lain-lain. Selain itu, kompos juga dapat diperoleh dari sampah kota yang dilakukan pemilahan terlebih dahulu. Manfaat dari kompos dapat digunakan untuk pupuk sebagai penyubur tanaman (Wied, 2004).

Kompos adalah jenis pupuk hasil proses penguraian yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroba dengan adanya campuran bahan organik. Pengomposan merupakan proses penguraian bahan yang terjadi secara biologis yang dipengaruhi oleh mikroba yang memanfaatkan bahan tersebut sebagai salah satu sumber energi, kemudian pengomposan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti lembap, suhu, dan aerobik atau anaerobik (Sipayung, 2015).

Pengomposan merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mendaur ulang sampah organik. Kompos sendiri memiliki kandungan organik yang tinggi berkisar antara 90% - 95%, namun memiliki unsur hara makro dan mikro yang terbilang cukup rendah jika disandingkan dengan pupuk kimia (Khater, 2015).

Pengomposan merupakan suatu proses mengubah limbah organik menjadi sebuah produk yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman dengan melalui cara yang mudah dan tidak menimbulkan bahaya (Zhang *et al.*, 2020). Kompos yang berasal dari limbah sayuran yang melalui proses fermentasi dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan sayuran (Li *et al.*, 2016). Saat proses pengomposan berlangsung mikroorganismenya berperan dalam proses tersebut, mikroorganismenya menunjukkan kemampuannya untuk mendegradasi limbah (Duan *et al.*, 2020).

Menurut Wahyono (2016) proses pengomposan dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mendukung yaitu :

- Kadar air

Bahan organik yang akan dilakukan pengomposan harus memiliki kadar air yang cukup hal ini nantinya akan mempengaruhi kehidupan mikroorganisme yang akan hidup.

- Rasio C/N

Rasio C/N terdiri dari unsur kimia Carbon (C) dan Nitrogen (N). Adanya Carbon dalam proses pengomposan karena mikroorganisme yang ada membutuhkan Carbon (C) sebagai sumber energi dalam pertumbuhan sel, sedangkan Nitrogen (N) diperlukan mikroorganisme sebagai protein dan membentuk sel. Komponen nitrogen (N total) dan C/N merupakan salah satu parameter kimia yang sangat penting untuk menilai kematangan kompos.

- Nilai pH

Kadar pH yang optimal yang terkandung dalam kompos berkisar antara 6 – 8 (Yang F, 2015).

2.4.1 Parameter Fisik Kompos

Kompos yang dihasilkan dari olahan sampah organik perlu diketahui kandungannya terlebih dahulu sebelum diberikan ke tanaman. Pada kompos terdapat kandungan fisik dan kimia yang harus disesuaikan agar menjadi kompos yang berkualitas baik. Parameter fisik pada kompos meliputi temperatur, kadar air dan warna (Hermansyah, 2017).

Tabel 2. 1 Parameter Fisik Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maximum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman

Sumber : SNI 19-7030-2004

- Kadar Air

Kadar air yang efisien dalam proses pengomposan berkisar 40% - 60% dengan 50% merupakan tingkatan optimalnya. Proses pengomposan dengan kadar air yang rendah (12% - 40%) akan memperlambat berjalannya pengomposan, hal ini terjadi karena mikroorganisme membutuhkan air sebagai ruang hidupnya.

Lalu apabila kadar air terlalu tinggi (lebih dari 60%) akan membuat proses pengomposan berubah menjadi pembusukan dan menghasilkan bau yang tidak sedap. Hal ini terjadi karena oksigen yang tersedia menjadi berkurang sehingga mempengaruhi mikroorganisme yang ada (Wahyono, 2016).

- Temperatur

Menurut Djuarnani dkk (2008) temperatur menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan. Temperatur dapat menggambarkan karakteristik saat proses pengomposan berlangsung. Keadaan temperature yang meningkat bisa disebabkan oleh metabolisme mikroba yang meningkat dimana semakin tinggi aktifitas mikroba dalam mengurai material kompos maka panas yang dikeluarkan pun tinggi (Sahwan, 2016). Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kompos yang baik adalah kompos yang memiliki temperatur menyerupai suhu air tanah.

2.4.2 Parameter Kimia Kompos

Tabel 2. 2 Parameter Kimia Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maximum
1	pH		6,80	7,49
Unsur makro				
1	Fosfor (P2O5)	%	0,10	-
2	C/N ratio		10	20
3	Kalium (K2O)	%	0,20	*
Keterangan : *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum				

Sumber : SNI 19-7030-2004

- pH (Derajat Keasaman)

Saat kompos yang mengandung pH terlalu rendah (asam) akan membuat mikroorganisme yang ada didalamnya mati. Namun sebaliknya, jika kandungan pH terlalu tinggi akan membuat konsumsi oksigen naik serta menjadi penyebab unsur nitrogen berubah menjadi ammonia pada kompos (Harahap, 2020).

- Rasio C/N

Rasio C/N dapat menentukan seberapa besar keberhasilan proses pengomposan. Rasio C/N yang ideal dalam proses pengomposan sebesar 20 – 40. Pengomposan memiliki prinsip bahwa rasio C/N dari bahan organik sama dengan rasio C/N dari tanah (Guo *et al.*, 2012).

- Kalium

Unsur kalium yang ada dalam senyawa kalium dioksida dipakai sebagai katalisator oleh mikroorganisme. Kalium yang ada disimpan oleh bakteri dan jamur yang nantinya jika di degradasi maka kalium akan tersedia lagi (Hidayati *et al.*, 2021). Kalium yang berada di tanah sebagian besar tidak bisa diserap oleh tanaman. Oleh karena itu tanah perlu adanya penambahan pupuk buatan, sehingga kalium yang terkandung dalam tanah tidak mudah larut karena pupuk mempunyai kemampuan menyerap hara (Purnomo *et al.*, 2017).

- Fosfor

Terjadinya peningkatan fosfor diduga karena dampak dari aktivitas *Lactobacillus* yang mengubah glukosa di sampah organik menjadi asam laktat. Jika kadar N pada kompos tinggi maka kadar P pada kompos juga tergolong tinggi, hal ini disebabkan oleh jumlah mikroba yang banyak dimana semakin banyak mikroba maka fosfor yang diurai akan tinggi (Marlina *et al.*, 2010). Fosfor pada tanaman memiliki fungsi yaitu untuk mengembangkan pertumbuhan akar dan juga mempercepat pemasakan biji dan buah.

2.5 *Mealworm* atau Ulat Hongkong

Mealworm atau ulat hongkong yang memiliki nama latin *Tenebrio molitor* merupakan salah satu jenis ulat yang dapat berkembangbiak dan akan menghasilkan nilai jual. *Mealworm* dapat dibudidayakan dan biasa dimanfaatkan sebagai pakan ternak. *Mealworm* diketahui memiliki kandungan protein yang cukup tinggi (Purwakusuma, 2007).

Mealworm atau ulat hongkong adalah larva yang termasuk dalam ordo *Coleoptera* dan memiliki nama latin *Tenebrio molitor*. Ulat ini termasuk kedalam golongan insekta dan termasuk omnivora yang dimaksudkan karena ulat ini dapat memakan segala jenis bahan mulai dari tanaman dan hewan bahkan plastik.

Mealworm memiliki beberapa fase kehidupan yang salah satunya adalah fase larva, pada fase ini larva membutuhkan banyak asupan makanan sebagai pertumbuhan. *Mealworm* ini mempunyai kandungan gizi tinggi dimana kandungan protein yang terdapat pada tubuhnya mencapai 48%. Ulat ini juga menjadi alternatif yang sering digunakan untuk media pakan pada unggas dan ikan (Maha *et al.*, 2021).

Menurut Iding (2020) *Mealworm* atau ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) ialah salah satu binatang yang mengandung protein hewani dan merupakan pakan hewan seperti aves, reptile, dan mamalia kecil sebagai pakan tambahan. Saat ini sudah banyak yang membudidayakan larva ulat hongkong karena perawatannya yang mudah. Kandungan nutrisi yang ada pada ulat hongkong meliputi lemak kasar 28,63%, protein kasar 37,89%, dan serat 7,28%.

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu yang digunakan :

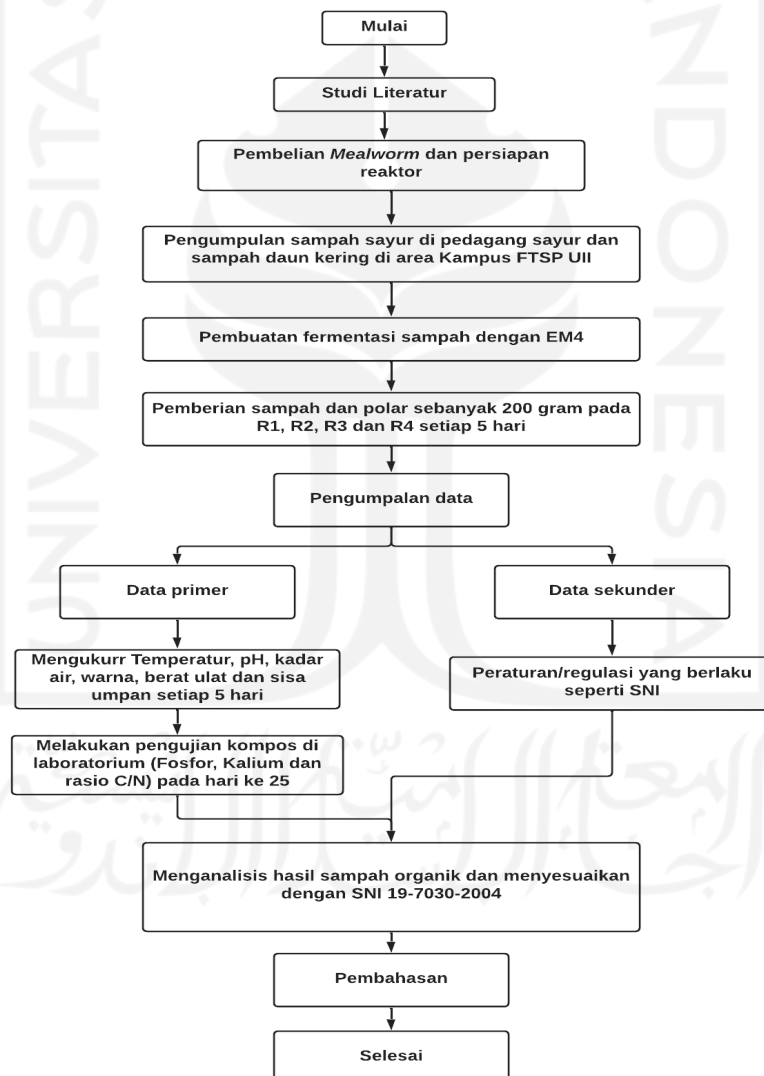
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul	Hasil
Maha, I. V., Elfrida, E., & Sarjani, T. M. (2021).	Pemanfaatan Limbah organik Sebagai Media Pakan <i>Tenebrio molitor</i>	Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui limbah organik manakah yang optimal untuk <i>Tenebrio molitor</i> . Parameter yakni mortalitas larva, pertambahan berat tubuh larva dan konsumsi umpan. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa konsumsi larva yang diberi pakan limbah berpengaruh dengan umur larva. Pemberian pakan yang optimal adalah limbah sayur dan limbah ikan.
Purnomo, E. A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017).	Pengaruh variasi C/N rasio terhadap produksi kompos dan kandungan kalium (K), pospat (P) dari batang pisang dengan kombinasi kotoran sapi dalam sistem vermikomposting	Parameter yang diuji adalah nitrogen, fosfor dan kalium. Fosfor dan kalium yang diperoleh menunjukkan penurunan dan tidak memenuhi standar. Kandungan rasio C/N yang masuk kedalam kriteria ialah variasi 50%, 35% dan 15% dimana kandungan C-organik dan nitrogen yang memenuhi standar.
Wandansari, N. R., Suntari, R., & Soemarno, S. (2020).	Pembuatan kompos dari sampah pasar dengan teknologi open-windrow	Limbah sayur dari pasar dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuat kompos. Penelitian bertujuan mengetahui potensi pemanfaatan limbah organik. Parameter yang diuji yaitu C, N, P, pH, warna, suhu dan bau. Setelah dilakukan pengujian, kompos yang dihasilkan memenuhi syarat kualitas dari SNI 19-7030-2004.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Pada metode penelitian, adapun diagram alir metode penelitian yang dapat digunakan untuk mendapatkan gambaran dari kegiatan yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang direncanakan untuk penelitian akan berlangsung sejak April hingga Juli 2022. Lokasi penelitian ini berada di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan limbah sayur yang diambil dari Toko Laris Manis, Toko Sayur Segar dan Toko Segar Jaya yang berada di Desa Umbulmartani, Sleman sedangkan limbah daun kering diambil dari area Kampus FTSP UII. Untuk lokasi pengamatan pada penelitian ini dilaksanakan di Workshop Teknik Lingkungan UII.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi alat yang digunakan selama proses pengambilan data berlangsung. Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah reaktor (47 x 34 x 15) cm, kain kelambu, sarung tangan latex, timbangan digital, timbangan analitik, pH meter, thermometer, gelas ukur 100 ml, alat destruksi, erlenmeyer 50 ml, erlenmeyer 25 ml, kuvet, Spektrofotometri UV-Vis, instrumen kimia AAS (*Atomic Absorption spectrophotometer*), labu ukur 10 ml, gelas ukur 25 ml, pipet volume 10 ml, bulb, gelas beaker 1000 ml, gelas beaker 100 ml, batang pengaduk, sendok, botol semprot, oven, desikator, kaca arloji, kertas saring W-41. Dan untuk bahan yang digunakan adalah sampah sayur, sampah daun kering, *Mealworm* atau Ulat Hongkong, efektivitas mikroorganisme 4, aquades, larutan asam sulfat pekat, amonium heptamolibdat, kalium antimolitat, asam askorbat ($C_6H_8O_6$), larutan asam nitrat (HNO_3), larutan asam perklorat ($HClO_4$) dan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$).

3.4 Jenis dan Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana parameter fisik dan kimia kompos dari *mealworm* (*Tenebrio molitor*) pada sampah sayur dan daun kering. Untuk mendukung pelaksanaan penelitian diperlukan beberapa variabel sebagai berikut:

- a) Variabel Bebas : *Mealworm* atau Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*)
- b) Variabel Terikat : Sampah sayur dan sampah daun kering

- c) Variabel Kontrol : Parameter fisik (temperatur, kadar air dan warna) dan parameter kimia kompos (pH, fosfor, kalium dan Rasio C/N)



3.5 Tahapan Penelitian

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rolita, B. A *et al* tahun 2017 pengamatan dilakukan setiap 5 hari sekali dimana dilakukan pengukuran berat badan *mealworm*, pH, suhu, kadar air media *mealworm* serta pada hari ke 25 dilakukan pengujian fosfor, kalium dan Rasio C/N.

Penelitian ini digunakan *mealworm* atau ulat hongkong yang diperoleh dari salah satu peternak di Kec.Piyungan, Bantul (GG Farm's). *Mealworm* sebanyak 125 gram yang diberikan kepada setiap reaktor berukuran 47 x 34 x 15 cm, dimana pemberian pakan dilakukan setiap 5 hari sekali dengan perbandingan pakan yang diberikan sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Perbandingan Pakan

Reaktor	Jenis Sampah	Komposisi
 <p>R1</p>	Sampah sayur	Sampah sayur fermentasi EM4 100 gram dan polar 100 gram
 <p>R2</p>	Sampah daun kering, sampah sayur	sampah daun kering EM4 50 gram, sampah sayur EM4 50 gram dan polar 100 gram

 <p>R3</p>	<p>Sampah sayur</p>	<p>sampah sayur 100 gram dan polar 100 gram</p>
 <p>R4</p>	<p>Sampah daun kering, sampah sayur</p>	<p>sampah daun EM4 50 gram, sampah sayur 50 gram dan polar 100 gram.</p>

3.5.1 Pengambilan Sampah

Proses pengambilan sampah dilakukan beberapa hari sebelum dilakukannya persiapan reaktor. Pengambilan sampah sayur dilakukan dari Toko Laris Manis, Toko Sayur Segar dan Toko Segar Jaya yang berada di Desa Umbulmartani, Sleman. Proses pengambilan sampah sayur dilakukan setiap seminggu sekali, hal ini dilakukan karena sebagian sampah sayur yang telah diambil dari pedagang akan di proses fermentasi dengan EM4 terlebih dahulu sebelum diberikan kepada *Mealworm*. Namun karena sampah yang tersedia di bak sampah toko sayur beragam jenisnya sehingga dilakukan pemilahan dahulu, sampah yang diambil berupa kangkung, daun singkong, selada, kol dan sawi yang dimana berjumlah kurang lebih 2 kg pada setiap pengambilan. Sampah sayur yang digunakan adalah sampah sayur yang sudah tidak layak jual dan sudah layu sehingga dibuang oleh pedagang sayur tapi masih tergolong sampah sayur segar.

Sampah lain yang digunakan sebagai bahan baku adalah sampah daun kering yang telah berserakan ditanah. Dimana sampah daun kering ini diambil dari area kampus FTSP UII. Sampah daun kering yang diperoleh dikumpulkan sebanyak

2 kg dalam plastik sampah. Kemudian pada setiap reaktor ada juga penambahan bahan baku berupa polar, dimana polar tersebut didapatkan dari penjual *Mealworm* atau Ulat Hongkong di peternak GG Farm's di Kec. Piyungan, Bantul.



Gambar 3. 2 Proses Pengambilan Sampah Sayur



Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampah di Toko

Tabel 3. 2 Nilai Kadar Air Bahan Pakan

Jenis	Jumlah
Polar	13,8%
Sayur	92,7%
Sayur EM4	98,0%
Daun kering	17,2%
Daun kering EM4	81,3%

3.5.2 Pembuatan Reaktor dan Fermentasi

Mealworm atau Ulat Hongkong ditimbang dan dimasukkan ke dalam 4 buah reaktor yang masing – masing memiliki berat sebesar 125 gram. Keempat reaktor tersebut diberi kode nama R1, R2, R3 dan R4. Pada masing – masing reaktor diberi bahan pakan yang berbeda – beda untuk R1 diberi sayur EM4 sebanyak 100 gram dan polar sebanyak 100 gram, untuk R2 diberi daun EM4 sebanyak 50 gram, sampah sayur EM4 sebanyak 50 gram dan polar sebanyak 100 gram, untuk R3 diberi sampah sayur sebanyak 100 gram dan polar sebanyak 100 gram, sedangkan untuk R4 diberi daun EM4 sebanyak 50 gram, sampah sayur sebanyak 50 gram dan polar sebanyak 100 gram.

Pembuatan sampah yang akan di fermentasi dengan EM4 terlebih dahulu dilakukan pencacahan menjadi ukuran yang lebih kecil, kemudian dimasukkan kedalam bak penampung berukuran 40 L bersamaan dengan diberikannya EM4 sebanyak 2 tutup botol (6 ml) dan air sebanyak 650 ml. Setelah itu, aduk secara merata dan tutup menggunakan plastik hitam agar meminimalisir lalat, dan upayakan disimpan ditempat yang tidak terkena sinar matahari. Sebelum diberikan ke masing-masing reaktor sesuai dengan pembagiannya seperti yang dijelaskan sebelumnya sampah sayur dan sampah duan kering juga dilakukan pencacahan terlebih dahulu, hal ini dilakukan agar mempermudah *mealworm* saat memakan sampah.

Proses pengamatan *mealworm* dilakukan setiap 5 hari sekali dimana dilakukan pengukuran pH, temperatur, kadar air, warna, konsumsi umpan dan berat ulat serta pada hari ke 25 dilakukan pengujian fosfor, kalium dan Rasio C/N. *Mealworm* di pisahkan secara manual dari sampah menggunakan saringan dan

ditimbang dengan timbangan digital, lalu untuk sampah yang masih tersisa dalam reaktor dipisahkan dan ditimbang dengan timbangan digital.



Gambar 3. 4 Jenis Bahan Pakan

3.6 Metode Analisis

3.6.1 Konsumsi Umpan

Konsumsi umpan merupakan besarnya jumlah makanan yang dimakan oleh *mealworm*. Pengecekan konsumsi umpan dilakukan setiap 5 hari sekali dengan menimbang berat umpan awal dan berat umpan setiap 5 hari pada setiap reaktor (Diener, S. *et al.*, 2009). Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung konsumsi umpan :

$$\text{Konsumsi umpan} = \frac{\text{Berat umpan awal} - \text{Berat umpan akhir}}{\text{Berat umpan awal}} \times 100\%$$

3.6.2 Parameter Fisik Kompos

a) Temperatur

Temperatur yang disukai oleh *mealworm* adalah suhu yang tinggi, dimana semakin rendah suhu akan memperlambat laju pertumbuhan *mealworm* dan adanya perbedaan suhu mempengaruhi setiap 1 siklus pertumbuhan dari *mealworm* tersebut (Culin, 2008). Temperatur menjadi salah satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengomposan. Uji temperatur dilakukan dengan mengukur suhu pada setiap reaktor dengan bantuan termometer.

b) Kadar Air

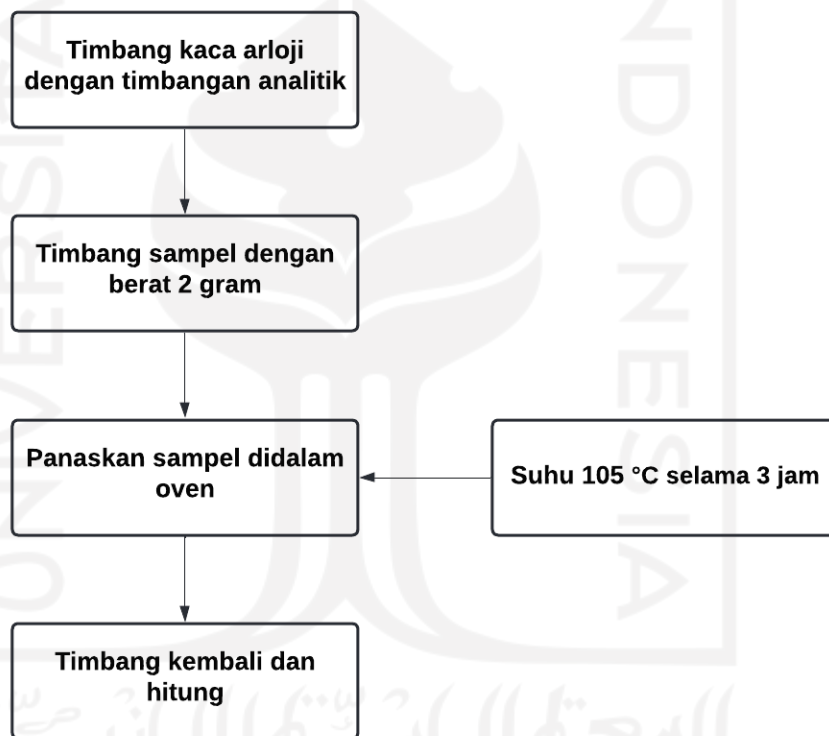
Kadar air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan. Kadar air dianalisis untuk mengetahui besarnya air yang terkandung dalam kompos tersebut. Kadar air yang dapat ditoleransi oleh *mealworm* sebesar 20%-90% (Borrer *et al.*, 1982).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W - W_1)}{W} \times 100$$

Keterangan :

W = bobot contoh asal dalam gram

W1 = bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengujian Kadar Air

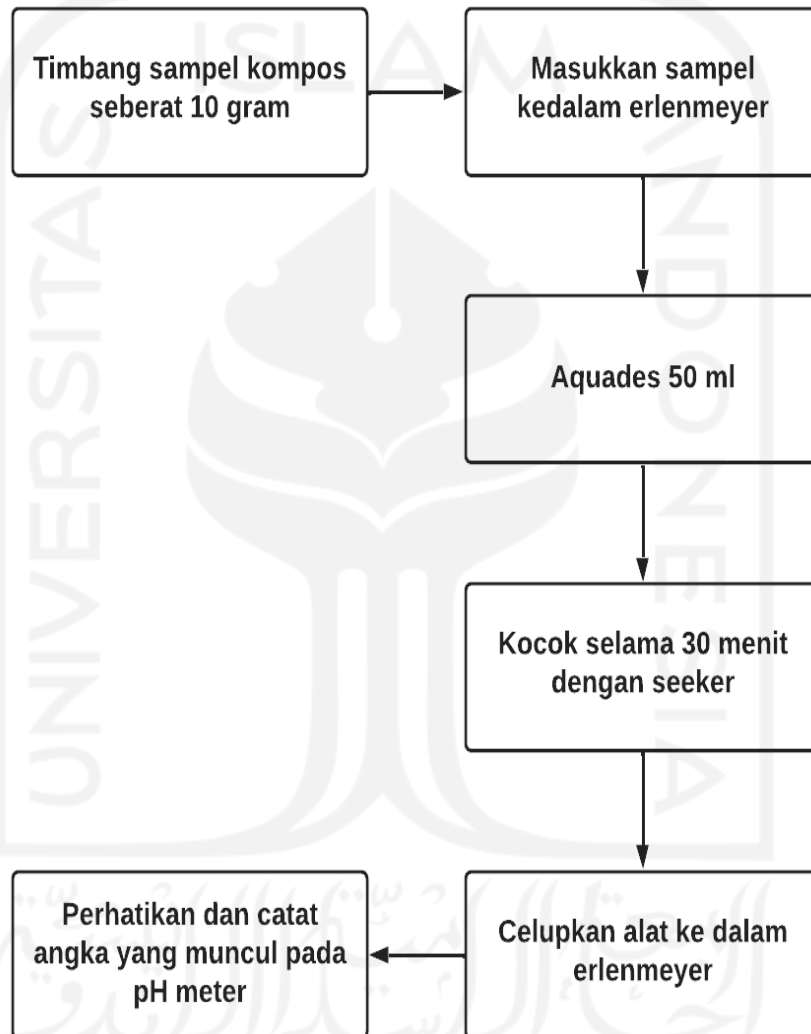
c) Warna

Warna merupakan salah satu indicator untuk memngetahui apakah kompos sudah matang atau belum. Uji warna dilakukan dengan mengamati kompos, bila kompos sudah berwarna kehitaman yang menyerupai tanah menyatakan kompos sudah matang dimana pengujian ini mengacu kepada SNI 19-7030-2004.

3.6.3 Parameter Kimia Kompos

a) pH (Derajat Keasaman)

pH atau derajat keasaman perlu dilakukan pengontrolan untuk menjaga kelangsungan hidup dari *mealworm*. pH juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan.



Gambar 4. 1 Diagram Alir Pengujian pH

b) Fosfor (P_2O_5)

Fosfor diperoleh dari tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^- . Menurut Setyawati et al., (2012) menyatakan bahwa kandungan fosfor yang tinggi

dipengaruhi juga oleh proses pengomposan. Pengujian unsur fosfor dibagi terdapat 2 pereaksi didalamnya seperti pereaksi pembangkit dan pereaksi encer. Pembuatan larutan uji dilakukan sama dengan pengujian sampel kalium. Kemudian sampel dihomogenkan dan didiamkan selama 15-20 menit, yang akhirnya larutan sampel di uji pada *Spektrofotometri UV- Vis*.

$$P = ppm \text{ kurva} \times \frac{ml \text{ ekstrak}}{1000ml} \times \frac{100}{mg \text{ contoh}} \times fp \times \frac{31}{95} \times fk$$

Keterangan :

- Ppm kurva = kadar contoh yang di dapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacanya setelah dikurangi blanko.
- fp = faktor pengenceran (bila ada)
- fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100-\% \text{ kadar air})$
- 100 = faktor konversi ke %
- 31 = bobot atom P
- 95 = bobot molekul PO_4

c) Rasio C/N

Dalam pemenuhan kualitas tanah agar memiliki produktivitas tanah yang optimal diperlukan C-Organik sebesar >2%. Hal ini berfungsi agar kandungan bahan organik di tanah tidak menurun. Nitrogen dibutuhkan oleh mikroba untuk membantu pembentukan protein sedangkan carbon membantu mikroba untuk energi. Rasio C/N jika tinggi menerangkan bahwa kompos belum cukup matang. Kandungan Rasio C/N sangat mempengaruhi kompos yang dihasilkan.

$$C (\%) = ppm \text{ kurva} \times \frac{100}{mg \text{ contoh}} \times \frac{100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times fk$$

Keterangan :

- Ppm kurva = kadar contoh yang di dapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacanya setelah dikurangi blanko.
- 100 = konversi ke %
- fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

d) Kalium (K_2O)

Kalium merupakan salah satu unsur yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Kalium yang terkandung pada tanaman merupakan pembentukan protein dan membantu membuka serta menutup stomata (Purnomo et al., 2017). Pada pengujian kalium yang dilandasi pada buku Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk dari Balai Penelitian Tanah 2009 dilakukan penimbangan sampel pupuk seberat 0,5 gram dan diberikan penambahan larutan HNO_3 dan $HClO_4$. Kemudian panaskan larutan dengan suhu $100-200^\circ C$ sampai asap putih memudar, lalu lakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring W-41. Setelah itu lakukan pengenceran terhadap larutan dan ukur menggunakan AAS. Berikut dibawah ini merupakan rumus dalam mencari kadar kalium :

$$K (\%) = ppm \text{ kurva} \times \frac{ml \text{ ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100}{mg \text{ contoh}} \times fp \times fk$$

Keterangan :

- Ppm kurva = kadar contoh yang di dapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacanya setelah dikurangi blanko.
- 100 = konversi ke %
- fp = faktor pengenceran (bila ada)
- fk = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

Tabel 3. 3 Metode dan Waktu Pengujian Parameter

No	Parameter	Metode Pengujian	Standar Acuan	Waktu Pengujian
1	Suhu	Thermometer	-	Setiap hari
2	pH	pH meter	-	Hari ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25
3	Kadar Air	Gravimetri	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25

4	Warna	-		Hari ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25
5	Phospor	Destruksi HNO_3 dan $HClO_4$	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-25
6	Kalium	Destruksi HNO_3 dan $HClO_4$	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-25
7	Nitrogen	Metode Kjehdal	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-25
8	Karbon	Walkey & Black	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-25

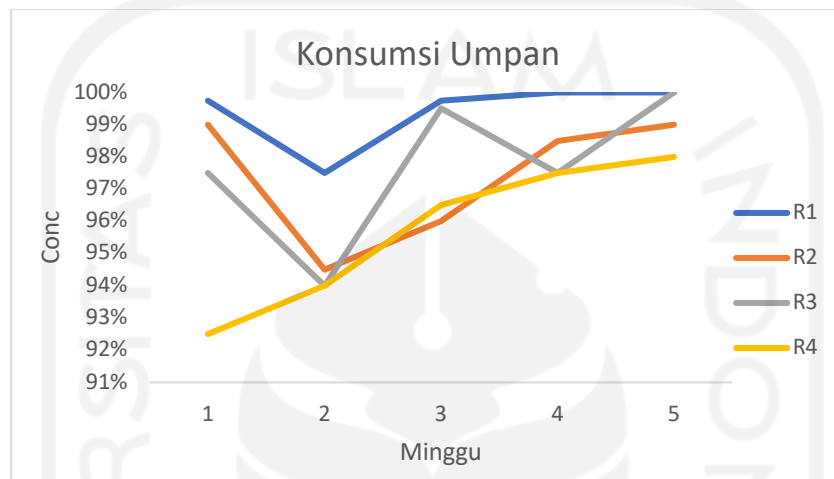
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsumsi Umpan *Mealworm*

Hakim *et al* (2017) Konsumsi umpan dilakukan dengan memberikan *mealworm* umpan dengan jumlah tertentu (gram) selama kurun waktu tertentu (minggu) dan dinyatakan dalam bentuk persen (%), sehingga semakin tinggi nilai konsumsi umpan membuktikan tingginya kecepatan *mealworm* dalam konsumsi umpan yang telah diberikan. Menurut Sihombing (1999) yang dikutip dari Hapsari *et al* (2018) menerangkan bahwa umur mempengaruhi konsumsi pakan sebesar 69,1% sedangkan 30,9% dipengaruhi faktor lain berupa temperature dan kelembapan. Laju konsumsi umpan dipengaruhi oleh nutrisi yang cukup dari pakan yang diberikan (Purnamasari *et al.*, 2018). Pada setiap pengamatan setelah 5 hari diberikan pakan, sampah yang dikonsumsi berkurang drastis menyisakan tulang daun dan kepingan sampah sayur. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hakim, A. R, *et al* (2017) pemberian umpan berupa kepala ikan dan jeroan dapat menghasilkan konsumsi pakan sebesar 52,33% - 77,09% dimana nilai tertinggi diperoleh dari pemberian umpan berupa kepala ikan dan nilai terendah berupa pemberian pakan jeroan. Pada penelitian kali ini nilai konsumsi umpan tertinggi terdapat pada R1 sebesar 100% dengan pemberian pakan sayur EM4 dan polar sedangkan nilai konsumsi umpan terendah terdapat pada R4 sebesar 98% dengan pemberian pakan daun EM4, sampah sayur dan polar. Maka dapat diketahui bahwa ulat lebih menyukai pakan berupa sayur mayur karena sampah sayur yang diberikan kepada *mealworm* berfungsi sebagai air dan nutrisi tambahan. Berdasarkan Gambar 4.2 grafik konsumsi umpan menunjukkan penurunan pada minggu ke-2 kemudian mengalami peningkatan kembali pada setiap minggunya sampai dengan minggu ke-5 dimana rerata kenaikan yang dialami dari minggu 1 ke minggu 5 sebesar 2,1%. Nilai rata – rata konsumsi umpan yang diperoleh berdasarkan gambar 4.2 pada R1 sebesar 99,4%, R2 sebesar 97,4%, R3 sebesar 97,7% dan R4 sebesar 95,7%. Peningkatan grafik konsumsi umpan yang terjadi di

minggu ke-3 sampai minggu ke-5 menandakan kondisi *mealworm* yang sudah semakin tua. Dikutip dari Maha *et al* (2021) larva yang telah memasuki fase tua mengalami peningkatan konsumsi umpan hal ini terjadi karena larva akan menuju ke fase pupa. Dimana saat *mealworm* telah mencapai fase pupa (tidak makan) mereka masih dapat memenuhi nutrisi makanan.

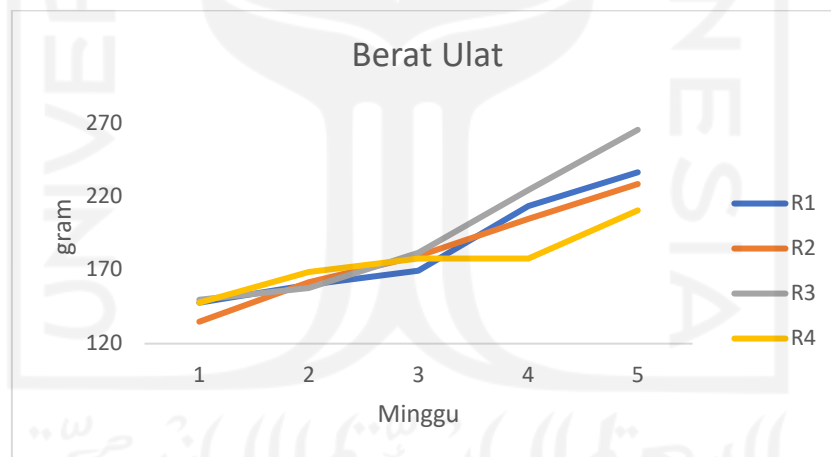


Gambar 4. 2 Perubahan Nilai Konsumsi Umpan Setiap Reaktor

4.2 Berat Ulat dan Berat Kompos

Pengamatan berat ulat dilakukan setiap 5 hari sekali yang kemudian dicatat. Berat ulat yang ditimbang pada awal penelitian sebesar 125 gram pada masing - masing reaktor. Berat *mealworm* atau ulat hongkong seperti yang disajikan pada Gambar 4.3 menggambarkan grafik yang meningkat secara signifikan, dimana rata-rata kenaikan setiap minggunya mencapai 20%. Berat ulat akan terus bertambah seiring dengan waktu pemeliharaan. Rataan berat ulat yang diperoleh pada setiap reaktor secara berturut-turut sebesar 186 gram, 182 gram, 196 gram dan 177 gram. *Mealworm* yang diberi umpan sampah sayur dan polar pada R3 menghasilkan berat badan tertinggi yaitu sebesar 196 gram. Hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk pertumbuhan *mealworm* atau ulat hongkong. Pada setiap proses pengamatan berat ulat yang dilakukan, terdapat beberapa ulat yang mengalami *molting*. Menurut Wigglesworth (1792) yang mengutip dari Hapsari *et al* (2018) *Molting* merupakan proses pergantian kulit yang termasuk dalam proses pertumbuhan serangga yang dikondisikan dengan kutikula.

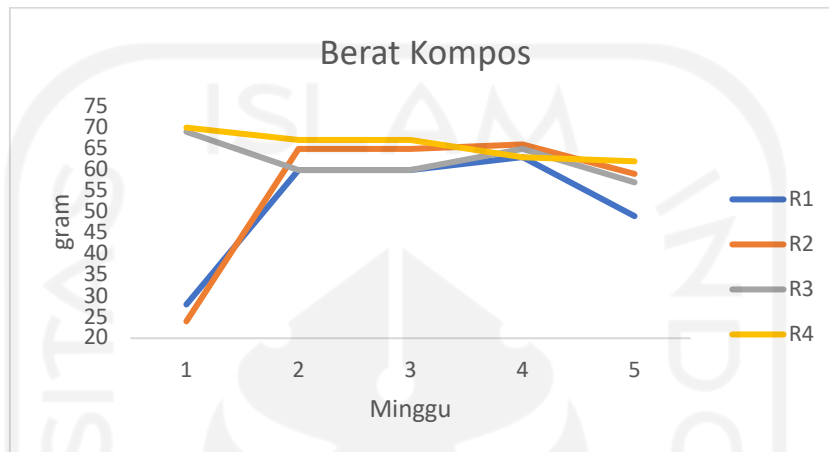
Mealworm atau ulat hongkong yang telah mengalami *molting* berat badannya akan mengalami peningkatan. *Mealworm* atau ulat hongkong memiliki dinding tubuh yang cukup keras yang nantinya akan terjadi pergantian kulit atau *molting*. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Maha, *et al* (2021) nilai tertinggi pada penelitian di hari ke 15-25 yaitu pemberian umpan berupa limbah sayur dan ikan yang menghasilkan berat ulat sebesar 150 gram dan nilai terendah berupa limbah sayur yang menghasilkan berat sebesar 90 gram. Lalu pada penelitian kali ini berat ulat tertinggi terdapat pada pemberian umpan berupa limbah sayur + polar dengan rata-rata tiap minggu sebesar 196 gram sedangkan nilai terendah diperoleh dari pemberian umpan berupa daun Em4+sayur+polar dengan rata-rata tiap minggu sebesar 177 gram. Dari hal tersebut diketahui bahwa pemberian jenis pakan ulat yang bervariasi membuat ulat lebih ternutrisi dan ulat menyukai pakan berupa sayur mayur karena sampah sayur yang diberikan kepada *mealworm* berfungsi sebagai air dan nutrisi tambahan.



Gambar 4. 3 Perubahan Nilai Berat Ulat Setiap Reaktor

Setelah dilakukan penelitian selama 25 hari didapatkan data berat kompos yang tertera pada gambar 4.4 dibawah ini, diperoleh grafik yang tidak stabil dengan terjadinya kenaikan dan penurunan. Pada minggu 1 menuju minggu 2 terjadi kenaikan yang dialami oleh R1 dan R2 dimana berat kompos awal sebesar 28 gr dan 24 gr berubah menjadi 60 gr dan 65 gr. Kemudian di minggu 3 berat kompos yang diperoleh cukup stabil dengan minggu sebelumnya. Pada minggu 4 R1, R2 dan R3 mengalami peningkatan berat secara berturut-turut sebesar 63 gr, 66 gr dan

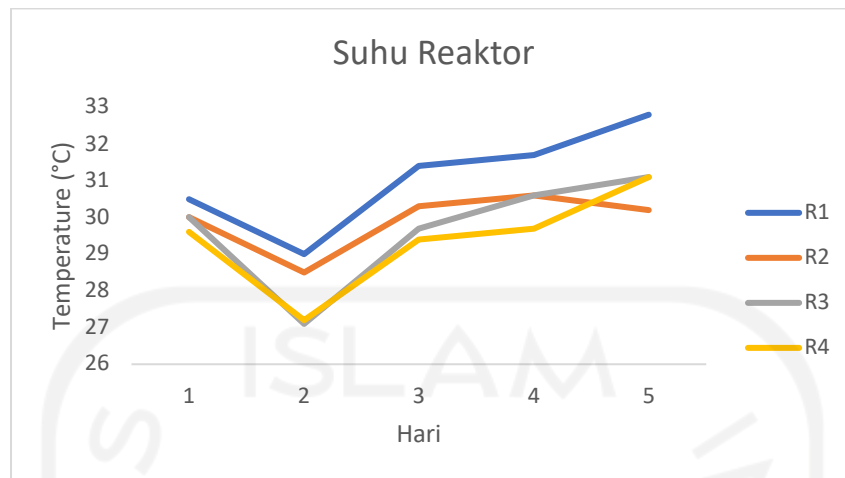
65 gr sedangkan untuk R4 mengalami penurunan dari 67 gr menjadi 63 gr. Lalu pada minggu 5 semua reaktor mengalami penurunan. Berat kompos pada minggu 2 terjadi penurunan di R3 dan R4 hal ini terjadi karena mulai adanya ulat yang mati sehingga menghambat proses pengomposan yang sedang berlangsung.



Gambar 4. 4 Perubahan Nilai Berat Kompos Setiap Reaktor

4.3 Suhu Reaktor

Pengukuran suhu reaktor dilakukan setiap hari selama 5 hari setiap jam 14:00 s/d 15:00 WIB menggunakan alat *thermometer* (°C). Berdasarkan dengan Gambar 4.5 suhu reaktor yang dialami mengalami penurunan di hari ke-2 lalu kenaikan yang signifikan pada hari berikutnya hal ini dipengaruhi oleh faktor suhu lingkungan. Dimana pada hari ke-2 pengamatan suhu reaktor keadaan cuaca sedang hujan deras hal itu memicu adanya penurunan suhu sekitar reaktor. Karena selama proses pengomposan perbedaan suhu lingkungan dan cuaca dapat mempengaruhi suhu pada kompos. Lalu pada hari ke-3 mulai mengalami peningkatan kembali, hal tersebut dapat terjadi karena mikroba yang ada didalam sampah mulai berkembangbiak. Menurut Widiarti *et al* (2015) pada temperature 30-60°C membuktikan aktivitas pengomposan yang cepat. Dimana suhu yang tinggi akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba thermofilik yang mampu bertahan.



Gambar 4.5 Perubahan Nilai Suhu Reaktor Selama 5 Hari Setiap Reaktor

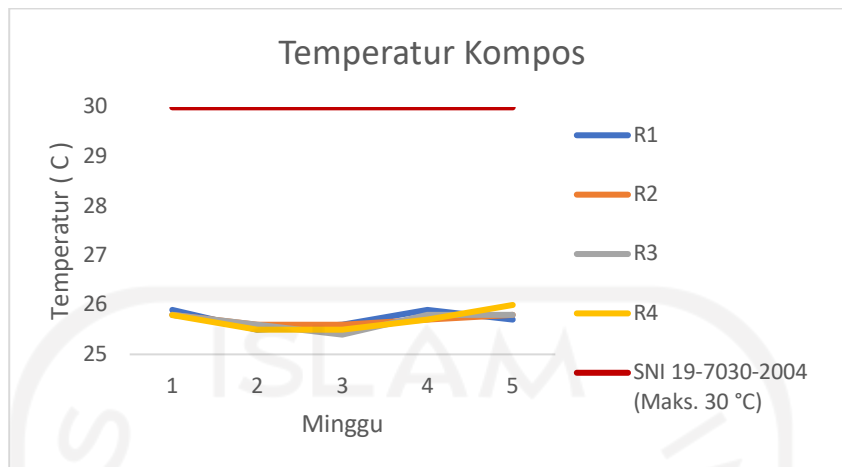
Perubahan suhu reaktor yang terjadi pada keempat reaktor tidak jauh berbeda yakni berada pada range 27-32,8°C disebabkan oleh keempat reaktor menggunakan jenis sampah (umpan) yang sama jenisnya. Suhu tertinggi terdapat di hari ke-5, hal ini disebabkan saat kondisi temperature yang meningkat menunjukkan bahwa adanya kegiatan mikroorganismenya yang sedang mengurai bahan organik yang kemudian dilepaskan energinya dalam bentuk panas (Widiarti *et al.*, 2015).

4.4 Parameter Fisik Kompos

Berdasarkan pengamatan dan rangkaian pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil data parameter fisik kompos sebagai berikut :

4.4.1 Temperatur Kompos

Pengukuran temperature kompos dilakukan setiap 5 hari menggunakan *thermometer*. Data pengukuran yang didapatkan selama 25 hari penelitian dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Pengukuran suhu kompos dilakukan dengan tujuan sebagai penunjuk bahwa kompos telah matang jika suhu kompos telah sama dengan suhu tanah. Hasil pengukuran suhu pada keempat reaktor berada pada rata-rata sebesar 25,4-26°C, hal ini menunjukkan bahwa suhu kompos telah sesuai dengan kriteria SNI 19-7030-2004 yaitu suhu air tanah sebesar <30°C.



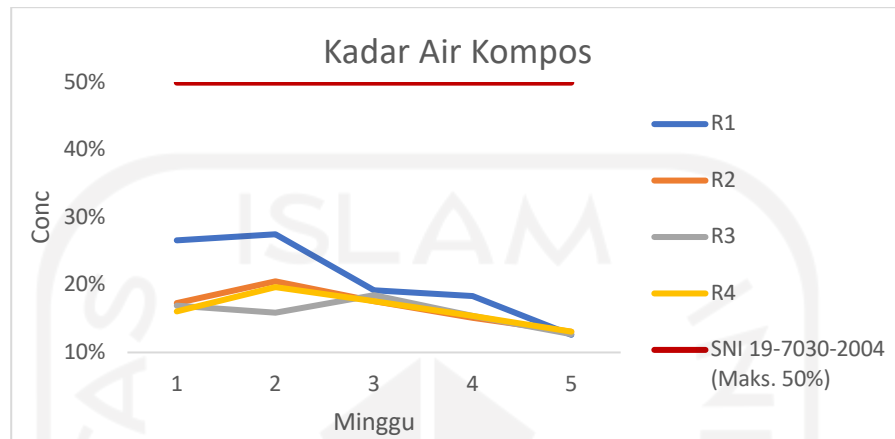
Gambar 4. 6 Perubahan Nilai Temperatur Kompos Selama 5 Minggu Setiap Reaktor

Temperatur kompos yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.6 dimana grafik menunjukkan penurunan yang diikuti dengan kenaikan. Pada minggu 1 menuju minggu 2 di semua reaktor mengalami penurunan suhu dari 25,9 °C menjadi 25,5°C, kemudian mengalami peningkatan kembali di minggu 3 sampai minggu 5 secara berturut-turut 25,6°C; 25,9°C dan 25,7°C. Penurunan dan kenaikan yang terjadi dibidang cukup stabil karena perubahan angka yang terjadi tidak terlalu jauh. Menurut Nurdini (2016) proses penurunan temperature terjadi karena adanya pengurangan aktivitas yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik. Jika melihat hasil penelitian Rolita *et al* (2017) memiliki suhu kompos yang telah diberi perlakuan oleh *mealworm* pada jenis pakan fermentasi Em4 sebesar 28°C – 28,5°C dan pemberian pakan fermentasi mol nasi sebesar 25°C-27°C, hal ini menyatakan bahwa perlakuan mealworm atau ulat hongkong terhadap pakan yang telah di fermentasi menghasilkan suhu yang tidak jauh berbeda.

4.4.2 Kadar Air Kompos

Kadar air menjadi salah satu parameter dalam pengujian fisik kompos. Menurut Diaz *et al* (2004) yang dikutip oleh Kusuma (2012) menjelaskan bahwa saat proses pengomposan berlangsung kadar air yang efisien berada pada kisaran 45% - 50%, kelembapan harus tetap terjaga dengan tujuan agar mikroba dapat beraktivitas dengan baik. Jika nilai kadar air kurang akan berdampak ke proses

dekomposisi yang terhambat, sedangkan jika kelebihan kadar air akan membuat volume udara jadi berkurang.



Gambar 4. 7 Perubahan Nilai Kadar Air Selama 5 Minggu Setiap Reaktor

Berdasarkan Gambar 4.7 terjadi penurunan grafik pada setiap reaktor dari minggu ke minggu. Dimana semakin lama umur kompos maka kadar air yang terkandung semakin berkurang. Pada R1 di minggu 1 ke minggu 2 mengalami kenaikan mencapai 0,9% lalu di minggu 3 menurun sebesar 8,3% diikuti dengan penurunan di minggu 4 serta minggu 5 sebesar 0,8% dan 5,8%. Pada R2 di minggu 1 ke minggu 2 mengalami kenaikan sebesar 3,2%, lalu di minggu 3 mengalami penurunan sebesar 2,9% kemudian di minggu 4 dan minggu 5 mengalami penurunan sebesar 2,5% dan 2,1%. Pada R3 minggu 1 ke minggu 2 mengalami penurunan sebesar 1%, lalu di minggu 3 mengalami kenaikan sebesar 2,6% namun di minggu 4 serta minggu 5 terjadi penurunan sebesar 3,1% dan 2,7%. Pada R4 di minggu 1 ke minggu 2 mengalami kenaikan sebesar 3,6%, lalu di minggu 3 mengalami penurunan sebesar 2,1% kemudian di minggu 4 dan minggu 5 mengalami penurunan sebesar 2,1% dan 2,4%. Menurunnya kadar air kompos disebabkan oleh aktivitas mikroorganismenya dan aktivitas larva yang membuat energi panas akibatnya kompos mengalami penguapan dan kadar air berkurang. Hal ini karena kandungan air pada kompos berfungsi untuk menjaga temperature kompos seiring dengan meningkatnya suhu kompos pada tanah (Harahap, 2020). Kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini bila disandingkan dengan SNI 19-7030-2004

telah sesuai dengan standar baku mutu yakni dibawah 50%. Pada R1 memperoleh kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air dari reaktor lainnya di setiap minggu. Hal ini disebabkan karena pada R1 bahan pakan yang digunakan berupa sampah sayur EM4 + polar. Sampah sayur yang telah difermentasi dengan EM4 banyak mengandung air. Pemberian pakan kepada *mealworm* yang terlalu kering akan membuat *mealworm* kesusahan dalam kebutuhan air, maka dari itu proses fermentasi dilakukan dengan tujuan meningkatkan kadar air pada umpan yang diberikan (Rolita, 2017). Lalu terjadi peningkatan kadar air pada pengamatan di minggu ke-2 pada R1, R2 dan R4. Namun pada R3 terjadi penurunan kadar air dari minggu sebelumnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan baku yang terlalu kering berupa sampah sayur + polar. Dari hasil penelitian yang telah diperoleh bila disandingkan dengan hasil penelitian dari Rolita *et al* (2017) memiliki kadar air tertinggi sebesar 13,91% dengan jenis pakan daun kering fermentasi EM4 dan terendah sebesar 6,17% dengan jenis pakan daun kering fermentasi stardect, lalu pada penelitian ini diperoleh nilai tertinggi sebesar 26,6% dengan jenis pakan sayur EM4+polar dan nilai terendah sebesar 12,7% dengan jenis pakan sayur+polar. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air kompos dalam penelitian ini lebih baik dari penelitian Rolita. Jika kadar air yang terkandung dalam kompos rendah hal ini tidak baik untuk keberlangsungan hidup bakteri karena bakteri membutuhkan air dalam aktivitasnya.

4.4.3 Warna Kompos

Warna menjadi salah satu indikator dalam menyatakan kompos sudah matang atau belum. Pada SNI 19-7030-2004 menyatakan kompos yang baik memiliki warna kehitaman yang berarti kompos tersebut sudah matang. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama 25 hari diperoleh hasil seperti yang ada pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Warna Selama 5 Minggu Setiap Reaktor

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	SNI 19-7030- 2004
R1	coklat tua	coklat tua	coklat tua	coklat tua	coklat tua	

R2	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	Max. kehitaman
R3	coklat muda	coklat muda	coklat muda	coklat muda	coklat muda	
R4	coklat muda	coklat muda	coklat muda	coklat muda	coklat muda	

Dilihat dari Tabel 4.1 hasil pengamatan warna dengan kualitas kompos yang baik diperoleh dari R1 dan R2 karena warna yang dihasilkan coklat dan coklat tua hal ini sudah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 yang menyebutkan kompos baik memiliki maksimum warna yang kehitaman. Menurut Setyaningsih *et al.*, (2017) menyatakan bila kompos berwarna coklat kehitaman dipicu dari kadar air yang cukup tinggi, sedangkan bila kompos berwarna cerah dipicu dari kadar air yang rendah. Hal ini menjelaskan nilai kadar air yang telah diperoleh menunjukkan R1 memiliki kadar air yang tertinggi pada setiap minggunya, maka pada R1 memiliki warna kompos lebih gelap dari reaktor lainnya yakni coklat tua.



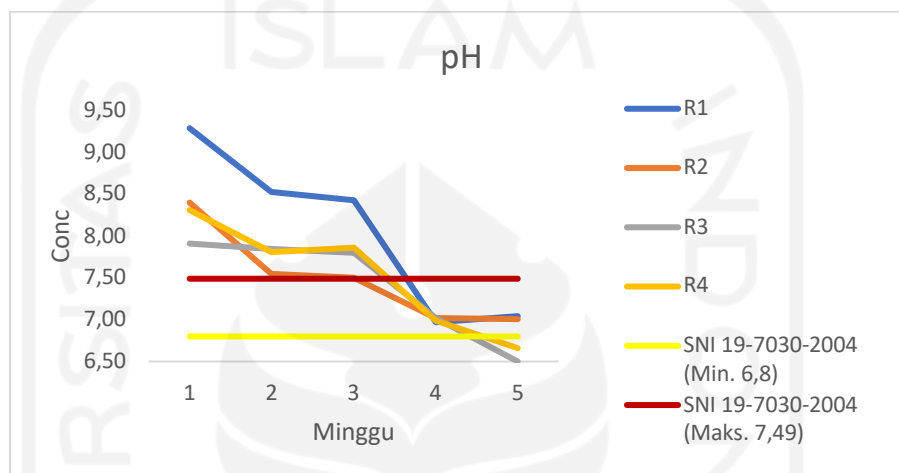
Gambar 4. 8 Warna Kompos Setiap Reaktor

4.5 Parameter Kimia Kompos

Parameter kimia kompos yang digunakan meliputi Fosfor, Rasio C/N dan Kalium yang kemudian akan dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Langkah kerja yang digunakan saat pengujian di laboratorium mengacu pada Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Berdasarkan pengamatan dan rangkaian pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil data parameter kimia kompos sebagai berikut :

4.5.1 pH (Derajat Keasaman) Kompos

Untuk mengetahui nilai pH atau derajat keasaman pada setiap reaktor dilakukan pengukuran setiap 5 hari sekali, dimana alat pengukuran yang digunakan berupa pH *meter*. pH menjadi salah satu parameter penting yang masuk dalam standar baku mutu SNI 19-7030-2004. Hasil pengamatan pH pada setiap reaktor selama 25 hari penelitian dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4. 9 Perubahan Nilai pH Selama 5 Minggu Setiap Reaktor

Berdasarkan hasil pengamatan pH yang telah dilakukan, diketahui kondisi awal dari masing – masing sampel berada pada situasi basa yakni >7 dimana seiring berjalannya waktu nilai pH sampel mengalami penurunan yang mencapai pada situasi asam yakni <7 . Mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik menyebutkan bahwa nilai pH yang seharusnya dimiliki oleh kompos berkisar antara 6,8 - 7,49. Pada pengamatan minggu ke-1 nilai pH yang diperoleh dari keempat reaktor melebihi batas dari SNI yang telah ditentukan begitupun dengan minggu ke-2 dan ke-3 yang bersifat basa. Menurut Akbari (2015) kenaikan nilai pH dapat terjadi pada proses pengomposan di awal, menunjukkan adanya aktivitas mikroba dalam merombak bahan organik dan terjadi mineralisasi membuat kation – kation dilepaskan seperti K^+ yang mengikat asam – asam yang ada selama pengomposan misalnya KNO_3 yang membuat peningkatan pada pH. Pada pengamatan di minggu ke-4 nilai pH yang diperoleh dari keempat

reaktor secara berturut-turut sebesar 6,97; 7,023; 7,02 dan 6,99 hal ini menyatakan bahwa nilai pH pada minggu ke-4 telah memenuhi standar baku mutu nilai yang digunakan. Sedangkan pada pengamatan di minggu ke-5 terjadi penurunan dimana terdapat nilai pH yang kurang dari batas minimum SNI yaitu pada R3 dengan nilai pH sebesar 6,5 (asam). Penurunan pH yang terjadi dikarenakan adanya perlakuan mikroorganisme terhadap sampah yang membuat suhu menjadi meningkat dan akhirnya menghasilkan asam organik yang memicu nilai pH turun (Siagian et al., 2021). Kondisi kompos dengan nilai pH yang kurang dari 6 akan menurunkan nilai ketersediaan unsur fosfor, kalsium, kalium dan molibdenum. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rolita *et al* (2017) nilai pH terendah terdapat pada pakan dengan fermentasi mol nasi dengan pH sebesar 6,1 dan pH tertinggi terdapat pada pakan terfermentasi mol akar bambu dengan pH sebesar 8,3. Pada penelitian kali ini nilai pH tertinggi terdapat pada R1 dengan rata-rata nilai pH sebesar 8,05 dengan pemberian pakan sayur EM4 dan polar sedangkan nilai pH terendah terdapat pada R3 dengan rata-rata nilai pH sebesar 7,42 dengan pemberian pakan sampah sayur dan polar. Pada penelitian keduanya diketahui nilai pH yang melebihi nilai standar baku mutu yang digunakan yaitu sebesar 6,8-7,49.

4.5.2 Fosfor Kompos

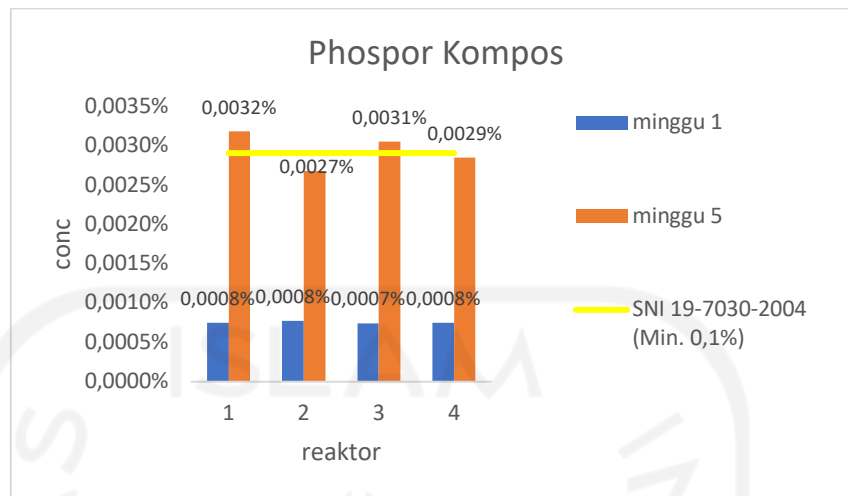
Hasil pengamatan fosfor antara minggu ke-1 dengan minggu ke-5 terlihat adanya perbedaan yang cukup jauh. Pada minggu ke-1 diperoleh hasil fosfor dengan range 0,0007% - 0,0008 %. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan jenis pakan yang difermentasi maupun tidak difermentasi tidak mempengaruhi terhadap hasil komposting karena pakan yang masuk dalam sistem pencernaan ulat yang mengandung fosfat akan dirubah oleh enzim (fosfatase) dan dikeluarkan dalam bentuk kotoran (Anjangsari, 2010). Sedangkan pada minggu ke-5 diperoleh hasil dengan range 0,0027% - 0,0032%. Berdasarkan dengan acuan yang digunakan yakni SNI 19-7030-2004 untuk standar minimum yang diberikan pada parameter fosfor sebesar 0,1% dan tidak ada batas maksimum. Hal ini mengatakan bahwa nilai fosfor yang terkandung pada semua reaktor belum memenuhi standar SNI. Menurut Nugraha *et al.*, (2016) selama proses pengomposan fosfor dikonsumsi oleh mikroorganisme untuk pembentukan sel dalam tubuhnya membuat nilai

phospor dalam kompos menjadi lebih rendah, lalu apabila pengomposan yang terjadi berlangsung lebih lama maka kadar phospor akan menurun. Walaupun unsur phospor rendah namun keberadaannya tetap memberi pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Phospor berfungsi dalam penguatan, pembelahan sel dan pembungaan.

Tabel 4. 2 Nilai Pengamatan Phospor Kompos Setiap Reaktor

Reaktor	P (%)		SNI 19-7030-2004
	Minggu 1	Minggu 5	
R1	0,0008%	0,0032%	min. 0,1%
R2	0,0008%	0,0027%	
R3	0,0007%	0,0031%	
R4	0,0008%	0,0029%	

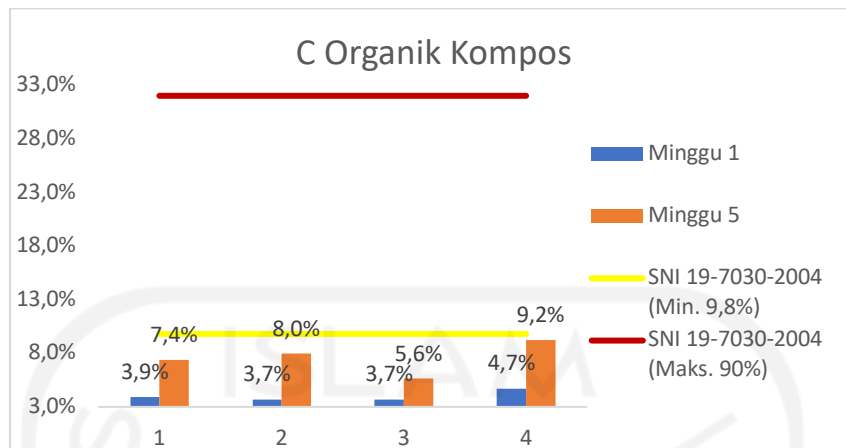
Dilihat dari Tabel 4.2 pada R1 nilai phospor dominan lebih besar di minggu ke-1 dan minggu ke-5 dibandingkan dengan reaktor lainnya. Hal ini disebabkan oleh bahan pakan yang diberikan berupa sampah sayur. Sampah sayur memiliki kandungan phospor yang tinggi. Hal ini disebabkan karena phospor sangat dibutuhkan keberadaannya oleh tanaman. Tanaman membutuhkan phospor untuk pertumbuhan akar dan pembentukan protein (Anif, 2007). Nilai phospor kompos mengalami kenaikan pada minggu ke 5 dari yang awal sebesar 0,0008% mencapai 0,0032%. Menurut Hidayati dkk (2011) nilai phospor akan berpengaruh terhadap nilai nitrogen, semakin tinggi nilai nitrogen maka akan semakin tinggi aktivitas mikroba dalam merombak phospor sehingga membuat kandungan phospor pada kompos menjadi meningkat. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sutrisman, *et al* (2016) nilai phospor tertinggi yang diperoleh sebesar 0,1616% dan nilai phospor terendah yang diperoleh sebesar 0,1005% . Lalu pada penelitian kali ini nilai phospor tertinggi yang diperoleh sebesar 0,0032% dan nilai phospor terendah sebesar 0,0007. Maka dapat diketahui bahwa kandungan phospor kompos pada penelitian ini kurang baik dibanding dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Phospor Kompos Setaip Reaktor

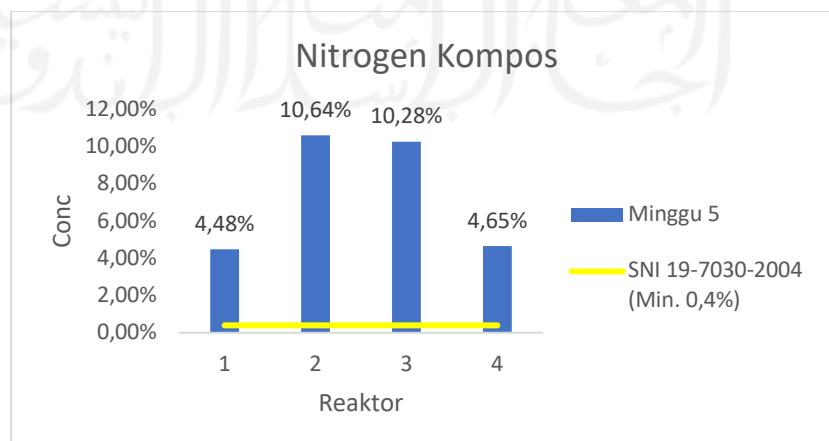
4.5.3 Rasio C/N Kompos

Mikroorganismen membutuhkan karbon dan nitrogen dalam setiap aktivitasnya. Dapat dilihat bahwa karbon yang terkandung dalam kompos memiliki nilai dibawah SNI 19-7030-2004 dimana batas minimum sebesar 9,8% dan batas maksimum sebesar 32%. Pada minggu ke-1 kadar karbon yang terkandung di kompos memiliki range sebesar 3,7% - 4,7%. Hal ini menandakan konsentrasi karbon yang rendah, dimana konsentrasi karbon yang kecil disebabkan oleh aktivitas mikroorganismen. Mikroorganismen menggunakan karbon sebagai sumber tenaga dengan cara membebaskan yang membuat kandungan karbon semakin lama berkurang. Mikroorganismen yang ada, menggunakan karbon untuk berkembangbiak. Kemudian pada minggu ke-5 karbon yang terkandung memiliki range 5,6% - 9,2%. Hal ini menunjukkan terjadinya kenaikan kadar karbon yang terkandung dalam kompos mencapai 3,55%. Menurut Lu *et al* (2009) terdapat korelasi antara kadar karbon dengan kadar air, dimana rendahnya kadar karbon yang ada di kompos maka kadar air akan meningkat.



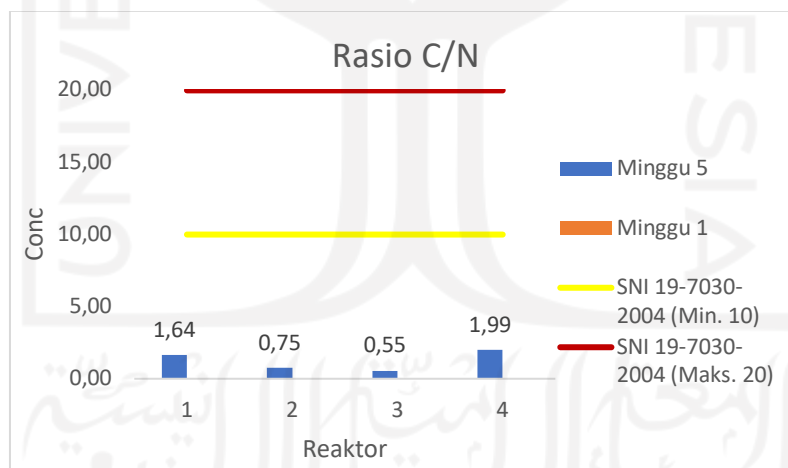
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian C-Organik Kompos Setaip Reaktor

Selain itu terdapat nitrogen yang juga berpengaruh dalam pengomposan. Nitrogen diperlukan dalam proses pertumbuhan tanaman untuk merangsang pertumbuhan dan berperan dalam pembentukan hijau daun. Nantinya Nitrogen akan diserap oleh akar dalam bentuk nitrat dan ammonium. Hasil Nitrogen pada minggu ke-5 yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu dengan minimal standar adalah 0,4%, menunjukkan hasil sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Dimana konsentrasi N yang diperoleh pada R1 sebesar 4,48%; R2 sebesar 10,64%; R3 sebesar 10,28% dan R4 sebesar 4,65%. Terihat dari hasil nitrogen yang diperoleh oleh masing-masing reaktor, menunjukkan bahwa konsentrasi nitrogen tidak begitu besar namun masih sesuai dengan standar. Hal ini terjadi karena selama proses berlangsung kadar nitrogen digunakan oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan kompos (Sriharti, 2008).



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Nitrogen Kompos Setaip Reaktor

Hasil penelitian mengenai kompos dari limbah sayur dan daun kering yang diberi perlakuan oleh *mealworm* menetapkan hasil akhir yang bervariasi. Dapat dilihat pada gambar 4.13 hasil yang diperoleh dari keempat reaktor di minggu ke-5 secara berturut - turut R1 sebesar 1,64; R2 sebesar 0,75; R3 sebesar 0,55 dan R4 sebesar 1,99. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa rasio C/N dalam penelitian ini belum memenuhi SNI 19-7030-2004. Jika konsentrasi rasio C/N rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai mikroorganismenya tidak dapat digabung. Hal ini disebabkan karena kandungan karbon yang terbatas pada kompos, sehingga tidak dapat mengikat nitrogen bebas. Lalu nitrogen akan dibebaskan dalam bentuk ammonia dan kompos berkualitas rendah. Konsentrasi rasio C/N yang optimal akan mendekati dengan rasio C/N dari tanah sebesar 12. Dimana nilai tersebut merupakan kondisi terbaik yang dapat mempengaruhi efisiensi pemanfaatan unsur hara yang terdapat pada pupuk (Nurdini, 2016).



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Rasio C/N Kompos Setaip Reaktor

4.5.4 Kalium Kompos

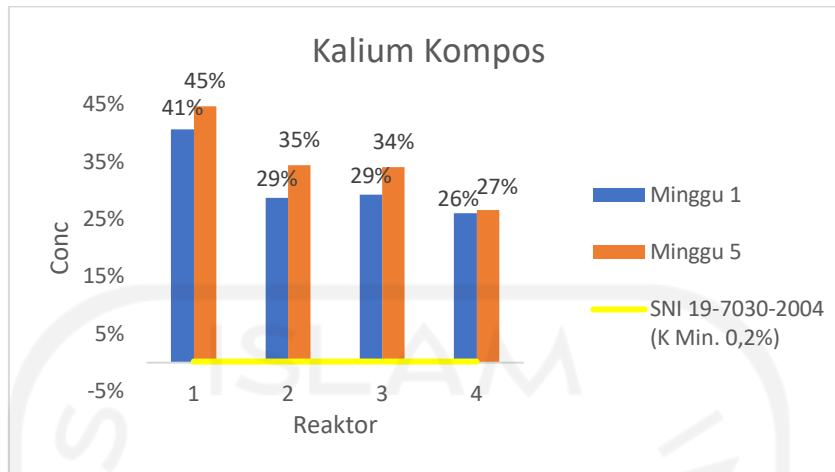
Pada SNI 19-7030-2004 standar minimum untuk unsur kalium yang ada pada kompos yaitu sebesar 0,2% dan tidak ada batas maksimumnya. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan diperoleh hasil kalium pada minggu ke-1 dan minggu ke-5 tidak berbeda jauh. Nilai kalium yang dihasilkan pada minggu ke-1 berkisar antara 26% - 41%, sedangkan pada minggu ke-5 berkisar antara 27% -

45%. Dilihat Tabel 4.3 nilai pengamatan kalium di semua reaktor memenuhi standar SNI.

Tabel 4. 3 Nilai Pengamatan Kalium Kompos Setiap Reaktor

Reaktor	K (%)		SNI 19-7030-2004
	Minggu 1	Minggu 5	
R1	41%	45%	min 0,2%
R2	29%	35%	
R3	29%	34%	
R4	26%	27%	

Kalium memiliki fungsi dalam metabolisme tanaman seperti pertumbuhan tanaman, pengerasan akar dan juga batang. Proses dekomposisi yang baik dapat dilihat dari kadar kalium yang meningkat. Berdasarkan Gambar 4.14 dari hasil pengujian kalium pada minggu ke-5 terjadi peningkatan kadar kalium dibandingkan dengan minggu ke-1 dengan rata-rata kenaikan setiap reaktor mencapai 4%. Kondisi kalium yang meningkat disebabkan oleh bakteri pelarut K dalam kompos yang membuktikan bahwa keberadaan mikroorganisme sangat mempengaruhi kadar kalium yang dihasilkan (Gunawan *et al.*, 2015). Kadar kalium yang ada dalam kompos dipengaruhi oleh tinggi rendahnya pH, bila pH kompos kurang dari 6,0 akan mengurangi nilai fosfor, kalium, magnesium dan molibdium dengan cepat (Foth, 2004). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sutrisman, *et al* (2016) nilai kalium tertinggi yang diperoleh sebesar 0,4060% dan nilai kalium terendah yang diperoleh sebesar 0,3456% . Lalu pada penelitian ini nilai kalium tertinggi yang diperoleh sebesar 45% dan nilai kalium terendah sebesar 26%. Maka dapat diketahui bahwa kandungan kalium kompos pada penelitian ini nilainya lebih baik bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 4. 14 Hasil Pengujian Kalium Kompos Setaip Reaktor

4.6 Perbandingan Reaktor

Setelah dilakukan pengamatan dan pengujian di laboratorium, hasil pengamatan kemudian dilakukan perbandingan dengan acuan yang digunakan untuk parameter fisik dan parameter kimia yaitu SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Dibawah ini merupakan tabel perbandingan tiap reaktor sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Perbandingan Parameter Fisik dengan SNI 19-7030-2004

Kadar Air											
	Minggu										SNI 19-7030-2004
Reaktor	1	SNI	2	SNI	3	SNI	4	SNI	5	SNI	
1	26,6%	sesuai	27,5%	sesuai	19,2%	sesuai	18,4%	sesuai	12,6%	sesuai	Max 50%
2	17,3%	sesuai	20,5%	sesuai	17,6%	sesuai	15,1%	sesuai	13,1%	sesuai	
3	17,0%	sesuai	15,9%	sesuai	18,5%	sesuai	15,4%	sesuai	12,7%	sesuai	
4	16,1%	sesuai	19,7%	sesuai	17,6%	sesuai	15,4%	sesuai	13,1%	sesuai	
Temperature Kompos											
	Minggu										SNI 19-7030-2004
Reaktor	1	SNI	2	SNI	3	SNI	4	SNI	5	SNI	
1	25,9	sesuai	25,5	sesuai	25,6	sesuai	25,9	sesuai	25,7	sesuai	suhu air tanah max 30
2	25,8	sesuai	25,6	sesuai	25,6	sesuai	25,7	sesuai	25,8	sesuai	
3	25,8	sesuai	25,6	sesuai	25,4	sesuai	25,8	sesuai	25,8	sesuai	
4	25,8	sesuai	25,5	sesuai	25,5	sesuai	25,7	sesuai	26	sesuai	
Warna											
	Minggu										SNI 19-7030-2004
Reaktor	1	SNI	2	SNI	3	SNI	4	SNI	5	SNI	
1	coklat tua	sesuai	coklat tua	sesuai	coklat tua	sesuai	coklat tua	sesuai	coklat tua	sesuai	Kehitaman
2	coklat	tidak sesuai	coklat	tidak sesuai	coklat	tidak sesuai	coklat	tidak sesuai	coklat	tidak sesuai	
3	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	
4	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	coklat muda	tidak sesuai	

Tabel 4. 5 Perbandingan Parameter Kimia dengan SNI 19-7030-2004

Derajat Keasaman (pH)												
Reaktor	Minggu										SNI 19-7030-2004	
	1	SNI	2	SNI	3	SNI	4	SNI	5	SNI	min	max
1	9,29	tidak sesuai	8,53	tidak sesuai	8,43	tidak sesuai	6,97	sesuai	7,04	sesuai		
2	8,40	tidak sesuai	7,55	tidak sesuai	7,50	tidak sesuai	7,02	sesuai	7,01	sesuai		
3	7,91	tidak sesuai	7,85	tidak sesuai	7,80	tidak sesuai	7,02	sesuai	6,50	tidak sesuai		
4	8,31	tidak sesuai	7,81	tidak sesuai	7,86	tidak sesuai	6,99	sesuai	6,66	tidak sesuai		

K					
Reaktor	Minggu				SNI 19-7030-2004
	1	SNI	5	SNI	
1	41%	sesuai	45%	sesuai	min 0,2%
2	29%	sesuai	35%	sesuai	
3	29%	sesuai	34%	sesuai	
4	26%	sesuai	27%	sesuai	
P					
Reaktor	Minggu				SNI 19-7030-2004
	1	SNI	5	SNI	
1	0,0008%	tidak sesuai	0,0032%	tidak sesuai	min 0,1%
2	0,0008%	tidak sesuai	0,0027%	tidak sesuai	
3	0,0007%	tidak sesuai	0,0031%	tidak sesuai	
4	0,0008%	tidak sesuai	0,0029%	tidak sesuai	
Rasio C/N					
	Minggu			SNI 19-7030-2004	
	1	SNI	5	SNI	SNI

Reaktor	5	SNI		
1	1,64	tidak sesuai	min 10	max 20
2	0,75	tidak sesuai		
3	0,55	tidak sesuai		
4	1,99	tidak sesuai		



Berdasarkan perbandingan setiap reaktor dengan SNI yang telah dilakukan, diperoleh Reaktor 1 (R1) dengan pemberian umpan sayur fermentasi EM4 + polar dan Reaktor 2 (R2) dengan pemberian umpan daun fermentasi EM4 + sayur fermentasi EM4 + polar sebagai reaktor yang paling efisien dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan pada kompos yang telah dilakukan pengujian diperoleh hasil parameter yang rata-rata menunjukkan kesesuaian dengan standar nilai baku mutu yang digunakan yakni SNI 19-7030-2004.

Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan SNI 19-7030-2004 dengan Reaktor 1

Reaktor 1

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	SNI
Kadar Air	26,6%	27,5%	19,2%	18,4%	12,6%	sesuai
Temperatur (°C)	25,9	25,5	25,6	25,9	25,7	sesuai
Derajat Keasaman (pH)	9,29	8,53	8,43	6,97	7,04	sesuai
Warna	coklat tua	coklat tua	coklat tua	coklat tua	coklat tua	sesuai
Phospor	0,0008%	-	-	-	0,0032%	tidak sesuai
Kalium	41%	-	-	-	45%	sesuai
Rasio C/N	-	-	-	-	1,64	tidak sesuai

Tabel 4. 7 Hasil Perbandingan SNI 19-7030-2004 dengan Reaktor 2

Reaktor 2

Parameter	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	SNI
Kadar Air	17,3%	20,5%	17,6%	15,1%	13,1%	sesuai
Temperatur	25,8	25,6	25,6	25,7	25,8	sesuai
Derajat Keasaman (pH)	8,40	7,55	7,50	7,02	7,01	sesuai
Warna	coklat	coklat	coklat	coklat	coklat	sesuai
Phospor	0,0008%	-	-	-	0,0027%	tidak sesuai
Kalium	29%	-	-	-	35%	sesuai
Rasio C/N	-	-	-	-	1,99	tidak sesuai

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan pada *mealworm* yang diberi pakan dengan sampah sayur dan sampah daun kering, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju konsumsi umpan mengalami peningkatan dari awal hingga akhir dengan rerata kenaikan mencapai 2,1% pada setiap minggunya. Hal ini juga berkaitan dengan berat ulat yang juga mengalami peningkatan secara signifikan dimana berat awal sebesar 125 gram dan meningkat dengan rata-rata mencapai 196 gram. Pemberian jenis pakan mempengaruhi laju konsumsi umpan, terlihat bahwa pemberian pakan sayur lebih diminati oleh *mealworm*.
2. Hasil analisa pengukuran parameter mengenai temperatur kompos, kadar air dan warna yang telah dilakukan selama 25 hari dengan mengacu pada SNI 19-7030-2004. Dimana parameter temperatur kompos, kadar air dan warna telah sesuai dengan standar baku mutu.
3. Analisis parameter pH, P, Rasio C/N dan K dari kompos yang telah dilakukan pengamatan di minggu ke-1 dan minggu ke-5 diperoleh hasil P dan Rasio C/N yang belum sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Untuk parameter K hasil yang diperoleh telah sesuai dengan standar yang digunakan yakni melebihi 0,2%. Analisis parameter pH hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan baku mutu karena nilainya yang berada pada range 8-9, dimana nilai yang menjadi acuan sebesar 6,8-7,49.
4. Perbandingan reaktor dengan SNI 19-7030-2004 reaktor yang paling optimal yaitu Reaktor 1 (R1) dengan pemberian pakan sayur fermentasi EM4 + polar dan Reaktor 2 (R2) dengan pemberian umpan daun fermentasi EM4 + sayur fermentasi EM4 + polar.

5.2 Saran

Berdasarkan dari pengamatan yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan kepada para pembaca adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan umpan sayur yang lebih spesifik jenisnya agar dapat menjadi kontrol yang lebih tepat.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang jumlah penggunaan reaktor yang nantinya akan digunakan. Penggunaan reaktor yang lebih sedikit akan mempermudah saat pengamatan dan juga diperoleh hasil yang lebih akurat.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai nilai parameter yang masih belum sesuai dengan standar baku mutu yang telah digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, R., Arsa, A., & Baining, M. E. (2020). Strategi Pemanfaatan dan Pengelolaan Sampah Anorganik Berbasis Ekonomi Kreatif di Bank Sampah Barokah Bersama Kota Baru Kota Jambi (*Doctoral dissertation, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi*).
- Akbari, W. A. (2015). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang dan Tanaman *Mucuna bracteata* Sebagai Pupuk Kompos. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1).
- Anif, S., T. Rahayu, dan M. Faatih. (2007). Pemanfaatan Limbah Tomat Sebagai Pengganti EM-4 Pada Proses Pengomposan Sampah Organik. *Jurnal Penelitian Sains & Teknolog*, 8(2):119–143.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). SNI 19-7030-2004 Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.
- Borror, D.J., C.A Tripplehorn, & N.F. Johnson. (1982). Pengenalan Serangga. Penerjemah; Partosoedjono S. Yogyakarta : Gadjah Mada Univ
- Culin, J. 2008. *Insect Growth and Development*
- Duan, M., Zhang, Y., Zhou, B., Qin, Z., Wu, J., Wang, Q., Yin, Y. (2020). Effects of *Bacillus Subtilis* on Carbon Components and Microbial Functional Metabolism During Cow Manure-straw Composting. *Bioresour. Technol.* 303, 122868.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae – Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste Management & Research*, 27: 603-610.
- Djuarnani, N. Kristiani dan B. S. Setiawan. (2008). Cara Cepat Membuat Kompos. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.

- Eviati & Sulaeman. (2009). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi 2. Balai Penelitian Tanah. Jawa Barat
- Fitriyah, S., & Syaputra, E. M. (2021). Biokonversi Sampah Organik dengan Metode Larva Black Soldier Fly. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(3), 173-178.
- Gunawan, R., Kusmiadi, R., & Prasetyono, E. (2015). Studi Pemanfaatan Sampah Organik Sayuran Sawi (*brassica juncea l.*) dan Limbah Rajungan (*portunus pelagicus*) untuk Pembuatan Kompos Organik Cair. *Jurnal Pertanian Dan Lingkungan*. 8(1):37–47.
- Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y., & Shen, Y. (2012). Effect of Aeration Rate, C/N ratio and Moisture Content on The Stability and Maturity of Compost. *Bioresource Technology*, 112, 171–178.
- Ghose, T.K., (1987). Measurement of Cellulase Activities. *Pure Appl. Chem.* 59 (2), 257–268.
- Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. (2017). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 179-192.
- Hapsari, D. G. P. L., Fuah, A. M., & Endrawati, Y. C. (2018). Produktifitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*) pada Media Pakan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 6(2), 53-59.
- Harahap, E. M. (2020). Biokonversi Sampah Organik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Studi Kasus di TPS Pasar Astana Anyar (*Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas*).
- Hariyanto. (2014). Pengelolaan Sampah di Kota Semarang untuk Menuju Kota Bersih. *Jurnal Geografi*, 11 (2): 237-246.

- Hartiningsih, H., & Sari, E. F. (2014). Peningkatan Bobot Panen Ulat Hongkong Akibat Aplikasi Limbah Sayur dan Buah Pada Media Pakan Berbeda. *Buana Sains*, 14(1), 55-64.
- Haryanto, A. (2013). *Budidaya Ulat Hongkong*. DAFA Publishing. Surabaya
- Hermawansyah, D. (2017). Analisis Parameter Fisik Kompos Menggunakan Metode Vermikomposting pada Sampah Daun Kering.
- Hussain, N., G. Hassan, M. Arshadullah dan F. Mujeeb. (2001). Evaluasi Amandemen untuk Perbaikan Sifat Fisik Tanah Sodik. *Internasional J. Pertanian. Bio.*, 3:319-322.
- Iding, I., Bakrie, B., & Wahyuningrum, M. A. (2020). Pertambahan Bobot Badan Larva Ulat Hongkong (*Tenebrio Molitor L.*) dengan Penambahan Styrofoam Di Dalam Pakan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(2), 103-113.
- Khater, E. S. G. (2015). Some physical and chemical properties of compost. *Int. J. Waste Resour*, 5(1), 72-79.
- Kröncke, N., Grebenteuch, S., Keil, C., Demtröder, S., Kroh, L., Thünemann, A. F., ... & Haase, H. (2019). Effect of Different Drying Methods on Nutrient Quality of The Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor L.*). *Insects*, 10(4), 84.
- Kusuma, M Angga. (2012). Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Sampah Organik di Kota Depok. *Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan UI*. Depok
- Li, R., Yu, A., Bai, B., Xu, R., Ding, W., (2016). Tomato Growth and its Nutritional Quality in Different Vegetable Waste Substrate. *Bull. Soil Water Conserv.* 36, 110–114.
- Maghfiroh, A. R. (2016). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah Organik (Komposting) oleh Akademi Kompos di Bumi Pesanggrahan Mas RW 08 Kelurahan Petukangan Selatan. *Bachelor's thesis, Fakultas Ilmu Dakwah dan Ilmu Komunikasi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*

- Maha, I. V., Elfrida, E., & Sarjani, T. M. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Media Pakan *Tenebrio molitor*. *Jurnal Jeumpa*, 8(1), 516-524.
- Marlina, E.T., Hidayati, Y.A., Benito, T.B., dan Harlia, E. (2010). Pengaruh Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda Pada Proses Pengomposan Terhadap Kualitas Kompos. *Jurnal Ilmu Peternakan*, XIII (6), 299-303
- Newton L, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R. (2005). Using The Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, as a Value-Added Tool for The Management of Swine Manure. *Report for The Animal and Poultry waste Management Center*. North Carolina State University Raleigh. North Carolina.
- Nugraha, W. D., Putro, B. P. and Samudro, G. (2016). Pengaruh Penambahan Pupuk NPK dalam Pengomposan Sampah Organik secara Aerobik menjadi Kompos Matang dan Stabil Diperkaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 5.
- Nurdini, L., Amanah, R. D., & Utami, A. N. (2016). Pengolahan Limbah Sayur Kol Menjadi Pupuk Kompos Dengan Metode Takakura. *In Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan (p. 2)*.
- Purnamasari, D.K., Erwan, Syamsuhaidi, K.G.W., & Nurmaya. (2018). Pertumbuhan dan Survival Rate Larva *Tenebrio molitor* yang Diberikan Media Pakan Berbeda. *Jurnal Peternakan*
- Purnomo, E. A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh Variasi C/N rasio terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) dari Batang Pisang dengan Kombinasi Kotoran Sapi dalam Sistem Vermicomposting (*Doctoral dissertation, Diponegoro University*).
- Rolita, B. A., Purwono, P., & Sutrisno, E. (2017). Pemanfaatan Ulat Hongkong (*Mealworm*) dalam Pengolahan Sampah Daun Jati Menjadi Kompos (*Doctoral dissertation, Diponegoro University*).
- Sahwan, F. L. (2016). Kualitas Produk Kompos dan Karakteristik Proses Pengomposan Sampah Kota Tanpa Pemilahan Awal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(1), 79-85.

- Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Ibrahim, M., & Safdar, E. (2008). Improvement of Soil Physical and Chemical Properties with Compost Application in Rice-wheat Cropping System. *Pakistan Journal of Botany*, 40(1), 275-282.
- Setyawati H, Anggorowati DA, Asroni M, Anjarsari S.(2012). Pemberdayaan SDM dalam Pemanfaatan Sampah Basah sebagai Pupuk Cair di RW 08 Kelurahan Sukun Kecamatan Sukun Kota Malang. *Malang. spectra* 10:26-33
- Setyobudi, V. T. (2020). Biokonversi Sampah Organik Pasar Dengan Kapang (*Trichoderma viride* Pers.) dan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*), (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). Analisis Suhu, pH dan Kuantitas Kompos Hasil Pengomposan Reaktor Aerob Termodifikasi dari Sampah Sisa Makanan dan Sampah Buah. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166-176.
- Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., & Jedras, M. (2013). Larvae of Mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European Novel Food.
- Sihombing, D. T. H. (1999). Ilmu Ternak. Gadjah Mada Univ Pr, Yogyakarta.
- Sipayung, Pretty Yuniarti Elisabeth. (2015). Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) Sebagai Salah Satu Teknologi Reduksi Sampah di Daerah Perkotaan. Tugas Akhir. Program Studi Lingkungan, FTSP ITS. Surabaya.
- Sunarsih, E. 2(014). Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, vol 5 (01), 163.
- SNI 19-7030-2004. Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

- Sriharti., Salim T. (2008). Pemanfaatan Limbah Pisang Untuk Pembuatan Pupuk Kompos Menggunakan Kompos Rotary Drum (Prosising Seminar Nasional Bidang Teknik Kimia dan Tekstil). Yogyakarta.
- Taufiq, A. (2015). Sosialisasi Sampah Organik dan Non Organik Serta Pelatihan Kreasi Sampah. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(01), 68-73.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. Tentang Pengelolaan Sampah.
- Wahyono, Sri., Firman L., Feddy S. (2016). Komposting Sampah Kota Skala Kawasan. BPPT PRESS. Jakarta.
- Wied, Hary Apriaji. (2004). Memproses Sampah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2).
- Wiglesworth. (1789). *Insect and The Feeding of Zoo Animal*. Academic Pr, London.
- Yang F, Li G, Shi H, Wang Y. (2015). Effects Of Phosphogypsum Ana Superphosphate On Compost Maturity And Gaseous Emissions Uring Kitchen Waste Composting. *Waste Manage.* 36:70-76
- Yusdira, A., A. Haviar, & Tim Krotobond. (2016). Budidaya Ulat Hongkong untuk Pakan Burung Kicauan, Semut Rangrang, Ikan Hias dan Umpan Pancing. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Zhang, C., Gao, Z., Shi, W., Li, L., Tian, R., Huang, J., Lin, R., Wang, B., Zhou, B., (2020). Material Conversion Microbial Community Composition and Metabolic Functional Succession During Green Soybean Hull Composting. *Bioresour. Technol.* 316, 123823.

LAMPIRAN

Lampiran I. Dokumentasi Penelitian

1. Lokasi peternakan *mealworm*



Gambar I. 1 Kondisi Peternakan GG Farm's

2. Lokasi pengamatan : Workshop Teknik Lingkungan



Gambar I. 2 Lokasi Pengamatan

3. Lokasi pengambilan sampah sayur



Gambar I. 3 Toko Sayur Segar



Gambar I. 4 Toko Sayur Laris Manis

4. Pengambilan sampah



Gambar I. 5 Proses Pengambilan Sampah

5. Pengamatan suhu reaktor hari ke-5



Gambar I. 6 Pengamatan Suhu pada Hari ke-5

6. Kadar air minggu 5

- Alat



Gambar I. 7 Desikator



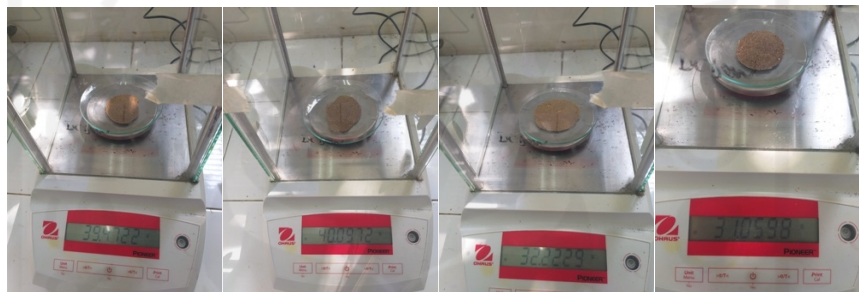
Gambar I. 8 Oven

- Sampel



Gambar I. 9 Penimbangan Sampel di Timbangan Analitik

- Sampel sesudah oven



Gambar I. 10 Penimbangan Sampel Sesudah di Oven

7. Berat ulat minggu ke-5



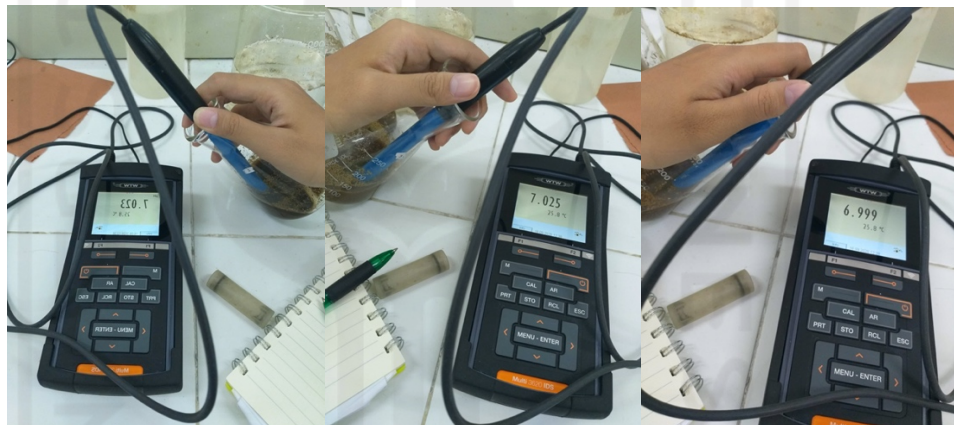
Gambar I. 11 Penimbangan Berat Ulat

8. Warna



Gambar I. 12 Hasil Warna Kompos

9. Pengamatan pH



Gambar I. 13 Pengamatan pH dengan pH meter



Gambar I. 14 Seeker Sampel Pengujian pH

10. Pengamatan Uji Fosfor



Gambar I. 15 Spektrofotometri *Uv-Vis*



Gambar I. 16 Destruk Sampel



Gambar I. 17 Penyaringan Larutan

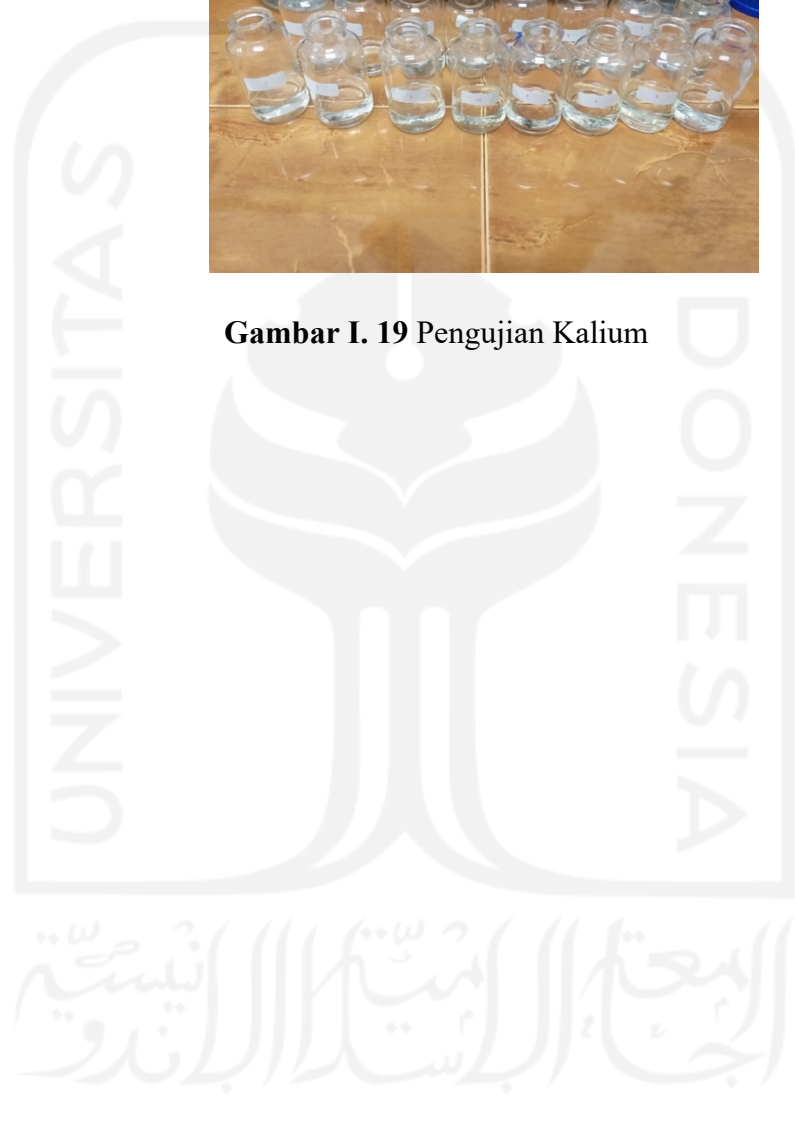


Gambar I. 18 Sampel yang Akan Diuji Phospor

11. Pengamatan Uji Kalium



Gambar I. 19 Pengujian Kalium



Lampiran II. Tabel dan Detail Perhitungan

1. Data pengamatan suhu reaktor

Tabel II. 1 Nilai Pengamatan Suhu Reaktor

Reaktor	Temperatur °C				
	1	2	3	4	5
1	30,5	29	31,4	31,7	32,8
2	30	28,5	30,3	30,6	30,2
3	30	27,1	29,7	30,6	31,1
4	29,6	27,2	29,4	29,7	31,1

2. Data pengamatan pH (derajat keasaman)

Tabel II. 2 Nilai Pengamatan pH

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	SNI 19-7030-2004
R1	9,29	8,53	8,43	6,97	7,042	6,8 - 7,49
R2	8,4	7,55	7,5	7,023	7,007	
R3	7,91	7,85	7,8	7,02	6,5	
R4	8,31	7,81	7,86	6,99	6,66	

3. Data pengamatan kadar air

Tabel II. 3 Nilai Pengamatan Kadar Air

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	SNI 19-7030-2004
R1	26,6%	27,5%	19,2%	18,4%	12,6%	Max. 50%
R2	17,3%	20,5%	17,6%	15,1%	13,1%	
R3	17,0%	15,9%	18,5%	15,4%	12,7%	
R4	16,1%	19,7%	17,6%	15,4%	13,1%	

Contoh perhitungan :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W - W1)}{W} \times 100$$

Keterangan :

- W = bobot contoh asal dalam gram
- W1 = bobot contoh setelah dikeringkan dalam gram
- 100 = factor konversi ke %

Contoh perhitungan reaktor 1 (R1) pada minggu ke-1

- Berat sampel = 2,0001 g
- Berat kompos setelah dipanaskan = 1,4677 g

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(W - W1)}{W} \times 100$$

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(2,0001 \text{ g} - 1,4677 \text{ g})}{2,0001 \text{ g}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (\%)} = 26,6\%$$

4. Data pengamatan kadar air bahan pakan

Tabel II. 4 Nilai Pengamatan Kadar Air Bahan Pakan

Jenis	Jumlah
Polar	13,8%
Sayur	92,7%
Sayur EM4	98,0%
Daun kering	17,2%
Daun kering EM4	81,3%

5. Data pengamatan berat kompos

Tabel II. 5 Nilai Pengamatan Berat Kompos

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
R1	28	60	60	63	49
R2	24	65	65	66	59
R3	69	60	60	65	57
R4	70	67	67	63	62

6. Data pengamatan konsumsi umpan

Tabel II. 6 Nilai Pengamatan Konsumsi Umpan

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
R1	99,8%	97,5%	99,8%	100%	100%
R2	99,0%	94,5%	96,0%	98,5%	99,0%
R3	97,5%	94,0%	99,5%	97,5%	100,0%
R4	92,5%	94,0%	96,5%	97,5%	98,0%

7. Data pengamatan berat ulat

Tabel II. 7 Nilai Pengamatan Berat Ulat

Reaktor	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
R1	148	160	170	214	237
R2	135	162	180	205	229
R3	150	158	182	225	266
R4	148	169	178	178	211

8. Data pengamatan Phospor

Tabel II. 8 Konsentrasi Nilai Phospor

Reaktor	Konsentrasi P		SNI 19-7030-2004
	P (%)		
	Minggu 1	Minggu 5	
R1	0,0008%	0,0032%	min. 0,1%
R2	0,0008%	0,0027%	
R3	0,0007%	0,0031%	
R4	0,0008%	0,0029%	

9. Data pengamatan kalium

Tabel II. 9 Konsentrasi Kalium

Reaktor	Konsentrasi K		SNI 19-7030-2004
	K (%)		
	Minggu 1	Minggu 5	
R1	41%	45%	min 0,2%
R2	29%	35%	
R3	29%	34%	
R4	26%	27%	

10. Data pengamatan c-organik

Tabel II. 10 Konsentrasi C Organik

Konsentrasi C organik

Reaktor	C (%)		SNI 19-7030-2004
	Minggu 1	Minggu 5	
R1	3,9%	7,4%	9,8% - 32%
R2	3,7%	8,0%	
R3	3,7%	5,6%	
R4	4,7%	9,2%	

11. Data pengamatan Rasio C/N

Tabel II. 11 Konsentrasi Rasio C/N

Rasio C/N Minggu ke-5

Reaktor	Konsentrasi	SNI 19-7030-2004	
R1	1,64	min 10	max 20
R2	0,75		
R3	0,55		
R4	1,99		

Lampiran III. Hasil Uji Pengujian Nitrogen di Laboratorium Departemen Tanah Fakultas Pertanian UGM



**DEPARTEMEN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN UGM**
Bulaksumur, Yogyakarta, 55581 Telp. 0274-548814

Hasil Analisis Kompos

Nama : Raehal Andjani
Jumlah sampel : 14
No. Order : 45/T/333/7/22

Kode	N tot
	%
R1	1,28
R2	2,14
R3	1,63
R4	3,71
S1	4,48
S2	10,64
S3	10,28
S4	4,65
D1	4,27
D2	4,50
D3	4,49
V1	3,00
V2	3,90
V3	3,12

Yogyakarta, 25 Agustus 2022
Sekretaris Departemen,


Dr. Makruf Nurudin, S.P.,M.P.

Gambar III. 1 Hasil Pengujian Nitrogen