TA/TL/2019/[nomor admin]*

TUGAS AKHIR

ANALISIS HASIL BIODEGRADASI SAMPAH MASKER MEDIS BERDASARKAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN *Zophobas Morio*

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

RIZKY DWI FERNANDA
19513111

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

2023

TUGAS AKHIR

ANALISIS HASIL BIODEGRADASI SAMPAH MASKER MEDIS BERDASARKAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN *Zophobas Morio*

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

RIZKY DWI FERNANDA
19513111

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.	**Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D.**
NIK. 155130507	**NIK. 155130505**
Tanggal: 21 Agustus 2023	Tanggal: 21 Agustus 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, ST., M.Sc. (Res.Eng.)., Ph. D.
NIK. 045130401
Tanggal: 22 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS HASIL BIODEGRADASI SAMPAH MASKER MEDIS BERDASARKAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN *Zophobas Morio*

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 16 Agustus 2023

Disusun Oleh:

RIZKY DWI FERNANDA
19513111

Tim Penguji :

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

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D. ( )

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., 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 sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 16 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Rizky Dwi Fernanda

NIM: 19513111

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas Akhir dengan judul ”Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas morio*”. Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan laporan tugas akhir ini, tentunya mendapatkan dukungandan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penyusunan laporan tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik oleh penulis. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki berupa kesehatan, ilmu pengetahuan, ridho, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T. Ph. D., selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir
3. Ibu Annisa Nur Lathifah, S. Si., M. Biotech. Ph. D., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
4. Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji 1 Tugas Akhir
5. Kedua orang tua yaitu Bapak Dwi Agung Widodo dan Ibu Murniati, saudara, dan keluarga yang tiada henti memberikan dukungan dan doa selama masa pendidikan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
6. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
7. Teman seperjuangan dalam kelompok tugas akhir ini (Akbar, Arsyad, Ayu, Fachrizal, dan Putri) dan sahabat “Hari-hari Piknik” yang berjuang bersama selama kuliah

8. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2019
9. Dan seluruh pihak yang membantu dukungan dan doa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun sebagai koreksi sehingga dapat membantu dalam penulisan mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat digunakan oleh banyak pihak danmemberikan banyak manfaat.

Wassalamualaiukum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Agustus 2023

Rizky Dwi Fernanda

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

ABSTRAK

RIZKY DWI FERNANDA. Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas Morio*. Dibimbing oleh FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T., Ph.D. dan ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D.

Kasus permasalahan sampah masih menjadi masalah yang belum terselesaikan. Terutama pada tahun 2020 yang mengharuskan masyarakat menggunakan masker terutama masker medis sekali pakai. Masker medis sekali pakai merupakan salah satu penyebab permasalah lingkungan karena sulit untuk diurai oleh lingkungan. Degradasi masker dapat menggunakan ulat jerman. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju degradasi dan kandungan unsur hara pada hasil degradasi yang kemudian dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental menggunakan ulat jerman sebanyak 200 ekor dengan umur 2 bulan dan variasi pemberian umpan pada reaktor A pollard sebanyak 50 gr dan B 45gr *pollard* dan 5gr sampah masker medis secara triplo pada tiap jenis reaktor. Hasil analisis laju degradasi menunjukkan nilai tertinggi pada hari ke 10 dengan nilai indeks pengurangan limbah mencapai 20% dan mengalami penurunan setiap 5 hari pengamatan selanjutnya. Nilai kandungan unsur hara karbon, nitrogen, fosfor, kalium telah memenuhi standar kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, sedangkan untuk nilai rasio C/N yang memenuhi standar terdapat pada reaktor B sampel hari ke 5 dan 10. Berdasarkan hasil analisis laju degradasi dan kandungan unsur hara, Reaktor B lebih baik bila dibandingkan dengan reaktor A.

Kata kunci: Biodegradasi, Kompos, Laju Degradasi, Ulat Jerman, Unsur hara

ABSTRACT

RIZKY DWI FERNANDA. *Analysis of Medical Mask Waste Biodegradation Results Based on Chemical Parameters Using Zophobas Morio*. *Supervised by* FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T., Ph.D. dan ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D..

The case of waste problems is still an unresolved problem. Especially in 2020 which requires people to use masks, especially disposable medical masks. Disposable medical masks are one of the causes of environmental problems because they are difficult for the environment to decompose. Mask degradation can use German caterpillars. This study aims to analyze the degradation rate and nutrient content in the degradation products which are then compared with SNI 19-7030-2004 about the specifications of waste from domestic organic waste. The research method used was experimental using German caterpillars as many as 200 tails with 2 months of age and variations in feeding the reactor A pollard as much as 50 gr and B 45 gr pollard and 5 gr medical mask waste in triplo on each type of reactor. The results of the degradation rate analysis showed the highest value on the 10th day with a waste reduction index value of 20% and decreased every 5 days of subsequent observations. Values for the content of carbon, nitrogen, phosphorus, potassium nutrients met compost standards based on SNI 19-7030-2004 about the specifications of waste from domestic organic waste, while C/N ratio values that met the standards were found in reactor B samples on days 5 and 10. Based on the analysis of degradation rate and nutrient content, Reactor B is better than reactor A.

Keywords: Biodegradation, Compost, Degradation Rate, German Caterpillar, Nutrients

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Asumsi Penelitian 3
1.6 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Sampah 5
2.2 Masker 6
2.3 Ulat Jerman 8
2.4 Biodegradasi 9
2.5 *Pollard* 10
2.6 Kompos 10
2.7 Penelitian Terdahulu 12
BAB III METODE PENELITIAN 16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 16
3.2 Metode Penelitian 16
3.3 Tahapan Penelitian 16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Laju Penguraian 28
4.2 Parameter Kimia 32
4.3 Pengaplikasian Ulat Jerman 42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 44
5.1 Simpulan 44

5.2 Saran 44
DAFTAR PUSTAKA 46
LAMPIRAN 50
RIWAYAT HIDUP 56

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi timbulan sampah D.I. Yogyakarta pada tahun 2022..... 6
Tabel 2.2 Kandungan gizi pada ulat jerman (*Zophobas morio*)..... 8
Tabel 2.3 Standar kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik..... 11
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu yang digunakan 12
Tabel 3.1 variasi pemberian umpan ulat 17
Tabel 3.2 Metode analisis temperatur dan WRI..... 19
Tabel 3.3 Metode analisis unsur hara kompos parameter kimia 21
Tabel 4.1 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi Indeks Pengurangan Limbah (WRI)..... 30
Tabel 4.2 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan karbon dalam hasil degradasi selama 30 hari 33
Tabel 4.3 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan Fosfor dalam hasil degradasi selama 30 hari 37
Tabel 4.4 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan Kalium dalam hasil degradasi selama 30 hari..... 39

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus hidup ulat jerman (*Zophobas morio*) 9
Gambar 3.1 Reaktor penelitian 18
Gambar 3.2 Langkah kerja pengujian suhu 19
Gambar 3.3 Langkah kerja pengujian WRI 20
Gambar 3.4 Langkah kerja pengujian karbon 23
Gambar 3.5 Langkah kerja pengujian nitrogen 24
Gambar 3.6 Langkah kerja pengujian fosfor 25
Gambar 3.7 Langkah kerja pengujian kalium (pembuatan ekstrak A) 26
Gambar 3.8 Langkah kerja pengujian kalium (pembuatan ekstrak B) 26
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan hasil analisis, WRI (%), suhu ruang (°C), dan berat kompos (gr) selama pengamatan 30 hari 28
Gambar 4.2 Grafik Hasil analisis suhu kompos pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 29
Gambar 4.3 Hasil analisis Indeks Pengurangan Limbah (WRI) sampah masker medis selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 31
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan hasil analisis kandungan Karbon (%), Nitrogen (%), Fosfor (%), Kalium (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar serta suhu ruang (C) selama pengamatan 30 hari 32
Gambar 4. 5 Hasil analisis kandungan Karbon (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 34

Gambar 4.6 Hasil analisis kandungan Nitrogen (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 35
Gambar 4.7 Hasil analisis kandungan Fosfor(%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 37
Gambar 4.8 Hasil analisis kandungan Kalium (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik 39
Gambar 4.9 Hasil analisis nilai Rasio C/N pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik..... 41

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Reaktor pengujian A dan B secara tripliket 50
Lampiran 2 Sampah masker medis yang terdegradasi oleh *Zophobas morio*..... 50
Lampiran 3 Pengecekan suhu ruang di tempat penelitian 51
Lampiran 4 Pengujian sampel kalium menggunakan AAS..... 51
Lampiran 5 Penimbangan bahan pengujian..... 52
Lampiran 6 Penimbangan berat kompos yang dihasilkan 52
Lampiran 7 Penimbangan berat awal umpan 53
Lampiran 8 Data analisis kadar C-Organik selama 30 hari pada reaktor A dan B 53
Lampiran 9 Data analisis kadar Fosfor selama 30 hari pada reaktor A dan B..... 54
Lampiran 10 Data analisis kadar Kalium selama 30 hari pada reaktor A dan B 54

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan permasalahan nasional sehingga pengolahannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu agar memberikan manfaat bagi masyarakat dan aman bagi lingkungan. Berdasarkan sifatnya, sampah dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu sampah organik, sampah anorganik, dan sampah B3. Sampah organik merupakan sampah *biodegradable* (mampu terurai) dan sampah anorganik adalah sampah *nonbiodegradable* (sulit untuk terurai) sedangkan sampah B3 adalah sampah yang mempunyai kandungan bahan yang berbahaya maupun beracun dan membutuhkan pemrosesan yang lebih kompleks dan teliti. Sampah yang mudah terdekomposisi, terutama dalam cuaca yang panas, biasanya dalam proses dekomposisinya akan menimbulkan bau dan mendatangkan lalat. (Damanhuri & Padmi, 2010). Dikutip dari data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2021) menunjukkan jumlah timbulan sampah dari 251 kabupaten/kota di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 30,8 juta ton/tahun. Dari jumlah tersebut, 28,45% sampah tidak terkelola dan dari jumlah total timbulan sampah Indonesia, 33,7% diantaranya berupa sampah anorganik. Dari besarnya sampah organik tersebut didominasi sampah plastik dan masker karena pada tahun 2021 tersebut kasus Covid-19 di Indonesia masih tinggi sehingga peraturan dari pemerintah untuk menggunakan masker untuk protokol kesehatan masih berlaku (Gesriantuti dkk., 2022). Masker medis tersusun dari beberapa bahan polimer plastik seperti *polypropylene*, *polystyrene*, dan lain sebagainya yang sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan wadah makanan dan minuman. Bahan ini memerlukan waktu yang lama dalam proses penguraiannya (Gesriantuti dkk, 2022).

Kebanyakan sampah anorganik diatasi dengan cara dibakar menggunakan api. Selain dibakar, terdapat juga yang menangani sampah anorganik dengan cara ditimbun. Sampah anorganik memiliki daya tahan tinggi, sehingga apabila ditimbun akan menyebabkan pencemaran tanah. Selain itu, pembakaran sampah

juga dapat menyebabkan terjadinya polusi udara. Keterbatasan masyarakat dalam pengetahuan mengenai pengolahan sampah anorganik secara ramah lingkungan menjadi salah satu faktor penyebab menumpuknya sampah di lingkungan (Putra & Ma'rufah, 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Putra & Ma'rufah (2022), menyebutkan bahwa terdapat beberapa agen biologi yang dapat digunakan dalam mengolah sampah anorganik. Dalam pengelolaan sampah anorganik dapat dilakukan dengan alternatif agen biologis yang dapat digunakan sebagai biodegradator dari sampah anorganik. Alternatif agen biologis yang diketahui potensial dalam mendegradasi sampah anorganik salah satunya adalah ulat jerman.

Melihat banyaknya timbulan sampah berupa sampah anorganik yang dihasilkan masyarakat dan banyaknya polusi lingkungan yang ditimbulkan akibat pengelolaan sampah anorganik yang tidak tepat, maka akan dilakukannya penelitian untuk mengkaji lebih lanjut tentang cara mengelola sampah anorganik yang ramah lingkungan dengan menggunakan alternatif agen biologis yaitu ulat jerman (*Zophobas morio*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada tentang Biodegradasi menggunakan ulat jerman (*Zophobas morio*) maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1) Bagaimana laju penguraian sampah masker dengan campuran *pollard* menjadi kompos dengan menggunakan ulat jerman (*Zophobas morio*)?
2) Apakah kualitas frass ulat berdasarkan parameter C/N, Fosfor, dan Kalium telah memenuhi yang dibandingkan dengan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1) Menganalilis laju penguraian sampah masker dengan campuran *Pollard* menggunakan ulat jerman (*Zophobas morio*).
2) Menguji kualitas frass ulat hasil penguraian sampah masker dengan

campuran *pollard* oleh ulat jerman (*Zophobas morio*) melalui uji parameter kimia C/N, Fosfor, dan Kalium dan dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penyusunan penelitian ini yaitu:

1) Bagi mahasiswa yaitu dapat mengaplikasikan ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan dalam bidang pengolahan sampah.
2) Secara umum/masyarakat diharapkan penelitian ini mampu memberikan pengetahuan tentang pengolahan sampah dengan metode degradasi menggunakan ulat jerman.
3) Memberikan inovasi kepada pemerintah tentang pengolahan sampah yang dapat diaplikasikan dalam program-program pemerintahan dalam rangka mengurangi timbulan sampah.

1.5 Asumsi Penelitian

Selama masa Covid-19, seluruh masyarakat dihimbau menggunakan masker sebagai APD (Alat Pelindung Diri). Banyak masyarakat yang menggunakan masker sekali pakai sehingga volume timbulan sampah masker sekali pakai melonjak. Dalam upaya mengatasi permasalahan lingkungan tersebut terdapat metode yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan ulat jerman (*Zophobas morio*). Ulat jerman (*Zophobas morio*) memiliki kemampuan dalam mendegradasi bahan anorganik seperti masker medis. Dengan kemampuan ini ulat dapat membantu dalam mengatasi permasalahan lingkungan karena masker medis sekali pakai. Hasil biodegradasi berupa frass ulat yang telah sesuai standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik dapat digunakan untuk kegiatan bercocok tanam.

.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian pengolahan sampah masker dengan campuran *Pollard* ini yaitu:

1) Penelitian ini dilakukan di workshop Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

UniversitasIslam Indonesia (FTSP UII)

2) Peneliti menggunakan ulat jerman (*Zhopobas morio*) berumur 2 bulan sebagai objek penelitian.
3) Sumber sampah yang digunakan yaitu sampah masker dari pemakaian pribadi dan *pollard* yang dibeli dari GG *farm's*, Bantul, D.I. Yogyakarta.
4) Parameter yang diamati selama penelitian:

- Analisis suhu frass ulat yang dihasilkan dan indeks pengurangan sampah masker dengan campuran *pollard* oleh ulat jerman.
- Analisis parameter kimia pada frass ulat berupa C/N, Fosfor, dan Kalium.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah adalah barang yang sudah tidak digunakan atau tidak terpakai dan dibuang oleh pemakai sebelumnya, namun untuk sebagian orang sampah masih dapat digunakan apabila dikelola dengan cara yang tepat (Nugroho & Panji, 2013). Sedangkan menurut UU RI No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Dapat disimpulkan dari beberapa pengertian sebelumnya sampah yaitu segala sesuatu hasil dari kegiatan manusia yang sudah tidak digunakan kembali atau tidak berguna.

Berdasarkan jenisnya sampah biasanya digolongkan menjadi 2 jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Nugroho & Panji, 2013). Sampah organik atau sering juga disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari makhluk hidup dan mudah terurai sendiri secara alami, contoh dari sampah organik ini misalnya sayur, buah, daging, daun, kertas, dan sampah sisa makanan. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah yang tersusun dari senyawa anorganik dan sulit terurai berasal dari sumber daya alam tidak diperbarui seperti mineral dan minyakbumi, contoh dari sampah anorganik ini adalah kaca, plastik, logam, dan besi.

Sampah yang berasal dari aktivitas kegiatan rumah tangga atau sampah domestik ini sebagian besar yaitu sampah organik berupa sampah sisa makanan seperti buah dan sayur. Sampah organik yang timbul dari aktivitas domestik ini dapat dikurangi dengan melakukan kegiatan komposting yang dapat dilakukan dalam skala rumahan. Dengan adanya kegiatan komposting ini timbulan sampah organik dari kegiatan rumah tangga dapat berkurang dan hasil frassnya juga dapat dimanfaatkan kembali. Sedangkan untuk timbulan sampah anorganik dapat dilakukan daur ulang untuk dimanfaatkan kembali (Nugroho & Panji, 2013). Tabel dibawah ini merupakan tabel persentase timbulan sampah di provinsi D.I. Yogyakarta pada tahun 2022.

Tabel 2.1 Komposisi timbulan sampah D.I. Yogyakarta pada tahun 2022

Komposisi Sampah	Persentase
Sisa Makanan	53,51%
Kayu/Ranting	9,95%
Kertas/Karton	8,56%
Plastik	12,77%
Logam	1,73%
Kain	0,41%
Karet/Kulit	0,12%
Kaca	5,36%
Lainnya	7,59%

Sumber: https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi

2.2 Masker

Masker merupakan respirator yang melindungi manusia dari menghirup polutan atau polutan udara. Respirator atau masker tidak dimaksudkan untuk menggantikan metode alternatif pengendalian penyakit, tetapi untuk memberikan perlindungan yang memadai bagi penggunanya (Cohen & Birdner, 2012). Masker secara umum digunakan untuk melindungi diri dari partikel yang ada di udara bebas. Partikel bebas ini dapat menyebabkan bahaya pada sistem pernapasan manusia. Berdasarkan penelitian Cohen & Birdner (2012) jenis masker dibedakan menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

1. *Quarter mask*

   Quarter mask merupakan respirator yang melindungi hidung dan mulut. Masker jenis ini digunakan untuk melindungi dari partikel yang rendah tanpa jenis khusus.

2. *Half mask*

   Masker jenis half mask adalah masker yang menutupi hidung dan mulut hingga setengah wajah tertutup hingga dagu. Masker jenis ini digunakan

untuk melindungi bahaya dari partikel dan gas yang dapat membahayakan bagi pernapasan.

3. *Full facepiece*

   Full facepiece masker adalah jenis masker yang berbentuk topeng yang melindungi seorang pemakai dari bahaya partikel, aerosol, dan gas. Masker jenis ini menutupi seluruh bagian wajah yang juga melindungi bagian mata, hidung dan mulut.

Masker merupakan produk yang mengandung plastik didalamnya. Plastik sendiri merupakan suatu bahan yang memiliki sifat unik. Plastik terbuat dari polimer alam seperti selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya yang sering digunakan sebagai dalam bidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak - anak dan produk industri lainnya (Mujiarto, 2005). Plastik dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoplast adalah golongan plastik yang dapat dicetak berkali-kali, jenis plastik thermoplast ini meliputi PE, PP, PS, PET, ABS, SAN, nilon, dll. Sedangkan plastik golongan thermoset adalah plastik yang apabila sudah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali, plastik golongan ini meliputi jenis PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde), polyester, epoksi, dll. (Rebia dkk., 2022).

Masker medis dibuat dengan bahan dasar plastik jenis PP (Polipropilena). Karena masker berbahan dasar plastik jenis PP sehingga membutuhkan waktu lama untuk diuraikan. Masker medis sekali pakai biasanya terdiri dari tiga lapisan, yaitu *Outer* (Luar), *Middle* (Tengah), *Inner* (Dalam). Polipropilena adalah polimer yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena yang memiliki spesifik gravit rendah dibandingkan dengan jenis plastik lainnya (Rebia dkk., 2022). Plastik jenis PP memiliki sifat diantaranya mempunyai titik leleh yang tinggi, ketahanan terhadap bahan kimia yang tinggi,tetapi ketahanan pukulnya rendah (Yang, et al., 2020).

2.3 Ulat Jerman

Ulat jerman (*Zophobas morio*) merupakan makroorganisme yang biasanya dimanfaatkan untuk mengubah sampah organik dan anorganik menjadi kompos, selain itu apabila sudah dewasa ulat ini juga biasa dimanfaatkan untuk pakan burung. Ulat jerman memiliki ukuran yang cukup besar yaitu 7 kali lipat lebih besar dari ulat hongkong. Ulat jerman dapat tumbuh hingga 6 cm dengan nilai gizi yang tinggi. Sistem kekebalan tubuh yang baik pada ulat jerman dapat mencegah berbagai penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus, parasite, ataupun jamur (Santoso dkk., 2021). Kandungan gizi pada ulat jerman cukup baik, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Kandungan gizi pada ulat jerman (*Zophobas morio*)

Gizi	Jumlah
Protein	19,06%
Lemak	14,19%
Kalsium	173 ppm
Serat Kasar	2,60%

Sumber: Munandi, 2015

Siklus hidup ulat jerman mirip dengan ulat hongkong dengan metamorfosis sempurna yang ketika dewasa akan berubah menjadi serangga/kumbang. Beberapa fase yang dialami oleh ulat hongkong yaitu fase dalam telur, kemudian setelah menetas masuk kedalam fase larva atau dalam bentuk ulat hingga siap masuk ke fase kepompong, dan fase terakhir yaitu menjadi serangga atau kumbang (Putra & Ma'rufah, 2022). Dibawah ini merupakan gambar siklus hidup ulat jerman:

Gambar 2.1 Siklus hidup ulat jerman (*Zophobas morio*)

2.4 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan suatu proses merubah limbah organik dengan melibatkan mikroorganisme jamur, bakteri, ragi ataupun larva agar limbah tersebut menjadi terurai dan tidak mencemari lingkungan (Paramita dkk., 2012). Dalam proses biodegradasi menggunakan ulat ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil frassnya, yaitu suhu, pH, dan jenis sampah organik yang digunakan. Secara umum proses biodegradasi dibedakan menjadi 2, yaitu proses alami dan proses yang dibantu oleh campur tangan manusia(Yang dkk., 2019). Biodegradasi secara alami adalah proses biodegradasi yang dalam setiap tahapnya berjalan sendiri dengan sedikit atau tanpa adanya campur tangan manusia. Dalam proses ini manusia hanya membantu untuk mengumpulkan bahan, menyusun bahan, yang kemudian proses biodegradasinya berjalan sendiri.

Biodegradasi memiliki hasil samping berupa frass ulat. Frass ulat merupakan hasil dari dekomposisi bahan organik seperti tanaman, hewan, atau limbah organik. Secara alamiah kompos dapat diartikan sebagai partikel tanah yang bermuatan negatif sehingga dapat dikoagulasikan oleh kation dan partikel tanah untuk membentuk granula (Yang dkk., 2019).

2.5 *Pollard*

Pollard merupakan bahan pakan sumber energi yang berasal dari hasil samping dari pengolahan gandum. *Pollard* banyak digunakan sebagai pakan untuk hewan peliharaan seperti ayam dan sapi yang membutuhkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhannya (Utama dkk., 2013). Kandungan nutrisi dalam *pollard* meliputi protein 11,8%, energi metabolisme 1140 kkal/kg, serat 11,2%, lemak 3%, serta mengandung vitamin B terutama B1 dan B kompleks (Raharjo & Adisasmita. 2000).

Nutrisi yang terkandung dalam *pollard* dapat ditingkatkan dengan melakukan perbaikan struktur polisakarida yaitu dengan melakukan proses fisik. Proses fisik ini yaitu pengukusan dan fermentasi (Utama dkk., 2013). Proses fermentasi *pollard* memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat memecah protein menjadi monopeptida dan asam amino, serta berguna untuk menghambat bakteri patogen yang dapat tumbuh dan berkembang biak dalam saluran pencernaan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Utama dkk. (2017) proses pengolahan *pollard* secara fisik dengan pengukusan mampu mengubah struktur serat maupun granula pati, sehingga dapat berperan sebagai bahan pakan fungsional. Pakan fungsional merupakan pakan yang memiliki sifat fungsional jika pangan tersebut mengandung komponen gizi dan non gizi serta dapat mencegah gangguan kesehatan karena mengandung komponen bioaktif seperti prebiotik, probiotik, serat pakan (*dietary fiber*) dan pati resisten (*resistant starch*).

2.6 Kompos

Kompos adalah bahan organik seperti daun, buah, sayur, sisa makanan, batang jagung serta kotoran hewan yang sudah mengalami proses dekomposisi yang dibantu dengan bantuan mikroorganisme pengurai (Setyorini dkk.,2006). Kompos sering dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos memiliki kandungan unsur hara mineral yang dibutuhkan untuk tanaman. Di lingkungan proses biodegradasi biasanya terjadi dengan sendirinya dengan proses alami bahan organik akan perlahan mengalami proses pembusukan karena adanya

aktivitas mikroorganisme dan dibantu oleh cuaca. Proses biodegradasi dapat mengalami percepatan karena perlakukan manusia yaitu seperti menambahkan mikroorganisme pengurai, mikroorganisme akan melakukan degradasi bahan organik dan menghasilkan kompos dalam waktu yang singkat dengan kualitas kompos yang baik.

Kompos dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan kelompok pengurainya, diantaranya yaitu kompos cacing yaitu kompos yang dihasilkan dari kerja sama antara mikroorganisme dan cacing tanah untuk melakukan penguraian bahan organik (Asngad dkk., 2020). Kemudian ada kompos bagasi yaitu kompos yang dihasilkan dari ampas tebu yang memiliki potensi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Kemudian yang ketiga ada kompos bokashi yaitu kompos yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik yang dibantu dengan mikroorganisme (EM4). Berikut merupakan tabel standar kompos yang mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik:

Tabel 2.3 Standar kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik

No.	Parameter	Satuan	Minimal	Maksimal
1	Kadar air	%	-	50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbau tanah
5	Ukuran Partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,8	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen (N)	%	0,4	-

No.	Parameter	Satuan	Minimal	Maksimal
11	Karbon (C)	%	9,8	32
12	Fosfor (P_2O_5)	%	0,1	-
13	C/N-rasio		0,2	20
14	Kalium (K20)	%	*	*
15	Arsen (As)	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobalt (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
25	Kalsium (Ca)	%	*	25,5

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan untuk mengetahui masalah yang masih belum terselesaikan dalam penelitian sebelumnya yang serupa, sehingga masalah tersebut bisa terselesaikan dalam penelitian kali ini. Berikut merupakan tabel penelitian terdahulu dari beberapa jurnal internasional dan nasional:

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu yang digunakan

No	Jenis Ulat	*Review*	Referensi
1	*T. Molitor, G.mellonella, Z. atratus*	Penelitian ini menggunakan beberapa jenis larva ulat yaitu T. molitor, G. mellonella, Z. atratus yang pada 36 jam sebelum memulai penelitian tidak diberikan pakan untuk	Jiang, S. *et al,*. (2021)

No	Jenis Ulat	*Review*	Referensi
		menghindari efek dari makanan sebelumnya. Pemberian umpan menggunakan plastik jenis PS. Tiap jenis larva ulat dibagi menjadi 2 kelompok dengan 200 ekor larva tiap kelompok dan tiap kelompok dilakukan rangkap tiga. Penelitian dilakukan selama 30 hari, pemberian pakan dilakukan 3 hari sekali dan pengujian parameter dilakukan 5 hari sekali. Pengujian pada frass menggunakan FTIR untuk melihat perubahan ikatan pada plastik PS.	
2	*Tenebrio obrocus, Tenebrio Molitor.*	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana biodegradasi plastik jenis polystyrene dengan menggunakan larva Tenebrio Obrocus dan Tenebrio molitor. Sebelum penelitian dilakukan, larva ulat tidak diberi makan untuk menghindari efek dari makanan sebelum penelitian. Larva ulat diletakkan kedalam reaktor	Peng dkk.,(2019)
3	*Tenebrio molitor L., Zophobas atratus F.*	Penelitian ini menggunakan ulat jenis Tenebrio molitor dan Zophobas atratus sebagai pengurai sampah. Sampah yang digunakan	Putra, I. L., & Ma'rufah, N. (2022)

No	Jenis Ulat	*Review*	Referensi
		adalah sampah plastik jenis PP, HDPE, dan LDPE dengan masing masing berat 1 gr, Kemudian juga ada perlakuan kontrol dengan menggunakan pakan dedak sebanyak 1 gr. Pengamatan dilakukan setiap 3hari sekali dan penelitian dilakukan selama 30 hari.	

Dalam penelitian terdahulu yang digunakan diatas, penelitian hanya menggunakan plastik dengan beberapa jenis. Peneliti tidak menggunakan masker dimana masker itu mengandung plastik jenis PP (polipropilene). Sehingga dalam penelitian ini untuk meneliti lebih lanjut bagaimana degradasi sampah masker medis yang mengandung plastik jenis PP dengan bantuan agen biologi yaitu ulat jerman (*Zophobas morio*). Penelitian dilakukan selama 30 hari dengan waktu pengamatan setiap 5 hari sekali. Untuk parameter yang diuji yaitu suhu frass ulat, indeks pengurangan limbah (WRI), kandungan C (karbon), N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium), dan rasio C/N.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian "Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas morio*" dilakukan di Workshop Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (FTSP UII), Sleman. Penelitian dilakukan pada bulan Februari – Maret 2023. Pengambilan sampah masker diambil dari pemakaian pribadi dalam kegiatan sehari-hari. Tahapan penelitian dibagi menjadi empat yaitu, tahap persiapan, tahap penelitian, tahap pengolahan data, dan tahap pembahasan.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian "Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas Morio*" adalah metode eksperimental. Metode ini digunakan untuk mendapatkan nilai berdasarkan parameter kimia dari hasil proses biodegradasi ulat jerman dengan mendegradasi sampah masker. Variabel-variabel dalam pelaksanaan penelitan ini yaitu sebagai berikut:

- Variabel Bebas : Ulat jerman
- Variabel kontrol : Sampah masker dan *pollard* sebagai kontrol
- Variable terikat : Parameter Kimia (C, N, P, K), dan WRI (*Waste Reduction Index*)

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 1 (satu) bulan untuk waktu biodegradasi. Biodegradasi menggunakan Ulat Jerman (*Zophobas morio*) diamati setiap 5 hari untuk pengujian laju degradasi sampah masker medis dan *pollard* oleh ulat jerman. Pengamatan dilakukan setiap 5 hari didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jiang, S. *et al*,. 2021 (2021). Penelitian tersebut menggunakan variasi perbandingan berat sampah masker yang digunakan untuk pakan ulat

dengan total 50 gr/5 hari. Penelitian ini menggunakan 200 ekor ulat jerman (*Zophobas morio*) untuk tiap reaktor dengan rangkap 3 (tiga) untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Pemberian pakan untuk ulat menggunakan variasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 variasi pemberian umpan ulat

Reaktor	Berat Pakan		Keterangan
	Pollard	**Masker**	
A	50 gr	-	
B	45 gr	5 gr	

3.3.1 Tahap Persiapan

A. Pembuatan Reaktor

Reaktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu reaktor jenis *continuous flow bin*. Reaktor jenis ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu mudah diaplikasikan, memiliki harga yang terjangkau, perawatan yang mudah, dan juga dapat menjaga ulat tetap berada di dalam reaktor. Reaktor yang digunakan terbuat dari bahan plastik dan memiliki ukuran 36 x 30 x 12 cm. Jumlah reaktor yang digunakan sebanyak 6 reaktor. Berikut merupakan bentuk reaktor yang digunakan dalam penelitian ini:

Gambar 3.1 Reaktor penelitian

B. Persiapan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yaitu sampah masker medis dan *pollard*. Sampah tersebut didapatkan dari tempat pembuangan sampah yang ada di lingkungan FTSP Universitas Islam Indonesia. Sampah masker medis cukup banyak ditemui di lingkungan FTSP Universitas Islam Indonesia karena selama masa pandemi seluruh warga Universitas Islam Indonesia dihimbau untuk menggunakan APD. Sedangkan untuk *pollard* didapatkan dari peternak ulat jerman. sampah diberikan sesuai perbandingan yang digunakan dan diberikan sebanyak 5 hari sekali. Untuk pengambilan sampel pada tiap hari ke 5. Sampel tiap reaktor diambil dengan cara memisahkan antara ulat jerman, umpan yang tersisa, dan hasil degradasi berupa kotoran dari ulat jerman itu atau disebutnya *frast* dengan ayakan agar sisa umpan akan turun dan ulat jerman beserta *frast*-nya akan tertahan diayakan karena bentuk umpan yang tersisa lebih kecil dibandingkan dengan *frast* yang dihasilkan oleh ulat jerman itu.

3.3.2 Metode Analisis Laju Degradasi

Metode yang digunakan untuk mengetahui efektifitas penggunaan ulat jerman untuk laju pengurangan sampah dengan variasi perbandingan jenis sampah Ini dilakukan setiap 5 hari sekali di laboratorium program studi teknik lingkungan FTSP UII. Beberapa parameter yang diuji untuk mengetahui laju degradasi sampah masker medis menggunakan ulat jerman itu meliputi suhu frass ulat dan indeks pengurangan limbah (WRI). Semakin tinggi nilai laju pengurangan sampah menunjukkan bahwa penggunaan ulat jerman sebagai media pengurai sampah

semakin baik. Kegiatan yang dilakukan dalam analisis efektivitas ulat jerman yaitu:

Tabel 3.2 Metode analisis temperatur dan WRI

No	Pemeriksaan	Alat	Periode Pengukuran
1	Temperatur	Termometer	Setiap Hari
2	Indeks pengurangan limbah/WRI	Timbangan Digital	Hari ke-5, 10, 15, 20, 25, dan 30

A. Temperatur

Temperatur sangat mempengaruhi pertumbuhan ulat jerman. Ulat Jerman membutuhkan suhu ruangan di antara 27°C-30°C. Apabila suhu ruangan dibawah atau diatas dari suhu ideal ruangan tersebut maka pertumbuhan ulat jerman akan terganggu. Berikut adalah alat dan bahan serta cara kerja untuk menganalisis temperatur reaktor:

- Alat dan Bahan : Termometer
- Cara Kerja :

Gambar 3. 2 Langkah kerja pengujian suhu

B. Indeks Pengurangan Limbah (*Waste Reduction Index*/ WRI)

Indeks pengurangan limbah (*Waste Reduction Index*/ WRI) adalah pengurangan limbah oleh larva dalam waktu tertentu. Apabila nilai WRI yang didapatkan tinggi menunjukkan bahwa kemampuan larva dalam mereduksi sampah juga tinggi. Berikut merupakan proses analisis indeks pengurangan limbah/ WRI:

- Alat dan Bahan : Timbangan Digital
- Cara Kerja :

Gambar 3. 3 Langkah kerja pengujian WRI

$$WRI = \frac{D}{T}\ x\ 100$$

$$D = \frac{W - R}{W}$$

Keterangan:

D : Penurunan umpan total

W : Jumlah umpan total (mg)

R : Sisa umpan total setelah waktu tertentu (mg)

T : Total waktu ulat jerman memakan umpan (hari)

WRI : Indeks penngurangan limbah

3.3.3 Metode Analisis Unsur Hara

Analisis kandungan unsur hara dilakukan pada akhir siklus ulat jerman. Beberapa kandungan yang diteliti yaitu C (karbon), N (Nitrogen), P (Fosfor), dan K (Kalium). Berikut merupakan metode analisis unsur hara pada frass ulat:

Tabel 3.3 Metode analisis unsur hara kompos parameter kimia

No	Parameter	Metode Analisis	Sumber Acuan	Periode Pengukuran
1	Karbon	Walkey &Black	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-5, 10, 15, 20, 25, dan 30
2	Nitrogen	Metode Kjeldhal	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-5, 10, 15, 20, 25, dan 30
3	Fosfor	Metode Spektrofotometri	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-5, 10, 15, 20, 25, dan 30
4	Kalium	Metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)	Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk : Balai Penelitian Tanah 2009	Hari ke-5, 10, 15, 20, 25, dan 30

A. Pengujian Karbon

Pengujian Karbon dilakukan untuk mengetahui kandungan C dalam frass ulat yang dihasilkan. Pengujian ini menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS. Rumus dalam perhitungan C-Organik adalah sebagai berikut:

$$Kadar\ C\% = ppm\ kurva\ x \frac{100}{mg\ sampel}\ x \frac{100ml}{1000ml}\ x\ fk$$

Keterangan:

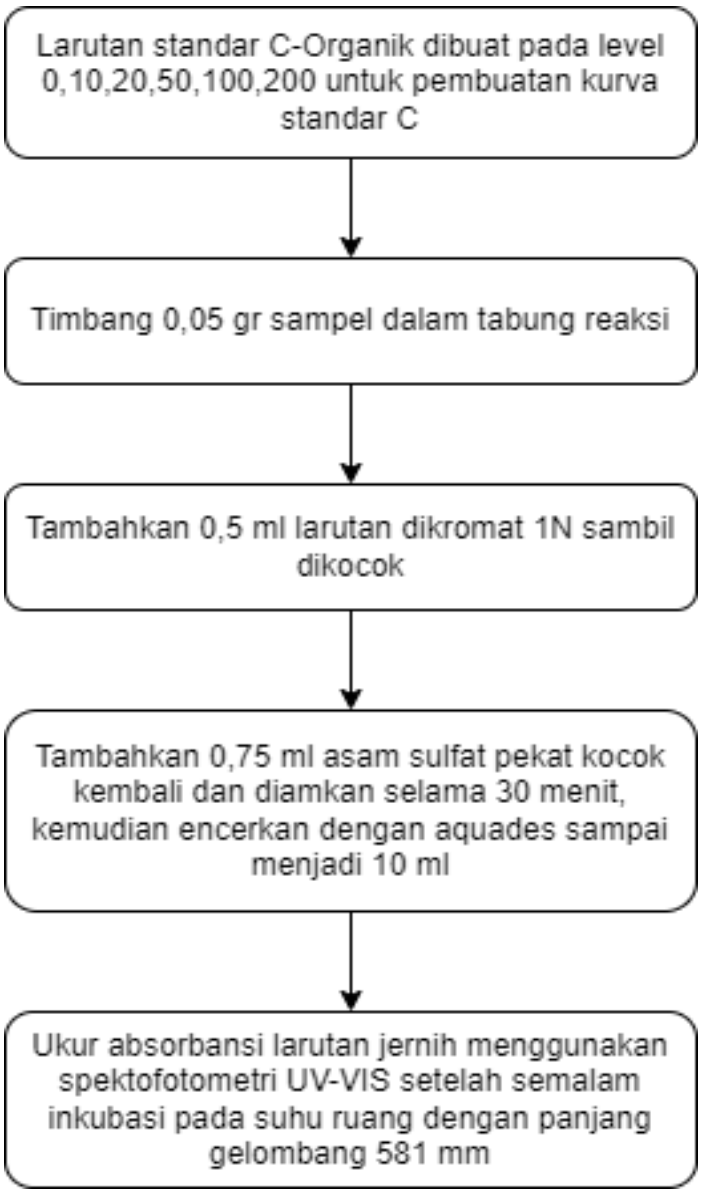
Ppm kurva : Kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi dengan blanko

100 : konversi ke persen (%)

Fk : faktor koreksi kadar air = 100/ (100 - %kadar air)

T : total waktu ulat jerman memakan umpan (hari)

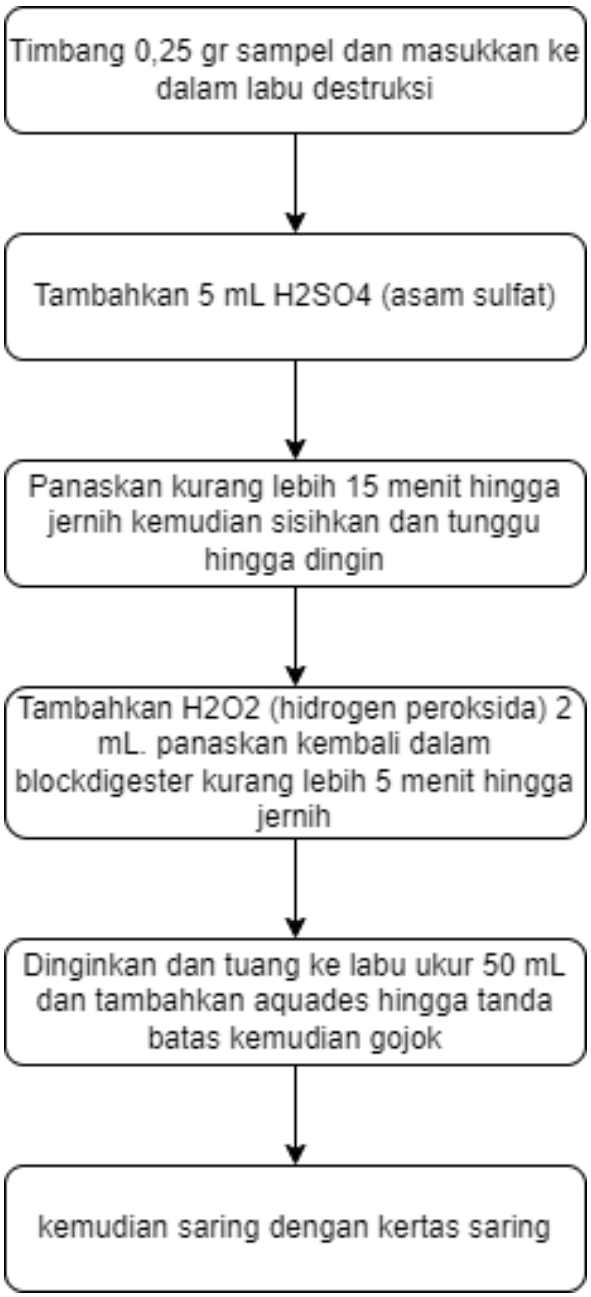
Perhitungan diatas untuk mendapatkan kadar C-organik dalam bentuk persen(%). Berikut merupakan proses pengujian karbon:



Gambar 3.4 Langkah kerja pengujian karbon

B. Pengujian Nitrogen

Pengujian kadar nitrogen dilakukan dengan metode Kjeldahl dan titrasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan nitrogen dalam frass ulat. Pengujian kadar nitrogen didasarkan pada ISBN 978-602-8039-21-5. Berikut merupakan langkah kerja pengujian nitrogen:



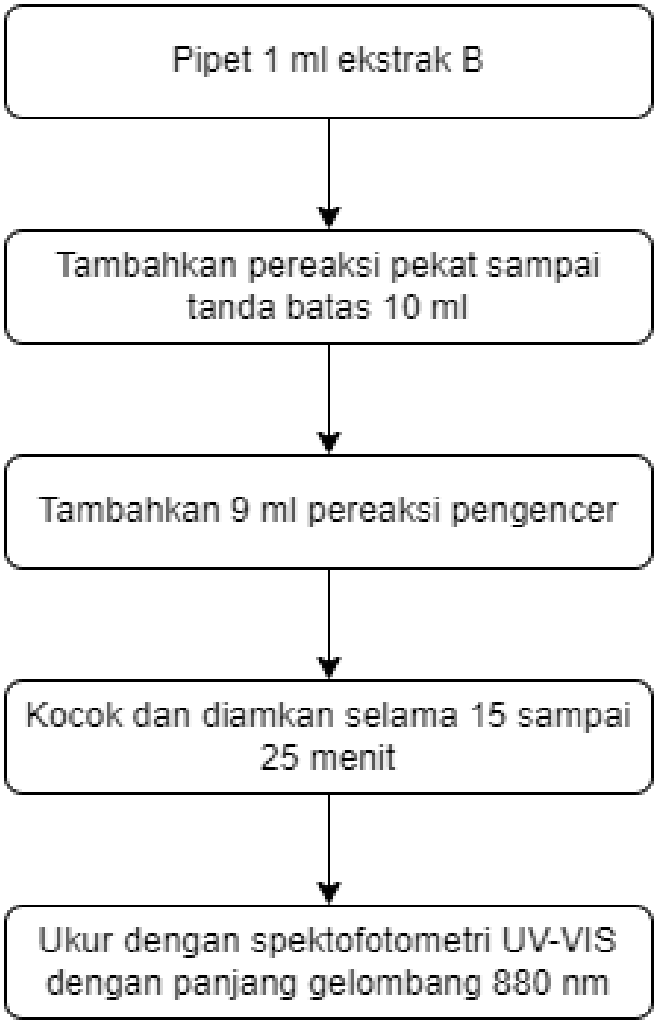
Gambar 3.5 Langkah kerja pengujian nitrogen

C. Pengujian Fosfor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar fosfat yang terkandung dalam frass ulat. Pengujian fosfor menggunakan metode Spektrofotometri UV-VIS. Rumus dalam perhitungan kadar fosfat yaitu:

$$P\% = ppm\ kurva\ x\ \frac{mL\ ekstrak}{1000mL} x \frac{1000}{gr\ contoh}\ x\ fn\ x \frac{31}{95}\ x\ fk$$

Berikut merupakan proses pengujian fosfor

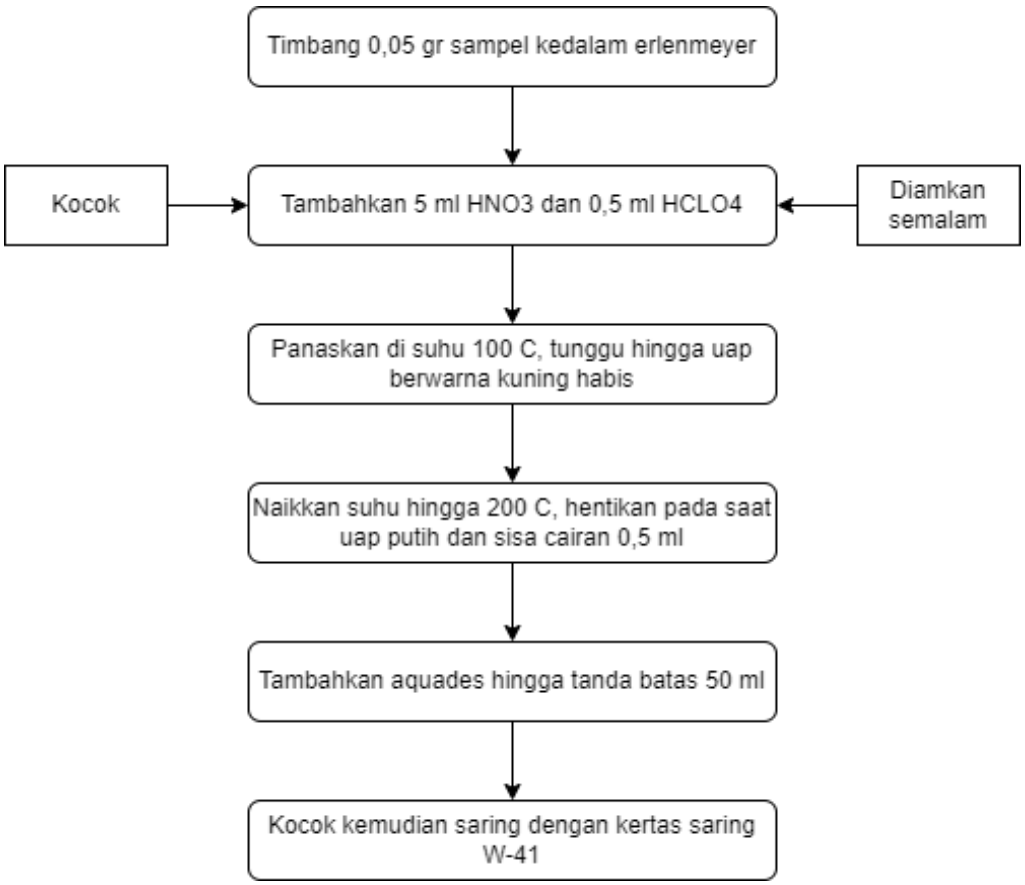


Gambar 3.6 Langkah kerja pengujian fosfor

D. Pengujian Kalium

Pengujian kalium dilakukan untuk mengetahui kandungan kalium pada frass ulat yang dihasilkan. Pengujian kalium ini menggunakan metode Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS). Berikut merupakan proses pengujian kalium:

- Ekstrak A



Gambar 3.7 Langkah kerja pengujian kalium (pembuatan ekstrak A)

- Ekstrak B

Gambar 3.8 Langkah kerja pengujian kalium (pembuatan ekstrak B)

E. Rasio C/N

Pengujian Rasio C/N dilakukan untuk mengetahui rasio atau perbandingan dari C-Organik dengan Nitrogen. Pengujian ini menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS dan metode kjedahl. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai rasio C/N:

Rasio C/N = Nilai kadar C / Nilai kadar N

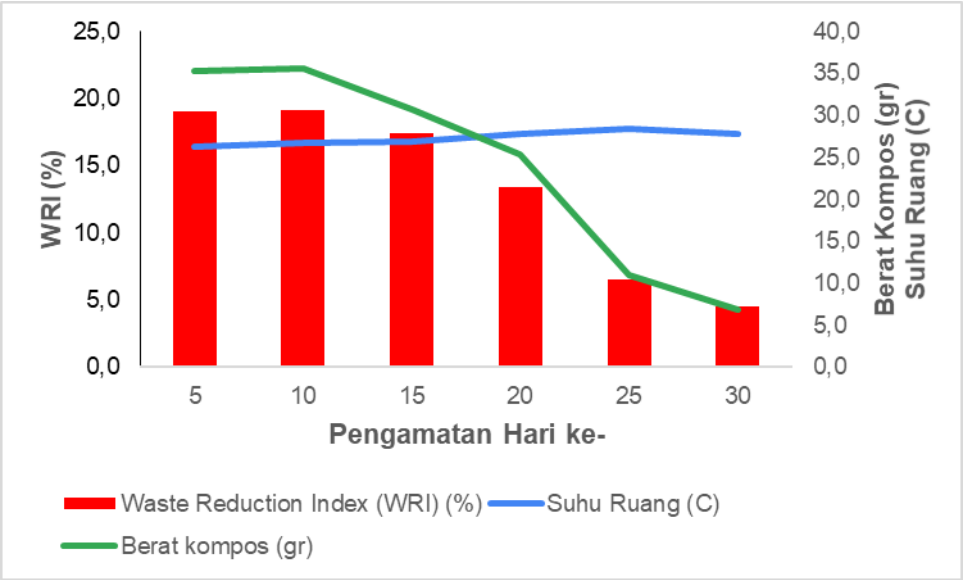
3.3.4 Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif korelasional dalam tahap analisis data. Metode deskriptif korelasional dalam penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan dua variabel atau lebih (Sugiono, 2014). Data akan disajikan dalam bentuk grafik sederhana dan dideskripsikan dengan rinci.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Laju Penguraian

Laju degradasi sampah merupakan salah satu hal yang dapat diperhatikan untuk melihat seberapa baik ulat jerman dalam mendegradasi sampah masker medis. Besarnya laju degradasi sampah oleh ulat jerman ini dipengaruhi oleh beberapa faktor luar seperti suhu ruang, indeks pengurangan limbah, frass ulat yang dihasilkan, dan konsumsi umpan yang diberikan. Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, didapatkan data sebagai berikut:



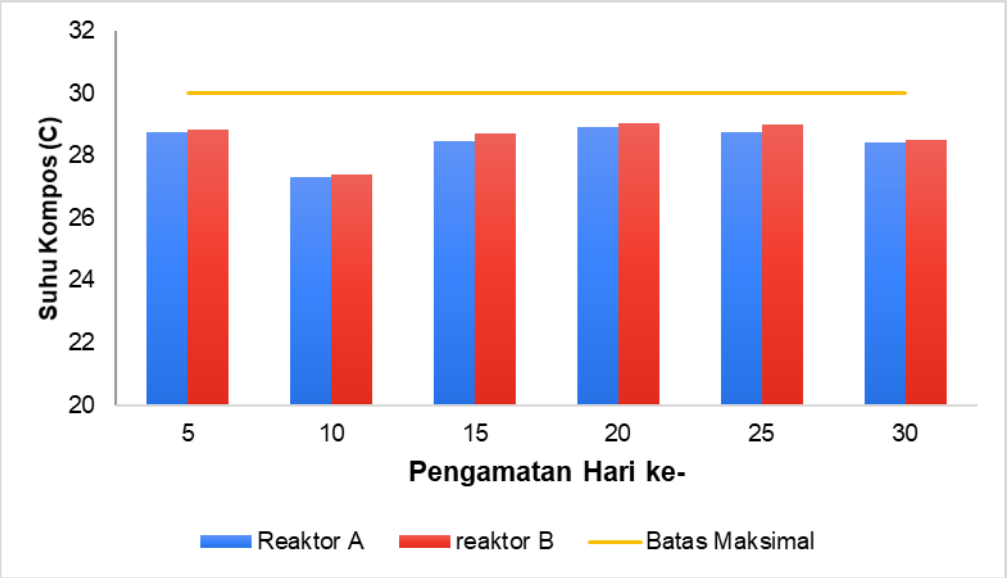
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan hasil analisis, WRI (%), suhu ruang (°C), dan berat frass ulat (gr) selama pengamatan 30 hari

Berdasarkan gambar 4.1, dapat diketahui laju penguraian selama 30 hari. Selama proses penelitian suhu ruangan berada pada kisaran 26,5 – 28,5 °C. suhu ruang ini cukup mempengaruhi laju degradasi sampah masker medis oleh ulat jerman karena apabila suhu ruang pada saat dilakukan penelitian cukup tinggi atau tidak stabil maka aktivitas ulat tersebut menjadi kurang baik sehingga laju degradasinya juga akan menjadi kurang bagus. Menurut penelitian yang dilakukan Andika Cahya (2008) menunjukkan suhu ruangan yang efektif untuk kehidupan

ulat jerman yaitu berkisar antara 27 – 30°C. sehingga dapat diketahui dari grafik pada gambar 4.1 ketika suhu ruang rendah pada indeks pengurangan limbah (WRI) dan berat frass ulat cukup tinggi, hal itu menunjukkan laju degradasi oleh ulat jerman dikatakan baik. Sehingga laju degradasi sampah oleh ulat jerman berbanding terbalik dengan suhu ruangan (Sihombing, 1999) dalam (Hapsari dkk. 2018).

4.1.1 Suhu Frass ulat

Pengecekan suhu frass ulat dari degradasi oleh ulat jerman dilakukan setiap hari pada pagi hari. Pengecekan ini dilakukan dengan tujuan mengetahui kematangan kompos. Kompos yang telah matang akan menunjukkan suhu yang sama dengan suhu tanah yaitu 30°C (Wahyono & Sahwan, 2010). Berikut tabel 4.2 merupakan hasil analisis suhu frass ulat reaktor A dan reaktor B setiap 5 hari selama 30 hari:



Gambar 4.2 Grafik Hasil analisis suhu frass ulat pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

Dari gambar 4.2 diketahui suhu frass ulat dari hasil degradasi sampah masker medis oleh ulat jerman relatif stabil di antara 25 – 30°C. Pada sampel hari

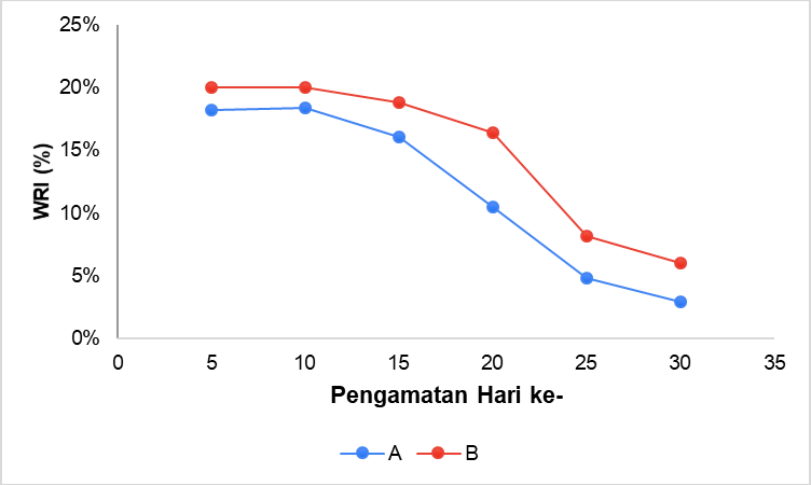
ke 10, suhu frass ulat mengalami penurunan tetapi penurunan itu tidak terlalu signifikan sehingga tidak mempengaruhi kualitas frass ulat yang dihasilkan. Menurut Syahwan (2010) naik turunnya suhu kompos dikarenakan oleh aktivitas metabolisme mikroba. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik suhu maksimal pada kompos yaitu disesuaikan dengan suhu tanah. Sehingga suhu akhir kompos setelah pengujian telah sesuai dengan SNI. Suhu kompos yang sesuai dengan SNI bertujuan untuk mempertahankan kualitas kompos secara baik.

4.1.2 Indeks Pengurangan Limbah/ *Waste Reduction Index* (WRI)

Indeks pengurangan limbah/ WRI merupakan nilai degradasi sampah masker oleh ulat jerman. Nilai indeks pengurangan limbah berbanding lurus dengan nilai reduksi atau laju degradasi, apabila nilai reduksi tinggi maka nilai indeks pengurangan limbah juga tinggi (Putra dan Ma'rufah, 2022). Berikut merupakan hasil analisis dari indeks pengurangan limbah masker selama 30 hari dengan waktu pengamatan setiap 5 hari:

Tabel 4.1 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi Indeks Pengurangan Limbah (WRI)

Reaktor	Pengamatan Hari ke					
	5	10	15	20	25	30
Rerata A	18,2%	18,4%	16,1%	10,5%	4,8%	3,0%
Standar Deviasi A	0,07%	0,09%	0,79%	0,85%	0,86%	0,27%
Rerata B	20,0%	20,0%	18,8%	16,4%	8,2%	6,0%
Standar Deviasi B	0,00%	0,00%	1,01%	1,01%	1,40%	1,01%



Gambar 4.3 Hasil analisis Indeks Pengurangan Limbah (WRI) sampah masker medis selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

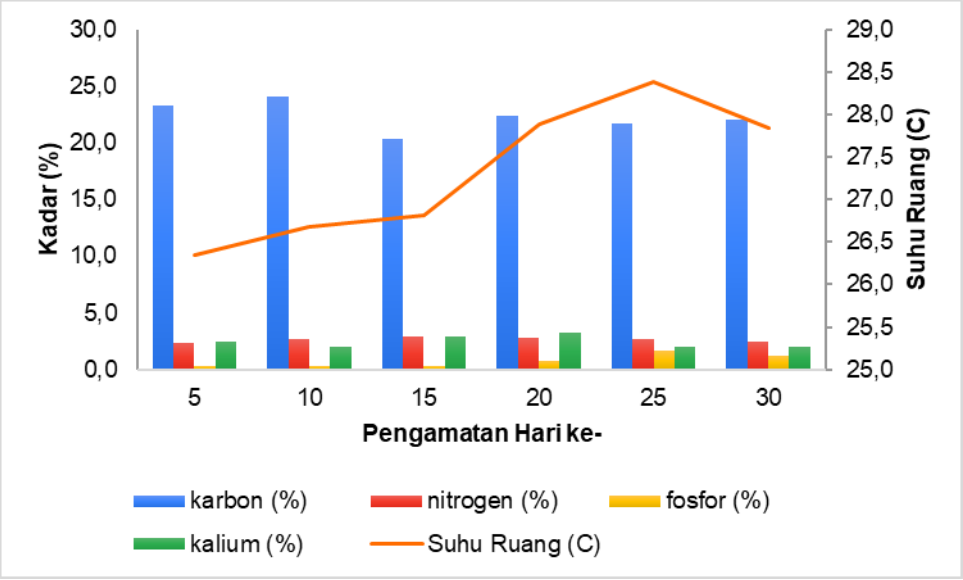
Nilai WRI dari gambar 4.3 didapatkan dari hasil degradasi sampah masker medis dengan campuran *pollard* oleh ulat jerman. Nilai WRI paling tinggi didapatkan pada sampel hari ke 5 yaitu 20% untuk reaktor B dan 19% untuk reaktor A. nilai WRI yang tinggi menunjukkan kemampuan larva dalam mereduksi limbah yang baik (Hakim *et al*., 2017) dalam (Putra dan Ma'rufah, 2022). Nilai WRI pada reaktor B lebih besar dibandingkan dengan reaktor A karena perbedaan pemberian umpan, dimana reaktor B hanya menggunakan *pollard* sebagai umpan. Sedangkan untuk reaktor A nilai WRI lebih rendah karena umpan yang diberikan berupa *pollard* dengan campuran sampah masker medis. Hal ini karena konsumsi sampah masker medis lebih susah dicerna oleh ulat jerman itu sendiri.

Nilai dari WRI ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu suhu ruang yang tidak stabil dan umpan yang diberikan. Suhu ruang yang tidak stabil dapat mempengaruhi dari aktivitas ulat jerman dalam mendegradasi sampah masker medis, karena apabila suhu ruang terlalu tinggi maka ulat jerman akan lemas dan bisa mengalami kematian. Sedangkan untuk faktor pemberian umpan, ulat jerman lebih tertarik dalam mendegradasi makanan pokoknya terlebih dahulu

yang dimana pada kasus ini *pollard* menjadi makanan utamanya yang kemudian baru akan mendegradasi masker karena sudah kehabisan makanan pokoknya.

4.2 Parameter Kimia

Analisis parameter kimia dalam frass ulat pada penelitian ini meliputi karbon, nitrogen, fosfor, kalium, dan rasio C/N. analisis kandungan unsur hara dilakukan untuk mengetahui kualitas frass ulat yang dihasilkan dari degradasi sampah masker medis dengan campuran *pollard* oleh ulat jerman. Berikut merupakan tabel hasil perbandingan hasil analisis parameter kimia:



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan hasil analisis kandungan Karbon (%), Nitrogen (%), Fosfor (%), Kalium (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar serta suhu ruang (C) selama pengamatan 30 hari

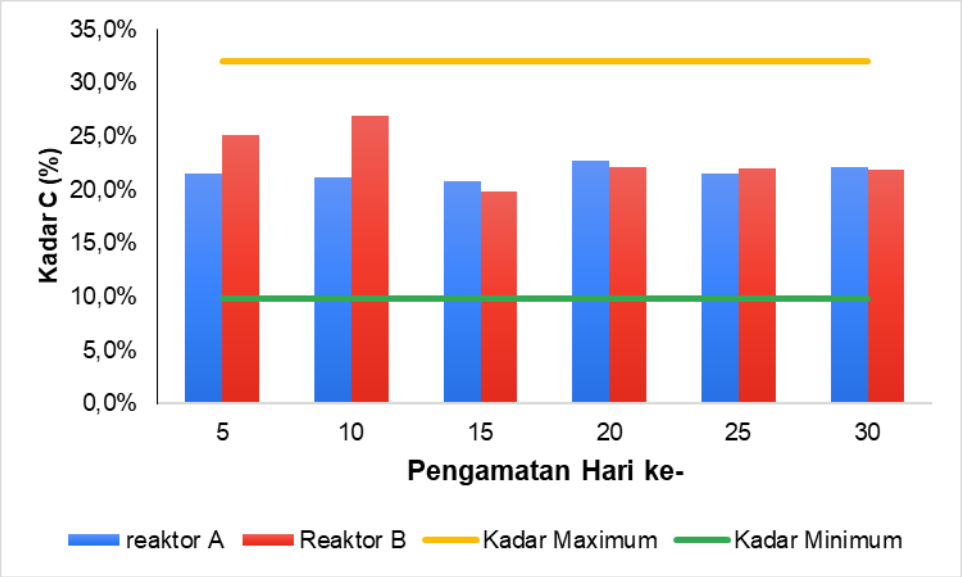
Dari gambar 4.4 dapat diketahui perbandingan antara nilai karbon, nitrogen, fosfor, kalium dengan suhu ruang. Nilai fosfor berbanding lurus dengan suhu frass ulat, apabila suhu ruang mengalami kenaikan maka kadar fosfor dalam sampeljuga mengalami kenaikan. Sedangkan untuk kadar karbon, nitrogen dan kalium berbanding terbalik dengan suhu ruang.

4.2.1 Karbon

Kandungan karbon dalam frass ulat merupakan salah satu standar mutu pupukorganik berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Karbon memiliki peran yang sangat penting bagi mikroorganisme yang berapa dalam tanah dimana karbon ini sebagai sumber energi bagi mikroorganisme pengurai. Aktivitas mikroorganisme ini yaitu untuk melakukan proses degradasi dan membentuk nutrisi untuk diserap tanaman. Selain itu juga karbon juga berfungsi untuk memperbaiki struktur dan tekstur tanah serta meningkatkan kapasitas serap air tanah (Siringoringo, 2014). Nilai kadar C-organik nantinya akan digunakan juga dalam menentukan rasio C/N. Nilai standar karbon berkisar antara9,8 – 32%. Mikroorganisme dalam kompos membutuhkan karbon untuk proses produksi protein (Azwar, 2018). Berikut merupakan hasil analisis kandungan karbon dalam frass ulat hasil reduksi sampah masker medis dengan campuran *pollard* oleh ulat jerman:

tabel 4.2 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan karbon dalam hasil degradasi selama 30 hari

Reaktor	Pengamatan Hari ke					
	5	10	15	20	25	30
Rerata A	21,5%	21,1%	20,8%	22,8%	21,5%	22,1%
Standar Deviasi A	0,86%	4,36%	2,99%	0,69%	0,30%	1,41%
Rerata B	25,1%	26,9%	19,8%	22,1%	22,0%	21,9%
Standar Deviasi B	1,40%	1,30%	0,49%	1,52%	0,78%	2,22%



Gambar 4.5 Hasil analisis kandungan Karbon (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

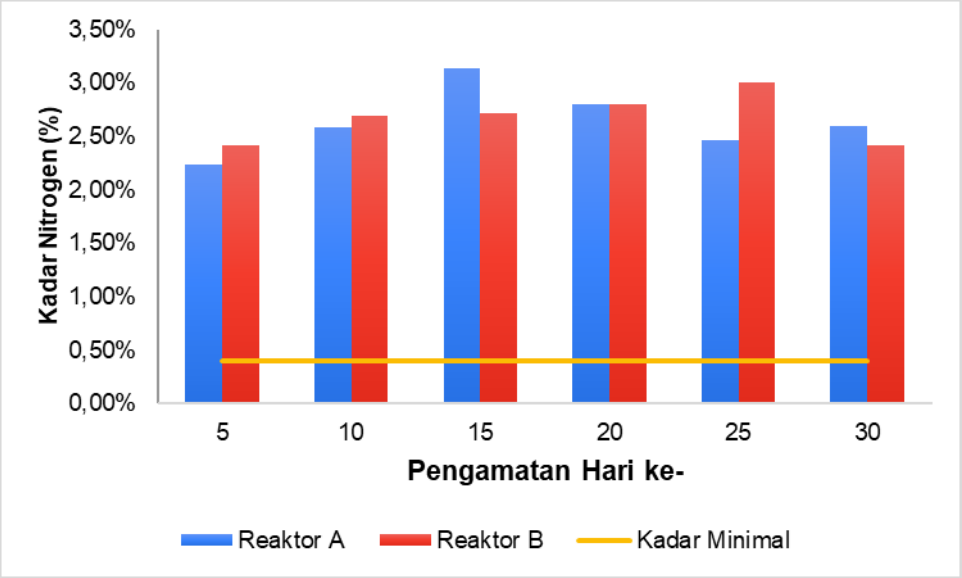
Berdasarkan gambar 4.5, kandungan karbon dalam semua sampel masuk kedalam standar kadar karbon pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Kandungan karbon tertinggi terdapat dalam sampel hari ke 10 pada reaktor B dengan nilai sebesar 26,9%±1,3%. Sedangkan untuk reaktor A nilai karbon tertinggi terdapat dalam sampel hari ke 20 dengan nilai 22,8%±0,69%. Dalam 30 hari pengujian, nilai karbon sempat mengalami fluktuasi namun tidak sampai keluar dari batas SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Naik turunnya nilai karbon ini dipengaruhi oleh adanya bakteri selulotik dan enzim selulase yang dapat menguraikan zat organik dalam kompos, selain itu juga nilai karbon dipengaruhi dari jenis umpan yang diberikan, apabila kadar karbon dalam umpan tinggi maka hasil degradasi itu juga tinggi.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Astiti dan Bulu (2016), kandungan unsur karbon yang didapatkan dari lumpur buangan biogas yang menggunakan feses sapi didapatkan nilai karbonnya yaitu 42,64%, dimana nilai karbon ini sudah melebihi dari baku mutu SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari

Sampah Organik Domestik. Sedangkan pada penelitian lain oleh (Afsyah, dkk., 2021) menunjukkan nilai karbon dari kascing dengan campuran kotoran sapi, pelepah kelapa sawit dan limbah sayuran.

4.2.2 Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar (Brady dan Weil, 2002). Kadar nitrogen nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai rasio C/N. berikut merupakan hasil analisis kandungan nitrogen dalam frass ulat hasil reduksi sampah masker medis dengan campuran *pollard* oleh ulat jerman yang sudah dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik:



Gambar 4.6 Hasil analisis kandungan Nitrogen (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

Dari gambar 4.6 dapat diketahui bahwa nilai kadar Nitrogen berada diatas dari kadar minimal nitrogen kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik yaitu sebesar 0,4%. Kadar

nitrogen paling tinggi terdapat pada sampel hari ke 15 untuk reaktor A yaitu sebesar 3,14%. Sedangkan untuk reaktor B kadar nitrogen tertinggi terdapat pada sampel hari ke 25 dengan nilai sebesar 3,0%.

Siklus nitrogen dan pembuangan gas selama proses dekomposisi mempengaruhi nilai N-total kompos matang (Supriyanti, 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Firdaus (2011), kandungan N dalam kompos dipengaruhi oleh bahan baku atau umpan yang diberikan. Dibandingkan dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Rolita (2017), nilai N yang didapatkan berkisar antara 0,8 – 1,2% sehingga sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

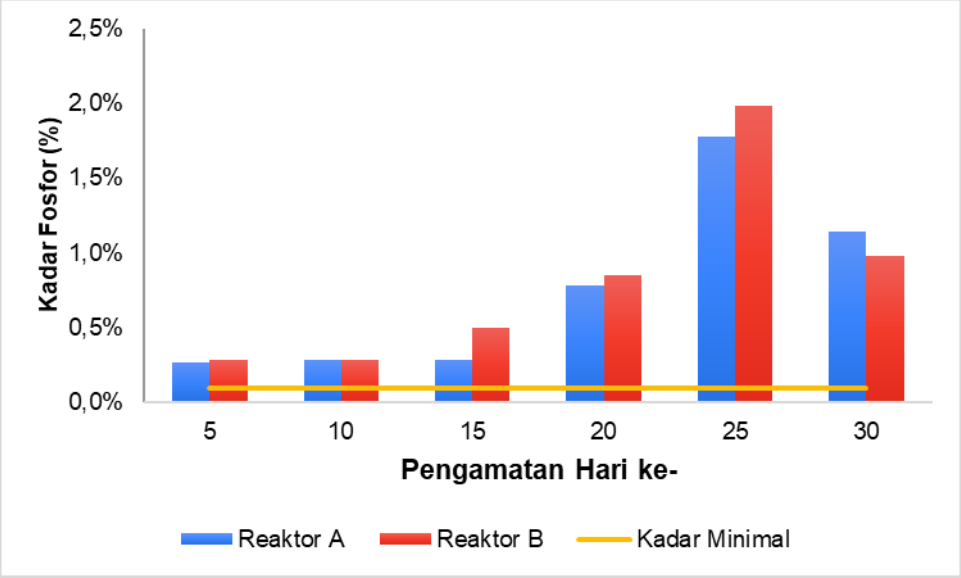
Nilai nitrogen dalam kompos dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu jenis umpan yang digunakan. Jenis umpan cukup mempengaruhi nilai N yang terkandung dalam hasil degradasi/ kompos. Umpan yang mengandung N tinggi apabila diberikan ke ulat sebagai agen biologi, maka hasil degradasinya akan mengandung N yang tinggi juga. Selain faktor tersebut juga terdapat faktor dari aktivitas mikroorganisme pengurai dalam kompos, dimana memiliki peran dalam memecah bahan organik dan mengubahnya menjadi senyawa yang mengandung nitrogen (Notohadiprawiro, 1999).

4.2.3 Fosfor

Unsur fosfor merupakan salah satu unsur yang penting dalam kompos, karena fosfor merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh. Kandungan unsur fosfor dalam kompos semakin tinggi maka dapat menyebabkan pelapukan bahan organik yang dikomposkan (Soepriadi, 1983). Berdasarkan penelitian dari (Hidayati dkk., 2008) menyatakan bahwa apabila kandungan P (fosfor) dalam sebuah akan berkaitan dengan kandungan nitrogen dalam sampel itu juga. Apabila semakin besar nilai nitrogen dalam sampel maka nilai P yang terombak akan semakin besar. Unsur fosfor dalam sebuah kompos memiliki peran dalam pembentukan bunga, buah, biji dan mempercepat kematangan buah. Berikut merupakan hasil analisis kandungan fosfor sampel hasil degradasi sampah masker medis dengan campuran *pollard*:

tabel 4.3 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan Fosfor dalam hasil degradasi selama 30 hari

Reaktor	Pengamatan Hari ke					
	5	10	15	20	25	30
Rerata A	0,3%	0,3%	0,3%	0,8%	1,8%	1,1%
Standar Deviasi A	0,16%	0,08%	0,16%	0,22%	0,22%	0,35%
Rerata B	0,3%	0,3%	0,5%	0,9%	2,0%	1,0%
Standar Deviasi B	0,08%	0,08%	0,08%	0,16%	0,70%	0,29%



Gambar 4.7 Hasil analisis kandungan Fosfor(%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

Dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa kadar fosfor pada awal penelitian masih terbilang cukup rendah dan mulai menunjukkan tren naik pada sampel hari ke 15. Dari 30 hari percobaan kadar P paling tinggi ditemukan pada sampel hari ke 25 dengan nilai 2,0%±0,7% untuk reaktor B dan 1,8%±0,22% untuk reaktor A. Berdasarkan dari analisis data yang sudah dilakukan nilai fosfor sudah memenuhi SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik dengan menetapkan kadar minimal nilai fosfor pada kompos yaitu sebesar 0,1%.

Pada pengamatan hari ke 5 dan 10 nilai fosfor cukup rendah yang kemudian mulai mengalami kenaikan pada pengamatan hari ke 15. Menurut Kaswinarni *et al*., (2022), naik turunnya kadar fosfor dalam kompos dipengaruhi oleh nitrogen yang ada didalamnya, apabila nilai nitrogen yang ada dalam kompos tinggi maka mikroba yang ada di dalam kompos itu juga banyak sehingga nilai fosfor juga ikut meningkat, hal itulah yang menyebabkan tingginya nilai fosfor yang ada dalam kompos, serta kandungan fosfor dalam umpan yang diberikan juga akan mempengaruhi kadar fosfor dalam hasil degradasi.

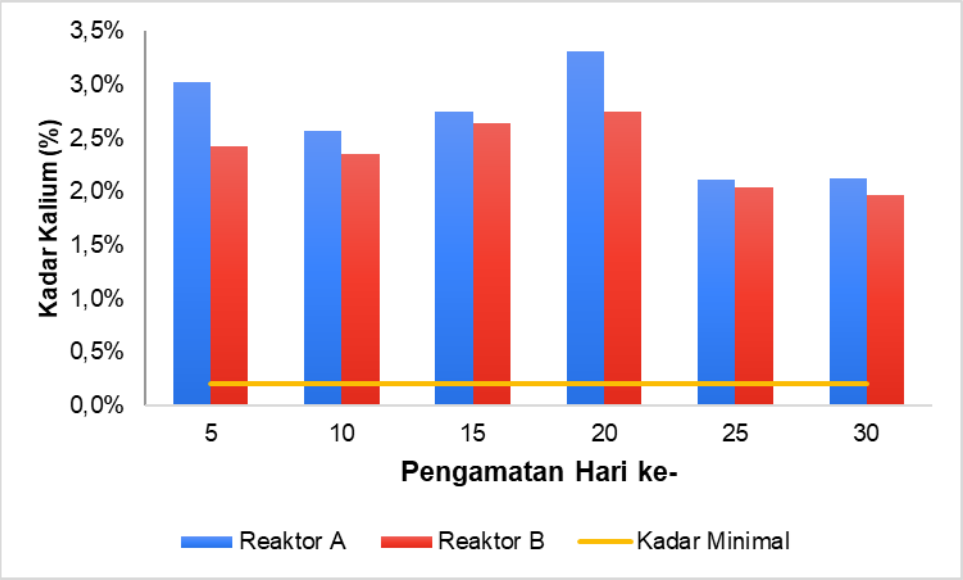
Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Afsyah (2021) yang melakukan analisis kualitas kascing dengan campuran kotoran sapi mendapatkan kadar fosfor sebesar 0,22% dimana nilai ini sudah memenuhi SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Selain itu juga pada penelitian oleh Astiti dan Bulu (2016) yang melakukan analisis kandungan unsur hara pada lumpur buangan biogas yang menggunakan feses sapi mendapatkan kadar fosfor sebesar 0,5%. Nilai ini merupakan nilai yang cukup tinggi karena sampel yang digunakan telah melalui proses pengomposan yang lebih lama.

4.2.4 Kalium

Kalium pada tanaman berguna untuk pembentukan protein serta karbohidrat, pengerasan bagian kayu, Kandungan unsur K dalam sebuah sampel akan semakin tinggi karena adanya pelapukan bahan organik yang dikomposkan (Soepardi, 1983). Menurut Hidayati dkk. (2010) kandungan K berasal dari bahan kompos atau umpan yang mengandung hijauan yang didalamnya mengandung unsur K. Kandungan unsur K awalnya masih berbentuk organik kompleks yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan. Namun dengan adanya aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme yang mengubah organik kompleks menjadi organik sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk proses pertumbuhan (Widiarti dkk., 2015). Berikut merupakan hasil analisis kandungan K dalam kompos hasil degradasi sampah masker medis dengan campuran *pollard*:

Tabel 4.4 Hasil Analisis rerata dan standar deviasi kandungan Kalium dalam hasil degradasi selama 30 hari

Reaktor	Pengamatan Hari ke					
	5	10	15	20	25	30
Rerata A	3,0%	2,6%	2,7%	3,3%	2,1%	2,1%
Standar Deviasi A	1,62%	0,28%	0,39%	0,46%	0,16%	0,14%
Rerata B	2,4%	2,4%	2,6%	2,8%	2,0%	2,0%
Standar Deviasi B	0,60%	1,54%	0,46%	0,45%	0,20%	0,12%



Gambar 4.8 Hasil analisis kandungan Kalium (%) pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

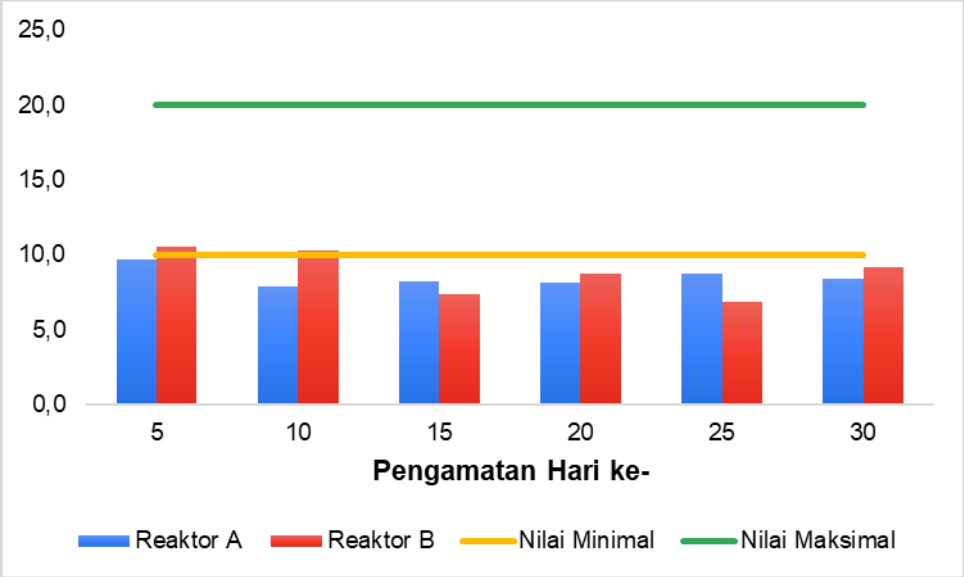
Pengamatan kandungan kalium dilakukan selama 30 hari yang kemudian dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik yang menetapkan kadar minimal K dalam kompos sebesar 0,4%. Kadar K tertinggi didapatkan pada sampel hari ke 20 sebesar 3,3%±0,46% untuk reaktor A dan 2,8%±0,45% untuk reaktor B. Faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai ini adalah kandungan kadar air dalam sampel yang dapat memberikan perbedaan nilai K. Faktor lain yang mempengaruhi kadar K dalam

kompos yaitu adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik dalam kompos (Gunawan, dkk., 2015) dan juga kadar kalium dipengaruhi oleh tinggi rendahnya derajat keasaman (pH), bila pH kompos kurang dari 6,0 maka akan mengurangi nilai fosfor, kalium, magnesium, dan molibdenum dengan cepat (Foth, 1994).

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Afsyah dkk (2021), nilai K yang didapatkan dari hasil analisis kascing dengan campuran kotoran sapi yaitu sebesar 0,3%, dimana nilai ini sudah memenuhi batas minimal yang sudah ditetapkan pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Astiti dan Bulu (2016) nilai K yang didapatkan yaitu sebesar 3,4%. Nilai ini sangat berbeda jauh karena sampel yang digunakan pada penelitian astiti dan Bulu ini menggunakan kotoran sapi pada instalasi biogas yang itu sudah melalui proses pengomposan untuk mendapatkan biogasnya, sehingga nilai K maupun kadar unsur hara lainnya juga tinggi.

4.2.5 Rasio C/N

Nilai rasio C/N merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi unsur hara, rasio C/N berbanding terbalik dengan jumlah unsur hara dalam tanah atau kompos, maka apabila nilai rasio C/N tinggi, unsur hara dalam tanah rendah (Andriany dkk., 2018). Nilai rasio C/N yang diharapkan yaitu antara 10 – 20 sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Berikut merupakan hasil dari Rasio C/N dari kompos hasil degradasi sampah masker medis dengan campuran *pollard*:



Gambar 4.9 Hasil analisis nilai Rasio C/N pada hasil degradasi sampah masker medis dan polar selama pengamatan 30 hari yang dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik Domestik

Berdasarkan Gambar 4.9 nilai rasio C/N mengalami tren menurun dari awal dilakukannya penelitian, namun terdapat sampel yang memenuhi standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik yaitu pada reaktor B sampel hari ke 5 dan 10. Nilai rasio C/N tersebut memenuhi karena memiliki nilai 10,5 pada sampel hari ke 5 dan 10,3 pada sampel hari ke 10. Untuk sampel lain tidak memenuhi standar karena nilai rasio C/N berada di bawah 10. Hal tersebut dapat terjadi karena nilai karbon yang terlalu kecil atau nilai dari nitrogen yang terlalu besar. Menurut standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik nilai rasio C/N yang menandakan kompos itu matang yaitu dibawah angka 20.

Rasio C/N digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu penguraian yang dibutuhkan, dimana semakin tinggi rasio C/N maka waktu yang dibutuhkan akan semakin lama. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Gani, 2021) nilai rasio C/N yang didapatkan mencapai 67,87. Angka ini terlalu tinggi karena nilai dari karbon juga tinggi sehingga nilai rasio C/N terlalu tinggi dan tidak memenuhi standar SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah

Organik Domestik. Sedangkan pada penelitian lain yang dilakukan oleh Afsyah (2021) nilai rasio C/N yang didapatkan yaitu 9,85. Untuk meningkatkan rasio C/N dapat melalui beberapa cara yaitu menambahkan umpan dengan bahan hijau seperti daun, rumput dan sebagainya. Selain itu juga dapat melakukan pengaturan suhu dan kelembaban dalam menyimpan sampel kompos.

4.3 Pengaplikasian Ulat Jerman

Pemanfaatan ulat jerman sebagai agen biologi pengurai sampah dapat digunakan pada Tempat Pengolahan Sampah 3R (TPS3R) dalam mengolah sampah organik atau anorganik domestik. Hal tersebut dapat dilakukan karena ulat jerman mampu mendegradasi sampah organik maupun anorganik. Dalam penyelenggaraannya, TPS 3R bertujuan untuk mengurangi kuantitas atau memperbaiki karakteristik sampah, yang akan diolah secara lebih lanjut di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah dan berperan dalam menjamin terkelolanya sampah di perkotaan serta mengurangi kebutuhan lahan untuk penyediaan TPA.

Asumsi jumlah timbulan sampah masker untuk 1 kk yaitu 2 masker/5 hari, dan untuk mendegradasinya membutuhkan 500gr ulat jerman. Sedangkan untuk cakupan TPS 3R yaitu mencapai 400 Kepala Keluarga (KK), sehingga asumsi jumlah timbulan masker yaitu 800 masker/5 hari untuk 400 KK. Dari asumsi perhitungan ini maka dapat diperoleh jumlah berat ulat yang dibutuhkan untuk mendegradasi timbulan sampah masker tersebut yaitu 200.000gr/200kg ulat jerman.

Hasil degradasinya berupa frass ulat dapat dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian atau perkebunan, namun frass ulat tersebut harus diuji terlebih dahulu kematangannya agar efektif untuk digunakan, apabila frass tersebut belum matang maka dapat dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu agar matang dan efektif untuk digunakan pada tanaman. Kemudian ulat yang sudah dewasa dapat dikembangbiakkan kembali untuk mendapatkan larva yang baru, dan sebagiannya dapat dijual untuk dimanfaatkan sebagai pakan unggas.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian "Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas morio"* yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Laju degradasi sampah masker medis oleh ulat jerman menunjukkan nilai tertinggi pada hari ke 10 dengan indeks pengurangan limbah mencapai 20% dan mengalami penurunan setiap 5 hari pengamatan selanjutnya.
2. Nilai kandungan unsur hara karbon, nitrogen, fosfor, kalium telah memenuhi standar kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, sedangkan untuk nilai rasio C/N yang memenuhi standar terdapat pada reaktor B sampel hari ke 5 dan 10.
3. Berdasarkan hasil analisis laju degradasi dan parameter kimia C, N, P, K, dan rasio C/N antara reaktor A dan B dapat disimpulkan bahwa reaktor A memiliki kemampuan degradasi dan kualitas frass ulat lebih bagus.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan *Zophobas Morio* yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Saran yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan variasi pemberian umpan ulat untuk mendapatkan hasil degradasi yang memiliki kualitas lebih bagus.
2. Pemeliharaan ulat yang dilakukan dalam ruangan dengan kondisi suhu ruang yang stabil.
3. Pengukuran suhu ruang dan suhu frass ulat dilakukan sebanyak 3 kali pada pagi siang dan sore untuk mendapatkan nilai rerata suhu pada hari pengamatan.
4. Melakukan pengujian FTIR pada sampel yang didapatkan untuk melihat kandungan unsur mikroplastik pada hasil degradasi sampah masker.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Afsyah, S., Walida, H., Dorliana, K., Sepriani, Y., & Harahap, F. S. (2021). Analisis Kualitas Kascing dari Campuran Kotoran Sapi, Pelepah Kelapa Sawit dan Limbah Sayuran. *Jurnal Ilmu Pertanian, 6*, 10-12.

Asngad, A., Santoso, R., & Kurniasari, D. (2020). Kualitas Pupuk Organik dari Limbah Sayuran secara Vermicomposting menggunakan Lumbriscus terrestris dan Ulat Hongkong dengan Penambahan Darah Sapi. Prosiding SNPBS (Seminar NasionalPendidikan Biologi dan Saintek).

Astiti, L. S., & Bulu, Y. G. (2016). Kandungan Unsur Hara Dan Bakteri Patogenik Dalam Substrat Dan Lumpur Buangan Biogas Feses Sapi Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 1-8.

Bulak, P., Proc, K., Pytlak, A., Puszka, A., Gawdzik, B., & Bieganowski, A. (2021). Biodegradation of Different Types of Plastics by Tenebrio molitor Insect. *Polymers*.

Dobiki, J. (2018). Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan DiPulau Kumo dan Pulau Kakara Di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Spasial*.

Gesriantuti, N., Badrun, Y., & Yolanda, E. (2022). Pengaruh Kombinasi Pakan terhadap Kemampuan Larva Tenebrio molitor dalam Mendegradasi Limbah Masker MedisSurgical. *Photon Jurnal Sains dan Kesehatan*.

Iswahyudi, izzah, A., Nisak, A. (2020). Studi Penggunaan Pupuk Bokashi (Kotoran Sapi) Terhadap Tanaman Padi, Jagung & Sorgum. *Jurnal Cemara*. Vol. 17. 14-20.

Jiang, S., Su, T., Zhao, J., & Wang, Z. (2021). Biodegradation of Polystyrene by Tenebrio molitor, Galleria mellonella, and Zophobas atratus Larvae and Comparison of TheirDegradation Effects. *Polymers*.

Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif.

Munandi. Ulat Jerman Lebih Aman Daripada Ulat Hongkong. https://omkicau.com/2013/09/22/ulat-jerman-lebih-aman-daripada-ulat-hongkong/. Diakses tanggal 5 Juni 2022.

Nugroho, & Panji. (2013). *Panduan Membuat Kompos Cair*. Yogyakarta: Pustaka BaruPress.

Paramita, P., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. (2012). Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. *Jurnal Sains dan SeniITS*.

Peng, B.-Y., Li, Y., Fan, R., Chen, Z., Chen, J., Brandon, A., . . . Wu, W.-M. (2020). Biodegradation of low-density polyethylene and polystyrene in superworms, larvae of Zophobas atratus (Coleoptera: Tenebrionidae): Broad and limited extent depolyerization. *Journal Pre-proof*.

Peng, B.-Y., Su, Y., Chen, Z., Chen, J., Zhou, X., Benbow, M. E., . . . Zhang, Y. (2019). Biodegradation of Polstyrene by Dark (Tenebrio obscurus) and Yellow (Tenebrio molitor) Mealworms (Cleopatra: Tenebrionidae). *Environmental Science & Technology*.

Putra, I. L., & Ma'rufah, N. (2022). Laju Degradasi Beberapa Jenis Plastik Menggunakan Ulat Hongkong (Tenebrio molitor L.) dan Ulat Jerman (Zophobas atratus F.). *JurnalTeknologi Lingkungan*, 001-008.

Raharjo dan Adisasmita.2000. Pengembangan Wilayah Konsep dan Teori.Yogyakarta.: Graha Ilmu.

Rebia, R. A., Budiman, A. S., Hidayah, F. N., Septyani, D. W., & Isla, S. A. (2022). Preparasi dan Karakteristik Lembaran Plastik Limbah Masker Berdasarkan VariasiLapisan Luar, Tengah, dan Dalam. *Jurnal Serambi Engineering*, 4151-4158.

Santoso, E. P., Afrilia, A., & Fitasari, E. (2021). Peningkatan Produksi Ulat Jerman Melalui Kombinasi Pemanfaatan Limbah Sayuran Pasar Pada Formulasi Media Pakan Yang Berbeda. *Buana Sains*,33-42.

Siringoringo, H. H. (2014). Peranan Penting Pengelolaan Penyerapan Karbon Dalam Tanah. *Jurnal analisis kebijakan kehutanan*, 175-192.

Susasnti, & Hikmah, E. (2022). Sosialisasi Penggunaan Masker pada Remaja Melalui Gerakan Remaja Sadar Masker. *Jurnal Abidas*, 34-38.

Setyorini, D., Rasti, S., & E. A., K. (2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

SIPSN. (2021, Mei 17). Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. Retrieved from Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional:https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/

Utama, C. S., Sulistyanto, B., & Wicaksono, T. A. (2019). Pengaruh Pemberian Berbagai Pollard Terolah Terhadap Pertumbuhan Organ Pencernaan Ayam Broiler Umur 7 Minggu. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 101-110.

Utama, C.S., Zuprizal, C. Hanim dan Wihandoyo, 2018b. Probiotic testing of Lactobacillus brevis and Lactobacillus plantarum from fermented cabbage waste juice. Pak. J. Nutr. 17(7):323-328

Yang, S.-S., Ding, M.-Q., He, L., Zhang, C.-h., Li, Q.-X., Xing, D.-F., . . . Wu, W.-M. (2020). Biodegradation of Polypropylene by Yellow Mealworms (Tenebrio molitor) and Superworms (Zophobas atratus) via Gut microbe-dependent Depolymerization. *Journal Pre-Proof*.

Yang, Y., Wang, J., & Xia, M. (2019). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating superworms Zophobas Atratus. *Journal Pre-proofs*.

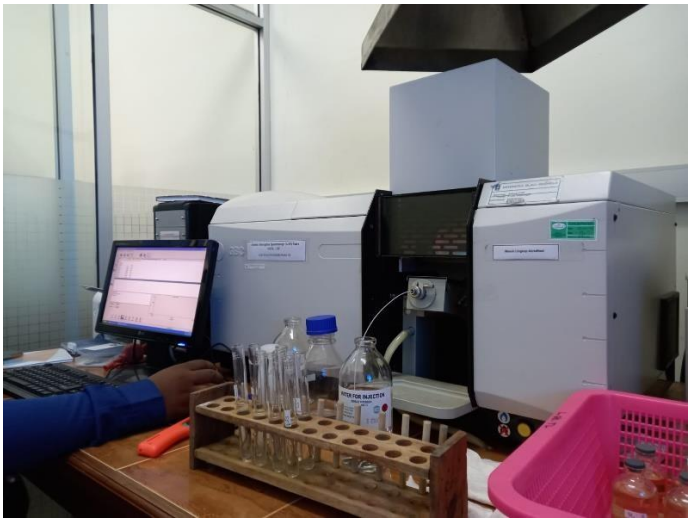
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN

Lampiran 1 Reaktor pengujian A dan B secara tripliket

Lampiran 2 Sampah masker medis yang terdegradasi oleh *Zophobas morio*

Lampiran 3 Pengecekan suhu ruang di tempat penelitian



Lampiran 4 Pengujian sampel kalium menggunakan AAS

Lampiran 5 Penimbangan bahan pengujian

Lampiran 6 Penimbangan berat kompos yang dihasilkan

Lampiran 7 Penimbangan berat awal umpan

REAKTOR	Kadar C-organik					
	5	10	15	20	25	30
A1	21,7%	20,4%	25,8%	22,9%	21,46%	21,8%
A2	22,9%	21,8%	21,4%	21,6%	21,50%	22,5%
A3	21,3%	28,6%	20,1%	22,6%	22,0%	19,7%
B1	25,4%	27,6%	20,0%	24,6%	20,7%	22,0%
B2	27,5%	25,0%	19,1%	22,5%	21,9%	21,8%
B3	24,9%	26,3%	19,6%	21,6%	22,1%	25,8%
Standar Deviasi A	0,86%	4,36%	2,99%	0,69%	0,30%	1,41%
Standar Deviasi B	1,40%	1,30%	0,49%	1,52%	0,78%	2,22%

***keterangan**: Data yang berwarna kuning merupakan data yang melebihi standar deviasi

Lampiran 8 Data analisis kadar C-Organik selama 30 hari pada reaktor A dan B

REAKTOR	Kadar P					
	5	10	15	20	25	30
A1	0,28%	0,28%	0,28%	0,42%	1,71%	0,99%
A2	0,26%	0,14%	0,00%	0,85%	1,41%	1,28%

A3	0,00%	0,28%	0,28%	0,71%	1,84%	1,68%
B1	0,422%	0,43%	0,57%	0,99%	0,85%	0,84%
B2	0,282%	0,28%	0,42%	0,71%	2,25%	1,12%
B3	0,282%	0,28%	0,42%	0,99%	1,71%	1,42%
Standar Deviasi A	0,157%	0,08%	0,16%	0,22%	0,22%	0,35%
Standar Deviasi B	0,080%	0,08%	0,08%	0,159%	0,70%	0,29%

***keterangan**: Data yang berwarna kuning merupakan data yang melebihi standar deviasi

Lampiran 9 Data analisis kadar Fosfor selama 30 hari pada reaktor A dan B

REAKTOR	**Kadar Kalium**					
	5	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
A1	0,2%	2,6%	3,3%	3,2%	2,1%	2,2%
A2	3,2%	2,1%	2,9%	3,4%	2,2%	2,1%
A3	2,9%	2,5%	2,6%	4,1%	1,8%	1,9%
B1	2,6%	1,6%	2,8%	2,8%	2,1%	2,0%
B2	2,2%	0,1%	3,4%	2,7%	2,0%	2,1%
B3	3,4%	3,1%	2,5%	3,5%	1,7%	1,9%
Standar Deviasi A	1,621%	0,28%	0,392%	0,46%	0,16%	0,14%
Standar Deviasi B	0,599%	1,54%	0,46%	0,452%	0,20%	0,12%

***keterangan**: Data yang berwarna kuning merupakan data yang melebihi standar deviasi

Lampiran 10 Data analisis kadar Kalium selama 30 hari pada reaktor A dan B

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

RIWAYAT HIDUP

Rizky Dwi Fernanda lahir di kabupaten kediri, Provinsi jawa timur pada 19 juni 2001. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Dwi agung Widodo dan Murniati. Penulis pertama kali menempuh Pendidikan di SD Al-Hikmah Purwoasri (2007-2013), kemudian memasuki MTsN Purwoasri (2013-2016), SMAN 2 Pare (2016-2019), hingga menempuh perkuliahan di Teknik Lingkungan Universiatas Islam Indonesia sejak tahun 2019.

Selama menempuh Pendidikan, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan nonakademik. Dalam bidang akademik, penulis menjadi asisten pada mata kuliah Praktikum Laboratorium Lingkungan (2023) dan Praktikum Teknik Lingkungan (2023). Dalam kegiatan non akademik, penulis mengikuti kepanitiaan acara Lintas Lingkungan 2020 sebagai staf divisi acara. Penulis juga menjadi anggota UKM Zero Waste bidang research (2019-2020) dan menjadi pemateri dalam event reforth (2020) yang bekerjasama dengan LEM Universitas Islam Indonesia.