TA/TL/2023/1685

TUGAS AKHIR

ANALISIS PARAMETER FISIK HASIL BIODEGRADASI DAN LAJU PENGURAIAN SAMPAH MASKER MEDIS DENGAN ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*

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

FACHRIZAL TOFANY SAFATTAR
19513108

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR

ANALISIS PARAMETER FISIK HASIL BIODEGRADASI DAN LAJU PENGURAIAN SAMPAH MASKER MEDIS DENGAN ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*

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

FACHRIZAL TOFANY SAFATTAR
19513108

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D
NIK. 155130507
Tanggal: 20-10-2023

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D
NIK. 155130505
Tanggal: 20-10-2023

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng), Ph.D
NIK. 045130401
Tanggal : 20/10-23

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PARAMETER FISIK HASIL BIODEGRADASI DAN LAJU PENGURAIAN SAMPAH MASKER MEDIS DENGAN ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji Hari : Senin
Tangggal : 20 Oktober 2023

Disusun Oleh:
FACHRIZAL TOFANY SAFATTAR
19513108

Tim Penguji :

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

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., 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 sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



Fachrizal Tofany Safattar

NIM: 19513108

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Puji syukur kami haturkan kehadirat Allah SWT yang Maha Esa serta telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya karena dengan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi dan Laju Penguraian Sampah Masker Medis Dengan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L)*". Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Stara Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini telah melewati beberapa tahapan yang harus dilewati namun akhirnya dapat diselesaikan oleh penulis dengan banyak dukungan dari beberapa pihak melalui bantuan dan bimbingan dengan memberikan semangat dan do'a, sehingga penulis mampu melalui proses dalam penyusunan tugas akhir. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan 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 Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D, Selaku Dosen Penguji Tugas Akhir
5. Kedua orangtua yakni Bapak Tony Sutomo dan Ibu Farida Safiati Attar serta keluarga besar penulis, yang selalu memberikan dukungan dan mendoakan, serta menjadi kunci semangat penulis untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Fachrizal Tofany Safattar yang sudah bisa melalui rintangan selama masa kuliah, selalu komitmen, bekerja keras berbagai hal dan berdoa untuk bisa menyelesaikan masa studi nya.
7. Seluruh dosen, staff, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
8. Seluruh staff Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan
9. Rekan seperjuan tugas akhir, Akbar, Ayu, Arsyad, Rizky, dan Putri yang saling memberikan dukungan dan membantu satu sama lain.
10. Fathia Rahma yang selalu memberikan dukungan secara moral maupun spiritual, membantu menguatkan segala situasi dan menemani penulis sampai menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Sahabat-sahabat Hari-hari piknik yang selalu memberikan dukungan dari semester I hingga sampai saat ini.
12. Teman – Teman Angkatan 2019 Program Studi Teknik Lingkungan.
13. Seluruh pihak yang telah membantu dukungan dan bantuan keada penulis dalam menyelesakan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas perencanaan uni masih jauh dari kata kesempurnaan, diharapkan saran dan kritik yang membangun agar penulis menjadi lebih baik lagi dimasa mendatang sempurnanya tugas akhir. Oleh karena itu, penulis berharap adanya masukan kritik maupun saran yang dapat membantu demi kemajuan penulis dan kelayakan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir skripsi ini dapat digunakan sebaik mungkin penulis dan semua pihak

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 20 Oktober 2023



Fachrizal Tofany Safattar

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

ABSTRAK

FACHRIZAL TOFANY SAFATTAR. Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi dan Laju Penguraian Sampah Masker Medis Dengan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L)*. Dibimbing oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T. Ph. D dan Annisa Nur Lathifah, S. Si., M. Biotech. Ph. D.

Sampah masker medis menjadi salah satu permasalahan dalam pengolahan sampah medis di Indonesia, dikarenakan pengolahan sampah medis pada rumah sakit masih sangat dikit. Biodegradasi oleh makroorganisme mampu medegradasi sampah berbagai jenis plastik. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil efisiensi laju penguraian sampah masker medis menjadi kompos dengan Ulat Hongkong, serta mengetahui pH, kadar air, tempratur, dan warna pada kompos disertai perbandingannya dengan regulasi terkait. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggunakan Ulat Hongkong sebanyak 100 gr yang diberikan disetiap reaktor dengan sistem rangkap 3 (triplicate) dan perbandingan dengan SNI 19-7030-2004. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat hasil analisa laju penguraian pada indeks pengurangan sampah (WRI) mendapatkan hasil nilai tertinggi pada reaktor A yaitu 17%±0,16 di hari ke-5, sedangkan untuk nilai tertinggi konsumsi umpan pada reaktor B yang diberikan variasi umpan *Pollard* yaitu 100%±0. Kemudian nilai tertinggi efisiensi konversi umpan tercerna pada reaktor A hari ke-25 dengan nilai 120,64%±37,11, dan untuk suhu ruangan tertinggi pada hari ke-25 mencapai 30,3℃. Sedangkan analisa parameter fisik suhu kompos dan kadar air sudah sesuai dengan kriteria pada SNI 19-7030-2004. Pada kadar air yang memiliki rentang nilai 0,10%±0.037-0,64%±0.038 yang sudah sesuai dengan SNI dikarenakan dibawah 50%. Sedangkan untuk suhu kompos memiliki rentang suhu 26,8°C-29,1°C, hal tersebut sudah sesuai karena dibawah 30°C. Hasil analisa parameter fisik pH dan warna yang belum sesuaidengan kriteria pada SNI 19-7030-2004. Pada pH memiliki hasil nilai rerata 5,89±0,01-6,09±0,03 haltersebut belum memenuhi baku mutu pada SNI, dikarenakan memiliki minimum nilai 6,8.Sedangkan pada warna menghasilkan warna coklat muda dan belum sesuai SNI, dikarenakan warna yang baik adalah warna coklat kehitaman.

Kata kunci: Laju Penguraian, Parameter Fisik, Sampah masker medis, *Tenebrio molitor L*.

ABSTRACT

FACHRIZAL TOFANY SAFATTAR. *Analysis of Physical Parameters of Biodegradation Results and Decomposition Rate of Medical Mask Waste with Hongkong Caterpillar (Tenebrio molitor L). Supervised by* Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T. Ph. D *and* Annisa Nur Lathifah, S. Si., M. Biotech. Ph. D.

Medical mask waste is one of the problems in medical waste processing in Indonesia, because the processing of medical waste in hospitals is still very small. Biodegradation by microorganisms can degrade various types of plastic waste. The purpose of this study was to determine the efficiency of the decomposition rate of medical mask waste into compost with Hong Kong caterpillars, as well as to determine the pH, water content, temperature, and color of the compost and its comparison. with related regulations. The method used in this study was an experimental method using Hong Kong caterpillars as much as 100 g given to each reactor with a triple system and comparison with SNI 19-7030-2004. The results of this study are the results of the analysis of the decomposition rate on the waste reduction index (WRI) which produces the highest value in reactor A, namely 17%±0,16 on day5, while for the highest value of feed consumption, reactors B provide a variation of feed, namely 100%±0. Then the highest digestible feed conversion efficiency value was in reactor A on the 25th day with a value of 120,64%±37,11, and for the highest room temperature on the 25th day it reached 30.3 ℃. While the analysis of the physical parameters of the compost temperature and moisture content is in accordance with the criteria in SNI 19- 7030-2004. At water content which has a value range of 0,10%±0.037-0,64%±0,038 which is in accordance with SNI because it is below 50%. While the compost temperature has a temperature range of 26,8°C-29,1°C, this is suitable because it is below 30°C. The results ofthe analysis of the physical parameters of pH and color did not match the criteria in SNI 19-7030-2004. PH has an average value of 5,89±0,01-6,09±0,03. This does not meet the SNI quality standards, because it has a minimum value of 6.8. While the color produces a light browncolor and is not in accordance with SNI, because a good color is blackish brown.

Keywords: *Biodegradation rates, physical parameters, medical mask waste, Tenebrio molitor L.*

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

ABSTRAK 8
ABSTRACT 9
DAFTAR ISI 11
DAFTAR TABEL 14
DAFTAR GAMBAR 16
DAFTAR LAMPIRAN 18
BAB I PENDAHULUAN 19
1.1 Latar Belakang 19
1.2 Perumusan Masalah 21
1.3 Tujuan Penelitian 21
1.4 Manfaat Penelitian 21
1.5 Asumsi Penelitian 22
1.6 Ruang Lingkup 22
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 23
2.1 Masker Medis 23
2.2 *Pollard* 25
2.3 Ulat Hongkong 26
2.4 Faktor yang memperngaruhi laju pertumbuhan Ulat hongkong 27
2.5 Biodegradasi 30
2.6 Kompos 30
2.7 Penelitian Terdahulu 33
BAB III METODE PENELITIAN 37
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 37
3.2 Metode Penelitian 37
3.3 Alat dan Bahan 39
3.4 Prosedur Analisis Data 40
3.4.1 Persiapan penelitian 40

3.4.2 Prosedur Analisis Data....41
BAB IV....51
4.1 Hasil Data Analisis Laju Penguraian....51
4.1.1 Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*/WRI)....53
4.1.2 Konsumsi Umpan....54
4.1.3 Efisiensi konversi umpan tercerna (*Efficiency of conversion of digested feed*/ECD)....56
4.1.4 Temperature Ruangan....57
4.2 Parameter Fisik....58
4.2.1 Temperatur Kompos....58
4.2.2 Warna 59
4.2.4 Kadar Air....60
4.3 Derajat Keasaman (pH)....61
4.4 Aplikasi Ulat Hongkong untuk Pengolahan Sampah Masker Medis di Rumah....63
BAB V SIMPULAN DAN SARAN....66
5.1 Simpulan....66
5.2 Saran....67
DAFTAR PUSTAKA....69
RIWAYAT HIDUP....76
LAMPIRAN....77

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan nutrisi Ulat Hongkong 27

Tabel 2. 2 Usia fase siklus hidup *Tenebrio molitor L* 28

Tabel 2. 3 Spesifikasi kompos sampah organik domestik 30

Tabel 2. 4 Parameter kompos secara fisik menurut SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik 31

Tabel 3. 1 Variasi pemberian jenis pakan Ulat Hongkong 34

Tabel 3. 2 Bentuk reaktor dan jumlah pakan 34

Tabel 3. 3 Metode Analisis Parameter Fisik Efektivitas Ulat Hongkong 37

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Warna Selama 30 Hari dari Masing-Masing Reaktor dengan Pengujian Triplo 59

Tabel 4. 2 Hasil Nilai Kadar Air Setiap 5 Hati Pengujian Pada Reaktor A dan B yang Dibandingkan dengan SNI dengan Pengujian Triplo 60

Tabel 4. 3 Jumlah Penggunaan Masker dalam Sehari oleh Rumah Tangga Berdasarkan Jumlah Anggota Keluarga Tahun 2021 63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Mikro Lapisan Masker Medis 25
Gambar 2. 2 Analisis Termal Masker Medis 26
Gambar 2. 3 Siklus Hidup Ulat Hongkong 3-6 Bulan 28
Gambar 3. 1 Cara Kerja Analisis Derajat Keasaman (pH) 39
Gambar 3. 2 Cara Kerja Analisis Termometer.....40
Gambar 3. 3 Cara Kerja Analisis Konsumsi Umpan 42
Gambar 3. 4 Cara Kerja Pengujian Kadar Air 43
Gambar 4. 1 Hasil Parameter Laju Penguraian Reaktor A dengan Konsumsi Umpan Masker dan Pollard Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo 51
Gambar 4. 2 Hasil Parameter Laju Penguraian Reaktor B dengan Konsumsi Umpan Pollard Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo 52
Gambar 4. 3 Indeks Pengurangan Sampah Rerata dari Setiap Reaktor A dan B selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo 53
Gambar 4. 4 Hasil Analisis Konsumsi Umpan Rerata Dari Seluruh Reaktor Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo 55
Gambar 4. 5 Hasil Nilai Rerata Efisiensi Konversi Umpan Tercerna Selama Proses Degradasi Dari Keseluruhan Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 56
Gambar 4. 6 Perubahan Nilai Suhu Ruangan Selama 30 Proses Degradasi Dengan Pengujian Triplo 57
Gambar 4. 7 Perubahan Nilai Suhu Kompos Pada Reaktor A dan B Selama 30 Hari Proses Degradasi dengan Pengujian Triplo.....58
Gambar 4. 8 Hasil Nilai pH Pada Reaktor A dan B Selama 30 Hari dari Masing-Masing Reaktor dengan Perbandingan SNI melalui Pengujian Triplo 62

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Sampah Masker Medis Domestik 77
Lampiran 2 Variasi Berat Umpan Reaktor A dan B 77
Lampiran 3. Reaktor A dan B 78
Lampiran 4. Pengukuran Temperatur Ruangan dan Kompos 79
Lampiran 5. Penimbangan Berat Ulat 80
Lampiran 6. Masker Yang Terdegradasi 80
Lampiran 7. Pengukuran Kadar Air 81
Lampiran 8. Pengukuran pH Kompos 81
Lampiran 9. Penimbangan Berat Sisa Masker dan Berat Kompos 82
Lampiran 10. Data Indeks Pengurangan Sampah (Waste reduction index/WRI) Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 82
Lampiran 11. Data Konsumsi Umpan Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 83
Lampiran 12. Efisiensi konversi umpan tercerna (Efficiency of conversion of digested feed/ECD) Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 83
Lampiran 13. Data Tempatur Ruangan Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 83
Lampiran 14. Hasil Perbandingan Data Analisis Temperatur Kompos dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 84
Lampiran 15. Hasil Perbandingan Data Analisis Derajat Keasaman (pH) denganSNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 84
Lampiran 16. Hasil Perbandingan Data Analisis Warna dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 85
Lampiran 17. Hasil Perbandingan Data Analisis Kadar Air dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo 85
Lampiran 18. Hasil Rata-rata Nilai Waste Reduction Index (WRI) pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 86
Lampiran 19. Hasil Rata-rata Nilai Konsumsi Umpan pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 86
Lampiran 20. Hasil Rata-rata Nilai Efisiensi Umpan Tercerna pada Reaktor A dan B

serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 86
Lampiran 21. Hasil Rata-rata Suhu Kompos pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 86
Lampiran 22. Hasil Rata-rata Kadar Air pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 87
Lampiran 23. Hasil Rata-rata Derajat Keasaman (pH) pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo 87

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah pelayanan kesehatan maka timbulan sampah medis yang diperoleh akan meningkat negara Indonesia saat ini tidak begitu banyak memiliki pengolahan untuk sampah medis yang dihasilkan. Sehingga pada peningkatan sampah medis yang dihasilkan secara terus-menerus tidak dikelola dengan baik dikarenakan jumlah alat pengolahan sampah medis masih sangat dikit. Rumah sakit yang mempunyai fasilitas insinerator masih di angka 49% dari total rumah sakit di Indonesia atau sejumlah 1.476 rumah sakit. Pengolahan limah medis padat yang sesuai dengan peraturan masih sangat sedikit pada rumah sakit yang menerapkannya, sehingga dapat memperluas penyebaran penyakit secara cepat dari melalui berbagai cara (Herumurti, 2013).

Dengan kasus tersebut masker menjadi suatu alat yang digunakan sebagai penutup wajah pada area mulut dan hidung. Semua orang memakai topeng di dalam dan di luar ruangan selama pandemi ini ruang untuk melakukan komunikasi dengan orang sekitar. Dengan pemakaian masker pada area wajah, mampu meminimalisir terjadinya penyebaran bakteri atau kontaminan udara yang telah terkontaminasi oleh virus untuk memasuki ke tubuh manusia (Atmojo,2020 & Olivia 2022). Penggunaan masker saat pandemi meningkat secara dramatis dan menjadi pemborosan lingkungan. Masker memiliki kekuatan penggunaan hingga 4 jam dan kemudian dibuang dikarenakan fungsi pada masker tidak berguna lagi. Berdasarkan informasi jumlah sampah masker sudah menyentuh angka 129 miliar atau 3 juta sampah yang dihasilkan dalam hitungan menit per bulan (Xu & Ren 125).

Indonesia menjadi suatu negara tentang penyebaran virus pada pertengahan tahun 2020. Di Januari Pada tahun 2021 ditemukan 1.012.350 kasus positif, 28.468 orang meninggal. tanggal-tanggal ini diperkirakan akan terus tumbuh (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Perluasan virus yang sangat signifikan, pihak lembaga kesehatan melakukan peraturan wajib masker, menjaga jarak, serta berbagai peraturan untuk meminimalisir penyebaran virus (Amalia, dkk, 2020).

Pembuangan sampah, terutama masker, masih menjadi masalah lokal dan global. Sebagian besar pihak belum memahami serta pengertian dan macam-macam sampah B3, terutama sampah B3 yang disebabkan oleh COVID-19. Penduduk kota mayoritas melakukan pembuangan sampah tanpa memilahnya terlebih dahulu (Putra, dkk, 2019). Pemerintah juga telah menerbitkan panduan penanganan masker komunal melalui lembaga kesehatan Indonesia. Namun, masih banyak masyarakat yang belum menerapkannya dalam skala rumah tangga (Kementerian kesehatan RI, 2020).

Biodegradasi pada berbagai jenis plastik yakni polimer alam (seperti lignin, selulosa) serta polimer sintetik (seperti polietilen, polistiren) dari berbagai jenis plastik tersebut mampu mendegradasi melalui proses makroorganisme (Kaseem, *et al.,* 2012). Biodegradasi dapat dilakukan melalui dua cara Aerob dan Anaerob, degradasi aerob dilakukan dengan menggunakan oksigen, sedangkan biodegradasi anaerob tidak menggunakan sedikitpun oksigen. Biodegradasi memiliki kepentingan dilakukannya terhadap timbulan sampah plastik untuk mengatasi penimbunan plastik non-biodegradable di lingkungan. Biodegradasi sampah masker medis menggunakan makroorganisme atau Ulat Hongkong belum banyak yang meneliti lebih dalam terkait hal tersebut, selain itu degradasi melalui makroorganisme memiliki berbagai keuntungan dengan harga yang sangat ekonomis, ramah lingkungan,suatu cara yang mudah dipraktekan untuk masyarakat maupun lembaga dalam mengatasi timbunan sampah masker medis.

Pada penelitian yang sudah dilakukan yaitu degradasi menggunakan Ulat Hongkong dengan jenis plastik PP yaitu tutup wadah gelas plastik, HDPE, LDPE, pakan ayam atau dedak sebagai reaktor kontrol, serta penggunaan minyak goreng untuk menghindari semut atau gangguan larva, akan tetapi dari hasil yang didapatkan untuk mengetahui hasil kesimpulan sebuah populasi secara umum dari hasil sampel. Oleh karena itu,dibutuhkan penelitian terkait analisis parameter fisik degradasi pada sampah masker medis melalui Ulat hongkong, agar dapat mengetahui apa saja kandungan parameter fisik dari sampah masker medis serta laju penguraian. Penelitian akan dilakukan menggunakan Ulat Hongkong dengan wadah reaktor yang diberikan pakan sampah masker medis dan *Pollard* untuk

menganalisis hasil biodegradasi dengan pengujian melalui kadar air, pH, temperatur dan warna kompos.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan Masalah berdasarkan latar belakang di atas terkait laju penguraian menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L)* sebagai berikut :

1. Bagaimana laju penguraian sampah masker medis dengan campuran *Pollard* menjadi kompos oleh Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L)*?
2. Bagaimana hasil kualitas pengomposan sampah masker medis menggunakan Ulat Hongkong dengan *Pollard* memenuhi baku mutu pada SNI 197030-2004 dalam parameter pH, kadar air, temperature, dan warna?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Menginvestigasi hasil analisis efisensi laju penguraian sampah masker medis menjadi kompos menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L).*
2. Uji kualitas kompos berdasarkan parameter pH, kadar air, temperatur, dan warna pada kompos dan melakukan perbandingan dengan SNI 19-7030-2004 tentang SpesifikasiKompos dari sampah Organik Domestik.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, peneliti berharap memberi manfaat sebagai berikut :

1. Mampu mendegradasi jumlah volume sampah menggunakan agen biologi.
2. Mampu memberikan informasi teknologi yang sangat efisiensi untuk instansi, lemabaga terkait dan masyarakat dalam pengolahan sampah masker medis ke lingkungan.
3. Mahasiswa mampu menerapkan ilmu yang sudah dipelajari dalam perkuliahan untuk pengolahan sampah masker medis menggunakan agen biologi.

1.5 Asumsi Penelitian

Transformasi dari fase Covid-19 menuju normal menyebabkan setiap sebagian besar penduduk Indonesia masih menggunakan masker medis sekali pakai. Dengan adanya penggunaan masker medis tersebut menimbulkan volume sampah masker medis semakin meningkat yang mampu merusak lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Adapun metode ramah lingkungan yang bisa mengurai sampah masker medis tersebut menggunakan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L)* yang akan menghasilkan kotoran, serta kotoran tersebut akan memberikan solusi yang baik untuk lingkungan dengan mengacu pada SNI 19-7030-2004.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian penelitian dan hasil pengomposan sampah masker medis dengan menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L)* sebagai berikut :

1. Penelitian laju penguraian ini akan dilaksanakan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (FTSP UII)
2. Untuk Objek penguraian berupa sampah yaitu masker medis menggunakan Ulat Hongkong berusia 2 minggu serta hasil penguraian sampah berupa kompos.
3. Sampah masker medis yang akan digunakan untuk penelitian bersumber dari sampah domestik.
4. Analisis penelitian akan dilakukan dalam kurun waktu 5 hari sekali serta pemberian sampah masker selama 30 hari.
5. Penelitian analisis yang dilakukan, sebagai berikut :

- Derajat Keasaman (pH)
- Temperatur (°C)
- Warna
- Indeks pengurangan sampah/ (*Waste Reduction Indeks)* WRI
- Konsumsi umpan
- Kadar air (%)
- Efisiensi konsumsi umpan tercerna

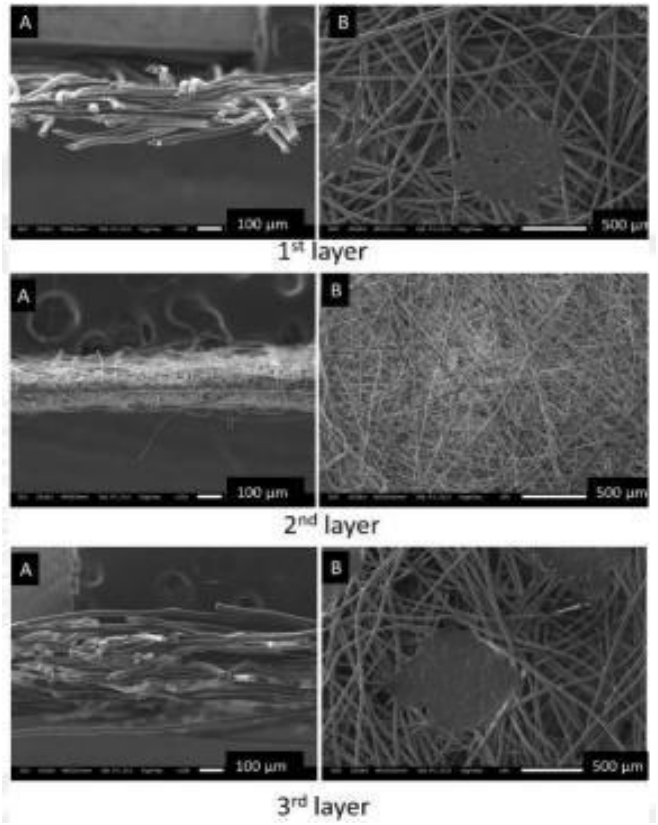
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Masker Medis

Masker medis mempunyai tiga lapisan yang terdiri dari struktur mikro penampang serta morfologi yang tidak sama ataupun berbeda (Saraswaty et al., 2021). Masker medis memiliki beberapa kandungan yang terdiri dari polipropilen atau polietilen, pliuretan, plokarbonar, polistirena dan poliakriloitril (Akber Abbasi et al., 2020a R. Yu etal., 2021). Bahan jenis polimer *non-degradable* merupakan suatu jenis yang terdapat pada bahan masker medis (Jung et al., 2020) bahan tersebut tidak mudah terurai di alam bebas. Menurut *World Health Organization* (WHO), terdapat 85% sampah medis sama dengan seperti sampah domestik yang memiliki kandungan tidak berbahaya serta sisanya dianggap sebagai sampah berbahaya dikarenakan mempunyai kandungan bahan kimia atau radioaktif (WHO, 2018).

A. Sifat Fisik

Masker medis memiliki lapisan terpadat yaitu pada bagian lapisan tengah dibandingkan dengan lapisan lainnya. Pada bagian lapisan tengah masker medis tersebut memiliki fungsi untuk filtrasi utama partikel yang kecil dan halus (Saraswaty et al., 2021). Dari ketiga lapisan masker tersebut merupakan komponen masker yang memiliki persentase berat 65% sampai dengan 85% dibandingkan komponen lain yaitu pada bagian *earloop* dan kawat klip hidung (Purnomo et al., 2021).



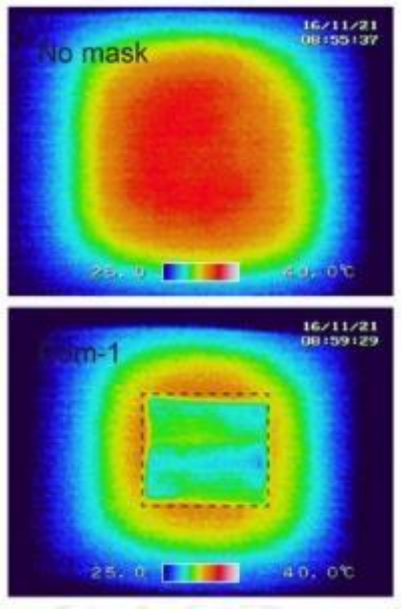
Gambar 2. 1 Struktur Mikro Lapisan Masker MedisSumber*: (Saraswaty et al., 2021)*

Dari hasil penelitian terdahulu menunjukan pada masker medis memiliki sifat yang tidak lengket dan air hanya sampai permukaan bahan, sehingga dapat disimpulkan bahwa masker medis memiliki sifat kedap air yang maksimal (Li et al., 2006). Selain itu masker medis memiliki permeabilitas udara lebih tinggi dibandingkan dengan masker N95 (Aida, 2020).

B. Sifat Termal

Pada analisis termal masker berjenis nanofiber dengan penggunaan suhu maksimal 40℃ bahwa menunjukan nanofiber mempunyai transmisi *Infrared* (IR) yang sempurna (Yang et al., 2017). Selain itu pada penelitian lain menunjukan bahwa jenis *Polypropylene* (PP) ini mempunyai titik leleh pada suhu 163℃ sampai dengan 169℃ pada seluruh lapisan masker medis yakni

ketiga lapisan tersebut (Saraswaty et al., 2021). Bentuk pada titik leleh sebuah pp akan berbentuk homopolier mencapai 165℃ serta kurang dari 160℃ pada PP yang membentuk kopolimer (Zhang et al., 1998). Selain itu pada penelitian lain menunjukan titik leleh masker medis pada suhu 166℃ sampai dengan 168℃ (Battegazzore et al., 2020b. Dengan beberapa analisis termal pada masker medis tersebut dapat memungkinkan untuk sampah masker medis dapat didaur ulang menjadi bentuk produk yang mempunyai nilai lainnya.



Gambar 2. 2 Analisis Termal Masker MedisSumber *: (Yang etal., 2017)*

2.2 *Pollard*

Penggunaan *pollard* mayoritas digunakan sebagai pakan ternak, selain itu *pollard* memiliki sumber energi yang bersumber dari limbah penggilingan gandum. Menurut (Utama *et al.,* 2013). *Pollard* memiliki beberapa kandungan yang menjadi sumber energi dengan nilai yang tinggi dan adanya kandungan polisakardia struktural seperti kandungan lignin, silika, hemiselulosa, selulosa dan selebiosa. Makroorganisme mampu memiliki ketahanan pada hidup dengan adanya nilai karbohidrat yang tinggi pada *pollard.* Nilai kandungan kadar air dan lemak yang baik pada *pollard* menjadi keunggulan pada kualitas dibandingan dengan dedak

lunteh atau bekatul.

Sumber karbohidrat yang tinggi menjadi keunggulan *pollard* untuk digunakan sebagai pakan ternak. Dengan mempunyai nilai kandungan lemak 1,48%, abu 0,64%, air 17,35%, protein 11,99%, karbohidrat 67,75% dan serat kasar 3,75%. (Martawijaya, 2004). *Pollard* dapat ditemukan pada area yang mendekati endosperma biji gandum. Sedangkan untuk *bran* dapat ditemukan di bagian luar pada kulit biji gandum.

2.3 Ulat Hongkong

Ulat hongkong lebih diketahui sebagai sebutan *MealWorm* atau *Yellow MealWorm* jenis Ulat hongkong ini yang merupakan larva dari *Tenebriomolitor*. Fase kehidupan Ulat hongkong ini tidak jauh beda dengan kehidupan ulat yang lain, dari pertama yaitu menetas nya telur sampai dengan ukuran maksimal, larva akan menjadi kepompong serta fase terakhir akan berproses jadi sebuah serangga yaitu *Tenebrio molitor.* Ulat hongkong akan dipanen saat usia 50 sampai dengan 60 hari dari awal menetas. Warna Ulat hongkong yaitu kuning serta tidak memiliki bulu. Larva dewasa mempunyai panjang tubuh sampai dengan 33 mm sertamempunyai diameter 3 mm.

Keberadaan Ulat hongkong jenis *(mealworm atau yellow mealworm)* bisa di dapatkan di tempat penjualan pakan burung, pasar burung, ikan serta reptile. Ulat Hongkong merupakan serangga yang memiliki nama latin *Tenebrio molitor* yaitu hama atau produk biji-bijian (Ridwan dk.2001; Miranda *et al.*,2022; Listani,2008). Ulat hongkong ini memiliki kandungan lemak kasar 26,63%, serat kasar 7,28%, protein kasar 37,80%, bahan kering 84,3% serta kadar abu 13,3%. Ulat Hongkong mempunyai kandungan lemak kasar, BETN, protein kasar, kadar air, serta kadar air, serta kadar air dan memiliki kandungan zat kitin. Pakan jenis premium serta sangat mempunyai keunggulan untuk diekstraksi menjadi sumber protein diperoleh dari kandungan nutrisi yang tinggi dari Ulat hongkong (Gibson, 2009; Wirata,2015).

Tabel 2. 1 Kandungan Nutrisi Ulat Hongkong

No.	Kandungan Nutrisi	Persentase (%)
1.	Protein kasar	48%
2.	Lemak Kasar	40%
3.	Kadar Abu	3%
4.	Kadar air	57%

5.	Kandungan Ekstra non- Nitrogen	8%

Sumber: *(Finke M, Winn D, 2004)*

2.4 Faktor yang memperngaruhi laju pertumbuhan Ulat hongkong

Tenebrio molitor dapat menghilangkan kelembaban dari udara jika memiliki kelembaban diatas 90%, hal tersebut adanya suhu maksimal pada Ulat Hongkong di kisaran 26ºC, dengan demikian terdapat rentan kelembaban yang mampu ditoleransi oleh Ulat Hongkong adalah 20%-90% (Borror *et al*, 1982). Dapat diketahui pertumbuhan Ulat Hongkong akan berpengaruh semakin lambat apabila suhu pada lingkungan tersebut semakin rendah. Perlambatan laju pertumbuhan Ulat Hongkong tersebut mencapai 6 bulan. Dengan adanya perbedaan suhu yang mampu memberikan dampak pada kekuatan siklus hidup Ulat Hongkong.

Pada pemeliharaan Ulat Hongkong terdapat siklus beberapa fase yakni akan melewati 4 fase utama yaitu telur, larva, kepompong (pupa), dan kepik/serangga. Bentuk telur kepik Ulat Hongkong ini mempunyai panjang 1 mm dengan berbentuk oval serta sulit untuk dilihat (Salem, 2002). Kondisi telur tersebut akan melekat pada pengumpan larva, yaitu *Pollard* serta tingkat keberhasilannya mampu dilihat ketika telur tersebut sudah berbentuk larva ulat. Larva yaitu bentuk dari siklus hidup kedua serta memiliki 13-15 segmen di seluruh bagian tubuh akan memiliki coklat kekuning-kuningan (Salem, 2002).

Setelah melewati beberapa siklus tersebut, Larva dewasa kemudian berkembang melalui tahap pupa/kepompong dan tahap akhir yang dituju yakni larva akan membentuk kumbang atau kepik Ulat Hongkong dan memiliki sayap serta ukuran yang tidak panjang, tidak keras serta berkerut (Borror *et al.,* 1982). Pada tahap proses tersebut bagian badan kumbang mengalami pengerasan (*sklerotisasi)* yang kuat serta memiliki warna tidak terang, dengan diperlukannya waktu beberapa jam hingga batas waktu yang tidak ditentukan dengan melihat kondisi pada larva tersebut. Dikarenakan memiliki sayap dengan ukuran yang kecil, maka kumbang atau kepik hanya bisa terbang jarak pendek. Ketika pada bagian kotak, kepik mengalami proses perkawinan berulang-ulang. Proses tersebut kepik ulat hongkong mengalami produksi telur berproses menuju ulat kembali.



Gambar 2. 3 Siklus Hidup Ulat Hongkong 3-6 Bulan

Sumber*: (Google)*

Tabel 2.2 Usia fase siklus hidup *Tenebrio molitor L*

Fase Hidup	Lama Proses
Telur menjadi larva (Ulat Hongkong)	7 hari
Larva menjadi kepompong (pupa)	60-90 hari
Pupa menjadi kumbang muda	7 hari
Kumbang muda menjadi kumbang dewasa	1 hari

Sumber : Yusdira *et al*, 2016

a. Telur

Setelah memasuki fase perkawinan, telur yang dihasilkan oleh *Tenebrio molitor L.* memikiliki ukuran panjang $\pm$ 1 mm, lebar $\pm$ 3,5 mm, dan memilik warna putih, telur akan diletakan pada bagian subsrat yang lembut oleh kumbang betina. Seekor kumbang betina mampu menghasilkan telur sebanyak 275 butir dan ditempatkan disuatu kantung dengan sebutan *ootheca* (Rahmawati, 2017).

b. Larva (Ulat Hongkong)

Selama 7 hari pada proses telur, selanjutnya telur tersebut akan menetas dan lanjut masuk kedalam fase larva atau yang disebut dengan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L).* pada fase ini larva memiliki sifat yang cukup baik, dikarenakan memiliki tingkat konsumsi yang tinggi serta agresif dalam pergerakannya. Menurut (Suharsono *et al.* 2019). Saat fase ini larva *Tenebrio molitor L.* mempunya 10 tahapan instar, yaitu periode untuk pergantian kulit pada larva untuk mencapai ukuran dewasa dengan melewati tahapan pergantian kulitikula lama dan perlebaran pada integument baru dengan tingkat kecepatan konsumsi yang tinggi. Pada fase ini akan terjadi selama 60-90 hari hingga memasuki fase pupa (kepompong).

c. Pupa (Kepompong)

Fase pupa atau yang disebut dengan kepompong yaitu fase diam pada larva *Tenebrio molitor L.* pada fase ini akan melalui proses metamorfosis menjadi imago (kumbang). Pada fase ini ukuran tubuh akan sedikit menyusut jika dibandingkan dengan fase larva. Jenis pupa pada fase ini yaitu mempunyai warna putih kekuningan dengan ukuran panjang $\pm$ 15 mm, dan juga lebar $\pm$ 5 mm (Rahmawati, 2017). Setelah 7 hari, proses selanjutnya pupa akan pecah dan akan mengalami pelepasan pada imago.

d. Imago (Fase kumbang)

Memasuki tahap fase imago atau fase kumbang pada *Tenebrio molitor L.* pada fase ini terdapat dua tahap, yaitu terdapat kumbang muda dan kumbang dewasa. Pembentukan awal imago muda yakni mempunyai sap pendek dan tubuh yang lunak serta berkerut. Tubuh pada kumbang akan mengalami proses pengerasan yang kuat dan memiliki warna cenderung lebih gelap. Fase reproduksi *Tenebrio molitor L.* terjadi saat kumbang memasuki fase dewasa. Kumbang jantan dan betina dapat dibedakan pada bagian ujung atau beberapa segmen terakhir pada abdomen. Tanda kumbang jantan adalah memiliki benjolan, akan tetapi pada kumbang betina tidak ditemukan (Yusdira *et al*, 2016). Perkawinan kumbang *Tenebrio molitor L.* mempunyai tiga tahapan, yaitu tahap pertama, kumbang jantan akan mengejar betna sampai kelelahan, selanjutnya tahap kedua, kumbang jantan akan menaiki tubuh betina dan

membengkokan ujungabdomennya ke bawah tubuh betina. Kemudian tahap terakhir yaitu pengekresikannya sperma oleh kumbang jantan ke organ kelamin betina. Dengan durasi waktu sekitar 45-12 detik. Kemudian setelah terbuahi kumbang betina akan melepas atau mengeluarkan telur-telurnya dan akan mati setelah beberapa pekan (Amanda, 2017).

2.5 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan proses penguraian dari suatu senyawa yang sangat kompleks menjadi sebuah senyawa sederhana menjadi air dan karbondioksida. Masing-masing makroorganisme mempunyai karakteristik yang berbeda, serta pada proses degradasi selanjutnya akan mengalami perbedaan atau bervariasi dari satu makroorganisme ke makroorganisme lainnya. Dari tahapan tersebut memanfaatkan kegiatan dari makroorganisme sampai adanya perubahan di integritas molekul (Fadilah & Maya Shovitri, 2014). Tahapan biodegradasi menurut jenis makroorganisme lebih efektif untuk makroorganisme dengan karakteristik degradasi yang berbeda. Beberapa makroorganisme berperan dalam penguraian polimer dan lainnya dalam memanfaatkan monomer (Sangale *et al.,* 2012). Biodegradasi dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan sampah untuk skala besar dan kecil. Dengan penggunaan makroorganisme dalam wadah yang berisikan campuran sampah, akan menghasilkan limbah yang kecil serta kotoran makroorganisme tersebut mampu dimanfaatkan sebagai kompos untuk pertumbuhan tanaman.

2.6 Kompos

Kompos termasuk kedalam jenis pupuk organik yang berasal dari pelapukan bahan organik yang disebabkan oleh adanya interaksi antara makroorganisme pembusuk dengan bahan kompos. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2019 tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah dijelaskan bahwa pupuk organik bisa berasal dari kotoran hewan.

Terdapat beberapa aspek untuk hasil kompos dengan kualitas yang baik, sebagai berikut:

1. Berbentuk seperti tanah
2. Warna coklat kehitaman
3. Tanaman yang menggunakan kompos tersebut akan tidak rentan hama

4. Memiliki bau busuk atau seperti tanah
5. Memiliki suhu yang sama dengan tanah
6. Kompos akan tenggelam jika direndam dengan air serta tidak adanya perubahan warna

Mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, beberapa spesifik kompos yang sudah siap digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Spesifikasi kompos sampah organik domestik

1.	C/N-rasio mempunyai nilai (10-20) :1
2.	Memiliki bau seperti tanah
3.	Tekstur seperti tanah dan berwarna kehitaman
4.	Suhu sesuai dengan suhu tanah

Tabel 2. 4 Parameter kompos secara fisik menurut SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Temperatur	°C		Suhu air tanah
2	Kadar Air	%	-	50
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbau tanah
5	pH	-	6,80	7,49
6	Ukuran Partikel	mm	0,55	25
7	Bahan Asing	%	*	1,5
8	Kemampuan Ikat Air	%	58	-
		Unsur makro		
9	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
10	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
11	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
12	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
13	Selamium (Se)	mg/kg	*	2
14	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
15	Unsur lain			
16	Kalsium	%	*	25,50
17	Magnesium (Mg)	%	*	0,60
18	Besi (Fe)	%	*	2,00
19	Alumunium (Al)	%	*	2,20
20	Mangan (Mn)	%	*	2,10
21	Bakteri			
22	*Fecal coli*	MPN/gr		1000
23	*Salmonella sp*	MPN/4gr		3
24	Bahan Organik	%	27	58
25	Nitrogen	%	0,40	-

26	Karbon	%	9,80	32
27	Fosfor (P2O5)	%	0,10	-
28	C/N- rasio		10	20
29	Kalium (K2O)	%	0,20	*
30	Unsur mikro		*	
31	Arsen	mg/kg	*	13
32	Kadnium (CD)	mg/kg	*	3

Keterangan : Nilainya lebih dari dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Sumber : SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik

2.7 Penelitian Terdahulu

Jenis Ulat	Metode	Referensi
Ulat Hongkong	Terdapat empat varian percobaan yang dilakukan dakantiga ulangan independent dalam kotak plastik dengan dimesni 30 x 19 x 12 cm, penelitian dilakukan di ruang laboratorium dalam kondisi terkendali degan suhu 24 ±1◦C dan kelembaban relative 60±5%. Larva diberi makan *Pollard* (KUPIEC, Polandia) dengan berat kering dedak adalah 87,92±0,01% (105◦C/ 24 jam) dan pHH2O= 6,56±0,04. Setiap wadah berisi 500 larva ulat hongkong dengan panjang berat indivdiu larva sekitar ±0,02 cm dan 0,100 cm ±0,010 g, masing-masing. Semua varian (PS, PU1, PU2, PE) yaitu 2,6 g plastik yang diberikan. Penelitian dilakukan selama 58 hari, setelah itu berat serangga ditentukan dengan menggunakan timbangan laboratorium dan panjangnya dengan menggunakan penggaris tangan. Untuk memisahkan kotoran serangga dari sisa-sisa plastik yang tidak dimakan, disaring melalui saringan ukuran m mesh. Parameter yang diuji adalah	Piotr Bulak., Kinga Proc., Anna Pytlak., Andrzej Puszka., Babara Gawdzik., Andrzej Bieganowski. 2021. Biodegradation of Differerent Types of Plastics by *Tenebrio Molitor* Insect. Polymers, 13, 3508.

	Tingkat konsumsi PS, PU1, PU2 dan PE oleh Ulat Hongkong, Morfologi Larva Ulat Hongkong, Elemen dalam Plastik, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)* dari Plastik, Memindai Mikroskop Elektron.	
Ulat Hongkong	Pengujian sampah plastik oleh Ulat Hongkong yaitu *Hight-Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low-Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), dengan pemberian sampah plastik pada masing-masing yaitu 1 gram. Melakukan pengukuran panjang dan obot ulat setiap 3 hari sekali dalam kurun waktu 30 hari. Pengujian parameter yang di uji adalah waste reduction indeks (WRI), bobot larva, laju degradasi, dan pertambahan panjang. Selain itu terdapat pemberian pakayan ayam (dedak) untuk kontrol, milimeter block digunakan untuk melihat panjang larva. Pengujian dilakukan pada suhu 25 °C sampai 30 °C, plastik pengujian dipotong ukuran 2 x 2 cm, menggunakan timbangan analitik untung menimbang berat plastik. Pemberian pakan ayam dedak sebanyak 1gram diberikan untuk bak kontrol.	Ichsan Luqmana Indra Putra, N., Ma'Rufah. (2022). Laju Degradasi Beberapa Jenis Plastik Menggunakan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L.)* dan UlatJerman *(Zophobasatratus F.)* 23(1), 2-4.

Dapat diketahui dari beberapa penelitian terdahulu yang tercantum pada tabel tersebut belum terdapat penelitian tentang degradasi sampah masker medis menggunakan Ulat Hongkong. Dengan adanya penelitian ini menjadi penelitian baru untuk menjadi salah satu alternatif pengolahan sampah dengan skala rumah tangga yang mampu mengatasi limbah masker medis domestik. Penelitian ini juga menguji beberapa parameter baik dari parameter laju penguraian dan parameter fisik yang memiliki tujuan untuk mengetahui keakuratan Ulat Hongkong dalam mendegradasi masker medis, selain itu penelitian ini menguji kualitas hasil kotoran yang dihasilkan oleh Ulat Hongkong setelah mendegradasi masker medis. Sedangkan pada penlitian terdahulu belum ada yang meneliti lebih dalam terakait beberapa parameter yang di uji pada penelitian saat ini.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian "Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi dan Laju Penguraian Sampah Masker Medis Menggunakan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L)*" dilakukan di Workshop FTSP UII, Sleman. Analisis mutu dekomposisi dilakukan di Laboratorium Sampah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2023. Untuk *Pollard* yang dibeli dari GG *farm's* Bantul dan pengambilan sampah masker medis dilakukan di sampah domestik.

3.2 Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Dalam penelitian ini memakai Ulat Hongkong sejumlah 100 gram yang diberikan di setiap reaktor dengan sistem rangkap 3 *(triplicate).* Pelaksanaan pengamatan terhadap parameter efektifitas penguraian Ulat Hongkong dilaksanakan setiap 5 hari sekali serta kandungan kompos akan dilaksanakan uji pada hari ke-30. Terdapat 6 reaktor dengan 100 gram Ulat Hongkong pada masing-masing reaktor. Berikut merupakan 3 reaktor yang digunakan:

Tabel 3. 1 Variasi Pemberian Jenis Pakan Ulat Hongkong

Reaktor	Jenis Pakan	Jumlah	Satuan
A	Sampah Masker Medis	10	gr/5 hari
	Pollard	40	gr/5 hari
B	*Pollard*	50	gr/5 hari

Tabel 3. 2 Bentuk reaktor dan jumlah pakan

Reaktor	Jenis Pakan	Jumlah
 A1	Sampah Masker medis	10 gr
	Pollard	40 gr
 A2	Sampah Masker medis	10 gr
	Pollard	40 gr
 A3	Sampah Masker medis	10 gr
	Pollard	40 gr
 B1	*Pollard*	50 gr
 B2	*Pollard*	50 gr



B3

Pollard 50 gr

Metode eksperimental telah digunakan pada penelitian ini yang berguna untuk mengetahui parameter fisik serta hasil dari biodegradasi dari Ulat Hongkong dalam proses mendegradasi sampah masker medis. Terdapat variabel yang digunakan untuk membantu pelaksanaan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Variabel terikat : Parameter fisik (Kadar air, temperature, konsumsi umpan, warna, derajat keasaman, indeks pengurangan sampah/WRI)
- Variabel bebas : Ulat Hongkong
- Variabel kontrol : Sampah masker medis dan *Pollard* sebagai control

Pengujian parameter dilaksanakan selama 5 hari sekali dikarenakan mengacu dari beberapa penelitian terdahulu yang mengacu dari jurnal, selain itu melihat dari uji coba sebelum penelitian dimulai, bahwa polar sudah habis dalam jangka waktu $\pm$ 5 hari. Maka dari itu pengujian selama 5 hari juga untuk menjaga kesimbangan konsumsi umpan pada ulat.

3.3 Alat dan Bahan

Pada pelaksanaan penelitian tentang "Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi dan Laju Penguraian Sampah Masker Medis Menggunakan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L).* Dengan umur Ulat Hongkong yaitu dua minggu, Adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat pelaksanaan penelitian sebagai beikut :

Tabel 3. 3 Alat dan Bahan yang digunakan untuk Peneltian

Bahan	Jumlah	Satuan	Fungsi
Ulat Hongkong	100	gram/reaktor	Mendegradasi sampah
Masker medis	10	gram/reaktor	Umpan Ulat
Pollard	50&40	gram/reaktor	Umpan Ulat

Aquades	50	ml/sampel	Melarutkan sampel
Alat	**Jumlah**	**Satuan**	**Fungs**
Saringan	1	buah	Memisahkan ulat dan kotoran
Jaring paranet	2	meter	Penutup reaktor
Box plastic	6	buah	Reaktor penelitian
Thermometer	2	buah	Mengukur suhu ruang dan raktor
Timbangan	1	buah	Mengukur berat ulat dan sampah
Sarung tangan	6	pasang	Melindungi tangan
pH meter digital	1	buah	Mengukur pH kompos
pH universal	36	buah	Mengukur pH kompos
Pengaduk kaca	1	buah	Nenghomegenkan sampel
Cawan porslem	6	buah	Wadah sampel
Gelas beaker	6	buah	Wadah melarutkan sampel
Gelas ukur 100 ml	1	buah	Mengukur aquades
Sendok sungu	1	buah	Mengambil sampel
Krustang	1	buah	Mengambil cawan porslen
Oven	1	buah	Memanaskan sampel
Desikator	1	buah	Menghilangkan kadar air

3.4 Prosedur Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan Ulat Hongkong sejumlah 100 gram yang didapatkan dari Omah Maggot Jogja dengan lokasi di Kec.Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Ulat Hongkong yang kemudian digunakan sebagai agen pada proses biodegradasi berupa sampah masker medis dan *Pollard*. Proses pembuatan reaktor dan persiapan bahan adalah sebagai berikut :

3.4.1 Persiapan penelitian

A. Pembuatan Reaktor

Reaktor yang digunakan pada penelitian ini yakni menggunakan box dengan berbahan plastik. Reaktor tersebut bersifat sangat fleksibel untuk digunakan dalam penelitian, dengan harga yang sangat terjangkau, perawatan reaktor yang sangat mudah, serta mampu memudahkan ulat tersebut untukbertahan hidup di dalam reaktor tersebut. Penggunaan bahan plastik memiliki fungsi untuk sirkulasi udara mampu masuk ke dalam reaktor Bampai suplai oksigen untuk ulat hongkong tersebut dapat maksimal. Spesifikasi wadah yangdigunakan adalah memiliki ukuran 47 cm x 34 cm x 15 cm. pada masing-masing reaktor akan diberikan media pakan. Serta memakai paranet yang digunakan untuk meminimalisir masuknya hama yang dapat mengganggu

siklus kehidupan dari Ulat Hongkong serta pemberian *binder clips* di masing-masing sisi reaktor Bupaya tetap tertutup dengan rapat.

3.4.2 Prosedur Analisis Data

B. Persiapan bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah sampah masker medis. Sampah tersebut yang diambil dari sampah domestik rumah tangga. Sampah masker telah dicacah sebelum diberikan kepada ulat, sampah masker medis akan di sobek-sobek menjadi kecil, dengan waktu pengambilan sampah yakni 5 hari sekali.

C. Metode analisis efektivitas Ulat Hongkong

Proses laju penguraian sampah masker medis dalam analisis efektivitas Ulat Hongkong digunakannya variasi dalam pemberian jumlah sampah masker medis kepada Ulat Hongkong. Perhitungan jumlah selisih sampah masker pada awal penelitian dengan akhir jumlah sisa sampah penelitian akan digunakan sebagai perhitungan laju penguraian. Sampah yang sudah digunakan akan sebagai siklus hidup pada ulat hongkong. Kecepatan laju penguraian ulat hongkong dapat diketahui dengan waktu penguraian sampah pada proses konsumsi sampah masker. Terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan pada analisis efektivitas ulat hongkong yakni sebagai berikut :

Tabel 3. 4 Metode Analisis Parameter Fisik Efektivitas Ulat Hongkong

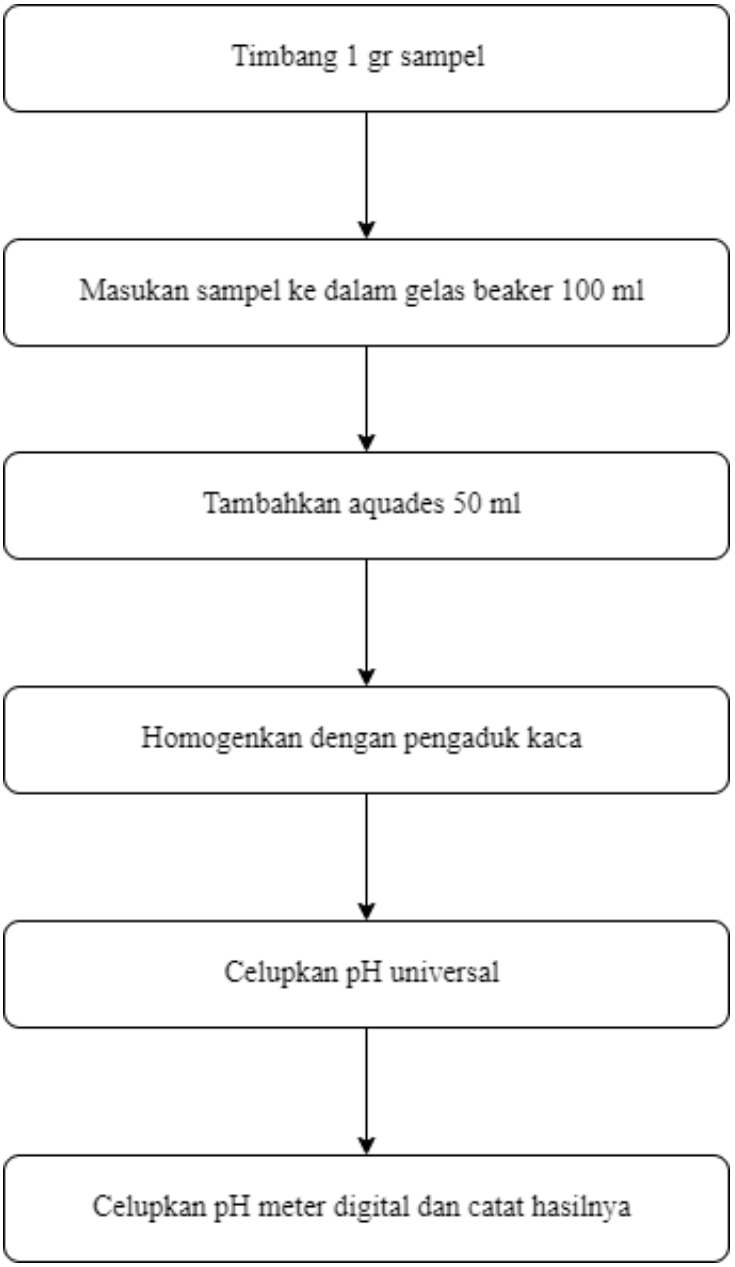
No	Parameter	Metode Analisis	Periode Pengukuran
1.	Temperatur	Thermometer	Setiap hari
2.	pH	pH meter	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
3.	Warna	-	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
4.	Biomassa ulat	Timbangan analitik	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
5.	Kadar air	Gravimetri	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
6.	Konsumsi umpan	Timbangan analitik	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
7.	Indeks pengurangan sampah	Timbangan analitik	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30
8.	Efisiensi umpan tercerna	Timbangan analitik	Hari ke-5,10,15,20,25 dan 30

D. Derajat Keasaman (pH)

Potensial ukuran pH sangat mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup ulat hongkong. Jika pH melebihi batas atau terlalu basa, maksimum serta terlalu basa akan berpengaruh pada proses penguraian sampah. dengan mengacu pada ISBN 978-602-8039-21-5 tentang Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Kondisi keasaman (pH) maksimal pada proses pengomposan di kisaran 6.5 sampai dengan 7.5. bahan organik dan pH pada proses pengomposan sendiri akan mengalami perubahan.

Terdapat proses analisis yang dilakukan pada reaktor adalah sebagai berikut :

- Cara kerja



Gambar 3. 1 Cara Kerja Analisis Derajat Keasaman (pH)

- Alat dan bahan

a.Gelas ukur 100 ml

b.Gelas beker 100 ml

c. Kaca Arloji

d. Kertas lakmus

e. Timbangan analitik

f. Aquades

g. Seeker

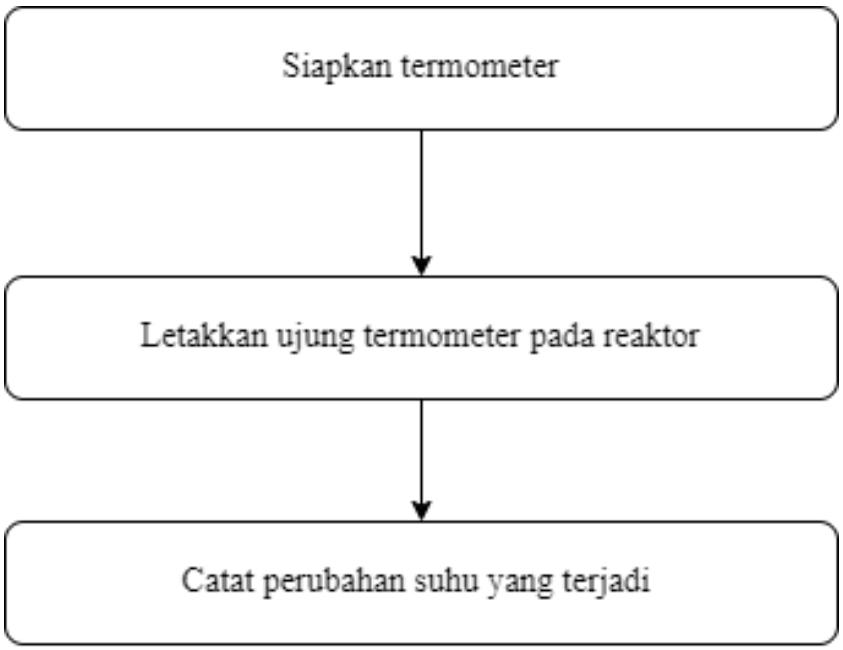
h. Sampel dari reaktor

E. Temperatur

Tenebrio Molitor dapat mengekstraksi uap air dari udara jika memiliki kelembaban diatas 90%, dengan megacu pada SNI 19-7030-2004 yaitu suhu air tanah sebesar <30°C. Hal tersebut dengan adanya suhu maksimal pada ulat hongkong dikisaran 26ºC, dengan demikian kisaran kelembaban yang mampu ditoleransi oleh ulat hongkong adalah 20%-90%.

Terdapat proses analisis yang dilakukan pada reaktor adalah sebagai berikut :

- Cara kerja



Gambar 3. 2 Cara Kerja Analisis Termometer

- Alat dan bahan

Termometer

F. Warna

Perbedaan warna pada hasil kompos yang dihasilkan dari Ulat Hongkong dapat dilakukan analisis dengan melihat warna dari kompos hasil biodegradasi menggunakan organoleptik pada tahap penelitian yang mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

G. (Indeks Pengurangan Sampah/ *Waste Reduction Indeks* WRI)

Kemampuan Ulat Hongkong untuk mengurai sampah masker dapat ditentukan berdasarkan nilai WRI, proses perhitungan tersebut pada Ulat Hongkong akan dilaksanakan selama 5 hari sekali. Apabila adanya kenaikan pada nilai WRI tersebut, maka Ulat Hongkong dalam mengurai sampah masker medis akan semakin tinggi.

Terdapat proses analisis yang dilakukan pada reaktor adalah sebagai berikut :

Rumus : WRI = $\frac{D}{t}\ x\ 100$

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

Diketahui :

W : Jumlah umpan total (mg)

t: total waktu Ulat Hongkong memakan umpan

WRI : Indeks pengurangan sampah

R : Sisa umpan total setelah waktu yang ditentukan (mg)

D : Penurunan umpan total

- Alat dan bahan

  Timbangan digital

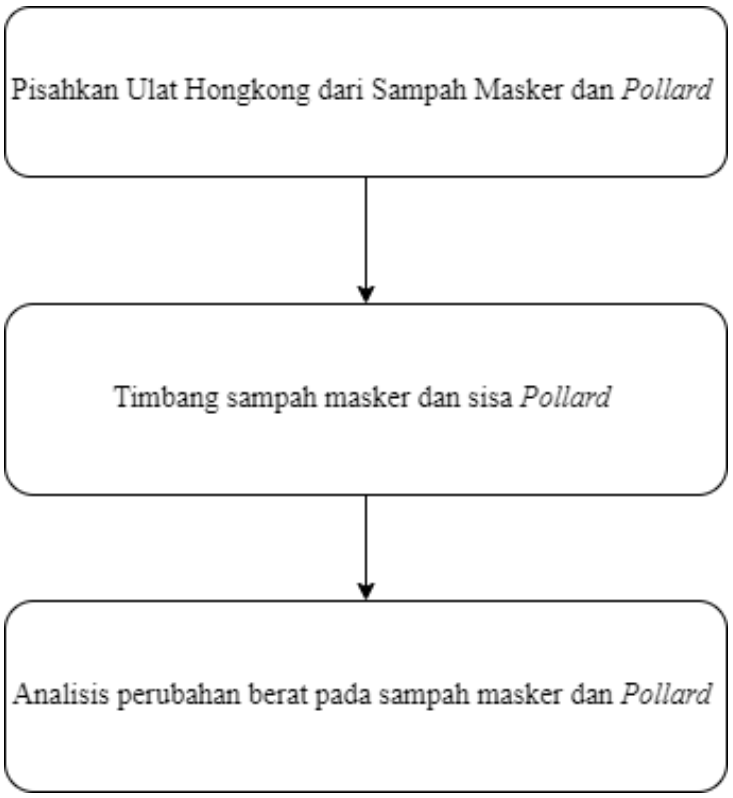
H. Konsumsi Umpan

Pemberian konsumsi umpan akan diberikan selama 5 hari sekali dengan menimbang Ulat Hongkong pada awal pemberian makanan dengan berat umpan pada awal pemberian. Untuk meminimalisir kadar stress pada Ulat

Hongkong tersebut akan dilakukannya pemberian makanan dan penimbangan selama 5 hari sekali.

Terdapat proses analisis yang dilakukan pada reaktor adalah sebagai berikut :

- Cara kerja



Gambar 3. 3 Cara Kerja Analisis Konsumsi Umpan

Rumus :

Konsumsi umpan

$= \frac{Berat\ umpan\ awal - Berat\ umpan\ akhir}{Berat\ umpan\ awal} x\ 100$

- Alat dan bahan

  Timbangan digital

I. Kadar Air

Pengujian kadar air yang dilakukan pada kompos yang dihasilkan dengan mengacu pada ISBN 978-602-8039-21-5 tentang Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk, yang bertujuan untuk mengetahui hasil kompos yang terdapat kadar air.

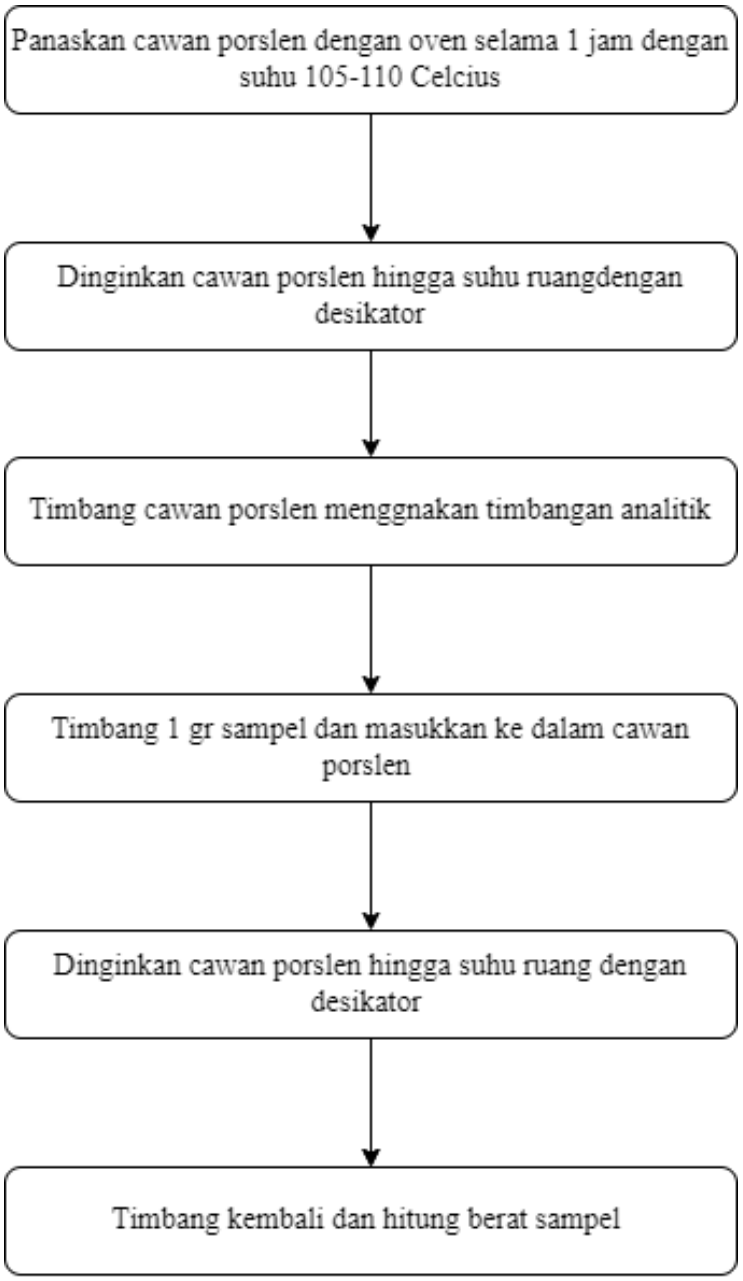
Kadar air (%) = $\frac{(W-W1)}{W}\ x\ 100$

Diketahui :

W = bobot sampel awal (gram)

W1 = bobot sampel setelah dikeringkan (gram)

- Cara kerja



Gambar 3. 4 Cara Kerja Pengujian Kadar Air

- Alat dan bahan

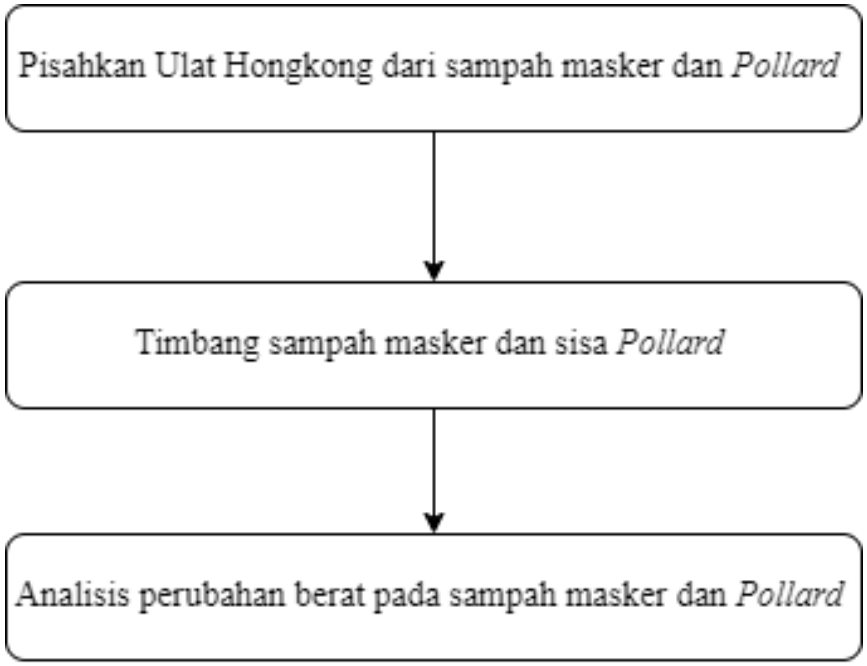
a. Timbangan analitik
b. Sampel
c. Kaca arloji
d. Oven

J. Efisiensi umpan tercerna

Untuk mengetahui efisiensi konversi sampah tercerna, maka dapat mengetahui konversi sampah masker yang dihasilkan Ulat Hongkong (Scriber & Slansky 1981).

Terdapat proses analisis yang dilakukan pada reaktor adalah sebagai berikut :

- Cara kerja



Gambar 3. 5 Cara Kerja Analisis Analisis Efisensi KonsumsiUmpan Tercerna

Rumus :

$ECD = \frac{B}{(I-F)}$

Diketahui :

I : Jumlah umpan yang dikomsuni serta didapatkan dari pengurangan berat awal pakan dengan berat akhir pakan (mg)

ECD : efisiensi konversi umpan trecena

f : Berat sisa umpan dan metrial hasil ekstersi (mg)

B : Pertambahan berat Ulat Hongkong selama periode makan serta didapatkan pengurangan berat akhir pakan dengan berat awal pakan (mg)

- Alat dan bahan

  Timbangan digital

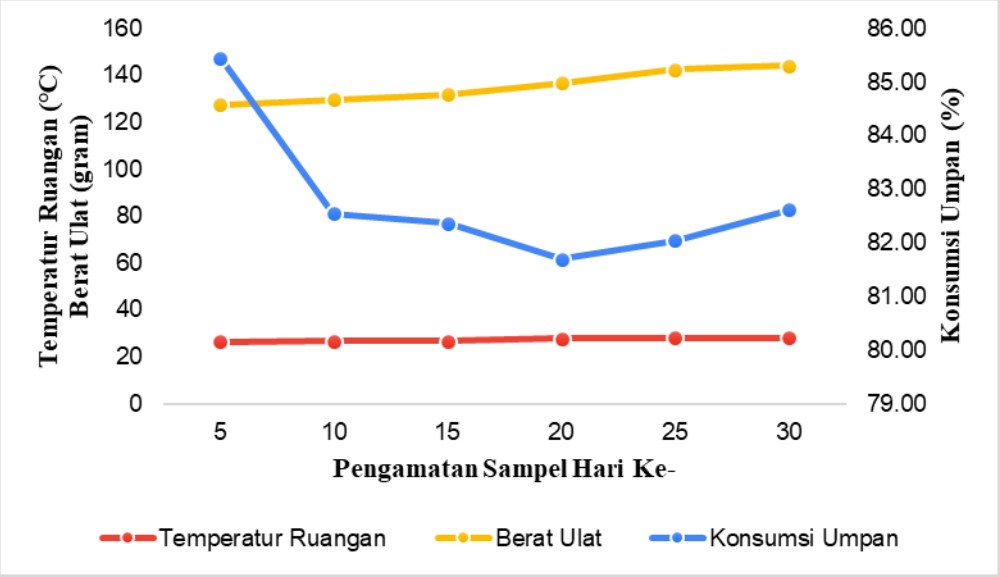
K. Analisis Data

Data yang sudah diolah selanjutnya akan dianalisis dengan metode deskritif melalui perbandingan data dengan SNI 19-7030-2004.

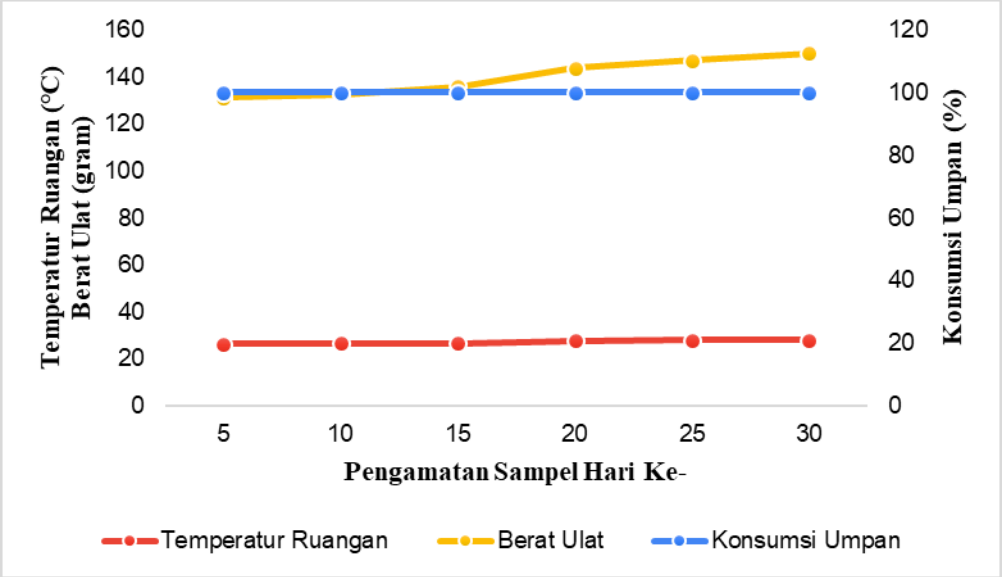
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Data Analisis Laju Penguraian

Pengujian terhadap laju penguraian pada penelitian ini, bertujuan untuk memperoleh hasil dari data parameter berupa Indeks Pengurangan Sampah (*waste reduction index*/WRI), Konsumsi Umpan, serta Efisiensi Umpan Tercerna. Laju penguraian merupakan percepatan dalam mengurai sampah yang diberikan kepada Ulat Hongkong. Adapun keterangan sampah yang diberikan yaitu pada reaktor A 40 gram *Pollard*/reaktor/5 hari dan 10 gram masker medis/reaktor/5hari kemudian pada reaktor B yaitu 50 gram *Pollard*/reaktor/5hari. Dengan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Hasil Parameter Laju Penguraian Reaktor A dengan Konsumsi Umpan Masker dan Pollard Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo



Gambar 4. 2 Hasil Parameter Laju Penguraian Reaktor B dengan Konsumsi Umpan Pollard Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo

Hasil pengujian pada parameter laju penguraian dari Gambar 4.1 dan 4.2 adanya keterkaitan dari beberapa parameter yang ada seperti Temperatur Ruangan, Konsumsi umpan dan berat ulat. Bertujuan untuk menunjukan hasil dari efisiensi terhadap laju penguraian pada Ulat Hongkong untuk mendegradasi sampah masker medis.

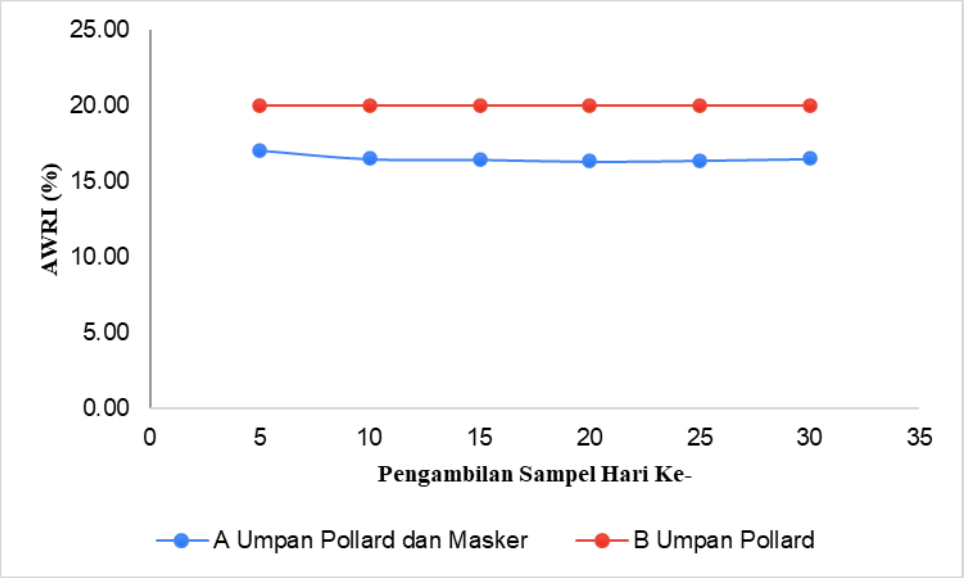
Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menujukan temperature ruangan dengan minimum suhu rata-rata 26,34 °C dan maksimum suhu rata-rata pada 28,02 °C. Menurut (Apriani & Farida 2006), Suhu yang baik untuk Ulat Hongkong berkisar diantara 26,5-27,3°C. Suhu ruangan akan mempengaruhi larva dalam mengkonsumsi umpan yang diberikan, hal tersebut akan mempengaruhi pada nilai konsumsi umpan. Pada saat pelaksanaan penelitian terjadinya suhu yang cukup panas sehingga menganggu pertumbuhan larva yang menimbulkan larva mati dan menganggu aktivitas larva untuk mendegradasi umpan yang diberikan sehingga pada nilai konsumsi umpan akan cenderung rendah serta tidak maksimal dalam degradasi pemberian umpan.

Hasil laju penguraian rekator A dan B pada parameter konsumsi umpan *Pollard* memiliki rentang nilai rata-rata yang sama disetiap reaktor nya yaitu 100%, sedangkan untuk konsumsi umpan masker dan *pollard*, reaktor A memiliki nilai rata-rata (81,70%-85.44%) (Sihombing 1999 & Hapsari 2018) menyatakan adanya kenaikan dan penurunan nilai konsumsi umpan pada 69,1% dipengaruhi oleh faktor umur sedangkan pada 30.,9% dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti pada temperature ataupun kembaban. Menurut (Maha *et al* 2021) peningkatan konsumsi umpan terjadi pada larva yang memasuki fase tua dikarenakan larva tersebut sedang menuju pada fase pupa. Larva dapat

menyeimbangi nutrisi makanan jika sudah memasuki pada fase tua, dikarenakan pada fase tua larva tersebut tidak makan umpan yang diberikan.

4.1.1 Indeks Pengurangan Sampah (*Waste Reduction Index*/WRI)

Pengurangan sampah dapat di analisis menggunakan Indeks pengurangan limbah (*wasyte reduction index*/WRI) oleh larva per hari nya. Hasil nilai WRI yang tinggi berati menunjukan kemampuan larva untuk mengurangi jumlah sampah juga tinggi. Dari penelitian analisis yang dilakukan selama 1 bulan yaitu pada hari ke-5,10,15,20,25 dan 30. Memproleh hasil pada Indeks Pengurangan Sampah berikut :



Gambar 4. 3 Indeks Pengurangan Sampah Rerata dari Setiap Reaktor A dan B selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo

Pengujian terhadap WRI terdapat dua reaktor yang berbeda pada jenis pemberian variasi umpan, hari. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.3 didapatkan rerata nilai WRI selama 30 hari dari setiap reaktor A berkisar pada 16,34% - 17,09%. Perbedaan reduksi di setiap hari nya dapat disebabkan oleh faktor dari suhu ruangan yang tidak menentu. Apabila suhu ruangan semakin meningkat disetiap hari nya maka Ulat Hongkong akan tidak memakan umpan dan menimbulkan kematian. Pergantian kulit pada Ulat Hongkongjuga dapat menyebabkan berkurangnya nafsu makan dari Ulat Hongkong, sehingga pada nilai WRI menimbulkan kenaikan dan penurunan.

Dari hasil nilai rerata pada WRI dengan nilai standar deviasi yang disajikan pada Lampiran 18, terdapat hasil nilai terendah pada reaktor A hari ke- 20 dengan nilai 16,34±0,12%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada reaktor A hari ke-5 yaitu 17,09±0,16%. Sedangkan untuk reaktor B memiliki nilai 20±0% yang sangat stabil di

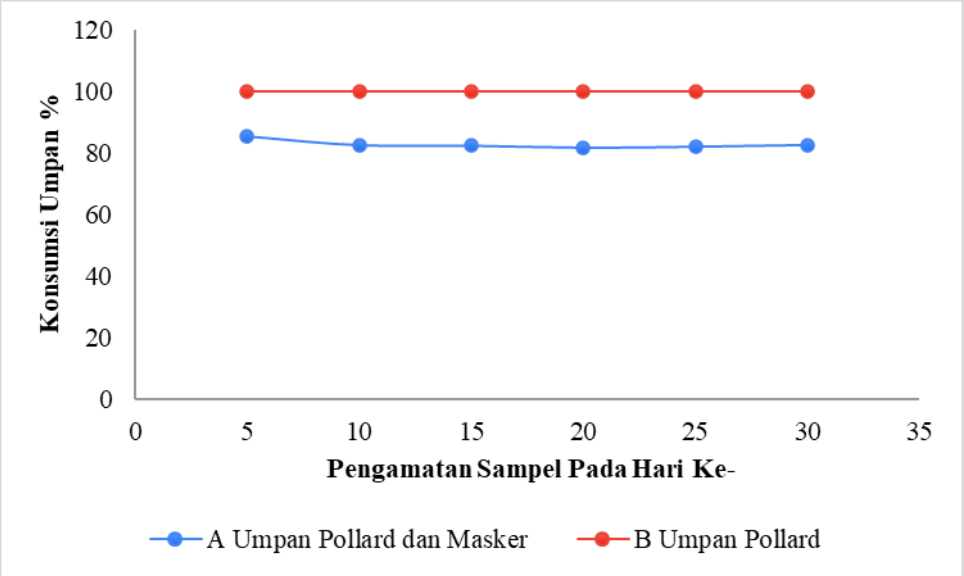
setiap hari nya. Konsumsi sampah dengan nilai WRI berbanding lurus yaitu jika nilai konsumsi sampah tinggi maka nilai WRI yang dihasilkan juga akan tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa jika jumlah sampah yang diberikan bernilai tinggi maka nilai WRI akan semakin turun karena makroorganisme atau ulat yang berada di batas maksimum konsumsi sampah atau sudah tidak bisa menerima lagi.

Berdasarkan penelitian dari (Mega Trishuta *et al* 2020), dengan pemberian variasi umpan sampah fermentasi dengan berat 100 mg/larva/hari dan wortel serta lobak 200 mg/larva/hari. Dari pemberian variasi umpan tersebut terdapat nilai tertinggi dari WRI terdapat pada sampah fermentasi dengan nilai 100%, sedangkan nilai terendah pada umpan wortel dan lobak dengan nilai 4,80%. Dari hasil tersebut terdapat kesimpulan jenis sampah wortel dan lobak memiliki nilai terendah dikarenakan mengandung kadar air yang sangat tinggi, dan pemberian variasi umpan terlalu banyak menyebabkan Ulat Hongkong sulit untuk mengkonsumsi nya.

Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dengan pemberian variasi umpan yang memiliki nilai kadar air yang sangat tinggi, akan tidak optimal untuk menghasilkan nilai WRI. Jika dibandingkan dengan sampah masker medis dan *Pollard* yang memiliki nilai kadar air rendah, maka hasil nilai WRI akan jauh lebih optimal dan nilai WRI lebih tinggi dibandingkan dengan hasil dari pengujian yang dilakukan oleh (Mega Trushuta *et al* 2020).

4.1.2 Konsumsi Umpan

Tahapan analisis pada persentasi konsumsi umpan yang dilaksaakan setiap 5 hari sekali. Penelitian dilakukan selama 1 bulan pada hari ke-5,10,15,20,25 dan 30. Memperoleh hasil konsumsi umpan dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 Hasil Analisis Konsumsi Umpan Rerata Dari Seluruh Reaktor Selama 30 Hari dengan Pengujian Triplo

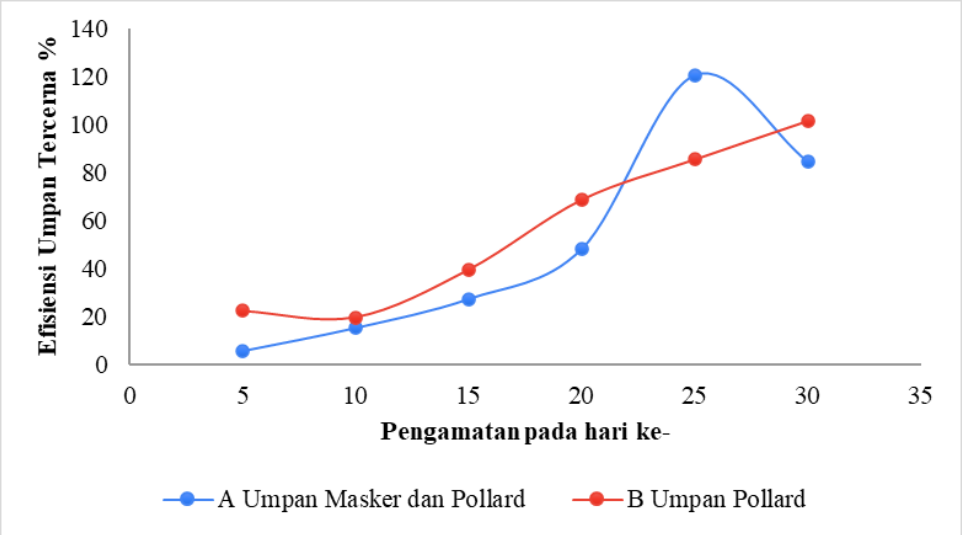
Berdasarkan dari gambar 4.4 dan nilai standar deviasi yang disajikan pada lampiran 19, nilai konsumsi umpan menunjukkan banyaknya jumlahsampah yang dikonsumsi oleh Ulat Hongkong. Dengan menunjukan hasil nilai konsumsi umpan pada reaktor B yakni berupa *Pollard* cenderung stabil di per 5 harinya, yaitu pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-30 menunjukan nilai konsumsi umpan sebesar 100±0%. Sedangkan pada reaktor A dengan umpan *Pollard* dan masker medis menunjukan hasil nilai konsumsi umpan pada rentang 81,70±0,61% - 85.44±0,79%. Secara berurutan nilai rata-rata konsumsi umpan di reaktor A yang mengalami penurunan di hari ke-5 sampai dengan hari ke-25yaitu sebesar 85,44%, 82,55%, 82,36%, 81,70%, 82,04% kemudian di hari ke-30 mengalami kenaikan kembali menjadi 82,62%.

Dapat diketahui nilai rata-rata tertinggi pada parameter konsumsi umpan yaitu raktor B dengan nilai 100±0%. Sedangkan pada reaktor A memiliki nilai rata-rata konsumsi umpan terendah di hari ke-30 sedangkan yang tertinggi di hari ke-5. Perhitungan konsumsi umpan dilakukan dengan perbandingan berat umpan yang diberikan sebelumnya, mendapatkan nilai konsumsi umpan dengan menimbang berat sisa umpan yang berikan setalah 5 hari ditimbang setelah itu dilakukannya perbandingan tersebut. Nilai konsumsi umpan juga akan berpangruh pada jenis makan yang disukai oleh mealworm tersebut, apabila pada mealworm menyukai umpan yang diberikan, maka nilai konsumsi umpan akan cendurunglebih tinggi (Purnamasari dkk, 2018).

Bila dibangdikan dengan penelitian oleh (Nugraha,2019), ia menyatakan bahwa efisiensi konsumsi pakan akan semakin rendah jika jumlah pakan yang diberikan semakin banyak. Hal ini berdasarkan pada hasil penelitian terhadap konsumsi umpan dari berat sampah sayur beragam (60,80, dan 100 gram) berada pada rentang 23,50% - 93,01%. Melihat pada reaktor A yang semakin menurun disetiap 5 harinya, hal tersebut dikarenakan Ulat Hongkong pada umur 39-49 hari sedang mengalami fase *molting* atau ganti kulit, (Hapsari 2018). Menurut (Sari dan Hartiningsih 2014), Ulat Hongkong yang memasuki fase pergantian kulit tidak membutuhkan asupan makanan. Dari penelitian yang sudah dilakukan Ulat Hongkong mampu mendegradasi masker medis mulai dari 6,98% - 27,35%, hal tersebut juga mengingat beberapa faktor yang menjadi halangan pada saat Ulat Hongkong tersebut mendegradasi masker medis yang diberikan sebagai umpan selama 5 hari sekali.

4.1.3 Efisiensi konversi umpan tercerna (*Efficiency of conversion of digested feed*/ECD)

Tahap pengujian Efisiensi konversi umpan tercerna (*Efficiency of conversion of digested feed*/ECD) terhadap Ulat Hongkong dengan perhitungan menggunakan metode (Slansky Jr. dan Scriber 1982). Memperoleh hasil pengamatan yang dilakukan selama 30 hari dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Hasil Nilai Rerata Efisiensi Konversi Umpan Tercerna Selama Proses Degradasi Dari Keseluruhan Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Setelah mengetahui nilai konsumsi umpan, selanjutnya melakukan analisis nilai efisiensi konversi umpan tercerna. Pada Gambar 4.5 menunjukkan banyaknya jumlah sampah yang dikonsumsi oleh Ulat Hongkong. Dari hasil rerata di masing – masing reaktor A dan B yang dihasilkan dengan menunjukan hasil nilai rata-rata efisiensi umpan tercerna pada reaktor A yaitu di hari ke-5 dengan nilai 5,59%. Kemudian di hari ke-10 sampai dengan hari ke-25 mengalami kenaikan pada hasil nilai rata-rata efisiensi umpan tercerna yaitu 15,23%, 27,33%, 48,23%, dan 120,64%, selanjutnya di hari ke-30 mengalami penurunan menjadi 84,44%.

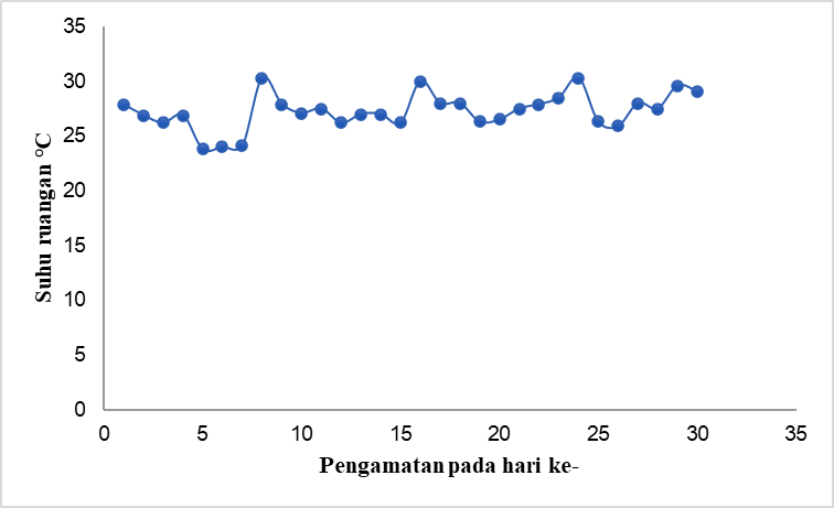
Adapaun hasil nilai rata-rata efisiensi umpan tercerna pada reaktor B dengan hasil nilai dengan hasil standar deviasi yang dapat dilihat pada Lampiran 20, yaitu pada hari ke-5 yakni 22,36±4,48%. Kemudian di hari ke-10 sampai dengan hari ke-30 nilai rata-rata efisiensi umpan tercerna pada rekator B mengalami kenaikan dengan nilai di hari ke-30 yaitu 101,66±6,70%. Terdapat hasil nilai rata-rata ECD tertinggi pada reaktor A hari ke-25

dengan nilai rata-rata yaitu 120,64±37,11%, kemudian untuk nilai terendah pada reaktor A hari ke-5 yaitu 5,59±3,13%.

Pemberian varian umpan sampah yang tidak optimal menghasilkan banyak sampah yang tidak dapat dikonsumsi oleh Ulat Hongkong sehingga peningkatan massa Ulat Hongkong tidak sebanding dengan jumlah sampah tertentu, yang menyebabkan nilai ECD rendah. Kualitas sampah yang buruk juga berkontribusi terhadap tinggi rendahnya nilai ECD, seperti: biji-bijian, tulang daun dan sayuran keras, yang membuat larva sulit makan limbah organik. Nilai ECD dapat diketahui dari efisiensi penguraian sampah yang dikonsumsi oleh larva selama masa pemeliharaan.

4.1.4 Temperature Ruangan

Suhu memiliki peranan yang sangat penting dalam aktifitas larva. Menurut Hapsari (2018), larva atau Ulat Hongkong tersebut memiliki sifat poikilothermi, suhu ruangan memiliki kepentingan dalam pertumbuhan ulat, dikarenakan akan mempengaruhi suhu pada tubuh akan mengalami kenaikan dan penurunan, Hasil nilai suhu pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Perubahan Nilai Suhu Ruangan Selama 30 Proses Degradasi Dengan Pengujian Triplo

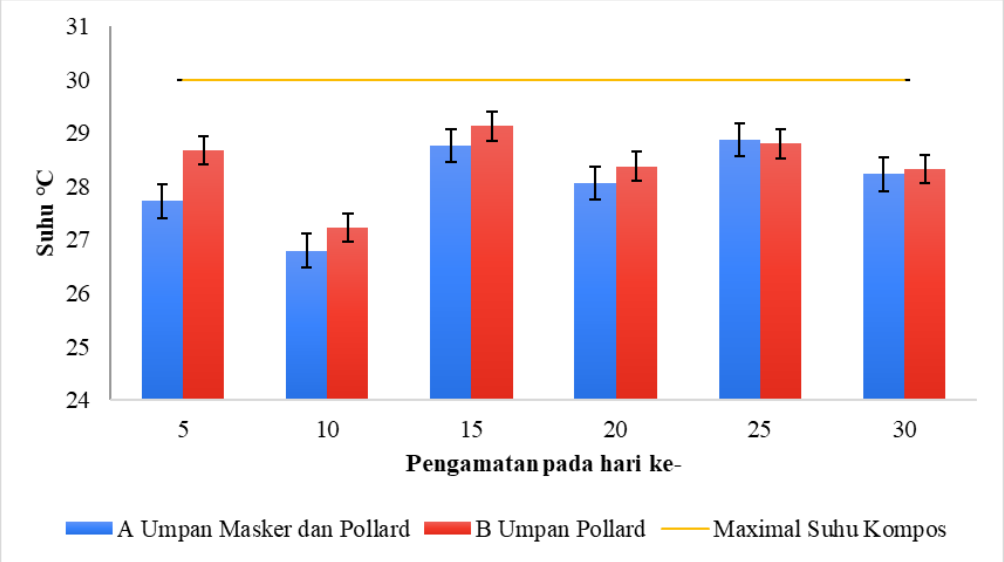
Hasil temperatur ruangan yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.6 terdapat pola grafik yang menunjukan penurunan serta kenaikan pada suhu ruangan. Suhu ruangan sangat mempengaruhi Ulat Hongkong teurtama pada proses biodegradasi dan laju pertumbuhan dari Ulat Hongkong tersebut. Terdapat rentang nilai rata-rata dari suhu ruangan yakni 24℃ – 30,3℃, Adapun hasil rata-rata nilai suhu ruangan di 5 hari pertama

sampai dengan 5 hari berikutnya mengalami kenaikan, dengan awal nilai suhu 26,3℃ menjadi 26.68℃. Selanjutnya di hari ke-10 sampai dengan hari ke-15 terjadi proses kenaikan kembali, dengan nilai rata-rata suhu 26,68℃ menjadi 26,78℃. kemudian di hari ke-20 mengalami kenaikan rata-rata suhu menjadi 27,76℃ serta pada hari ke-20 sampai dengan hari ke-30 terjadinya proses kenaikan rata-rata suhu ruangan dengan konstan menjadi 28℃.

4.2 Parameter Fisik

4.2.1 Temperatur Kompos

Pengujian parameter temperatur kompos dan ruangan yang dilakukan selama setiap hari. Suhu memegang peranan penting dalam menginformasikan aktivitas makroorganisme selama proses pengomposan. Pengukuran temperature menggunakan alat *thermometer* dengan penggunaan satuan yakni derajat Celcius (°C), diperoleh hasil data selama 30 hari penelitian yang diambil hasil nilat rerata setiap 5 hari dari masing-masing reaktor dengan pengambil data suhu setiap jam 09.00 WIB dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4. 7 Perubahan Nilai Suhu Kompos Pada Reaktor A dan B Selama 30 Hari Proses Degradasi dengan Pengujian Triplo

Berdasarkan hasil pengamatan suhu pada Gambar 4.7 proses biodegradasi terjadinya kenaikan dan penurunan pada masing-masing reaktor di setiap 5 harinya.Adapun hasil rerata nilai suhu tertinggi dan terendah dari setiap masing-masing reaktor dengan nilai standar deviasi yang dapat dilihat pada Lampiran 20, yaitu pada reaktor A hari ke-5 yaitu

26,8±0,04 dan untuk suhu tertinggi pada hari ke-15 reaktor B dengan suhu 29,1±0,21. dari hasil nilai suhu tersebut pada reaktor A di hari ke-5 sampai dengan hari ke-15 dengan nilai rata-rata pada suhu reaktor mengalami kenaikan suhu. Sedangkan di hari ke-15 sampai dengan hari ke-20 pada hasil rata-rata suhu kompos di reaktor A mengalami penurunan kenaikan. Kemudian di hari ke-25 sampai dengan hari ke-30 terdapat hasil suhu kompos di reaktor A mengalami penurunan kembali.

Sedangkan untuk reaktor B dengan suhu tertinggi pada hari ke-15 dengan suhu 29,1±0,01 dan untuk suhu terendah pada hari ke-10 dengan suhu 27,2±0,37 jika dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 maka nilai pada suhu kompos sudahsesuai dengan kriteria, dikarenakan memiliki suhu pada air tanah <30°C.

4.2.2 Warna

Tingkat kematangan pada suatu kompos dapat diketahui dari parameter warna pada kompos, Mengacu pada SNI 19-7030-2004 yakni warna pada kompos yang bisa dikatakan matang yakni menjadi warna coklat kehitaman sampai dengan hitam. Berdasarkan dari hasil pengamatan yang sudah dilakukan selama 30 hari terdapat hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Warna Selama 30 Hari dari Masing-Masing Reaktor dengan Pengujian Triplo

Hari Ke	Perlakuan					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
	Masker & *Pollard*	Masker & *Pollard*	Masker & *Pollard*	*Pollard*	*Pollard*	*Pollard*
30	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda
Maksimal Warna SNI 19-7030-2004				Kehitaman		

Berdasarkan hasil pada pengamatan dari Tabel 4.5 pada warna kompos dari setiap reaktor memiliki warna yang sama atau tidak terlalu berbeda. Dapat diketahui pada reaktor A1 sampai dengan reaktor B3 tersebut yang diberikan variasi umpan pada reaktor A yaitu 40 gram *Pollard* dengan 10 gram masker medis/reaktor/5hari dan reaktor B yang diberikan variasi umpan *Pollard* 10gram/reaktor/5hari tersebut memiliki hasil warna selama masa pengujian yaitu cokelat muda. Apabila berdasarkan SNI 19-7030-2004 yang

menyatakan jika kualitas kompos baik yaitu memiliki maksimum warna kehitaman. Maka pada seluruh reaktor A dan reaktor B dapat dinyatakan tidak sesuai dan belum dinyatakan menjadi kompos, maka perlu dilakukannya pengolahan lebih lanjut, seperti melakukan fermentasi terlebih dahulu pada *Pollard* yang digunakan sebagai umpan dan juga dapat dilakukannya penambahan aktvator seperti pemberian EM4 pada *pollard*. Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, (Dwi Wahyu, 2022) adanya perubahan warna pada kompos disetiap harinya yang berawal dari warna coklat muda menjadi coklat tua sampai kehitaman, selanjutnya untuk bau kompos dengan awal memiliki bau buah sampai bau tanah.

Hal tersebut sudah sesuai dengan kriteria pada SNI, sehingga jika dibandingkan dengan penelitiaan saat ini yang memiliki hasil sangat berbeda, dikarenakan pada warna tidak ada perubahan serta masih memiliki warna cokelat muda. (Dwi Wahyu, 2022) hasil kompos yang berkualitas baik secara dengan memiliki warna yang coklat kehitaman seperti warna tanah, tidak menimbulkan bau busuk,dan bertekstur remah. Beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan warna pada kompos yaitu kadar air yang terkandung, suhu pada reaktor, dan juga variasi umpan organik yang diberikan.

4.2.4 Kadar Air

Pengujian hasil kompos yang dihasilkan untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung dengan mengacu pada SNI No 19-7030-2004. Hasil pengujian pada kadar air kompos dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel 4. 2 Hasil Nilai Kadar Air Setiap 5 Hati Pengujian Pada Reaktor A dan B yang Dibandingkan dengan SNI dengan Pengujian Triplo

Kadar Air (%)			
Pengamatan Hari Ke-	**Reaktor A (*Pollard* dan Masker Medis)**	**Reaktor B (*Pollard*)**	**Standar Maksimal SNI 19-7030-2004**
5	0.47%	0.64%	50%
10	0.20%	0.09%	
15	0.14%	0.10%	
20	0.12%	0.14%	
25	0.20%	0.16%	
30	0.40%	0.44%	

Berdasarkan hasil uji kadar air pada Tabel 4.6 terdapat tabel pada nilai kadar air yang mengalami proses kenaikan dan penurunan. Terdapat rentang nilai pada hasil uji rata-rata

nilai kadar di setiap reaktor nya dengan hasil nilai standar deviasi yang disajikan pada Lampiran 22, pada reaktor A yang memiliki rentang nilai (0,12±0,01%-0,47±0,04%%). Sedangkan pada reaktor B juga memiliki rentang nilai rata-rata yang berbeda yakni (0,09±0,119%-0.64±0,038%).

Hasil nilai kadar air reaktor A pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-10 mengalami penurunan yang sangat cukup signifikan yakni dengan nilai rata-rata 0,47%-0,20%. selanjutnya di hari ke-10 sampai ke-15 mengalami kenaikan menjadi 0,21%, selanjutnya di hari ke-20 mengalami penurunan menjadi 0,12%. Kemudian di hari ke-25 dan hari ke-30 mengalami peningkatan nilai rata-rata pada kadar air reaktor A menjadi 0,20% dan 0,44%.

Selain itu juga terdapat reaktor B yang memiliki rentang nilai rata-rata kadar air dikisaran (0,09%-0,64%). Dengan hasil pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-10 memiliki rata-rata nilai penurunan pada kadar yakni dari 0,64% menjadi 0,09%, kemudian di hari ke-15 mengalami kenaikan nilai rata-rata kadar air sebesar 0,12%. Selanjutnya pada hari ke-15 sampai dengan hari ke-20 mengalami kenaikan pada rata-rata nilai kadar air dari 0,12% menjadi 0,18%, akan tetapi pada hari ke-20 dan hari ke-25 adanya penurunan nilai rata-rata kadar air yaitu 0.18% menjadi 0,16%. Kemudian di hari ke-30 mengalami peningkatan kembali pada nilai rata-rata kadar air yaitu 0,44%.

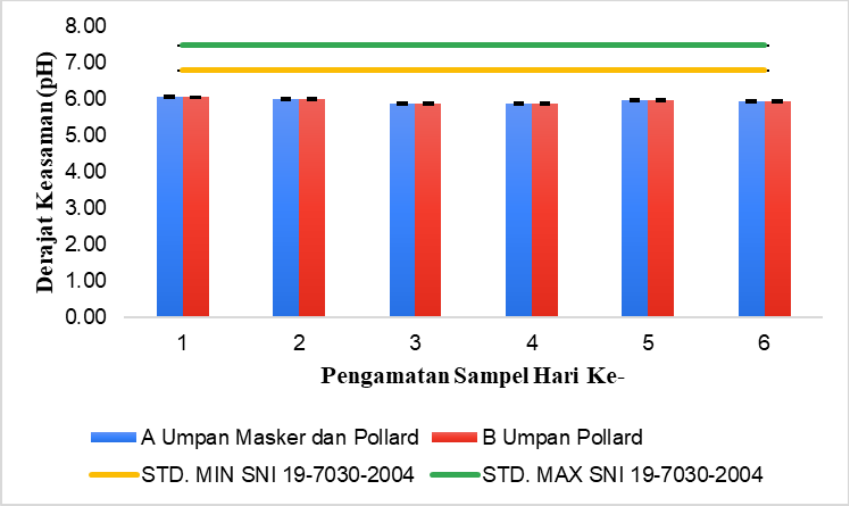
Kandungan kadar air yang sangat tinggi dapat menghambat larva dalam mengkonsumsi umpan. Apabila kadar air yang sangat tinggi maka akan menganggu laju pertumbuhan pada larva sehingga menimbulkan kematian. Menurut (Diaz *et al,* 2004), nilai efisien pada kadar air utuk proses pengomposan pada rentang nilai 45%-50%. Jika dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 maka sudah sesuai dengan kriteria, dikarenakan pada SNI memiliki nilai maksimum kadar air 50%.

Jika dibandingkan dengan penelitian (Bethany *et al,* 2017) dengan pengujian degradasi sampah daun jati memiliki nilai kadar air tertinggi yaitu 13,913% dengan fermentasi EM4 dan nilai kadar air terendah dengan umpan fermentasi *Stradec* sebesar 6,177%. Maka hasil tersebut dengan penelitian saat ini sama-sama sudah sesuai dengan SNI akan tetapi nilai kadar air tertinggi dimiliki oleh Bethany *et al*.

4.3 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH atau derajat keasaman pada masing-masing reaktor pengukuran pH meter dilakukan menggunakan alat pH meter yang di uji setiap 5 hari sekali selama 30 hari.

pH adalah salah satu parameter yang paling penting dalam standar mutu SNI 19-7030-2004. Pengujian parameter pH digunakan sebagai pendukung untuk melengkapi hasil uji parameter fisik. Hasil pengujian parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4. 8 Hasil Nilai pH Pada Reaktor A dan B Selama 30 Hari dari Masing-Masing Reaktor dengan Perbandingan SNI melalui Pengujian Triplo

Berdasarkan hasil pada pengujian parameter pH, dapat dilihat pada grafik Gambar 4.8 yang menunjukan hasil pH di reaktor A dan B dalam jangka waktu 30 hari cenderung asam. Dikarenakan hasil pengujian nilai rerata dari masing-masing reaktor yaitu <7. Di setiap reaktor dalam pengujian sampel setiap 5 hari sekali tidak ada perubahan yang terlalu signifikan. Mengacu sesuai dengan SNI 19-7030-2004 terkait peraturan spesifikasi kompos dari sampah organik yang mempunyai standar minimum pada pH yakni 6,8 dengan standar maksimum yaitu 7,49., sehingga hasil pengujian pada parameter pH tersebut tidak memenuhi baku mutu. Terdapat hasil pengujian pH pada reaktor A secara berurutan yakni, 6,09, 6, 5,89, 5,89, 5,98 dan 5,95, selanjutnya hasil pengujian pH pada reaktor B secara berurutan yaitu, 6,06, 6, 65,89, 5,88, 5,99, dan 5,95.

Dalam pengujian pH ini terdapat nilai pH tertinggi dari hasil rerata di masing-masing reaktor dengan hasil nilai standar deviasi yang disajikan pada Lampiran 23, menunjukan nilai tertinggi pada reaktor A hari ke-15 dengan nilai pH 6,09±0,03 (asam). Sedangkan untuk nilai pH terendah dalam pengujian ini yaitu pada reaktor B hari ke-5 dengan rerata nilai pH 6,06±0,0058 (asam). Adanya penurunan pH akibat perlakuan terhadap sampah makroorganisme yang menaikkan suhu dan akhirnya, asam organik terbentuk, yang menyebabkan pH turun (Siagian et al., 2021). Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, (Dwi Wahyu, 2022) dengan pemberian variasi umpan Ampas Tahu dan serbuk kayu yang menghasilkan nilai pH keduanya yaitu 7,5 maka dapat dikatakan sudah sesuai

dengan ketentuan pada SNI, maka hasil pada penelitian ini tidak sebanding, dikarenakan memiliki nilai pH yang tidak sesuai dengan SNI atau dikatakan pH asam. (Suwatani, 2017) menyatakan adanya perubahan pada pH kompos yang terjadi dari pH asam dikarenakan adanya asam-asam organik yang sederhana, selanjutnya terdapat peningkatan pH saat proses inkubasi lebih lanjut dengan adanya proses penguraian protein sehingga terjadi kehilangan amonia.

4.4 Aplikasi Ulat Hongkong untuk Pengolahan Sampah Masker Medis di Rumah

Aplikasi dari proses biodegradasi sampah masker medis menggunakan Ulat Hongkong dapat dilakukan di rumah dengan sederhana.

Gambaran penggunaan masker dalam sehari oleh rumah tangga berdasarkan jumlah anggota keluarga menurut Tryani *et al*, (2022) sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Jumlah Penggunaan Masker dalam Sehari oleh Rumah Tangga Berdasarkan Jumlah Anggota Keluarga Tahun 2021

Jumlah Anggota Keluarga	Rata-Rata Jumlah Penggunaan Masker dalam sehari (buah)
2	2
3	3- 4
4	4 - 6
≥5	5 - 7

Sumber : (Triyani et al, 2022) Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat 2022

Pada Tabel 4.3 hasil rata-rata penggunaan masker yang berbeda di setiap jumlah anggota keluarga dalam satu harinya. Dapat dilihat pada tabel diatas untuk penggunaan masker di setiap 1 orangnya, menggunakan satu masker dalam satu hari. Untuk jumlah anggota keluarga 2 orang maka jumlah sampah masker medis yang dihasilkan yaitu 2, sampai selanjutnya jika jumlah anggota keluarga lebih dari 5 orang maka jumlah sampah masker medis yang dihasilkan berkisar 5-7.

Apabila jumlah anggota keluarga yang diambil sebagai contoh pengolahan sampah masker medis dalam 1 KK berjumlah 5 orang maka akan menghasilkan 25 sampah masker medis di setiap 5 harinya. Masker medis memiliki berat 2,5 gr per satuannya, maka untuk total keselurhan sampah masker medis yaitu 62,5 gr/5 hari. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dengan total 100gram Ulat Hongkong dalam satu reaktor mampu menghasilkan 1,3 gr/5 hari.

Ulat Hongkong mampu mendegradasi sampah masker medis sejumlah 62,5 gr/5 hari dengan jumlah Ulat Hongkong sebanyak 4.807,7gram disetiap 5 harinya. Penggunaan ulat tentu harus memerharikan umur ulat yang digunakan, apabila semakin muda umur ulat maka akan semakin agresif dalam aktifitas konsumsi pada ulat tersebut, sehingga nilai persentase degradasi sampah juga akan semakin tinggi.

Perlakuan degradasi sampah masker medis juga bisa di kombinasikan umpan dengan pemberian *Pollard* dikarenakan pakan tersebut merupakan pakan utama dari ulat tersebut, akan tetapi *Pollard* tersebut juga bisa digantikan dengan kombinasi pemberian umpan tambahan yang lain seperti, sayur, wortel dan pelepah pisang, dengan memerhatikan kadar air umpan yang diberikan memiliki kandungan kadar air yang rendah. Setelah itu frass atau kotoran yang dihasilkan bisa juga mampu digunakan sebagai pupuk pada tanaman di rumah, serta untuk ulat yang sudah mati bisa digunakan kembali sebagai pakan pada hewan burung, ikan dan sebagainya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan mengenai analisis parameter fisik hasil biodegradasi laju penguraian terhadap Ulat Hongkong dengan variasi umpan sampah makser medis dan *Pollard*, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian dari konsumsi umpan, WRI, dan ECD bahwa reaktor B dengan umpan *Pollard* 50 gram/reaktor/5hari memiliki keunggulan dengan nilai tertinggi dari beberapa parameter pengujian tersebut dibandingkan dengan reaktor A dengan umpan 10 gram masker medis/reaktor/5hari dan 40 gram *Pollard*/reaktor/5hari.
2. Hasil analisa laju penguraian pada indeks pengurangan sampah (WRI) mendapatkan hasil nilai tertinggi pada reaktor B yaitu 20% di hari ke-5, sedangkan untuk nilai tertinggi konsumsi umpan pada reaktor B dengan nilai 100%. Kemudian nilai tertinggi efisiensi konversi umpan tercerna pada reaktor B hari ke-25 dengan nilai 1,017%, serta untuk suhu ruangan tertinggi pada hari ke-25 mencapai 30,3 ℃ dan masker dapat terdegradasi 3-4 gram/5 harinya.
3. Hasil analisa parameter fisik suhu kompos dan kadar air sudah sesuai dengan kriteria pada SNI 19-7030-2004. Pada kadar air yang memili rentang nilai 0,10%-0,62% yang sudah sesuai dengan SNI dikarenakan dibawah 50%. Sedangkan untuk suhu kompos memiliki rentang suhu 26,9°C-29°C, hal tersebut sudah sesuai karena dibawah 30°C.
4. Hasil analisa parameter fisik pH dan warna yang belum sesuai dengan kriteria pada SNI 19-7030-2004. Pada pH memiliki hasil nilai rerata 5,81-6,08 hal tersebut belum memenuhi baku mutu pada SNI, dikarenakan memiliki minimum nilai 6,8. Sedangkan pada warna menghasilkan warna coklat muda dan belum sesuai SNI, dikarenakan warna yang baik adalah warna coklat kehitaman.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis parameter fisik hasil biodegradasi laju penguraian terhadap sampah masker medis menggunakan Ulat Hongkong, terdapat eberapa saran yang bisa dilakukan untuk penelitian berikutnya, Adapun beberapa saran sebagai beikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait Analisis parameter fisik dan laju degradasi sampah masker medis terhadap Ulat Hongkong, dikarenakan pada pemberian variasi umpan sampah masker serta *Pollard* tersebut bisa menghasilkan nilai yang optimal.
2. Perlu adanya penelitian yang lebih mendalam tekait durasi waktu penelitian yang optimal untuk Ulat Hongkong bisa mendegradasi umpan yang diberikan, terutama pada sampah masker medis.
3. Perlu dilakukannya perbandingan lebih lanjut terkait tempat pemeliharaan Ulat Hongkong baik secara tertutup maupun terbuka, dikarenakan akan berpengaruh pada suhu ruangan dan suhu kompos.
4. Perlu memerhatikan umur serta jumlah Ulat Hongkong yang digunakan dalam mendegradasi umpan yang diberikan, sehingga laju degradasi dapat berjalan dengan optimal.
5. Perlu medalami lebih lanjut terkait beberapa hasil pengjuian yang tidak sesuai dengan SNI 19-7030-2004.
6. Perlu dilakukan nya penelitian lebih lanjut mengenai keberadaan mikroplastik dalam kandungan kotoran yang dihasilkan dengan menggunakan FT-IR.
7. Perlu dilakukannya pengolahan secara lanjut untuk kotoran yang dihasilkan supaya bisa menjadi kompos sesuai dengan kriteria SNI 19-7030-2004.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Aida, N. R. (2020). Membandingkan Efektivitas berbagai Jenis Masker, dari Masker Medis, N95, hingga Scuba. Kompas.

Akber Abbasi, S., Khalil, A. B., & Arslan, M. (2020). Extensive use of face masks during COVID-19 pandemic: (Micro) Plastic Pollution and Potential Health Concerns in The Arabian Peninsula. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *27*(12),3181–3186.

Asia & M.Z. Arifin. (2017). Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut. Buletin Matric 14(1): 44-48.

Aguilar-Miranda, E.D., M.G. Lopez, C. Escamilla-Santana and A.P.B. de la Rosa. (2002). Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground Tenerbrio molitor Larvae. J. Agric. Food Chem., 50 (1): 192-195.

Ahmad, I. (2001) Dietary compensatory feeding in Manduca sexta (Lepidoptera : Sphingidae) Larvae, Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia.

Apriani, R. (2006) & Farida (2017). Performans ulat Tepung (Tenebrio molitor L.) pada ketebalan media dan kepadatan yang berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Atmojo, Olivia. (2022). Eksplorasi Teknik Pengelolaan Limbah Masker Bekas Menjadi Material Produk Interior, 7,1. Retrieved from https://jurnal.stikesmus.ac.id/index.php/avicenna

Amalia, V., dkk. (2020) 'Penanganan sampah infeksius rumah tangga pada masa wabah COVID-19'.

Amanda, S. P. (2017). Perbandingan Fekunditas Kumbang Tenebrio Molitor (Coleoptera : Tenebrionidae) yang Diberi Tiga Jenis Pakan Berbeda. *FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung*.

Aulia A., Yebi Y., Fina B. (2019). Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos Pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva Black Soldier Fly *(Hermetia Illucens).*

Battegazzore, D., Cravero, F., & Frache, A. (2020). Is it Possible to Mechanical Recycle The Materials of The Disposable Filtering Masks. *Polymers*, *12*(11), 1– 18.

Bethany A., Purwono., Endro S. (2017). Pemanfaatan Ulat Hongkong *(Mealworm)* Dalam Pengolahan Sampah Daun Jati Menjadi Kompos. *Jurnal Teknik Lingkungan. 6 No. 1*

Borror, D. J., C. A. Tripplehorn, & N. F. Johnson. (1982). Study of Insect. Ed ke-6. Pengenalan Pelajaran Serangga. Penerjemah; Partosoedjono S. Gadjah Mada Univ Pr, Yogyakarta.

D. G. P. L, Hapsari (2018). Produktivitas Ulat Hongkong *Tenebrio molitor L* Pada Media Pakan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Pertanakan, 06 NO.2*, 54-55.

Dwi Wahyu (2022). Perbandingan Kualitas Kompos Ampas Tahu Dengan Serbuk Kayu Menggunakan Media Takakura. *Jurnal Kesehatan, 15 NO 2*, 147-148.

Fadlilah, Fiki Rahmah dan Maya Shovitri. (2014).Potensi Isolat Bakteri Bacillus dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom Winogradsky. Jurnal Teknik Pomits.3(2)

Gibson R. (2009). The multipurpose mealworm leapingfromthebox.com.http://www.leapingfromthebox.com/art/rlg/mealworm s.html.

Hariningsih dan Eka Fitra Sari (2014). Peningkatan Bobot Panen Ulat Hongkong Akibat APlikasi Limbah Sayur dan Buah Pada Media Pakan Berbeda. *14 No 1*.

Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. (2017). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva Hermetiaillucens. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 12(2),179-192.

Herumurti, W., dan Leonard, J., (2013). Evaluasi Fungsi Insinerator dalam Memusnahkan Sampah B3 di Rumah Sakit TNI Dr. Ramelan Surabaya. Jurnal Presipitasi Vol.2 No.2 (2013) ISSN:2337-3539 (2301-9271).

Ichsan Luqmana Indra Putra, N., Ma'Rufah. (2022). Laju Degradasi Beberapa Jenis Plastik Menggunakan Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L.)* dan Ulat Jerman *(Zophobas atratus F.)* 23(1), 2-4.

Jung, S., Lee, S., Dou, X., & Kwon, E. E. (2020). Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 Resource Centre with ree information in English and Mandarin on The Novel Coronavirus COVID- 19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, The Company ' s Public News and Information.

Kundungal, H., Mnjari, G., Saran, S., Arunkumar, P. & Suja, P. D. (2018). Efficient biodegradation of polyethylene (HDPE) waste by the plastic-eating lesser wax worm (Achroia grisella), Environmental Science and Pollution Research, 26: 18509-18519.

Li, Y., Wong, T., Chung, J., Guo, Y. P., Hy, J. Y., Guan, Y. T., Yao, L., Song, Q. W., & Newton, E. (2006). In Vivo Protective Performance of N95 Respirator and Surgical Facemask. *American Journal of Industrial Medicine*, *49*(12), 1056–1065.

Listiani, L. (2008). Pengaruh Pola Perkawinan Poliandri Kumbang Ulat Tepung (Tenebrio molitor L.) terhadap Jumlah Larva dan Jumlah Kumbang Anaknya. Skripsi. Program Studi Teknologi Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Manullang, D. V. C., Nukmal, N. & Umar, S. (2018). Kemampuan berbagai tingkatan stadium larva kumbang Tenebrio molitor L. (Coleoptera:Tenebrionidae) dalam mengkonsumsi styrofoam (polystyrene), Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati, 4(2), 37-42.

Martawijaya, E. L., 2004. Panduan Beternak Itik Petelur Secara Intensif. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.

Maha, I. V., Elfrida, E., & Sarjani, T. M. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Media Pakan Tenebrio molitor. Jurnal Jeumpa, 8(1), 516-524.

Mega Trushuta P, Syauqy Nur, Haryandi, Samuyus Nealma (2020). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi dengan Variasi Jenis Sampah yang Dikeloa PT.

Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens). Jurnal Tambora, 4 No.1.*

M. K. Sangale, M. Shahnawaz, and A. B. Ade (2012). "A Review on Biodegradation of Polythene: The Microbial Approach". J Bioremed Gambar 2 Biodeg 3:164.

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.

Peng, B., Li, Y., Chen, Z., Brandon, A. M., Criddle, C. S. Zhang, Y., & Wu, W. (2020). Biodegradation of Low-Density Polyethylene and polystyrene in superworms, larvae of Zophobas atratus (Coleoptera: Tenebrionidae): broad and limited extent depolymerization. Environmental Pollution, 266(Pt1):115206. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115206.

Purnomo, C. W., Kurniawan, W., & Aziz, M. (2021). Technological Review on Thermochemical Conversion of COVID-19 related Medcak Wastes. *Resources, Conservation and Recyling*. 167 (Januari 2023).

Purnamasari, D.K., Erwan, Syamsuhaidi, K.G.W., & Nurmaya. (2018). Pertumbuhan dan Survival Rate Larva Tenebrio molitor yang Diberikan Media Pakan Berbeda. Jurnal Peternakan.

Putra, T. I., Setyowa, N. and Apriyanto, E. (2019) 'Identifikasi Jenis Dan Pengelolaan Sampah Bahan Berbahaya Dan Beracun Rumah Tangga: Studi Kasus Kelurahan Pasar Tais Kecamatan Seluma Kabupaten Seluma', Naturalis: Jurnal Penelian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, 8(2).

Ridwan, R., Nahrowi dan L.A. Sofyan. 2001. Pemberian Berbagai Jenis Pakan untuk Mengevaluasi Palatabilitas, Konsumsi Protein dan Energi pada Kadal (Mabouya multifasciata) Dewasa. Biodiversitas Vol. 2 (1): 98-103.

Rahmawati. (2017). Pengaruh Dua Jenis Pakan Terhadap Lama Stadium Larva Kumbang Tenebrio Molitor L. (Coleoptera : Tenebrionidae). *FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung*.

Sari, G. L. (2017). Kajian potensi pemanfaatan sampah plastik menjadi bahan bakar cair, Jurnal Teknik Lingkungan, 3(1), 6-13.

Saraswaty, (2021). The Physicochemical Characteristics of Recycled-Plastic Pellets Obtained from Disposable Face Mask Wastes. Vol 23, 18-20.

Sahwan, F.L., D.H. Martono, S. Wahyono, L.A. Wisoyodharmo. (2005). Sistem Pengolahan Sampah Plastik di Indonesia. J. Tek. Ling P3TL-BPPT 6(1): 311-318.

Salem, R. (2002). The Lifecycle of The Tenebrio beetle. http://www.javafinch.co.uk/feed/live.html.

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.

Sihombing, D. T. H. 1999. Ilmu Ternak. Gadjah Mada Univ Pr, Yogyakarta

Suharsono, & Nuryadin, E. (2019). Pengaruh Suhu Terhadap Siklus Hidup Lalat Buah (Drosphila Mel Anogaster). *Journal Bioeksperimen*, *5(2)*, 114–120.

SNI 19-7030-2004. Tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

Suwatanti, (2017). Pemanfaatan MOL Limbah Sayur Pada Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA*, 1-6.

Thompson, R.C., C. J. Moore, F.S. vom Saal, S.H. Swan. (2009). Plastics, the Environment and Human Health: Current consensus and future trends. Phil. Trans. R. Soc. B 364: 2153-2166.

Triyani L, Nurjazuli N, Nikie Astorina. (2022). Gambaran Pengelolaan Limbah Masker Sekali Pakai oleh Rumah Tangga pada Masyarakat di Kota Semarang. Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat, 2-3.

Utami, A. M. yuni, Listina, F., & Novariana, N. (2020). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Mahasiswa Dalam Penggunaan Plastik Dan Styrofoam Untuk Pembungkus Makanan Di Fakultas Kesehatan Universitas Mitra Indonesia Tahun 2020. Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati,

5(2), 129.

Utama, C.S., B. Sulistiyanto dan B.E. Setiani. (2013). Profil mikrobiologis pollard yang difermentasi dengan ekstrak limbah pasar sayur pada lama peram yang berbeda. J. Agripet. 13 (2): 26-30.

Wirata, A.G. (2015). Evaluasi Usaha Peternakan Larva Tepung (Tenebrio molitor) di Desa Cisalada, Kecamatan Cigombong, Kabupaten Bogor. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.

WHO. (2018). *Health Care Waste*. World Health Organization.

X, Elvis Genbo. And Zhiyong Jason Ren. (2021).“Preventing Masks from Becoming The Next Plastic Problem”. Volume 15 No. 6.

Yudisra, A., Haviar, A., & Tim Kortobond. (2016). Budi Daya Ulat Hongkong untuk Pakan Burung Kicauan, Semut Rangrang, Ikan Hias, dan Umpan Pancing. *Jakarta : PT AgroMedia Pustaka*.

Zhang, D., Bhat, G., Malkan, S., Sun, Q., & Wadsworth, L. (1998). Development of The Structure and Properties of Polypropylene Copolymer and Homopolymer Filaments during a Spunbonding Process. *Journal of the Textile Institut.*

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

RIWAYAT HIDUP

Fachrizal Tofany Safattar yang memiliki nama panggilan ical, lahir di Bekasi pada tanggal 06 November 2001. Penulis anak ke-6 dari 6 bersaudara dengan memiliki kedua orang tua yaitu Bapak Tony Sutomo dan Ibu Farida Safiati Attar. Penulis Menempuh jenjang Pendidikan Sekolah Dasar di SD Al-Husna (2008-2013), SMP Marthia Bhakti (2013-2016), SMA Negeri 6 Kota Bekasi (2016-2019) dan melanjutkan ke jenjang S1 di Universitas Islam Indonesia dengan jurusan Teknik Lingkungan (2019-2023).

Berlangsungnya masa pendidikan menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan organisasi dan menjadi asisten laboratorium selama perkuliahan. Menjadi asisten laboratorium kimia dasar saat semester 3, kemudian penulis mengikuti organisasi Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) menjadi Staff Pengabdian Masyarakat Regional 3 dan menjadi ketua penanggung jawab Aksi Peduli Lingkungan Regional 3 (2021-2022). Selanjutnya melanjutkan organisasi IMTLI ke tingkat nasional menjadi Wakil Ketua Eksternal Pengurus Besar Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia dan menjadi ketua pelaksana Hari Peduli Sampah Nasional (2022-2023).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Sampah Masker Medis Domestik



Lampiran 2 Variasi Berat Umpan Reaktor A dan B

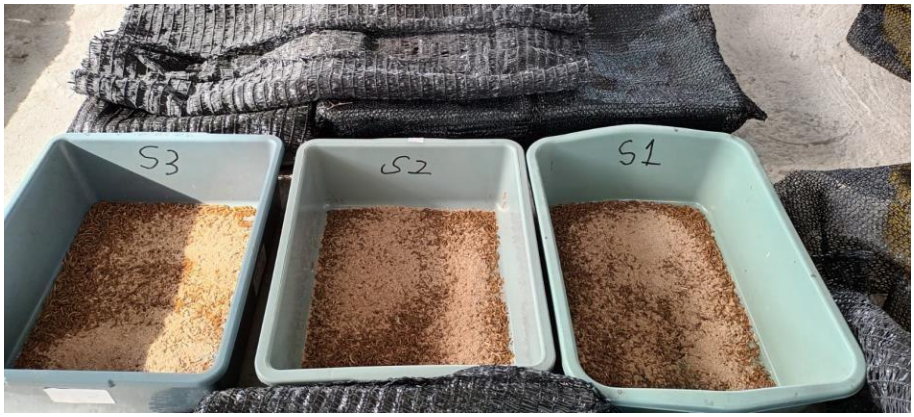






Lampiran 3. Reaktor A dan B





Lampiran 4. Pengukuran Temperatur Ruangan dan Kompos





Lampiran 5. Penimbangan Berat Ulat

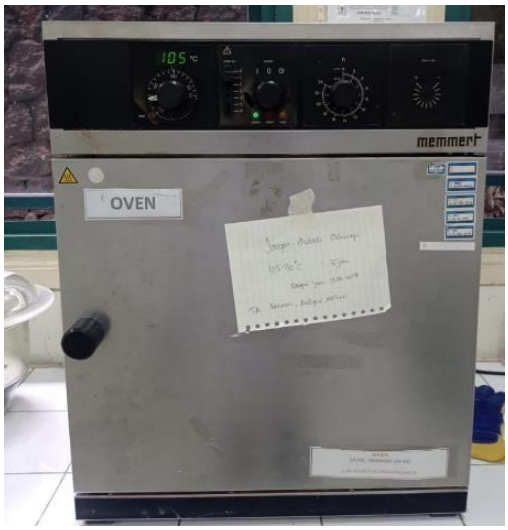




Lampiran 6. Masker Yang Terdegradasi



Lampiran 7. Pengukuran Kadar Air



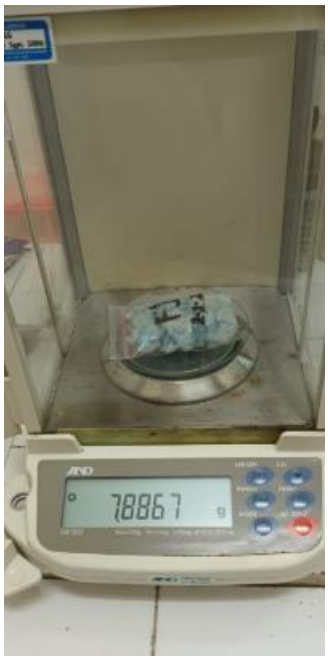


Lampiran 8. Pengukuran pH Kompos





Lampiran 9. Penimbangan Berat Sisa Masker dan Berat Kompos





Lampiran 10. Data Indeks Pengurangan Sampah (Waste reduction index/WRI) Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Reaktor	Hasil Pengujian Nilai WRI					
	5	10	15	20	25	30
A1	17.09%	16.35%	16.44%	16.34%	16.44%	16.52%
A2	17.08%	16.47%	16.47%	16.55%	16.38%	16.53%
A3	16.81%	16.55%	16.48%	16.34%	16.28%	16.48%
B1	20%	20%	20%	20%	20%	2%
B2	20%	20%	20%	20%	20%	20%
B3	20%	20%	20%	20%	20%	20%

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengujian WRI

Lampiran 11. Data Konsumsi Umpan Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Reaktor	Pengujian Nilai Konsumsi Umpan (%)					
	5	10	15	20	25	30
A1	85.47%	81.74%	82.20%	81.70%	82.20%	82.60%
A2	85.42%	82.35%	82.35%	82.75%	81.88%	82.64%
A3	84.07%	82.75%	82.38%	81.70%	81.40%	82.41%
B1	100%	100%	100%	100%	100%	100%
B2	100%	100%	100%	100%	100%	100%
B3	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengujian konsumsi umpan

Lampiran 12. Efisiensi konversi umpan tercerna *(Efficiency of conversion ofdigested feed/ECD)* Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Reaktor	Hasil Pengujian Nilai ECD (%)					
	5	10	15	20	25	30
A1	10.89	9.83	20.68	44.28	56.50	84.04
A2	5.34	15.37	26.64	47.51	123.08	84.84
A3	5.59	15.09	28.02	48.96	118.21	93.56
B1	22.00	19.52	40.07	73.11	83.65	103.51
B2	14.63	20.05	39.25	68.75	87.51	90.51
B3	22.73	24.66	36.85	68.83	94.48	99.81

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengujian ECD

Lampiran 13. Data Tempatur Ruangan Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

RATA-RATA SUHU RUANGAN					
5	10	15	20	25	30
26.3	26.68	26.78	27.76	28	28

Lampiran 14. Hasil Perbandingan Data Analisis Temperatur Kompos dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Reaktor	Pengamatan Pada Hari Ke-					
	5	10	15	20	25	30
A1	27.65	26.8	28.74	28.06	28.9	28.26
A2	27.73	26.8	28.8	28.06	28.86	28.2
A3	27.73	26.725	28.96	27.88	28.96	28.12
B1	28.58	27.4	29.22	28.38	28.78	28.46
B2	28.48	27.05	29.04	28.52	28.66	28.28
B3	28.78	26.975	28.76	28.38	28.82	28.38

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengamatan temperatur kompos

Lampiran 15. Hasil Perbandingan Data Analisis Derajat Keasaman (pH) denganSNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Reaktor	Hasil Pengujian pH					
	5	10	15	20	25	30
A1	6.09	5.93	5.88	5.89	5.97	6.06
A2	6.04	5.99	5.89	5.9	5.99	5.95
A3	6.08	6.01	5.89	5.95	5.95	5.95
B1	6.04	5.96	6.17	5.87	5.96	5.79
B2	6.04	5.83	6.07	5.89	5.93	5.83
B3	6.05	5.83	6.01	5.87	5.94	5.8

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengujian pH

Lampiran 16. Hasil Perbandingan Data Analisis Warna dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

HariKe-	Warna		Kesesuaian dengan SNI	Maksimal
	Reaktor			
	A	B		
5	Cokelat Muda	Cokelat Muda	Tidak sesuai	Maksimal Warna Cokelat Kehitaman SNI 19-7030-2004
10	Cokelat Muda	Cokelat Muda	Tidak sesuai	
15	Cokelat Muda	Cokelat Muda	Tidak sesuai	
20	CokelatMuda	CokelatMuda	Tidak sesuai	
25	Cokelat Muda	Cokelat Muda	Tidak sesuai	
30	Cokelat Muda	Cokelat Muda	Tidak sesuai	

Lampiran 17. Hasil Perbandingan Data Analisis Kadar Air dengan SNI Selama 30 Hari Penelitian pada Reaktor A dan B dengan Pengujian Triplo

Hasil Pengujian Kadar Air						
Reaktor	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
A1	0.52%	0.24%	0.25%	0.11%	0.15%	0.40%
A2	0.48%	0.16%	0.17%	0.13%	0.24%	0.53%
A3	0.45%	0.08%	0.11%	0.12%	0.05%	0.40%
B1	0.58%	0.29%	0.14%	0.07%	0.14%	0.43%
B2	0.64%	0.10%	0.10%	0.14%	0.07%	0.44%
B3	0.64%	0.08%	0.07%	0.21%	0.17%	0.25%

Ket : *warna oranye adalah warna yang melebihi nilai standar deviasi pada pengujian kadar air

Lampiran 18. Hasil Rata-rata Nilai Waste Reduction Index (WRI) pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	Pengamatan Hari Ke-					
	5	10	15	20	25	30
Mean (A)	17.09	16.51	16.47	16.34	16.41	16.52
Standar Deviasi (A)	0.16	0.10	0.02	0.12	0.08	0.02
Mean (B)	20	20	20	20	20	20
Standar Deviasi (B)	0	0	0	0	0	0

Lampiran 19. Hasil Rata-rata Nilai Konsumsi Umpan pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	Pengamatan Hari Ke-					
	5	10	15	20	25	30
Mean (A) %	85.44	82.55	82.36	81.70	82.04	82.62
Standar Deviasi (A) %	0.79	0.51	0.10	0.61	0.40	0.12
Mean (B) %	100	100	100	100	100	100
Standar Deviasi (B)%	0	0	0	0	0	0

Lampiran 20. Hasil Rata-rata Nilai Efisiensi Umpan Tercerna pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	Pengamatan Hari Ke-					
	5	10	15	20	25	30
Mean (A) %	5.59	15.23	27.33	48.23	120.64	84.44
Standar Deviasi (A) %	3.13	3.12	3.90	2.39	37.11	5.28
Mean (B) %	22.4	19.8	39.7	68.8	85.6	101.7
Standar Deviasi (B) %	4.48	2.83	1.67	2.50	5.49	6.70

Lampiran 21. Hasil Rata-rata Suhu Kompos pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	Pengamatan Hari Ke-					
	5	10	15	20	25	30
Mean (A)	27.73	26.80	28.77	28.06	28.88	28.23

Standar Deviasi (A)	0.04	0.04	0.11	0.10	0.05	0.07
Mean (B)	28.7	27.2	29.1	28.4	28.8	28.3
Standar Deviasi (B)	0.49	0.37	0.21	0.25	0.09	0.18

Lampiran 22. Hasil Rata-rata Kadar Air pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	**Pengamatan Hari Ke-**					
	5	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
Mean (A)%	0.47	0.20	0.14	0.12	0.20	0.40
Standar Deviasi (A)%	0.04	0.08	0.07	0.01	0.10	0.08
Mean (B)%	0.0064	0.0009	0.0010	0.0014	0.0016	0.0044
Standar Deviasi (B)%	0.038	0.119	0.037	0.070	0.051	0.110

Lampiran 23. Hasil Rata-rata Derajat Keasaman (pH) pada Reaktor A dan B serta Nilai Standar Deviasi dengan Pengujian Secara Triplo

Reaktor	**Pengamatan Hari Ke-**					
	5	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
Mean (A)	6.09	6.00	5.89	5.90	5.98	5.95
Standar Deviasi (A)	0.03	0.04	0.01	0.03	0.02	0.06
Mean (B)	6.06	6.00	5.89	5.89	5.99	5.95
Standar Deviasi (B)	0.0058	0.07506	0.08083	0.01155	0.01528	0.02082

"Halaman ini sengaja dikosongkan"