

**TUGAS AKHIR**

**PERBEDAAN BERAT MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY*  
DALAM PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK  
ANTARA DIBERIKAN FERMENTASI  
DAN TANPA FERMENTASI**



**NABILA SALSA PUTRI**

**NIM: 221110103**

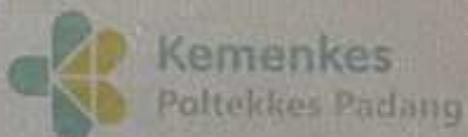
**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA SANITASI  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KEMENKES POLTEKKES PADANG**

**2025**

TUGAS AKHIR

**PERBEDAAN BERAT MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY*  
DALAM PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK  
ANTARA DIBERIKAN FERMENTASI  
DAN TANPA FERMENTASI**

Diajukan ke Program Studi Diploma Tiga Sanitasi Kemenkes Poltekkes Padang  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Kesehatan



**NABILA SALSA PUTRI**

**NIM: 221110103**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA SANITASI  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KEMENKES POLTEKKES PADANG**

**2025**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir "Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan  
Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi"

Disusun oleh

NAMA : Nabila Salsa Putri

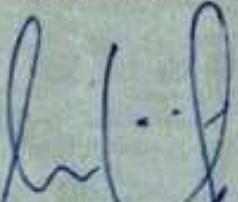
NIM : 221110103

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal :

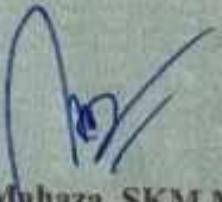
20 Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

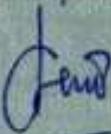
  
Dr. Muchsin Riwanto, SKM,M.Si  
NIP. 19700629 199303 1 001

Pembimbing Pendamping,

  
Muahaza, SKM,MKM  
NIP. 19720323 199703 1 003

Padang, 20 Juni 2025

Ketua Prodi Diploma Tiga Sanitasi



Lindawati, SKM, M.Kes  
NIP. 19750613 200012 2 002

## HALAMAN PENGESAHAN

### TUGAS AKHIR

“Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik  
antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi”

Disusun Oleh

Nabila Salsa Putri

221110103

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal : 23 Juni 2025

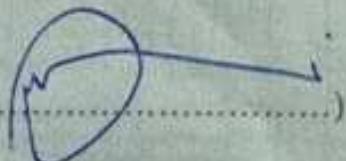
### SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,

Dr. Irmawartini, S.Pd, M.K.M

NIP. 19710817 199403 2 002

(.....)

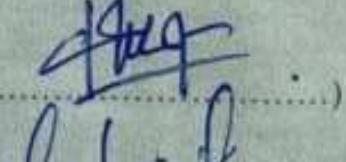


Anggota,

Miladil Fitra, SKM, M.KM, CEIA

NIP. 19810715 200812 1 001

(.....)

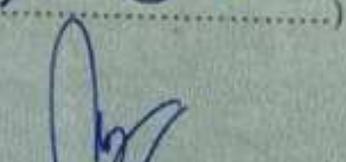


Anggota,

Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si

NIP. 19700629 199303 1 001

(.....)



Anggota,

Mahaza, SKM, MKM

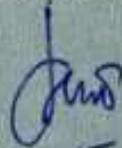
NIP. 19720323 199703 1 003

(.....)



Padang, 23 Juni 2025

Ketua Prodi Diploma Tiga Sanitasi



Lindawati, SKM, M.Kes

NIP.19750613 200012 2 002

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar

Nama : Nabila Salsa Putri

NIM : 221110103

Tanda Tangan : 

Tanggal : 23 Juni 2025

## PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama Lengkap : Nabilah Salsa Putri  
NIM : 221110103  
Tempat/Tanggal lahir : Talang, 31 Maret 2004  
Tahun masuk : 2022  
Nama Pembimbing Akademik : Mukhlis,M.T  
Nama Pembimbing Utama : Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si  
Nama Pembimbing Pendamping : Mahaza,SKM,M.K.M

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiasi dalam penulisan hasil Karya Ilmiah saya, yang berjudul :

“Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi”

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 19 Agustus 2025

Yang Menyatakan



(Nabilah Salsa Putri)

NIM: 221110103

## HALAMAN PENYERAHAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademika Kemenkes Poltekkes Padang, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nabila Salsa Putri  
NIM : 2221110103  
Program Studi : D3 Sanitasi  
Jurusan : Kesehatan Lingkungan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Kemenkes Poltekkes Padang **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non Exclusive Royalty-Free Right)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Kemenkes Poltekkes Padang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Padang  
Pada tanggal : 19 Agustus 2025  
Yang Menyatakan,



(Nabila Salsa Putri)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. Identitas Diri

Nama : Nabila Salsa Putri  
Tempat/Tanggal Lahir : Talang/31 Maret 2004  
Agama : Islam  
Alamat : Sawah Hilir Talang,Kec. Gunung Talang,  
Kabupaten Solok  
  
Nama Orang Tua  
Ayah : Jasman  
Ibu : Era Susanti  
Nomor Telepon : 081275645637  
Email : [inabilasalsa@gmail.com](mailto:inabilasalsa@gmail.com)

### B. Riwayat Pendidikan

No	Riwayat Pendidikan	Tahun Lulus
1.	TK Islam Sakinah	2010
2.	SDN 35 Cupak	2016
3.	SMP N 1 Gunung Talang	2019
4.	SMA N 1 Gunung Talang	2022
5.	Program Studi D3 Sanitasi Kemenkes Poltekkes Padang	2025

## **PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA SANITASI JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**

**Tugas Akhir, Juni 2025**  
**Nabila Salsa Putri**

**Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi**

### **ABSTRAK**

Dengan meningkatnya jumlah penduduk, volume sampah juga meningkat, dan pengelolaan yang tidak baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Sampah organik yang dihasilkan dari rumah tangga menyumbang persentase tertinggi. Sampah yang berasal dari rumah tangga umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik. Oleh karena itu, penelitian ini mengaplikasikan Maggot BSF sebagai agen dekomposisi untuk mengurangi sampah organik, khususnya sampah organik rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan berat Maggot BSF antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan desain eksperimen semu. Penelitian dilakukan di Usaha Mandiri Maggot BSF, Kota Padang, dengan dua perlakuan: tanpa fermentasi dan dengan fermentasi menggunakan MOL(Mikro Organisme Lokal). Setiap perlakuan menggunakan 1.500 gram sampah organik dan 50 gram maggot BSF, dengan pengulangan sebanyak empat kali, serta dilakukan pemeriksaan parameter secara teratur terhadap suhu, pH, dan kelembaban.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi sampah organik meningkatkan berat maggot BSF secara signifikan. Rata-rata berat maggot pada perlakuan fermentasi mencapai 230,53 gram dengan persentase kenaikan 361,05%, sedangkan pada perlakuan tanpa fermentasi hanya mencapai 113,03 gram dengan persentase kenaikan 126,05%. Uji t independen menunjukkan nilai  $p = 0,001$  ( $p < 0,05$ ), yang berarti terdapat perbedaan berat Maggot BSF antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah fermentasi sampah organik dapat meningkatkan berat maggot BSF, yang menunjukkan potensi BSF dalam pengelolaan sampah organik secara efektif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan lingkungan dan pengelolaan sampah.

xvi, 32 halaman, 44 (2008-2024) Daftar Pustaka, 4 Lampiran, 8 Gambar, 3 Tabel  
Kata Kunci : Maggot *Black Soldier Fly*, Sampah Organik, Fermentasi

# **DIPLOMA STUDY PROGRAM THREE SANITATION DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL HEALTH**

**Final project, June 2025**  
**Nabila Salsa Putri**

## **Difference in the Weight of Black Soldier Fly Maggots in Organic Waste Processing between Fermented and Non-Fermented**

### **ABSTRACT**

With the increasing population, the volume of waste also increases, and poor management can lead to environmental pollution. Organic waste generated from households accounts for the highest percentage. Household waste is generally very diverse, but in general at least 75% consists of organic waste and the rest is inorganic. Therefore, this study applies Maggot BSF as a decomposition agent to reduce organic waste, especially household organic waste. The purpose of this study was to determine the difference in weight of Maggot *Black Soldier Fly* between fermented and unfermented organic matter.

The type of research used is experimental with a pseudo-experimental *design*. The research was conducted at the Independent Maggot BSF Business, Padang City, with two treatments: without fermentation and with fermentation using MOL (Local Micro Organisms). Each treatment uses 1,500 grams of leftover rice and 50 grams of BSF maggots, with four repeats, and regular parameter checks on temperature, pH, and humidity.

The results showed that the fermentation of organic matter significantly increased the weight of BSF maggots. The average weight of maggot in fermentation treatment reached 230.53 grams with a percentage increase of 361.05%, while in non-fermentation treatment only reached 113.03 grams with a percentage increase of 126.05%. An independent t-test showed a value of  $p = 0.001$  ( $p < 0.05$ ), which means that there is a difference in the weight of Maggot *Black Soldier Fly* between fermented and unfermented organic matter.

The conclusion of this study is that the fermentation of organic matter can increase the weight of *Black Soldier Fly* maggots, which shows the potential of BSF in effective organic waste management. This research is expected to contribute to the development of science in the field of environmental health and waste management.

xvi, 32 pages, 44 (2008-2024) Bibliography, 4 Appendices, 8 Figures, 3 Tables,  
Keywords : Maggot *Black Soldier Fly*, Organic Ingredients, Fermentation

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya Kesehatan pada Program Studi Diploma 3 Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Tugas Akhir ini terwujud atas bimbingan dan pengarahan dari Bapak Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si selaku pembimbing utama dan Bapak Mahaza, SKM, MKM selaku pembimbing pendamping serta bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Kemenkes Poltekkes Padang
2. Bapak Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang
3. Ibu Lindawati, SKM, M.Kes selaku Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang yang telah membimbing dan membantu selama perkuliahan di Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang
5. Bapak Riyandri selaku pemilik lahan penelitian.
6. Teristimewa untuk kedua orang tua tercinta, ayahanda Jasman dan ibunda Era Susanti, yang telah memberikan kasih sayang, nasehat, motivasi, memenuhi kebutuhan penulis, dukungan serta doa yang tiada henti kepada penulis selama melalui proses perkuliahan hingga saat ini. Terima kasih sudah selalu menjadi rumah terhangat dalam setiap langkah hidup penulis. Terima kasih yang tak terhingga atas cinta tanpa syarat, doa yang tidak pernah putus, serta keyakinan yang begitu besar terhadap setiap pilihan dan mimpi- mimpi penulis.

7. Kepada cinta kasih kakak Tasya Salsabila,A.Md.Gz. Terima kasih atas segala do'a, usaha, semangat dan motivasi yang telah diberikan kepada adik bungsu ini.
8. Teruntuk sahabat dan teman penulis, terima kasih sudah menjadi partner bertumbuh di segala kondisi yang tidak terduga, menjadi pendengar yang baik untuk penulis serta menjadi orang yang selalu memberikan semangat dan meyakinkan penulis bahwa segala masalah yang dihadapi akan berakhiran.

Akhir kata, penulis berharap berkenan membalaq segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang,

NSP

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	v
HALAMAN PENYERAHAN TUGAS AKHIR .....	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
 <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	 1
A.    Latar Belakang .....	1
B.    Rumusan Masalah.....	3
C.    Tujuan .....	3
D.    Manfaat Penelitian .....	3
E.    Ruang Lingkup Penelitian.....	4
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	 5
A.    Sampah.....	5
B.    Sampah Organik.....	6
C.    Sampah Rumah Tangga .....	7
D. <i>Black Soldier Fly</i> .....	8
E. <i>Black Soldier Fly</i> sebagai Pengurai Sampah Organik.....	16
F.    Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dekomposisi Sampah .....	16
G.    Fermentasi.....	19
H.    Kerangka Teori.....	19
I.    Kerangka Konsep.....	20
J.    Definisi Operasional .....	20
K.    Hipotesis .....	20
 <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	 20
A.    Jenis Penelitian .....	21
B.    Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
C.    Alat dan Sampah.....	21
D.    Cara Kerja.....	21
E.    Pengumpulan Data .....	23
F.    Pengolahan Data .....	24
G.    Analisis Data.....	24
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	 20
A.    Hasil .....	21
B.    Pembahasan .....	29

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	32
A.    Kesimpulan .....	32
B.    Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	33
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Definisi Operasional.....	20
Tabel 4.1 Berat Maggot BSF Setelah Menguraikan Sampah Organik (Nasi) .....	29
Tabel 4.2 Uji T Sampel Tidak Berpasangan .....	30

## **DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Hidup Maggot <i>Black Soldier Fly</i> .....	10
Gambar 2.2 Telur <i>Black Soldier Fly</i> .....	11
Gambar 2.3 Maggot <i>Black Soldier Fly</i> .....	12
Gambar 2.4 Pre-Pupa <i>Black Soldier Fly</i> .....	13
Gambar 2.5 Pupa <i>Black Soldier Fly</i> .....	13
Gambar 2.6 Lalat <i>Black Soldier Fly</i> .....	15
Gambar 2.7 Kerangka Teori.....	20
Gambar 2.8 Kerangka Konsep.....	20

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
LAMPIRAN A. Prosedur Penelitian .....	38
LAMPIRAN B. Master Tabel .....	40
LAMPIRAN C. Dokumentasi Penelitian .....	43
LAMPIRAN D. Output Hasil Uji T Test Independen .....	47

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Jumlah volume sampah semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk pada suatu wilayah. Bertambahnya jumlah penduduk tentunya berdampak pada perusampah kondisi lingkungan hidup. Aktifitas konsumsi, produksi, dan aktifitas kerja yang terus meningkat berdampak pada peningkatan hasil sampingan berupa sampah.<sup>1</sup> Sampah masih menjadi sumber permasalahan bagi masyarakat di Indonesia akibat pengolahannya yang belum dilakukan dengan baik sehingga potensial menyebabkan pencemaran lingkungan.<sup>2</sup> Selama ini sampah hanya dipindahkan dari sumber sampah ke tempat yang lebih luas yaitu ke tempat pembuangan akhir (TPA).<sup>3</sup> Jika sampah tersebut dibuang secara sembarangan atau tanpa adanya pengelolaan yang baik, maka akan menimbulkan berbagai macam masalah terutama pada makhluk hidup. Polusi sampah akan berdampak buruk terhadap kesehatan.<sup>4</sup>

Sampah dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit bisa ditimbulkan di zona polusi sampah tersebut seperti tifus, disentri, terinfeksi saluran pencernaan, dll. Faktor pemicu penyakit tersebut adalah lalat dan berkembangnya nyamuk-nyamuk yang menginfeksi manusia dikarenakan banyaknya timbunan sampah.<sup>4</sup> Sampah organik yang berserakan dapat mengurangi nilai estetika / keindahan suatu tempat. Keberadaan sampah serta bau yang ditimbulkan dapat mengurangi kenyamanan serta psikologi masyarakat sekitarnya.<sup>5</sup>

Sampah organik yang dihasilkan dari rumah tangga menyumbang persentase tertinggi. Sampah yang berasal dari rumah tangga umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik.<sup>6</sup> Pengolahan sampah organik dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti eco enzyme, biogas, biopori, tetapi pengomposan adalah metode yang paling umum. Penanganan sampah dengan metode pengomposan atau penguraian secara alami dapat menimbulkan bau dan proses yang relatif lama, bahkan bisa saja menimbulkan masalah kesehatan lainnya karena kondisi lingkungan yang tidak

saniter dan harga jual kompos murah, maka tidak banyak upaya daur ulang sampah organik menjadi kompos dapat terus berlangsung. Sehingga sampah organik hanya dilihat sebagai barang sisa tanpa nilai ekonomi sama sekali. Hal ini disebabkan karena kecilnya keuntungan yang diperoleh dari pengelolaan sampah organik. Pada akhirnya sampah organik hanya dibuang dan ditimbun saja di TPA.<sup>7</sup>

Salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk menangani ketersediaan limbah tersebut adalah dengan mengaplikasikan larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai agen dekomposisi.<sup>8</sup> Sampah berupa sisa makanan,sampah dapur,kulit buah,dan lain-lain dapat dijadikan pakan maggot atau larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau lalat tentara hitam.<sup>2</sup> Larva lalat BSF dapat mengurangi sampah organik hingga 55% dalam siklus hidupnya.<sup>9</sup> Sehingga selain mengurangi sampah organik, juga dapat menghasilkan nilai ekonomi dari penjualan maggot *Black Soldier Fly* (BSF) yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ikan.

Permasalahan yang sering terjadi pada media biakan untuk tumbuhnya maggot adalah terjadinya pembusukan, sehingga maggot yang didapatkan tidak bersih atau maggot dihasilkan menjadi berbau. Untuk mengatasi masalah tersebut maka media pertumbuhan maggot difermentasi dengan mikroorganisme seperti mikroorganisme lokal (MOL), sehingga dihasilkan maggot yang bersih dan tanpa bau.<sup>10</sup> Pakan fermentasi memiliki keunggulan kandungan bakteri asam laktat (BAL) dan metabolit utama hasil fermentasi berupa asam laktat beserta metabolit sekunder lainnya. Asam laktat dan produk fermentasi lainnya mampu memperbaiki lingkungan saluran pencernaan ternak sehingga memperbaiki performa ternak secara keseluruhan. Pakan fermentasi mampu mempertahankan kualitas nutrient pakan sehingga menyebabkan pakan dapat disimpan lebih dari 4 bulan.<sup>11</sup> Bakteri asam laktat dan senyawa hasil fermentasi mampu menjaga nutrien pakan dari gangguan mikroba patogen selama proses penyimpanan dengan kondisi anaerob. Pakan fermentasi mampu menjaga keseimbangan mikroflora saluran pencernaan memberikan dampak kesehatan pada ternak dapat menggantikan fungsi dari antibiotik.<sup>12</sup> Pemanfaatan limbah pertanian seperti buah-buahan tidak layak konsumsi untuk diolah menjadi MOL dapat meningkatkan nilai tambah limbah, serta mengurangi pencemaran lingkungan Pada kondisi asam tidak disukai oleh

banyak bakteri pembusuk.<sup>13</sup> Fermentasi dapat mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana sehingga lebih mudah dikonsumsi maggot dan mencegah adanya mikroorganisme patogen.<sup>14</sup>

Berdasarkan temuan awal, peneliti menyimpulkan bahwa larva BSF yang dikembangkan dalam sampah organik yang telah mengalami fermentasi memiliki kinerja pertumbuhan yang lebih baik. Pengukuran kasar awal juga menunjukkan bahwa berat maggot BSF dari kelompok fermentasi lebih tinggi. Perbedaan ini memberikan bukti bahwa proses fermentasi sampah organik memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan berat Maggot BSF.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi?

## **C. Tujuan**

### 1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.

### 2. Tujuan Khusus

- a. Untuk diketahui rata-rata berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik yang diberikan fermentasi.
- b. Untuk diketahui rata-rata berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik tanpa diberikan fermentasi.
- c. Untuk diketahui perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.

#### **D. Manfaat Penelitian**

##### **1. Bagi Ilmu Pengetahuan**

Hasil penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan dalam pengelolaan sampah mengenai perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi.

##### **2. Bagi Peneliti**

Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan pengetahuan sebagai aplikasi dari teori mata kuliah kesehatan lingkungan. Penelitian ini dapat dijadikan referensi terkait topik yang sama bagi peneliti lain.

##### **3. Bagi Jurusan kesehatan Lingkungan**

Penelitian ini dapat digunakan sebagai tamsampah informasi dan literatur untuk kepustakaan bagi jurusan kesehatan lingkungan.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini melihat perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi. Sampah organik yang digunakan yaitu sampah rumah tangga.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sampah**

##### **1. Pengertian Sampah**

Sampah adalah sampah sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses.<sup>15</sup> Definisi lain dari sampah adalah Sampah merupakan material yang dibuang sebagai sisa dari hasil produksi industri maupun rumah tangga.<sup>16</sup> Menurut UU No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan sampah, disebutkan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.<sup>17</sup>

Menurut WHO (*World Health Organization*) sampah ialah barang yang berasal dari kegiatan manusia yang tidak lagi digunakan, baik tidak dipakai, tidak disenangi, ataupun yang dibuang.<sup>5</sup>

##### **2. Jenis-Jenis Sampah**

Berdasarkan jenisnya sampah dibagi menjadi:<sup>5</sup>

- a) Sampah organik, yaitu jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa-senyawa organik, berasal dari sisa makhluk hidup (alam) seperti hewan, manusia, tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan. Sampah ini tergolong sampah yang ramah lingkungan karena dapat terurai (*degradable*) oleh bakteri secara alami. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, kulit buah dan daun.
- b) Sampah anorganik, yaitu jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa-senyawa an-organik, dan tidak lapuk (*non-degradable*) yang sulit untuk di urai oleh bakteri, contoh: plastik, botol/kaca, logam, dll.

## B. Sampah Organik

### 1. Pengertian Sampah Organik

Sampah organik atau *degradable* adalah jenis sampah yang dapat membusuk, dan terurai kembali, sampah ini dapat dijadikan sampah bakar dengan terlebih dahulu dikeringkan dan dijadikan arang, pupuk kompos yang berguna dalam menyuburkan tanaman. Contohnya sisa makanan dari sayur-sayuran, daun kering. Sampah organik dibagi menjadi dua jenis, yaitu sampah organik basah dan organik kering. Organik basah mempunyai kandungan air yang cukup tinggi, contohnya sisa nasi, kulit buah dan sisa sayuran. Sementara itu sampah organik kering, adalah sampah organik lain yang kandungan airnya kecil, seperti kertas, kayu atau ranting pohon, dan dedaunan kering.<sup>6</sup>

Sampah organik merupakan sampah yang dapat membusuk atau dapat terurai kembali dengan bantuan bakteri lain. Sampah organik bisa dimanfaatkan sebagai pupuk kompos dan biogas. Sampah organik termasuk sampah yang mudah untuk dimanfaatkan kembali dan tidak berbahaya bagi bumi. Namun sampah organik yang tidak dirawat juga dapat menyebabkan gangguan lingkungan berupa munculnya bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar dan menyebabkan lingkungan terlihat kumuh. Oleh karena itu, meskipun dapat terurai dengan mudah, sampah organik juga perlu diperhatikan dengan baik.<sup>18</sup>

### 2. Sumber-Sumber Sampah Organik

Meskipun kerap dianggap sudah tidak berguna lagi, namun sampah yang berupa sampah organik justru bisa diolah kembali menjadi kompos. Berbagai sampah tersebut bisa berasal dari bermacam-macam sumber, diantaranya sampah rumah tangga, sampah pertanian, sampah peternakan, sampah perkebunan, dan sampah industri. Tiap sampah organik mempunyai karakteristik kandungan nitrogen dan karbon yang berbeda-beda, terutama pada kandungan nitrogen dan C-organiknya, adapun sumber sampah yaitu :<sup>19</sup>

#### a. Sampah Rumah Tangga

Aktivitas manusia dalam rumah tangga menghasilkan limbah dalam bentuk sampah rumah tangga. Diperkirakan tiap rumah tangga di

perkotaan menghasilkan sampah rata-rata 2-3 kg sehingga dapat dibayangkan jika satu Rukun Warga ada 1.000 KK maka akan menghasilkan sampah 2-3 ton. Sampah yang dihasilkan rumah tangga terbagi menjadi dua macam, yaitu sampah organik dan sampah non-organik.

b. Sampah Pertanian

Sampah pertanian berasal dari sisa hasil kegiatan pertanian. Diantaranya sampah sisa jerami, sekam padi, gulma, batang jagung, tongkol jagung, semua bagian vegetative tanaman, batang pisang, sabut kelapa, dan lainnya. Sampah pertanian biasanya memiliki C/N rasio relatif mendekati C/N rasio tanah sehingga proses pengomposan dari limbah/sampah hasil dari pertanian cenderung lebih mudah dan lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan sampah lainnya.

c. Sampah Peternakan

Hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam menghasilkan kotoran dalam bentuk padat dan cair. Ternak dewasa seperti kuda, sapi, dan kerbau dapat memproduksi kotoran rata-rata 3 kg/hari; domba dan kambing sekitar 0,5 kg/hari; dan ayam 200 g/hari. Diperkirakan kotoran ternak basah mencapai 57,88 juta ton basah atau sekitar 28,94 juta ton kering.

d. Sampah Industri

Industri yang tergolong dalam industri rumah tangga, seperti industri pembuatan tahu dan industri perkayuan, menghasilkan limbah-limbah organik yang merupakan sisa hasil proses produksi. Limbah organik tersebut sebenarnya masih bisa dimanfaatkan kembali agar tidak mencemari lingkungan.

### C. Sampah Rumah Tangga

Sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga yang tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.<sup>20</sup> Sampah

rumah tangga yang dihasilkan cenderung sampah organik seperti sampah dapur, sisa makanan, kulit buah-buahan, dedaunan atau sampah yang bersifat basah, kaleng, plastik, dan lainnya. Sampah rumah tangga jika tidak dilakukan pengolahan dapat mencemari tanah dan air, menyebabkan sumber penyakit, dan menimbulkan bau yang tidak sedap.

Pengolahan sampah rumah tangga terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:<sup>21</sup>

1. Pengolahan sampah organik

Pengolahan sampah organik dilakukan dengan cara di daur ulang (dikomposkan) yaitu pengolahan sampah dengan pembusukan secara terkendali, dan hasilnya berupa pupuk kompos. Selain itu dengan cara dibiayarkan terurai alam (degradasi alami), yaitu pembusukan dengan alam atau dibiarkan membusuk sendiri.

2. Pengolahan sampah anorganik

Pengolahan sampah anorganik dapat dilakukan dengan cara 3 R, yaitu *reduce*, *reuse*, dan *recycle*. *Reduce* yaitu mengurangi menggunakan barang-barang sekali pakai. *Reuse* yaitu menggunakan kembali barang-barang yang dapat digunakan kembali. Dan *Recycle* yaitu mendaur ulang sampah menjadi sampah baru yang dapat digunakan kembali.

## D. ***Black Soldier Fly***

1. Pengertian *Black Soldier Fly*

*Black Soldier Fly* (BSF) atau dalam bahasa latin *Hermetia illucens* yang biasa dikenal dengan lalat tentara hitam, merupakan spesies lalat dari ordo Diptera dan famili Stratiomyidae dengan genus Hermetia.<sup>22</sup> Lalat tentara hitam ini berasal dari Amerika yang kemudian menyebar ke wilayah tropis dan subtropis diseluruh dunia.<sup>23</sup> Larva BSF telah terbukti bermanfaat dalam mengurangi sampah organik dan dapat digunakan sebagai pakan ikan dan hewan karena mengandung 45- 50% protein dan 24-30% lemak.<sup>24</sup>

*Black Soldier Fly* mampu mengekstrak energi dan nutrien dari sisa sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, sebagai makanannya. Larva atau maggot

dari *black soldier fly* dapat mendaur ulang sampah jenis padat maupun cair, serta cocok untuk dikembangbiakan secara monokultur karena mudah disebarluaskan, aman, dan mudah dikembangbiakan di semua kondisi. Selain itu, tidak mudah terpengaruh oleh mikroorganisme dan tidak mudah terjangkit parasit. *Black Soldier Fly* juga mampu bertahan dalam kondisi ekstrem dan mampu bekerjasama dengan mikroorganisme untuk mendegradasi sampah organik.<sup>22</sup>

## **2. Taksonomi *Black Soldier Fly***

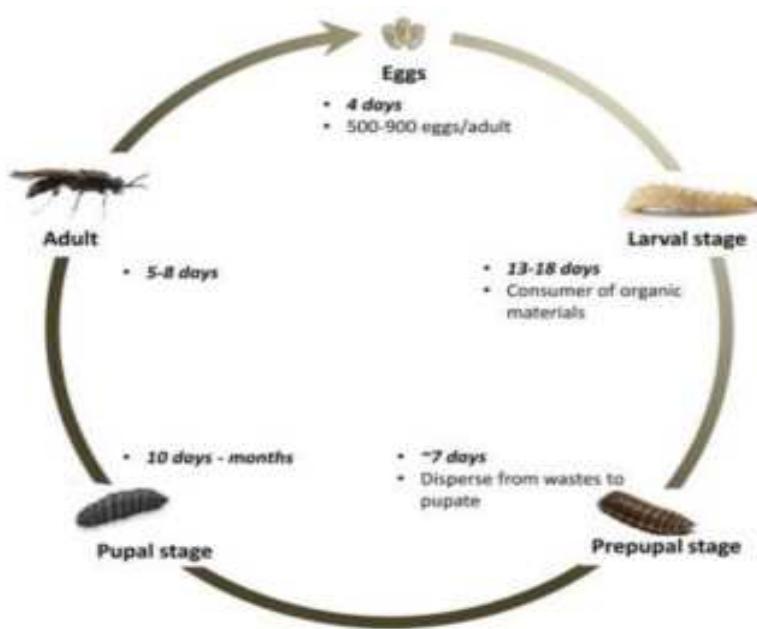
Larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau dengan nama ilmiah yaitu *Hermetia illucens* memiliki klasifikasi taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Serangga
Ordo	: Diptera
Famili	: Stratiomyidae
Subfamili	: Hermetiinae
Genus	: <i>Hermetia</i>
Spesies	: <i>Hermetia illucens</i>

Serangga jenis ini masuk pada golongan ordo diptera dengan jenis ordo yang berasal dari kata di “dua” dan preton “sayap” berarti serangga yang memiliki sepasang sayap. Diptera ialah kelompok serangga yang mempunyai kapasitas reproduksi paling besar, daur hidup paling singkat, kecepatan pertumbuhan yang tinggi, serta konsumsi pakannya bervariasi dari berbagai jenis materiorganik.<sup>25</sup>

## **3. Siklus Hidup *Black Soldier Fly***

*Black Soldier Fly* (BSF) mengalami lima tahapan pada siklus hidup yaitu telur, larva atau maggot, selanjutnya berkembang menjadi prepupa, tahapan dari prepupa menjadi pupa akhirnya menjadi lalat.



**Gambar 2.1 Siklus Hidup Maggot *Black Soldier Fly***

Sumber: Surendra et al, 2020

*Black Soldier Fly* (BSF) mengalami lima tahapan pada siklus hidup yaitu telur, larva atau maggot, selanjutnya berkembang menjadi prepupa, tahapan dari prepupa menjadi pupa akhirnya menjadi lalat.

#### a. Telur

Lalat betina BSF mengeluarkan sekitar 300-500 butir telur pada masa satu kali bertelur. BSF meletakan telurnya di tempat gelap, berupa lubang/celah yang berada di atas atau di sekitar material yang sudah membusuk seperti kotoran, sampah, ataupun sayuran busuk. Telur BSF berukuran sekitar 0,04 inci (kurang dari 1 mm) dengan berat 1-2  $\mu$ g, berbentuk oval dengan warna kekuningan. Suhu optimum pemeliharaan telur BSF adalah antara 28- 35°C pada suhu kurang dari 25°C telur akan menetas lebih dari 4 hari, bahkan bisa sampai 2 atau 3 minggu, telur akan mati pada suhu kurang dari 20°C dan lebih dari 40°C.<sup>26</sup>

Telur BSF akan matang dengan sempurna pada kondisi lembab dan hangat dengan kelembaban sekitar 30-40%, telur akan menetas dengan baik pada kelembaban 60-80%. Jika kelembaban kurang dari 30%, telur akan

mengering dan embrio di dalamnya akan mati. Kondisi ini akan memicu pertumbuhan jamur jenis Ascomycetes yang dapat mempercepat kematian telur lainnya sebelum menetas menjadi larva. Telur BSF juga tidak dapat disimpan di tempat yang kekurangan oksigen ataupun terpapar pada tingkat gas karbondioksida yang cukup tinggi.<sup>26</sup>

Telur maggot berwarna putih pucat akan mengalami perusaman secara berangsur-angsur menguning sampai waktu tetas tiba, telur yang menetas selanjutnya akan menjadi larva BSF.<sup>25</sup>



**Gambar 2.2 Telur *Black Soldier Fly***

Sumber: Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada

#### b. Tahap Larva ( Maggot)

Larva yang baru menetas dari telur berukuran sangat kecil sekitar 0,07 inci (1,8 mm) dan hampir tidak terlihat dengan mata telanjang. Tidak seperti lalat dewasa yang menyukai sinar matahari, larva BSF bersifat photophobia. Hal ini terlihat jelas ketika larva sedang makan, dimana mereka lebih aktif dan lebih banyak berada di bagian yang miskin cahaya.<sup>26</sup> Larva akan memakan sampah organik yang membusuk yang ada disekitarnya dengan rakus, sehingga ukuran tubuhnya yang awalnya hanya beberapa millimeter itu akan bertambah panjangnya menjadi 2,5 cm dan lebarnya 0,5 cm, sedangkan warnanya menjadi agak krem.<sup>27</sup>

Pada umur 1 (satu) minggu, larva BSF memiliki toleransi yang jauh lebih baik terhadap suhu yang lebih rendah. Ketika cadangan makanan yang tersedia cukup banyak, larva muda dapat hidup pada suhu kurang dari 20°C dan lebih tinggi dari 45°C. Namun larva BSF lebih cepat tumbuh pada suhu

30-36°C. larva yang baru menetas akan segera mencari tempat yang lembab dimana mereka dapat mulai makan pada material organik yang membusuk. Pada tahap ini larva muda akan sangat rentan terhadap pengaruh faktor eksternal, termasuk di antaranya terhadap suhu, tekanan oksigen yang rendah, jamur, kandungan air dan sampah beracun. Ketahanannya terhadap faktor-faktor tersebut akan meningkat setelah berumur sekitar 1 minggu (berukuran sekitar 5-10 mg).<sup>26</sup>



**Gambar 2.3 Maggot *Black Soldier Fly***

Sumber: Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada

#### c. Tahap Pre-Pupa

Saat bertransformasi menjadi pre-pupa, struktur mulutnya berubah menjadi struktur yang bentuknya seperti kait dan warnanya menjadi cokelat tua hingga abu-abu arang. Mulut berbentuk kait ini memudahkannya untuk keluar dan berpindah dari sumber makanannya ke lingkungan baru yang kering, bertekstur seperti humus, teduh, dan terlindung, yang aman dari predator. Di tempat inilah pupa menjadi imago dan kemudian terbang.<sup>27</sup>



**Gambar 2.4 Pre-Pupa *Black Soldier Fly***

Sumber: Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada

#### d. Pupa

Fase terakhir adalah dase pupa dengan ukuran 12-25 mm. pada fase pupa sama sekali tidak bergerak, kulitnya menjadi kaku dan kaya dengan garam kalsium membentuk selubung warna hitam. Pupa kemudian dipindah dalam ruangan gelap yang disebut dengan puparium. Puparium dapat diletakkan dalam insektarium.<sup>28</sup>

Pupa berukuran kira-kira dua pertiga dari prepupa dan merupakan tahap dimana BSF dalam keadaan pasif dan diam. Serta memiliki tekstur kasar berwarna cokelat kehitaman. Selama masa perusampah larva menjadi pupa, bagian mulut BSF yang disebut labrumakan membengkok kebawah seperti paruh elang, yang kemudian berfungsi sebagai kait bagi kepompong. Proses metamorfosis menjadi BSF dewasa berlangsung dalam kurun waktu antar sepuluh hari sampai dengan beberapa bulan tergantung kondisi suhu lingkungan.<sup>26</sup>



**Gambar 2.5 Pupa *Black Soldier Fly***

Sumber: Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada

#### e. Lalat

Panjang tubuh BSF dewasa adalah antara 12-20 mm dengan rentang seyap selebar 8-14 mm. BSF dewasa berwarna putihdengn kaki berwarna putih pada bagian bawah dua memiliki antena (terdiri dari tiga segmen) dengan panjang 2 (dua) kali panjang kepalanya. Antara BSF betina dan BSF jantan memiliki penampilan yang tidak jauh berbeda, dengan ukuran tubuh BSF betina yang lebih besar dan ukuran ruas ruas kedua pada perutnya yang lebih kecil disbanding pada BSF jantan. BSF dewasa berumur relatif pendek,

yaitu 4-8 hari. BSF dewasa tidak membutuhkan makanan, namun memanfaatkan cadangan energi dari lemak yang tersimpan selama fase larva. Hal ini membuat lalat BSF tidak digolongkan sebagai vektor penyakit. Lalat dewasa berperan hanya untuk proses reproduksi. BSF dewasa mulai dapat kawin setelah berumur 2 hari. Setelah terjadi perkawinan, BSF betina akan menghasilkan sebanyak 300-500 butir telur dan meletakan ditempat yang bersuhu lembab dan gelap seperti pada kayu lapuk.<sup>26</sup>

Dalam fase hidup ini, yang terpenting adalah tersedianya cahaya alami yang cukup dan suhu yang hangat (25-32°C). Lingkungan yang lembab dapat memperpanjang lama hidup lalat sehingga dapat meningkatkan jumlah telur yang diproduksi. Menurut hasil penelitian, lalat jenis ini lebih memilih melakukan perkawinan di waktu pagi hari yang terang. Setelah itu, lalat betina mencari tempat yang cocok untuk meletakkan telurnya.<sup>27</sup>

Optimum yang baik untuk BSF betina dapat bertelur adalah antara 30-90% hal ini dikarnakan BSF bersifat sangat mudah dehidrasi, sehingga dibutuhkan kelembaban udara yang cukup. namun dengan tersedianya pasokan air pada sangkar penangkaran agar BSF dapat minum, kelembaban udara yang dapat ditolerir pada kondisi kurang lebih 20%.<sup>26</sup>



**Gambar 2.6 Lalat *Black Soldier Fly***

Sumber: Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada

#### 4. Kondisi Lingkungan Hidup

*Black Soldier Fly* atau *Hermetia illucens*, termasuk dalam Ordo Diptera, Famili Stratiomyidae. Jenis serangga ini dapat ditemui di seluruh dunia yang

wilayahnya beriklim tropis dan subtropis pada garis lintang 40°S dan 45°U. Kondisi lingkungan yang optimal bagi larva adalah sebagai berikut:<sup>27</sup>

- a. Iklim hangat: suhu idealnya adalah antara 24°C hingga 30°C. Jika terlalu panas, larva akan keluar dari sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika terlalu dingin, metabolisme larva akan melambat. Akibatnya, larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat.
- b. Lingkungan yang teduh: larva menghindari cahaya dan selalu mencari lingkungan yang teduh dan jauh dari cahaya matahari. Jika sumber makanannya terpapar cahaya, larva akan berpindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.

Larva BSF hidup di suasana yang hangat, dan jika udara lingkungan sekitar sangat dingin atau kekurangan makanan, maka maggot tidak mati tapi mereka menjadi fakum /tidak aktif menunggu sampai cuaca menjadi hangat kembali atau makanan sudah kembali tersedia.<sup>29</sup>

## 5. Makanan

Larva BSF dapat mengonsumsi berbagai makanan dengan variasi rasa yang bervariasi. Larva BSF dapat diberi berbagai macam pakan, diantaranya adalah sampah dapur, buah-buahan, sayuran, hati, limbah ikan, limbah perkotaan, limbah manusia, dan kotoran hewan. Fleksibilitas dari pakan larva BSF dapat menjadi serangga yang ideal dalam memproduksi protein. Namun perbedaan pakan dapat mempengaruhi proses perkembangan dari larva BSF. Maka dibutuhkan formulasi yang tepat dalam pemberian pakan terhadap larva BSF agar memaksimalkan produksi dan efisiensi.<sup>30</sup>

Suhu optimal makanan yang dapat diberikan pada larva BSF yaitu 27 – 30°C. Kadar air optimum pada makanan larva BSF berkisar antara 60 – 90%. Tingginya kadar air dalam sampah dapat menyebabkan larva keluar dari unit pembiakan untuk mencari tempat yang lebih kering. Namun, ketika kadar air

terlalu sedikit atau kurang, akan menyebabkan larva BSF mencerna makanan sehingga waktu konversi yang dibutuhkan semakin lama dan tidak efisien.<sup>9</sup>

Larva lalat (maggot) ini tergolong kebal dan dapat hidup di lingkungan yang cukup ekstrim, seperti di media/sampah yang banyak mengandung garam, alkohol, acids/asam dan amonia. Lalat dewasa mendapatkan makan dari kandungan lemak yang tersimpan di dalam tubuhnya sewaktu masih fase larva. Apabila nutrien di dalam tubuh habis maka lalat dewasa mengalami kematian.<sup>31</sup>

#### **E. Black Soldier Fly sebagai Pengurai Sampah Organik**

Larva BSF memiliki kemampuan mengurai sampah organik lebih cepat dibandingkan dengan mikroba yang biasanya melalui pengomposan. Hal ini menjadi salah satu kelebihan BSF diandalkan sebagai teknologi hayati dalam pengolahan sampah organik. Pemanfaatan maggot sebagai agen bioreduksi sampah organik telah dibuktikan pada skala besar dengan kemampuan mereduksi sampah organik mencapai 200 ton per hari. . Sehingga dalam 1 hari untuk mereduksi 200 ton sampah dibutuhkan 66,7 ribu kg larva segar.<sup>31</sup>

Karakteristik makan maggot terbilang rakus sehingga menjadi lebih cepat dalam mengurai sampah organik dibandingkan dengan kemampuan mikroba dalam proses mendekomposisi limbah organik.<sup>31</sup> Larva BSF merobak, mengekstraksi, dan mengkonversi nutrient dalam limbah organik untuk mendapatkan nutrient dalam bentuk baru sebagai sampah baku alternatif pakan.<sup>32</sup> Larva BSF telah terbukti bermanfaat dalam mengurangi sampah organik dan dapat digunakan sebagai pakan ikan dan hewan karena mengandung 45- 50% protein dan 24-30% lemak.<sup>24</sup>

#### **F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dekomposisi Sampah**

Dekomposisi sampah organik merupakan proses perombakan sampah organik yang dilakukan oleh sejumlah mikroorganisme dari senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana yang terjadi di dalam tanah. Menurut Hadi, (2019) Setiap organisme pendegradasi sampah organik membutuhkan kondisi lingkungan dan sampah yang berbedabeda. Menciptakan kondisi yang optimum

untuk proses pengomposan sangat menentukan keberhasilan proses pengomposan itu sendiri. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain:

#### 1. Rasio C/N

Salah satu aspek yang paling penting dari keseimbangan hara total adalah rasio organik karbon dengan nitrogen (C/N). Dalam metabolisme hidup mikroorganisme mereka memanfaatkan sekitar 30 bagian dari karbon untuk masingmasing bagian dari nitrogen. Sekitar 20 bagian karbon di oksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan 10 bagian digunakan untuk mensintesis protoplasma.

#### 2. Ukuran partikel

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan sampah dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar sampah (porositas). Untuk menentukan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel sampah tersebut.

#### 3. Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air sampah (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

#### 4. Porositas

Porositas adalah ruang diantara partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi

oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.

#### 5. Kelembaban (Moisture content)

Kelembaban pada media maggot Black Soldier Fly (BSF) merujuk pada kadar air atau kandungan uap air yang terdapat dalam substrat tempat maggot BSF hidup dan makan.<sup>24</sup> Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan sampah organik apabila sampah organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban dibawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

#### 6. Temperatur

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30°C - 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba thermofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba pathogen tanaman dan benihbenih gulma.

#### 7. Derajat keasaman (pH)

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. pH kotoran temak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perusampah pada sampah organik dan pH sampah itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman),

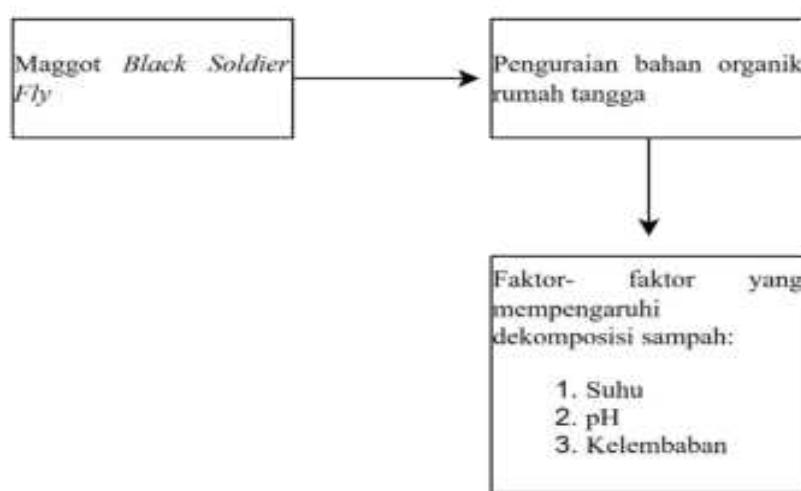
sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

### G. Fermentasi

Fermentasi pakan ternak merupakan satu cara pengolahan pakan ternak yang melalui proses amoniasi untuk menjaga kandungan nutrisi dalam pakan ternak khususnya yang memiliki masa hidup pendek seperti hijauan dapat bertahan dalam waktu yang lebih lama. Fermentasi merujuk pada proses perusaman kimia dalam suatu sampah yang disebabkan oleh aktivitas enzim.<sup>33</sup>

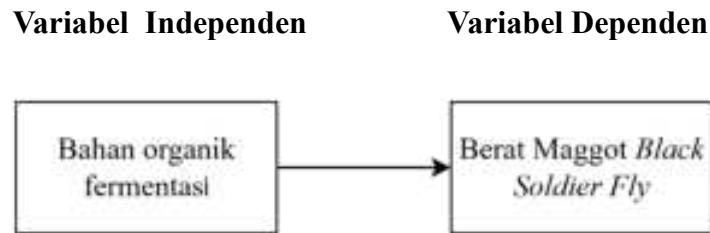
Keunggulan dari pakan yang telah mengalami proses fermentasi ini adalah kemampuannya untuk tetap awet selama 3-4 bulan dengan kondisi penyimpanan yang optimal. Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap perusaman aroma, tekstur dan warna serta penurunan pH dari sampah yang diperlakukan. Kadar pH yang rendah tersebut menyebabkan mikroba yang tidak tahan pada pH rendah akan mati sehingga hanya tersisa mikroba yang mampu bertahan hidup pada pH rendah. Pakan yang telah melalui proses fermentasi memiliki aroma yang lebih harum, yakni aroma khas dari fermentasi, memiliki warna coklat, dan lebih disukai oleh hewan ternak.<sup>33</sup>

### H. Kerangka Teori



**Gambar 2.7 Kerangka Teori**  
Sumber: Akmal Muhammad, 2021

## I. Kerangka Konsep



**Gambar 2.8 Kerangka Konsep**

## J. Definisi Operasional

**Tabel 2.1. Definisi Operasional**

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Sampah organik	Sampah organik berupa sisa makanan, sayur-sayuran dan buah-buahan yang berasal dari rumah tangga yang ditimbang sebanyak 12 kg, 6 kg untuk perlakuan tanpa fermentasi dan 6 kg untuk perlakuan yang difermentasi	Timbangan	Pengukuran	0. Tanpa fermentasi 1. Fermentasi	Nominal
Berat Maggot Black Soldier Fly	Berat pada Maggot Black Soldier Fly tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik	Timbangan	Pengukuran	Gr	Rasio

## K. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu ada perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan desain eksperimen semu menggunakan metode analisis komparatif yaitu untuk mengetahui perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.<sup>34</sup>

#### **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Usaha Mandiri Maggot BSF, Jl. Kampung Koto, Gurun Laweh, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang. Waktu penelitian dimulai bulan Januari- Juni 2025.

#### **C. Alat dan Sampah Penelitian**

##### **1. Alat Penelitian**

- a. Bak plastik 8 buah
- b. Sarung tangan
- c. Masker
- d. Pisau
- e. Timbangan analitik
- f. Timbangan
- g. Thermometer
- h. Soil tester
- i. Alat tulis

##### **2. Sampah Penelitian**

- a. Maggot *Black Soldier Fly* 400 gr
- b. Sampah organik rumah tangga berupa sisa makanan, sayuran, dan buah-buahan sebanyak 12.000 gr
- c. MOL buah nanas

## D. Cara Kerja

### 1. Prosedur Pembuatan MOL dari Buah Nanas

- a. Siapkan alat dan sampah yaitu jerigen, ember, tangkai pengaduk, buah nanas 500 gram , gula 12 sendok dan air masak yang sudah didinginkan 5 liter.
- b. Kupas kulit buah nanas, lalu potong buah nanas dengan menggunakan pisau, lalu blender hingga halus, setelah itu masukkan kedalam jerigen
- c. Ambil gula sebanyak 12 sendok masukkan ke dalam ember isi 5 liter, lalu larutkan dengan menggunakan air masak yang telah didinginkan, aduk hingga gula larut.
- d. Lalu masukkan larutan gula tersebut kedalam jerigen yang sudah berisikan nanas tersebut dan aduk hingga rata, lalu jerigen tersebut ditutup.
- e. Setelah 5 hari apabila inokulan sudah berbau alkohol maka sudah bisa digunakan sebagai MOL untuk fermentasi sampah organik.<sup>35</sup>

### 2. Prosedur Fermentasi Sampah Organik

- a. Siapkan alat dan sampah.
- b. Selanjutnya cacah sampah organik dengan ukuran kecil.
- c. Timbang sampah organik yang akan difermentasi yaitu sebanyak 1500 gr untuk 4 wadah sebanyak 6.000 gr.
- d. Tambahkan MOL buah nanas sebanyak 180 ml ke dalam 1 liter air, tambahkan 300 gr gula pasir, kemudian diaduk hingga homogen. Hal ini sesuai dengan pendapat Yunilas, *et al.*, (2023) yang mengatakan pemberian MOL untuk fermentasi digunakan sebanyak 3% dari berat sampah organik.<sup>36</sup>
- e. Tahap selanjutnya, sampah organik rumah tangga sebanyak 6.000 gr ditambahkan larutan yang sudah disiapkan sebelumnya dan diaduk hingga homogen.
- f. Masukkan sampah organik ke dalam plastik, kemudian dipadatkan dan diusahakan agar tidak terdapat udara dalam plastik yang menjadi tempat

sampah organik difermentasi, ikat dengan rapat dan disimpan pada tempat yang teduh agar tidak terkena hujan dan sinar matahari langsung. Lama proses fermentasi berlangsung sampai 72 jam, setelah itu sampah dapat digunakan sebagai media pakan maggot.<sup>36</sup>

### **3. Prosedur Perlakuan Maggot BSF**

- a. Sampah organik yang akan diberikan ke Maggot ditimbang terlebih dahulu, peneliti menggunakan 1.500 gr di setiap wadah untuk perlakuan tanpa fermentasi dan perlakuan fermentasi.
- b. Lalu Maggot BSF usia 10 hari ditimbang sebanyak 50 gr untuk perlakuan tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik .
- c. Masukkan sampah organik dan Maggot BSF yang sudah ditimbang ke dalam bak plastik untuk masing-masing perlakuan yang sudah disediakan.
- d. Kemudian setiap hari dilakukan pengecekan parameter suhu, pH, dan kelembaban setiap hari selama 8 hari.
- e. Pengecekan suhu menggunakan thermometer dan pada pH, kelembaban menggunakan soiltester. Pada tahap akhir dilakukan penimbangan dan pencatatan berat Maggot BSF.

### **4. Persentase Berat Maggot *Black Soldier Fly***

Untuk mengetahui persentase kenaikan berat Maggot *Black Soldier Fly* sesudah menguraikan sampah organik dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Berat maggot sesudah} - \text{Berat maggot sebelum}}{\text{Berat maggot sebelum}} \times 100\%$$

## **E. Pengumpulan Data**

### **1. Data Primer**

Data primer diperoleh dari hasil pengukuran berat Maggot *Black Soldier Fly* tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik dengan menggunakan timbangan analitik dan pengukuran parameter suhu

menggunakan thermometer serta, pengukuran parameter pH, dan kelembaban menggunakan soil meter.

## F. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan dan mengolah data hasil pengamatan parameter suhu, pH, kelembaban dan berat Maggot *Black Soldier Fly* tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik menggunakan software statistik pada komputer.

## G. Analisis Data

### 1. Univariat

Analisis univariat digunakan adalah tabel hasil pengamatan yaitu rata-rata berat Maggot *Black Soldier Fly* tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik dan pengamatan suhu, pH, kelembaban dengan cara dibuat grafik kemudian dinarasikan.

### 2. Bivariat

Analisis bivariat digunakan adalah uji t sampel tidak berpasangan (*Independent t-test*) untuk menguji apakah ada perbedaan berat maggot dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.<sup>37</sup> Berdasarkan hasil uji statistik, jika  $p\_value < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan berat maggot dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi dan jika  $p\_value > 0,05$  maka  $H_0$  diterima sehingga dapat disimpulkan tidak ada perbedaan berat maggot dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Maggot *Black Soldier Fly* dalam penelitian ini didapatkan dari tempat budidaya Maggot BSF Jl. Kampung Koto, Gurun Laweh, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang. Maggot BSF yang digunakan yaitu Maggot yang berumur 10 hari. Penelitian ini menggunakan sampah organik yang berasal dari rumah tangga yang didapatkan dari rumah warga di Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji RT 01 dengan total berat sampah yang diperoleh 12.000 gr yang terdiri atas sisa makan, sayur-sayuran, dan buah-buahan.

Maggot yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 2 perlakuan dengan berat masing-masing perlakuan yaitu 50 gr maggot dengan 4 kali pengulangan. Pada masing-masing perlakuan menggunakan sampah organik dengan berat 1.500 gr setiap wadahnya. Lalu setiap wadah yang sudah berisikan sampah organik ditambahkan dengan 50 gr maggot. Kemudian dilakukan pemeriksaan selama 8 hari dengan melakukan pengukuran suhu, pH dan kelembaban pada setiap wadah tersebut. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Pengukuran Suhu, pH, dan Kelembaban Selama Proses Penguraian Sampah Organik oleh Maggot *Black Soldier Fly***

Tabel 4.1 Pengukuran Suhu, pH, dan Kelembaban Selama Proses Penguraian Sampah Organik oleh Maggot *Black Soldier Fly*

<b>Perlakuan</b>	<b>Parameter</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
Tanpa Fermentasi	Suhu	30 °C	32 °C
	pH	7,0	7,0
	Kelembaban	50%	80%
Fermentasi	Suhu	30 °C	32 °C
	pH	5,8	6,5
	Kelembaban	60%	90%

Berdasarkan tabel 4.1 hasil pengamatan selama Maggot *Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik rumah tangga tanpa fermentasi selama 8 hari diperoleh hasil suhu minimum dalam proses penguraian sampah organik oleh Maggot *Black Soldier Fly*  $30^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum adalah sebesar  $32^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada sampah organik fermentasi didapatkan suhu minimum dalam proses penguraian sampah organik oleh Maggot *Black Soldier Fly* yaitu  $30^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum adalah sebesar  $32^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengamatan parameter pH sampah organik tanpa fermentasi diperoleh pH yaitu 7. Untuk sampah organik fermentasi didapatkan pH minimum yaitu 5,8 dan pH maksimum yaitu 6,5. Kelembaban minimum sampah organik tanpa fermentasi yaitu 50%, dimana kelembaban mengalami kenaikan disetiap hari pengukuran,dan kelembaban maksimumnya yaitu 80%. Sedangkan kelembaban minimum pada sampah organik fermentasi yaitu 60% dan kelembaban maksimumnya mencapai 90%.

Hasil akhir maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan fermentasi memiliki aroma yang lebih harum, yakni aroma khas dari fermentasi sedangkan hasil akhir maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan tanpa fermentasi berbau busuk, karena tanpa adanya mikroorganisme probiotik dari fermentasi, lingkungan media pakan lebih rentan terhadap pertumbuhan bakteri pembusuk yang memproduksi bau.

## 2. Berat Maggot *Black Soldier Fly* Setelah Menguraikan Sampah Organik

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* setelah menguraikan sampah organik tanpa fermentasi dan fermentasi selama 8 hari yang didapatkan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Berat Maggot BSF Setelah Menguraikan Sampah Organik

Kode Perlakuan	Blok	Berat Maggot BSF (gr)		Penamsampah berat selama 8 hari (gr)	%
		Sebelum	Sesudah		
0 (Tanpa fermentasi)	1	50	118,0	68	136
	2	50	108,7	58,7	117,4
	3	50	124,4	74,4	148,8
	4	50	101,0	51	102
Rata-rata			113,03		126,05
1 (Fermentasi)	1	50	242,8	192,8	385,6
	2	50	217,0	167	334
	3	50	225,3	175,3	350,6
	4	50	237,0	187	374
Rata-rata			230,53		361,05

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata kenaikan berat Maggot *Black Soldier Fly* setelah menguraikan sampah organik fermentasi selama 8 hari lebih besar dengan persentase 361,05% dibandingkan pada perlakuan tanpa fermentasi yaitu dengan persentase 126,05%.

### 3. Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi, maka perlu dilakukan uji t sampel tidak berpasangan (*Independent t-test*). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Uji T Sampel Tidak Berpasangan (*Independent t-test*) pada Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi

Perlakuan	Uji Levene		Rata-rata	Sd	p (sig)
	F	Sig			
0. Tanpa Fermentasi	0.170	0.694	113.03	10.2867	0.001
1. Fermentasi			230.53	11.5877	

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai sig pada hasil uji levene adalah 0.694 ( $p>0.05$ ) diasumsikan variannya sama. Diperoleh rata-rata berat Maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan 0 (tanpa fermentasi) sebesar 113.03 gram dan standar

deviasi sebesar 10.2867. Dan rata-rata rata berat Maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan 1 (fermentasi) sebesar 230.53gram dan standar deviasi sebesar 11.5877. Untuk melihat perbedaan dilakukan dengan uji t independen. Hasil uji didapatkan nilai p value = 0.001 ( $p < 0.05$ ) ternyata  $H_0$  ditolak, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi.

## **B. Pembahasan**

Dari penelitian yang berjudul “Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.” didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

### **1. Pengukuran Suhu, pH, dan Kelembaban Selama Proses Penguraian Sampah Organik oleh Maggot *Black Soldier Fly***

Dari hasil pengamatan diperoleh suhu minimum dalam proses penguraian sampah organik tanpa fermentasi dan fermentasi oleh Maggot *Black Soldier Fly* diperoleh suhu minimum yaitu  $30^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum adalah sebesar  $32^{\circ}\text{C}$ , hal ini terjadi karena panas biologis yang sama dihasilkan oleh aktivitas metabolismik Maggot *Black Soldier Fly*. Saat Maggot *Black Soldier Fly* aktif memakan sampah organik, mikroba turut memecah sampah organik dan menghasilkan panas biologis. Menurut Tomberlin dkk. yang dikutip oleh Irene Laksmi Nugrahani dkk, suhu media pertumbuhan pada maggot dapat berpengaruh pada produksi dan laju pertumbuhan maggot *Black Soldier Fly*. Maggot *Black Soldier Fly* yang dikembangkan dimedia dengan suhu  $27^{\circ}\text{C}$  pertumbuhannya lebih lambat, dibandingkan suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan jika suhu media mencapai  $36^{\circ}\text{C}$  tidak akan ada maggot yang dapat bertahan hidup.<sup>38</sup>

Dari hasil pengamatan parameter kelembaban selama 8 hari diperoleh kelembaban minimum sampah organik tanpa fermentasi yaitu 50% dan kelembaban maksimumnya yaitu 80%. Kelembaban maksimum sampah organik fermentasi yaitu 90%, dimana kelembaban mengalami kenaikan disetiap hari pengukuran. Kelembaban pada media fermentasi lebih tinggi hal ini karena fermentasi dapat menyebabkan tingginya kelembaban. Kadar air optimum pada makanan larva BSF berkisar antara 60 – 90%. Tingginya kadar air dalam sampah

dapat menyebabkan larva keluar dari unit pembiakan untuk mencari tempat yang lebih kering. Namun, ketika kadar air terlalu sedikit atau kurang, akan menyebabkan larva BSF mencerna makanan sehingga waktu konversi yang dibutuhkan semakin lama dan tidak efisien.<sup>9</sup>

Dari hasil pengamatan diperoleh pH sampah organik tanpa fermentasi yaitu 7 sedangkan pada sampah organik fermentasi pH minimal yaitu 5,8 dan pH maksimal yaitu 6,5. Sampah organik fermentasi memiliki pH yang lebih asam dibandingkan sampah organik tanpa fermentasi, hal ini dikarenakan fermentasi berpengaruh nyata terhadap penurunan pH dari sampah yang difermentasi. Kadar pH yang rendah tersebut menyebabkan mikroba yang tidak tahan pada pH rendah akan mati sehingga hanya tersisa mikroba yang mampu bertahan hidup pada pH rendah.

Menurut Sholahuddin et al. (2021) nilai pH yang optimal untuk maggot berkisar dari 6,5 hingga 7,5.<sup>39</sup> Maggot BSF dapat tumbuh pada lingkungan yang ekstrim, namun kurang baik untuk pertumbuhannya. Suciati dan Faruq (2017) menyatakan maggot memiliki rentang toleransi pH yang cukup besar, sehingga maggot masih mampu mentoleransi pada kondisi yang ekstrim.<sup>29</sup>

## 2. Berat Maggot *Black Soldier Fly* Setelah Menguraikan Sampah Organik

Pertamsampah berat maggot dipengaruhi oleh jumlah konsumsi maggot terhadap media tumbuhnya. Semakin banyak maggot mengkonsumsi media tumbuhnya maka semakin baik pula pertamsampah berat maggot tersebut. Dari hasil pengukuran selama penelitian didapatkan bahwa rata-rata kenaikan berat Maggot *Black Soldier Fly* setelah menguraikan sampah organik pada perlakuan fermentasi selama 8 hari lebih besar yaitu dengan persentase 361,05% dibandingkan pada perlakuan tanpa fermentasi yaitu dengan persentase 126,05%. Hal Ini karena media tumbuh memainkan peran penting dalam menyediakan nutrisi yang diperlukan bagi larva BSF untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Perbedaan berat maggot di setiap perlakuan juga dipengaruhi oleh konsumsi pada media tumbuh maggot tersebut, media tumbuh sampah organik

fermentasi lebih lembab dan nutrisi dalam sampah organik fermentasi lebih baik dibanding dengan media tumbuh sampah organik tanpa fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahmi dkk.(2023) menggunakan media dedak, hasil penelitian menunjukkan bahwa media tumbuh yang terdiri dari dedak yang diperlakukan fermentasi adalah media yang terbaik untuk meningkatkan berat maggot dibanding dedak yang tidak diperlakukan fermentasi.

Hasil akhir maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan fermentasi memiliki aroma yang lebih harum, yakni aroma khas dari fermentasi sedangkan hasil akhir maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan tanpa fermentasi agak sedikit berbau, karena tanpa adanya mikroorganisme probiotik dari fermentasi, lingkungan media pakan lebih rentan terhadap pertumbuhan bakteri pembusuk yang memproduksi bau. Pemanfaatan sampah organik fermentasi dalam budidaya maggot BSF menawarkan solusi efektif untuk mencegah bau tidak sedap. Hal ini dikarenakan fermentasi mengubah komposisi kimia pakan, mengurangi substrat bagi bakteri pembusuk. Kadar pH yang rendah pada nasi fermentasi tersebut menyebabkan mikroba yang tidak tahan pada pH rendah akan mati sehingga hanya tersisa mikroba yang mampu bertahan hidup pada pH rendah. Pakan yang telah melalui proses fermentasi memiliki aroma yang lebih harum, yakni aroma khas dari fermentasi, memiliki warna coklat, dan lebih disukai oleh hewan ternak sehingga menghasilkan maggot yang yang berbau asam karena sampah organik yang diperlakukan fermentasi.

### **3. Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi**

Pada penelitian ini didapatkan rata-rata berat Maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan tanpa fermentasi sebesar 113.03 gram dan rata-rata rata berat Maggot *Black Soldier Fly* pada perlakuan fermentasi sebesar 230.53 gram. Hasil penelitian dapat dikatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap berat Maggot *Black Soldier Fly* antara perlakuan fermentasi dan perlakuan tanpa fermentasi dengan nilai  $p = 0.001 (<0,05)$ . Hal ini berarti  $H_0$  ditolak, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* antara sampah organik fermentasi dan tanpa fermentasi, sesuai

dengan penelitian yang dilakukan oleh Erika Sirait yang membandingkan penggunaan ampas kelapa fermentasi dengan tanpa fermentasi sebagai pakan maggot, bahwa terdapat perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata- rata berat Maggot *Black Soldier Fly* setelah menguraikan sampah organik fermentasi adalah 230,53 gram dengan persentase 361,05%.
2. Rata- rata berat Maggot *Black Soldier Fly* setelah menguraikan sampah organik tanpa fermentasi adalah 113,03 gram dengan persentase 126,05%.
3. Ada perbedaan berat Maggot *Black Soldier* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi yaitu sebesar 117,50 gram.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai perbedaan berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam pengolahan sampah organik antara diberikan fermentasi dan tanpa fermentasi, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan jenis sampah organik yang berbeda
2. Untuk peneliti selanjutnya agar mempelajari bagaimana sampah organik yang telah difermentasi dapat meningkatkan berat Maggot *Black Soldier Fly* lebih mendalam.
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat menggunakan jenis MOL yang berbeda

## DAFTAR PUSTAKA

1. Nizaar, M., Haifaturrahmah, H., Sari, N., Pratiwi, A. L. & Ahyar, I. Pelatihan Mengolah Limbah Nasi Sisa Menjadi Pupuk Organik Cair Bagi Remaja Untuk Mendukung Program Zero Waste Pemerintah Provinsi Ntb. *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)* 7, 5445 (2023).
2. Swastoko, E. D., Madyaningrana, K. & Krismono, K. Pemanfaatan Limbah Organik Tulang Ayam dan Sisa Nasi Sebagai Pakan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens* L.). *Biotropic J. Trop. Biol.* 7, 10–24 (2023).
3. Ekawandani, N. & Anzi Kusuma, A. Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan EM4. *Tedc* 12, 38–43 (2018).
4. Asrowii, B. S. & Farida, I. Peran Magot Sebagai Pengurai Sampah Organik Dan Dijadikan Pakan Alternatif Peternakan Dan Perikanan. *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Seri 02* 1, 724–733 (2024).
5. Sutrisnawati, N. K. & M. Purwahita, A. A. . R. Ni Ketut Sutrisnawati dan A . A . A Ribeka M . Purwahita Akademi Pariwisata Denpasar. *J. Ilm. Hosp. Manag.* 9, 49–56 (2018).
6. Mustiadi, L., Astuti, S. & Purkuncoro, A. E. *BukuAjarMengubah Sampah Organik Dan Anorganik Menjadi Sampah Bakar Pelet Partikel Arang.* Cv Irdh (2019).
7. Nurhidayati, E. S. Modul BSF - Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot Black Soldier Fly (BSF). in (2020).
8. Rohmanna, N. A., Maharani, D. M. & Majid, Z. A. N. M. Analisis pertumbuhan dan kemampuan reduksi limbah larva tentara hitam (*Hermetia illucens*) pada solid decanter, ampas kelapa, ampas sagu, dan limbah sisa makanan. *Agrointek J. Teknol. Ind. Pertan.* 17, 666–673 (2023).
9. Oktavia, E. & Rosariawari, F. Rancangan Unit Pengembangbiakan Black Soldier Fly (Bsf) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga (Review). *Enviroous* 1, 65–74 (2023).
10. Yuliana, B. R., Hartini, H. & Putra, A. M. Pengaruh Pemberian Jenis Pakan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Larva Maggot Black Soldier Fly ( BSF ). *Environ. Technol. J.* 2, 1–10 (2024).
11. Indariyanti, N., Epro Barades, dan, Studi Perikanan, P., Peternakan, J. & Negeri Lampung, P. Evaluasi biomasa dan kandungan nutrisi maggot (*Hermetia illucens*) pada media yang berbeda. *Pros. Semin. Nas. Pengemb. Teknol. Pertan.* 137–141 (2018).
12. Ali, N., Agustina, A. & Dahniar, D. Pemberian Dedak Yang Difermentasi Dengan EM4 Sebagai Pakan Ayam Broiler. *Agrovital J. Ilmu Pertan.* 4, 1 (2019).

13. Rahayu, E. S. *et al.* Strain Improvement. *Citric Acid Biotechnol.* 65–78 (2020) doi:10.1201/9781482272826-6.
14. Anggraeni, A. F. D., Sinaga, S. & Ramdani, D. Pengaruh Fermentasi Feses Ayam Layer Sebagai Media Tumbuh Maggot Terhadap Pertumbuhan Dan Waktu Mencapai Prepupa (The Effect of Layer Chicken Faeces Fermentation as a Maggot Growing Media on Growth and Time To Reach Prepupa). *JANHUS J. Anim. Husb. Sci.* 1–8 (2023).
15. Dewi, R. & Sylvia, N. Pengelolaan Sampah Organik Untuk Produksi Maggot Sebagai Upaya Menekan Biaya Pakan Pada Petani Budidaya Ikan Air Tawar. *J. Malikussaleh Mengabdi* 1, 11 (2022).
16. Hirsan, F. P., Ibrahim, I., Salikin, S., Ghazali, M. & Nurhayati, N. Pelatihan Pengelolaan Sampah Sisa Makanan Restoran Apung Berbasis Agen Biologi Black Soldier Fly (BSF). *J. Pengabdi. Magister Pendidik. IPA* 4, (2021).
17. Presiden RI. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. (2008).
18. Kusumaningsari, D. Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sampah Organik Dan Nonorganik. *J. Kesehat. Lingkung.* 8, 1–58 (2017).
19. Rahmat, A. A. Perbedaan Rasio C / N Kompos Padat Antara Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Aktivator Effective Microorganism 4 ( EM4 ) Dan Micro Organism Local ( MOL ) Tahun 2014. 4, (2014).
20. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga vol 7, 57–77 (2012).
21. Yudiyanto, Yudhistira, E. & Tania, A. L. Pengelolaan Sampah Pengabdian Pendampingan Kota Metro. *Lemb. Penelit. dan Pengabdi. Pada Masy.* 6, 1–80 (2019).
22. Widyastuti, S. & Sardin. Pengolahan Sampah Pasar dengan Menggunakan Media Larva Black Soldier Flies (BSF). *J. Tek. Unipa* 19, 1–13 (2021).
23. Gumanti, N. R., Nadhra, M., Azeli, S. P., Pratama, S. F. & Razak, A. Pengaruh Campuran Media Pakan Terhadap Pertumbuhan Maggot Black Soldier Fly ( BSF ). *Microbiotech* 2, 28–35 (2024).
24. Qowasmi, F. N., Sudarti & Yushardi. Efektivitas Larva Black Soldier Fly (Maggot) sebagai Metode Alternatif Penguraian Sampah Organik. *J. Teknol. Pendidik. Dan Pembelajaran | E-ISSN 3026-6629* 1, 179–184 (2023).
25. Yusuf, R. H. K. Pengaruh Berbagai Media Berbeda terhadap Kualitas Morfologi (Warna, Panjang, Lebar), Berat Perekor, Produksi Per ekor, Segar, dan Sampah Kering Maggot Black Soldier Fly (Skripsi). (Universitas Lampung, 2023).

26. Putra, Y. & Ariesmayana, A. Efektifitas Penguraian Sampah Organik Maggot (Bsf). *Jurnalis* 3, 11–24 (2020).
27. Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B. & Zurbrügg, C. *Proses Pengolahan Sampah Organik Dengan Black Solier Fly (BSF)*. Eawag Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (2017).
28. Tim Energi dan Pengelolaan Limbah. *Budidaya Lalat Hitam/Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Untuk Biokonversi Limbah Organik. Panduan Praktis Budidaya* (2023).
29. Suciati, R., Faruq, H., Biologi, J. P. & Timur, J. Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots Hermetia illucens ( Lalat Tentara Hitam ) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah. 2, 0–5 (2017).
30. Fau, S. H., Manao, A. & Mendorfa, K. J. Potensi Budidaya Manggot Dan Keuntungannya. in *CV. Eureka Media Aksar* vol. 1 1–23 (2022).
31. Fauzi, M. & Muhamram, L. H. Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik oleh Maggot BSF (Black Soldier Fly) pada Berbagai Level Instar: Review. *J. Sci. Technol. Enterpreneursh.* 1, 115–172 (2019).
32. Febrian, Razak, A., Yuniarti, E. & Handayuni, L. Potensi Larva Black Soldier Fly Sebagai Pengurai Limbah Organik Melalui Budidaya Maggot untuk Pakan Unggas dan Ikan. *J. Ekol. Masy. dan Sains* 5, 130–137 (2024).
33. Astuti, R. puji, Sujadmi, S., Bahtera, N. I. & Yetti, G. Pemberdayaan Masyarakat Menggunakan Teknologi Probio\_Fm dalam Pengolahan Pakan Ternak Ayam Merawang di Desa Pagarawan, Bangka Belitung. *Agrokreatif J. Ilm. Pengabdi. Kpd. Masy.* 8, 40–46 (2022).
34. Widiatmika, K. P. *Statistik Uji Komparasi. Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau* vol. 16 (2015).
35. Desparita, N., Elfiana, Nursayuti & Elfira. Pelatihan Pembuatan Mol Nenas Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Bawang Daun Bagi Masyarakat Desa Pante Cut Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen. *Communnity Dev. J.* 5, 3191–3194 (2024).
36. Yunilas, Edy Mirwandhono, Ameilia Siregar & Ade Trisna. Potensi Limbah Sayur sebagai Agen Media Tumbuh Maggot BSF (Black Soldier Fly). *J. Kolaboratif Sains* 6, 477–486 (2023).
37. Sirait, E. S. Pengaruh Penggunaan Media Tumbuh Ampas Kelapa Yang Difermentasi Dengan Probio\_Fm Terhadap Pertumbuhan Maggot Black Soldier Fly (BSF) [Skripsi]. (Universitas Jambi, 2024).
38. Isnawan, M. G., Nahdlatul, U. & Mataram, W. *Kuasi-Eksperimen*. (2020).
39. Nugrahani, Irene Laksmi. Pengaruh Berbagai Media Terhadap Suhumedia Dan Produksi Maggot 2588–2593 (2017).

40. Sholahuddin, Ato Sulistya, Retno Wijayanti, Supriyadi, S. Potensi Maggot ( Black Soldier Fly ) sebagai Pakan Ternak di Desa Miri Kecamatan Kismantoro Wonogiri Potential of Maggot ( Black Soldier Fly ) as Animal Feed in Miri Village Kismantoro Wonogiri. *J. Community Empower. Serv.* 5, 161–167 (2021).

## **LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN A:**

#### **1. Alat Penelitian**

- a. Bak plastik 8 buah
- b. Handscoon
- c. Pisau
- d. Plastik
- e. Timbangan
- f. Timbangan analitik
- g. Thermometer
- h. Soil tester
- i. Alat tulis
- j. Masker

#### **2. Sampah Penelitian**

- a. Jumlah total Maggot *Black Soldier Fly* 400 gr
- b. Jumlah total sampah organik rumah tangga 12.000 gr
- c. Jumlah total MOL 180 ml
- d. Jumlah total air 1 liter
- e. Jumlah total gula pasir 300 gr

#### **3. Jumlah Perlakuan**

Pada penelitian ini menggunakan Maggot 50 gr untuk masing-masing perlakuan yaitu perlakuan 0 (tanpa fermentasi) dan perlakuan 1 (fermentasi) sampah organik dengan 4 pengulangan.

#### **4. Prosedur Penelitian**

- a. Siapkan alat dan sampah
- b. Sampah organik yang akan diberikan ke Maggot ditimbang terlebih dahulu, peneliti menggunakan 1.500 gr di setiap wadah untuk perlakuan tanpa fermentasi dan perlakuan fermentasi.
- c. Lalu Maggot BSF usia 10 hari ditimbang sebanyak 50 gr untuk perlakuan tanpa fermentasi dan fermentasi sampah organik .

- d. Masukkan sampah organik dan Maggot BSF yang sudah ditimbang ke dalam bak plastik untuk masing-masing perlakuan yang sudah disediakan.
- e. Kemudian setiap hari dilakukan pengecekan parameter suhu, pH, dan kelembaban setiap hari selama 8 hari.
- f. Pengecekan suhu menggunakan thermometer dan pada pH, kelembaban menggunakan soiltester. Pada tahap akhir dilakukan penimbangan dan pencatatan berat Maggot BSF.

## LAMPIRAN B

Peningkatan Berat Maggot BSF dan Penurunan Berat Sampah Organik

Kode Perlakuan	Blok	Berat Maggot (gr)		Berat Sampah Organik (gr)	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
0 (Tanpa fermentasi)	1	50	118,0	1500	535,4
	2	50	108,7	1500	552,8
	3	50	124,4	1500	450,5
	4	50	101,0	1500	575,2
1 (Fermentasi)	1	50	242,8	1500	353,0
	2	50	217,0	1500	412,7
	3	50	225,3	1500	388,2
	4	50	237,0	1500	356,7

Data Kondisi Fisik pada Perlakuan Tanpa Fermentasi

Hari	Hasil Pengukuran											
	pH				Suhu (°C)				Kelembaban (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	7	7	7	7	32	30	31	31	50	50	50	50
2	7	7	7	7	31	30	32	32	60	70	50	50
3	7	7	7	7	31	31	31	30	60	75	60	65
4	7	7	7	7	31	31	31	31	70	75	65	70
5	7	7	7	7	30	30	30	32	70	70	70	70
6	7	7	7	7	30	30	30	30	75	70	70	75
7	7	7	7	7	30	31	31	31	80	75	80	80
8	7	7	7	7	32	30	31	31	80	80	80	80

Data Kondisi Fisik pada Perlakuan Fermentasi Sampah Organik

Hari	Hasil Pengukuran											
	pH				Suhu (°C)				Kelembaban (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	6,1	6,0	6,0	6,5	30	30	31	30	70	60	60	70
2	5,9	5,9	6,2	6,1	31	30	31	31	70	75	70	70
3	6,2	6,1	6,1	6,2	32	32	31	31	75	70	75	75
4	6,2	6,1	6,1	6,2	31	30	31	31	80	85	80	80
5	6,0	6,3	5,9	6,4	30	31	30	30	85	85	80	80
6	6,2	6,5	6,0	6,0	31	31	30	31	80	90	90	85
7	5,9	6,2	6,1	6,1	31	32	32	31	85	90	85	85
8	6,0	6,0	6,2	6,0	31	31	32	32	80	90	90	85

## LAMPIRAN C

### 1. Alat dan Sampah Penelitian



Termometer



Soil Meter



Handscoon



Timbangan Analitik



Buah nanas



Maggot BSF



Jerigen



Timbangan



Gula Pasir

## 2. Proses Penelitian



Penimbangan buah nanas untuk pembuatan MOL



Pencacahan buah nanas



Haluskan buah nanas



Melarutkan gula



MOL buah nanas



Pengumpulan sampah



Penimbangan Berat Maggot



Mencacah sampah



Penimbangan sampah



Pengukuran suhu,pH, dan kelembaban



Pencatatan parameter fisik media



Tempat penelitian

## LAMPIRAN D

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
berat maggot bsf sesudah menguraikan sampah organik	Equal variances assumed	.170	.694	-15.166	6	.000	-117.5000	7.7474	-136.4573	-98.5427
	Equal variances not assumed			-15.166	5.917	.000	-117.5000	7.7474	-136.5221	-98.4779



KEMENTERIAN KESEHATAN POLTEKKES PADANG  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
JL. SIMPANG PONDOK KOPI NANGGALO-PADANG

LEMBARAN  
KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nabila Salsa Putri  
NIM : 221110103  
Program Studi : D3 Sanitasi  
Pembimbing I : Dr. Muchsin Riwanto, SKM, M.Si  
Judul Tugas Akhir : Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Senin / 2 Juni 2025	Pada Bab III, menambahkan rumus perhitungan persentase penurunan sampah organik.	
II	Rabu / 4 Juni 2025	Pada Bab IV, menambahkan penjelasan bau pada maggot pada hasil.	
III	Selasa /10 Juni 2025	Konsultasi pada Bab IV, memperbaiki tabel.	
IV	Rabu / 11 Juni 2025	Pada Bab IV, menambahkan pembahasan.	
V	Jum'at/13 Juni 2025	Pada Bab V, menyesuaikan kesimpulan dengan tujuan khusus.	
VI	Selasa/17 Juni 2025	Konsultasi pada Bab V memperbaiki saran.	
VII	Rabu / 18 Juni 2025	Konsultasi pada Bab I,II,III,IV, dan V penyesuaian secara keseluruhan.	
VIII	Jum'at/20 Juni 2025	ACC	

Padang, Juni 2025  
Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi

Lindawati, SKM, M.Kes  
NIP.19750613 200012 2 002



KEMENTERIAN KESEHATAN POLTEKKES PADANG  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
JL. SIMPANG PONDOK KOPI NANGGALO-PADANG

LEMBARAN  
KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nabila Salsa Putri  
NIM : 221110103  
Program Studi : D3 Sanitasi  
Pembimbing II : Mahaza, SKM, M.K.M  
Judul Tugas Akhir : Perbedaan Berat Maggot *Black Soldier Fly* dalam Pengolahan Sampah Organik antara Diberikan Fermentasi dan Tanpa Fermentasi

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Selasa/ 3 Juni 2025	Pada Bab IV, menyesuaikan hasil dan pembahasan	
II	Rabu / 4 Juni 2025	Pada Bab IV, memperbaiki penulisan pada tabel sesuai dengan panduan.	
III	Selasa /10 Juni 2025	Konsultasi pada Bab IV, memperbaiki penulisan pada hasil.	
IV	Rabu / 11 Juni 2025	Pada Bab IV, menambahkan pembahasan.	
V	Jum'at/13 Juni 2025	Pada Bab V, menyesuaikan kesimpulan dengan tujuan khusus.	
VI	Selasa/17 Juni 2025	Konsultasi pada Bab I,II,III,IV, dan V penyesuaian secara keseluruhan.	
VII	Rabu / 18 Juni 2025	Konsultasi pada Bab I,II,III,IV, dan V penyesuaian secara keseluruhan.	
VIII	Jum'at/20 Juni 2025	<i>Nabila Salsa Putri</i>	

Padang, Juni 2025  
Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi

Lindawati, SKM, M.Kes  
NIP.19750613 200012 2 002

# TUGAS AKHIR NABILA SALSA PUTRI

## ORIGINALITY REPORT

11%  
SIMILARITY INDEX

8%  
INTERNET SOURCES

4%  
PUBLICATIONS

7%  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

- |   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | repositoryperpustakaanpoltekkespadang.site<br>Internet Source  | 1% |
| 2 | Submitted to Badan PPSDM Kesehatan<br>Kementerian Kesehatan<br>Student Paper   | 1% |
| 3 | Lindawati Lindawati, Cahyani Rahmi Gameli,<br>Wijayantono Wijayantono, R. Firwandri Marza,<br>Afridon Afridon. "EFEKTIVITAS MAGGOT<br>BLACK SOLDIER FLY SEBAGAI PENGURAI<br>SAMPAH SAYUR-SAYURAN, SAMPAH BUAH-<br>BUAHAN, DAN SISA MAKANAN TAHUN 2023",<br>Media Penelitian dan Pengembangan<br>Kesehatan, 2023<br>Publication | 1% |
| 4 | Submitted to Politeknik Kesehatan Kemenkes<br>Padang<br>Student Paper  | 1% |
| 5 | eprints.poltekkesjogja.ac.id<br>Internet Source  | 1% |
| 6 | core.ac.uk<br>Internet Source  |    |