

**SKRIPSI**



**ANALISIS REDUKSI LIMBAH IKAN DENGAN METODE  
*BLACK SOLDIER FLY* (BSF) SEBAGAI CARA PENGURANGAN  
LIMBAH ORGANIK DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN  
SERIBU, DKI JAKARTA**

**OLEH  
ALFATHIR ESYA HAQUE  
1805015138**

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2022**

**SKRIPSI**



**ANALISIS REDUKSI LIMBAH IKAN DENGAN METODE  
*BLACK SOLDIER FLY* (BSF) SEBAGAI CARA PENGURANGAN  
LIMBAH ORGANIK DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN  
SERIBU, DKI JAKARTA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**OLEH  
ALFATHIR ESYA HAQUE  
1805015138**

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2022**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta” merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya bukan plagiat dari karya ilmiah yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis orang lain. Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya tulis dengan benar sesuai dengan pedoman dan tata cara pengutipan yang berlaku. Apabila ternyata di kemudian hari skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan perundang-undangan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA.

Jakarta, 29 Juni 2022



Alfathir Esya Haque  
NIM 1805015138

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfathir Esya Haque  
Nim : 1805015138  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Fakultas : Ilmu-Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Jenis Karya : Skripsi

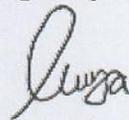
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul

“Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta”

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/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 sebenar benarnya.

Jakarta, 25 November 2022

Yang menyatakan,



Alfathir Esya Haque

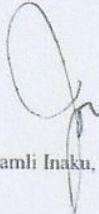
## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Nama : Alfathir Esya Haque  
NIM : 1805015138  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Judul Skripsi : "Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta"

Skripsi dari mahasiswa tersebut di atas telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan di hadapan Tim Penguji Skripsi Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA.

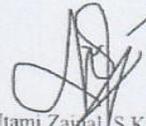
Jakarta, 22 November 2022

Pembimbing 1



Awaluddin Hidayat Ramli Inaku, S.KM., M.KL

Pembimbing 2



Ana Utami Zaidat, S.KM., M.PH

## HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Alfathir Esya Haque  
NIM : 1805015138  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Judul Skripsi : "Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta"

Skripsi dari mahasiswa tersebut di atas telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan masyarakat pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA.

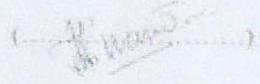
Jakarta, 19 Januari 2023

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Awaluddin Hidayat Ramli Inaku, S.KM., M.KL. (.....)



Penguji 1 : Nanny Harmani, S.KM., M.Kes (.....)



Penguji 2 : Rismawati Pangestika, S.Si., MPH (.....)



## RIWAYAT HIDUP

### A Identitas Pribadi

Nama : Alfathir Esya Haque  
Nim : 1805015138  
Tempat/Tanggal Lahir : Tangerang, 1 September 1999  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Dr. Sutomo no.67; RT/RW: 01/005, Karang Timur, Karang Tengah, Kota Tangerang, Banten. Pos:15157  
No. HP : 085648689346  
Email : [alfathiresya@gmail.com](mailto:alfathiresya@gmail.com)  
Instansi : Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA  
Alamat Instansi : Jl. Limau, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan  
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Masyarakat/  
Kesehatan Masyarakat  
Bidang Minat : Kesehatan Lingkungan

### B Riwayat Pendidikan

2005-2006 RA Hidayatus Shibyan  
2006-2012 SDN Karang Tengah 09  
2012-2015 SMP Budi Mulia  
2015-2018 SMA Budi Mulia  
2018-2022 Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

### C Riwayat Organisasi

2019-2020 Anggota Bidang Media dan Komunikasi PK IMM Fikes UHAMKA

### D Riwayat Kegiatan

2020 Anggota Kegiatan “Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Covid-19”  
2020 Panitia Webinar “Edukasi Terkait Covid-19 Melalui Metode Daring di Masa Pandemi”  
2022 Ketua Pengusul Dalam “Pengusulan Proposal Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) 10 Bidang Tahun 2022 yang diselenggarakan Oleh BELMAWA, DITJEN DIKTI, KEMDIKBUD Skema PKM-PM”

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan Ketulusan serta Kerendahan Hati  
Skripsi ini ku Persembahkan Untuk:

Kedua Orangtua tercinta,  
Ibunda Dhesy dan ayahanda Saiful  
Terima kasih telah memberikan rasa kasih sayang tanpa batas,  
Segala pengorbanan, kesabaran, serta doa kepada anakmu tersayang

Kepada Nenek Idaku tercinta,  
Atas segala doa, memberikan kasih sayang yang tak terhingga

Adik tercinta Yasmin dan Afika,  
Yang telah memberikan dukungan,  
Serta doa dalam penyusunan skripsi ini

Ayah Ujang dan Una lis senantiasa  
Selalu mendukung dengan menghujani segala doa  
Kepada penulis dalam setiap perjalanan Penyelesaian Skripsi

Seluruh kawan-kawan Seangkatan Seperjuanganku,  
Telah memberikan dukungan, motivasi dan membantu  
Selama proses perjalanan sampai pada tahap akhir Skripsi ini

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan nikmat dan rahmat serta kasih sayang sehingga Penulis diberikan kesempatan menyelesaikan Skripsi berjudul “Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar ‘Sarjana Kesehatan Masyarakat’ di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA. Melalui lembar ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, memberikan dukungan, bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini diberikan Kepada:

1. Ony Linda, S.KM., selaku Dekan FIKES UHAMKA
2. Dian kholika Hamal, M.Kes., selaku Kepala Program Studi Kesehatan Masyarakat
3. Ikhwan Ridha Wilti, S.KM., M.KM., selaku Koordinator Bidang Minat Kesehatan Lingkungan
4. Awaluddin Hidayat Ramli Inaku, S.KM., M.KL., selaku Dosen Pembimbing I dengan sabar dan ikhlas membimbing sejak awal konsep hingga dapat terselesaikannya skripsi.
5. Ana Utami Zainal, S.KM., M.PH., selaku Dosen Pembimbing II dengan sabar dan ikhlas membimbing dan meluangkan waktu selama penyusunan skripsi.
6. Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta beserta jajarannya
7. Para Penyedia Jasa Lainnya Perorangan Lainnya (PJLP) di Suku Dinas Lingkungan Hidup khususnya di Pulau Tidung Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta
8. Muhammad Alim, selaku Pembimbing Lapangan di Rumah Maggot Pulau Tidung Kepulauan Seribu, DKI Jakarta
9. ‘Team Maggot’ yaitu bang Tiyo, bang Taufik, bang Nandhi yang telah membantu selama proses pengambilan data.

10. Orangtuaku dengan panggilan tersayang inces, babeh, yang telah memberikan segala sesuatunya, tidak akan cukup digantikan dengan hal apapun di dunia.
11. Sahabatku sejak awal perkuliahan dipertemukan dengan mereka menjadi 'Primadompret' yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan
12. Tirawati Ningrum, Anisa Prameswari, Sivah Annisa, yang menjadikan tempat bertukar pikiran, teman jalan keluar ketika 'stuck' muncul, mendengarkan keluh kesah maupun sambatan-sambatan selama penyelesaian skripsi.
13. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa selama penyusunan Skripsi.
14. Kepada diri sendiri yang telah berjuang melewati segala rintangan dan tantangan sebagai 'Bumbu dapur' selama perjalanan menyelesaikan Skripsi.
15. Seluruh kawan-kawan Seangkatan'18 Seperjuanganku yang sama-sama telah berjuang menyelesaikan sampai pada tahap akhir Skripsi.

Penyusunan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan seperti keterbatasan dalam pengetahuan serta pengalaman. Namun penulis dengan semangat menyelesaikan hasil penelitian dengan sebaik-baiknya. Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak yang perlu perbaiki, oleh karena itu kritik maupun saran yang membangun dari berbagai pihak agar lebih baik hasil Skripsi ini. Sebagai Penutup penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan pengetahuan baru bagi para pembaca serta memberikan manfaat bagi disekitarnya.

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT  
PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN**

Skripsi, November 2022

Alfathir Esya Haque,

**“Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta”**

**xx + 78 halaman, 5 tabel, 15 gambar + 13 Lampiran**

**ABSTRAK**

Limbah padat merupakan salah satu jenis limbah hingga saat ini masih dihadapi oleh berbagai negara di dunia. Limbah dari kegiatan perikanan masih cukup tinggi yaitu sekitar 20%–30%. Menumpuknya limbah ikan dan tidak diolah dengan baik dapat menjadi salah satu faktor pencemaran lingkungan yang berdampak buruk bagi lingkungan. Penggunaan larva *Black Soldier Fly* (BSF) dapat lebih cepat mereduksi dilihat dari persentase nilai reduksi sampah organik. Peneliti menggunakan larva BSF berusia 14-16 hari berwarna krem kemudian dibagi menjadi dua kelompok yaitu, kelompok eksperimen yang diberikan umpan limbah ikan sebanyak 255 gram dan kelompok kontrol yang diberikan umpan berupa pakan ayam sebanyak 255 gram. Perhitungan rumus nilai *Waste Reduction Index*, *Efficiency of Conversion Digesed Food*, dan Biomassa Larva untuk mengetahui jumlah reduksi limbah ikan dengan BSF. Lokasi penelitian dilakukan di Pulau Tidung dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Kota Administrasi Kepulauan Seribu. Pengukuran berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva dan jumlah larva dilakukan setiap 3 hari sekali yaitu hari pertama, keempat dan ketujuh. Hasil penelitian menunjukkan pada kelompok eksperimen yang diberi umpan limbah ikan memiliki efektivitas dalam mereduksi dibandingkan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam dengan nilai WRI 44%, ECD 26%, Biomassa larva 0.058 gram/larva. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pembiakan sejak telur untuk mencegah terjadinya perbedaan jumlah larva yang jauh.

Kata Kunci: Limbah ikan, Limbah Organik, Black Soldier Fly

**MUHAMMADIYAH UNIVERSITY PROF. DR. HAMKA  
FACULTY OF HEALTH SCIENCES  
PUBLIC HEALTH STUDY PROGRAM  
ENVIROMENTAL HEALTH**

*Thesis, November 2022*

Alfathir Esya Haque,

***"Analysis of Reducing Fish Waste Using the Black Soldier Fly (BSF) Method as a Way to Reduce Organic Waste on Tidung Island, Thousand Islands, DKI Jakarta"***

***xx + 78 pages, 5 tables, 15 pictures + 13 Appendices***

**ABSTRACT**

*Solid waste is one type of waste that is still being faced by various countries in the world. Waste from fishing activities is still quite high, around 20%–30%. Accumulating fish waste and not processing it properly can be a factor in environmental pollution which has a negative impact on the environment. The use of Black Soldier Fly (BSF) larvae can reduce it more quickly as seen from the percentage reduction value of organic waste. Researchers used BSF larvae aged 14-16 days with cream color and then divided them into two groups, namely the experimental group which was given 255 grams of fish waste bait and the control group which was given 255 grams of chicken feed. Calculation of the formula for the value of Waste Reduction Index, Efficiency of Conversion Digested Food, and Larvae Biomass to determine the amount of reduction of fish waste with BSF. The research location was carried out on Tidung Island under the auspices of the Seribu Islands Administrative City Environment Agency. Measurements of fish waste weight, chicken feed weight, larvae weight and number of larvae were carried out every 3 days, namely the first, fourth and seventh days. The results showed that the experimental group that was fed fish waste had effectiveness in reducing compared to the control group that was given chicken feed with a WRI value of 44%, ECD 26%, larval biomass of 0.058 gram/larvae. Future research is expected to carry out breeding from eggs to prevent large differences in the number of larvae.*

*Keywords: Fish Waste, Organic Waste, Black Soldier fly*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	v
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI .....	vi
RIWAYAT HIDUP .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
ABSTRAK .....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
DAFTAR SINGKATAN .....	xix
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat .....	7
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	8
BAB II .....	8
KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI .....	8
A. Gambaran Umum Limbah .....	8
B. Gambaran Umum <i>Black Soldier Fly</i> (lalat Tentara Hitam) .....	15
C. Metode Pengolahan Limbah Organik dengan Maggot .....	21
D. Kerangka Teori .....	23
BAB III .....	24
KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, HIPOTESIS .....	24
A. Kerangka Konsep .....	24

B. Definisi Operasional .....	24
C. Hipotesis .....	26
BAB IV .....	27
METODE PENELITIAN .....	27
A. Rancangan Penelitian .....	27
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	27
C. Prosedur Penelitian.....	27
D. Alat dan Bahan .....	30
E. Tahapan Penelitian.....	30
F. Alur Penelitian .....	32
G. Pelaksanaan penelitian .....	33
1. Persiapan Eksperimen .....	33
2. Pemberian Perlakuan Pada Setiap Kelompok .....	39
3. Pengumpulan Data Setiap Parameter .....	40
4. Analisis Data .....	41
H. Pengolahan Data.....	41
H. Analisis Data .....	42
BAB V.....	44
HASIL PENELITIAN.....	44
A. Gambaran Lokasi Penelitian .....	44
B. Hasil Analisis.....	47
BAB VI .....	48
PEMBAHASAN .....	48
A. Nilai <i>Waste Reduction Indeks</i> (WRI) Hasil Penggunaan Larva <i>Black Soldier Fly</i> .....	48
B. Nilai <i>Efficiency of Conversion of Digested food</i> (ECD) Hasil Penggunaan Larva <i>Black Soldier Fly</i> .....	50
C. Nilai Biomassa Larva Hasil Penggunaan Larva <i>Black Soldier Fly</i> .....	53
D. Keterbatasan Penelitian .....	55
BAB VII.....	55
SIMPULAN DAN SARAN .....	55
A Kesimpulan .....	55

B Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Dki Jakarta.....	24
Gambar 4. 1 Alur Penelitian Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) .....	32
Tabel 5. 1 Nilai <i>Waste Reduction Indeks</i> (WRI).....	47
Tabel 5. 2 Nilai <i>Efficiency of Conversion of Digested food</i> (ECD) .....	47
Tabel 5. 3 Nilai Biomassa Larva.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi <i>Black Soldier Fly</i> .....	16
Gambar 2.2 Siklus Hidup <i>Black Soldier Fly</i> .....	17
Gambar 2.3 Siklus Instar Larva BSF .....	18
Gambar 2.4 Kerangka Teori Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta” .....	23
Gambar 3. 1 Kerangka Konsep Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.....	24
Gambar 4. 1 Alur Penelitian Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	32
Gambar 4. 2 Penyiapan Alat: a) Timbangan digital, wadah, saringan, sendok pengaduk. b) Sarung tangan, pinset, lebel kertas, spidol, sendok plastik.....	33
Gambar 4. 3 Larva BSF berusia 14-16 Hari .....	34
Gambar 4. 4 Penyiapan Limbah Ikan: a) Sumber limbah ikan dari masyarakat, b) Limbah Ikan yang sudah dipisahkan, c) Ikan yang di jual oleh nelayan.....	35
Gambar 4. 5 Penyiapan Pakan Ayam.....	37
Gambar 4. 6 Pengeringan Kadar air: a) Limbah ikan yang belum di oven, b) Proses oven, c) Limbah ikan yang telah di oven .....	38
Gambar 4. 7 Pemberian Perlakuan Pada Setiap Kelompok: a) Kelompok eksperimen yang telah diberikan perlakuan limbah ikan+larva, b) Kelompok kontrol yang telah diberikan pakan ayam+larva .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perizinan Penelitian Suku Dinas Lingkungan Hidup Kota Administrasi Kepulauan Seribu .....	65
Lampiran 2 Perizinan Penelitian Industri Rumahan Di Pulau Seribu .....	66
Lampiran 3 Pengukuran Kadar Air Limbah Ikan.....	67
Lampiran 4 Data Pengukuran Kelompok Eksperimen.....	69
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Kelompok Eksperimen.....	70
Lampiran 6 Data Pengukuran Kelompok Kontrol .....	71
Lampiran 7 Hasil Perhitungan Kelompok Kontrol .....	72
Lampiran 8 Alur Perhitungan Kelompok Eksperimen.....	73
Lampiran 9 Alur Perhitungan Kelompok Kontrol .....	75
Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-1 .....	77
Lampiran 11 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-4.....	79
Lampiran 12 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-7.....	80
Lampiran 13 Dokumentasi Pengukuran Kadar Air Limbah Organik .....	81

## DAFTAR SINGKATAN

- BOD : *Biological Oxygen Demand* (parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri)
- COD : *Chemical Oxygen Demand* (jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam limbah cair)
- BSF : *Black Soldier Fly* (tentara lalat hitam)
- WRI : *Waste Reduction Index* (Indeks pengurangan limbah )
- EDC : *Efficiency of Conversion of Digested food* (efisiensi konversi umpan tercerna)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Munculnya permasalahan limbah yang dihasilkan dari berbagai jenis aktivitas, termasuk limbah padat disebabkan oleh perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk di semua negara maupun di dunia. Banyak negara di dunia masih bergelut dengan jenis limbah padat baik bersumber dari domestik ataupun industri (Ismuyanto et al., 2017). Pencemaran air didefinisikan sebagai “masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai tingkat tertentu dan menyebabkan air tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya” dalam Peraturan Pemerintah Pasal 1 ayat 2 (Indonesia, 1990).

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional DKI Jakarta timbulan sampah harian kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu berjumlah 17 ton dan timbulan sampah tahunan 6.429 ton ((KLHK), 2021). Produksi sampah di Kepulauan Seribu bersumber dari sampah alihan. Kepulauan Seribu terletak di pertemuan muara 13 sungai berbeda, dekat dengan Lampung, Banten, Bekasi dan daratan Jakarta. Di sisi lain, timbulan sampah berasal dari aktivitas masyarakat, termasuk berkaitan dengan kegiatan wisata dan kegiatan rumah tangga (Baidowi et al., 2020) yang berakhir pada timbulan sampah (Inaku et al., 2022).

Berdasarkan data BPS Sensus Penduduk 2021, total keseluruhan penduduk di Kepulauan Seribu berjumlah 25.721 jiwa, terbagi menjadi Kecamatan Kepulauan Seribu Utara dengan penduduk 14.743 jiwa dan Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan dengan penduduk 10.978 jiwa (Supendi & Paryani, 2021). Total keseluruhan penduduk di Pulau Tidung sebanyak 5.200 jiwa dengan 1.285 KK dan bermata pencaharian sebagai nelayan sebanyak 394 orang, petani rumput laut sebanyak 69 orang (Muzdalifah & Nilamsari, 2021).

Lokasi daerah dekat tepi laut sehingga tidak jauh dari lautan maka semakin mudah untuk menjaring ikan yang melimpah. Hasil dari melaut berupa ikan keakea,

ikan kurisi, ikan tongkol, ikan kembung (Muzdalifah & Nilamsari, 2021). Ikan dipilah dan dipilih berdasarkan permintaan konsumen di lokasi pelelangan ikan. Pemilihan ikan ini menimbulkan limbah ikan berupa ikan kecil dengan nilai ekonominya kecil, ikan dengan keadaan fisiknya tidak bagus untuk jual, ikan yang tidak layak konsumsi (Sihite, 2013). Mata pencaharian nelayan sangat bergantung pada musim, saat musim kemarau, mereka dapat menjual hasil tangkapannya atau mengolahnya menjadi ikan asin atau bentuk olahan ikan lainnya. Namun mereka tidak bisa melaut saat musim hujan karena ombak besar (Ratiandi et al., 2020).

Menurut Ditjen Perikanan Budidaya 6,5 juta ton ikan diproduksi setiap tahunnya, sekitar 20%-30% dari kegiatan perikanan menghasilkan setara 2 juta ton menjadi limbah (Ditjen Perikanan Budidaya, 2010). Bergantung pada spesiesnya, bagian ikan berikut ini terbuang selama pemrosesan filet seperti kepala ikan (20%), jeroan (13%), tulang (9%), kulit (6%), lainnya (2%) (Ghaly et al., 2013). Penumpukan limbah ikan pada pembuangan pelelangan ikan dapat mengakibatkan pencemaran dan penurunan keindahan lingkungan. Limbah ikan sering dibuang ke laut untuk makanan anak ikan (Kassuwi et al., 2012).

Aktivitas pelelangan ikan menghasilkan limbah ikan yang berasal dari ikan kecil dengan nilai jual sedikit sehingga tidak digunakan yang dapat memicu aroma tidak sedap (Fahrizal & Ratna, 2018). Salah satu faktor terjadinya pencemaran lingkungan yang merusak ekosistem adalah pengolahan limbah yang tidak tepat (Setiawan, 2018). Hal ini sejalan dengan tafsir surah Al-Baqarah ayat 11 yang ditulis oleh Buya HAMKA dengan arti ‘Dan apabila dikatakan kepada mereka: “Janganlah berbuat kerusakan di bumi!” Mereka menjawab, “Sesungguhnya kami justru orang-orang yang melakukan perbaikan”. Sehubungan dengan bait tersebut terjadinya kerusakan alam maupun penyimpangan alam. Jika dilakukan secara terus menerus berakibat menimbulkan bencana yang disebabkan oleh manusia (Muzakkir et al., 2020).

Pengomposan pada dasarnya berasal dari sampah organik. Butuh waktu lama untuk sampah organik terurai saat proses pengomposan (Rofi et al., 2021). Normalnya, pengomposan secara aerob dilakukan dalam waktu selama 40-50 hari,

sedangkan pengomposan anaerob dilakukan dalam waktu 10-80 hari bergantung pada inokulan mikroorganisme yang digunakan (Nugraha et al., 2018). Dilihat dari persentasi pengurangan sampah, penggunaan larva maggot diduga dapat mengurangi bahan organik sangat cepat (Suciati & Faruq, 2017). Maggot mampu menguraikan sampah sebanyak 1-5 kali berat badannya, atau dapat dikatakan dalam kurang dari 24 jam, 1 kg maggot dapat menghabiskan 2-5 kg sampah organik (Utami, B. et al., 2021).

Larva *Black Soldier Fly* (BSF) dapat menguraikan berbagai sampah organik, termasuk kotoran hewan, buah-buahan, daging segar dan busuk, serta sampah restoran (Alvarez, 2012). Larva serangga mencerna bahan organik sebagai bagian dari proses konversi biologis yang menghasilkan berbagai produk yang bermanfaat (Muhayyat et al., 2016). Larva *Hermetia illucens* selama siklus hidupnya sejak mereka menetas mengkonsumsi banyak jenis sampah organik. Karenanya, penggunaan larva *Hermetia illucens* adalah cara tepat dalam mereduksi bermacam-macam sampah organik (Rojabi et al., 2021).

Selain sebagai agen biokonversi, larva BSF setidaknya menghasilkan tiga produk yang bermanfaat di masyarakat. Produk pertama adalah larva BSF atau prapupa yang dapat digunakan sebagai pengganti protein pada pakan ternak. Produk kedua berupa cairan yang berasal dari aktivitas larva dan dapat digunakan sebagai pupuk cair. Produk ketiga adalah residu sampah organik kering yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (BB Veteriner, 2016). Metode larva BSF menjadi salah satu strategi dan inovasi dalam sistem pengolahan sampah yang berperan dalam mendekomposisi sampah organik sehingga volume sampah yang diangkut ke TPA berkurang, dan residu sampah dapat dimanfaatkan sebagai kompos organik (Nirmala et al., 2020).

Tidak memerlukan teknologi canggih untuk mengoperasikan *Black Soldier Fly* (Dortmans et al., 2021). Larva *Hermetia illucens* banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein hewan peliharaan dan ternak. Karena pada lalat prajurit hitam tingkat protein 40% digunakan untuk makanan ternak. Persentase ini lebih besar dibandingkan dengan pelet ikan olahan yang memiliki kandungan

protein sebesar 30–35%, dan pelet unggas buatan hanya memiliki kandungan protein 20–25%. Cacing sutera dapat digantikan oleh larva BSF sebagai pakan alami ikan hias (Dewantoro & Efendi, 2018).

Belatung akan muncul pada media yang terkontaminasi lalat dan menjadi wadah untuk bertelur. Akibatnya, media seperti daging menjadi terlihat kurang segar dan aroma menjadi tidak sedap. Genus *Sarcophaga* yang berarti “pemakan daging” termasuk spesies serangga yang kurang baik bagi lingkungan yaitu lalat daging (Dewi et al., 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arif Rahman mendalami laju umpan larva maggot dalam mereduksi limbah ikan tuna menjadi biomassa larva.

Hasil penelitian menunjukkan proses biokonversi paling optimum diberi perlakuan dengan kepala tuna sebesar 60 mg/larva/hari dengan 200 ekor larva pada setiap pengulangan sebanyak 3 kali adalah WRI 4.06 % perhari, ECD 8.32 %, bobot larva 0.72 gram (Hakim et al., 2017). Pada penelitian Rofi penggunaan larva BSF untuk mereduksi bahan organik buah dan sayuran mendapatkan hasil optimum pada buah fermentasi mencapai 46,25%, sampah sayuran sebesar 45%, sayuran kukus sebanyak 43%, buah 34% (Rofi et al., 2021). Penelitian lainnya penggunaan *Black Soldier Fly* (BSF) sebanyak 350 larva dengan berat sampah sayuran dan buah 1.5 kg dan campuran EM4 18 ml dalam sehari dapat mereduksi sampah sebanyak 70% (Rahmadayanti & Firmansyah, 2021).

Studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti di Pulau Tidung Kepulauan seribu terdapat masyarakat yang bekerja sebagai nelayan. Hampir setiap harinya nelayan melaut untuk mendapatkan ikan yang nantinya hasil tangkapan ikan tersebut akan dipilah sesuai jenis dan ukuran untuk ditimbang kemudian akan dijual seperti pada umumnya ke Pulau Tidung itu sendiri maupun ke tempat pelelangan ikan di Jakarta. Ikan yang didapat nelayan berupa ikan selar, ikan bawal, ikan temban, ikan tongkol, ikan ekor kuning, ikan kerapu. Di pulau tersebut juga terdapat tempat pelelangan ikan dimana masyarakat yang berada di pulau tersebut dapat membeli untuk kebutuhan konsumsi pribadi maupun untuk kebutuhan produksi industri rumahan.

Kegiatan dari industri rumahan berupa produk olahan ikan seperti ikan yang dibekukan, maupun menjadi produk lain seperti ikan asin, kerupuk, ikan asap, sate ikan, siomay dapat dibuat menyesuaikan permintaan. Hasil industri rumahan tersebut terdapat hasil buangan berupa limbah ikan yaitu jeroan maupun kepala ikan yang sudah tidak digunakan lagi, karena untuk dijadikan produk olahan lebih banyak hanya bagian dagingnya saja. Bagian kepala ikan maupun jeroan dibuang begitu saja oleh masyarakat bahkan digabungkan dengan jenis sampah lainnya. Masyarakat yang membeli ikanya saja lalu dibersihkan di rumah, bagian kepala ikan maupun jeroan digabungkan dengan jenis sampah lainnya dan masih ditemukannya sebagian masyarakat terutama ibu rumah tangga yang membuang limbah ikan langsung ke laut.

Berdasarkan wawancara kepada warga di Pulau Tidung menunjukkan bahwa masyarakat belum melakukan pemilahan sampah maupun limbah organik berupa limbah ikan sebelum dibuang, pengetahuan terkait jenis sampah masih kurang paham, serta masih kurangnya kesadaran masyarakat akan kebersihan di lingkungan sekitar terkait sampah. Masyarakat masih berfikir akan kehadirannya petugas mereka tidak perlu membersihkan kembali sampah yang mereka hasilkan secara langsung maupun tidak langsung. Masyarakat masih membuang limbah ikan secara sembarangan dengan cara langsung membuangnya ke laut ataupun mencampurkan langsung dengan jenis sampah lainnya.

Terdapat tempat pembuangan sampah sementara dipulau tersebut namun tempat pembuangan akhir berada di Bantar Gebang. Proses pengangkutan sampah dari Pulau Tidung ke Bantar Gebang diangkut menggunakan kapal khusus yang diangkut setiap 2 minggu sekali bergantung dengan cuaca. Jika cuaca terang dan tidak angin kapal akan datang tepat waktu, jika kondisi sedang kurang baik maka kapal akan datang satu bulan sekali bahkan lebih.

Adanya *Black Soldier Fly* (BSF) yang dikelola oleh Suku Dinas Lingkungan Hidup Kepulauan Seribu di Pulau Tidung sejak tahun 2020 pengelolaan sampah organik hanya sampai kepada petugasnya saja. Masyarakat hanya tahu sampai sampah diangkut setiap harinya dan sebagian masyarakat di pulau tersebut masih

belum mengenal lebih jauh terkalit *Black Soldier Fly* (BSF) dan sebagian kecil lainnya sudah tahu. Terdapat masyarakat bermata pencaharian sebagai nelayan dan para nelayan menangkap ikan setiap harinya. Hasil tangkapan ikan yang didapat dibawa oleh nelayan kemudian akan dijual kembali ketika sampai di dermaga Pulau Tidung. Pembeli ikan akan meminta untuk dibersihkan bagian isi perut maupun kepala ikan.

Sementara penjual ikan akan mengumpulkan limbah ikan berupa isi perut maupun kepala ikan dalam satu wadah ditambah dengan hasil tangkapan ikan dibuang yaitu ikan dengan keadaan tubuhnya tidak utuh, ikan kecil yang harga beli kurang dan keadaan ikan kurang baik untuk dimakan. Sebagian besar para penjual akan membuangnya begitu saja ke laut dan sebagian lainnya limbah ikan akan dibuang ke tempat sampah yang digabungkan dengan sampah lainnya kedalam satu tempat. Hal tersebut dapat menimbulkan aroma tidak sedap, mencemari saluran air kotor, pemandangan yang kurang bagus, dapat mencemari lingkungan dan dapat menimbulkan vektor lalat maupun sumber penyakit lain akan muncul.

Jika dibiarkan secara terus menerus akan berdampak kepada kehidupan biota air dapat menyebabkan penurunan tingkat oksigen terlarut berakibat biota air kekurangan oksigen dan perkembangannya terhambat. Endapan didasar perairan dapat mempengaruhi kehidupan spesies perairan dalam air karena material tersebut akan menutupi permukaan dasar perairan, tempat peletakan telur ikan berada. Hal tersebut menjadi landasan pendahuluan peneliti sehingga ditetapkan rumusan masalah dalam penelitian ini.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.

### **C. Tujuan Penelitian**

#### **a Tujuan Umum**

Untuk mengetahui Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta”

#### **b Tujuan Khusus**

- 1 Mengetahui nilai *waste reduction index* (WRI) hasil penggunaan larva *Black Soldier Fly* untuk mereduksi limbah ikan dengan metode *Black Soldier Fly* sebagai cara pengurangan limbah organik di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu.
- 2 Mengetahui nilai *efficiency of conversion of digested-food* (ECD) hasil penggunaan larva *Black Soldier Fly* untuk mereduksi limbah ikan dengan metode *Black Soldier Fly* sebagai cara pengurangan limbah organik di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu.
- 3 Mengetahui nilai biomassa larva hasil larva *Black Soldier Fly* untuk mereduksi limbah ikan dengan metode *Black Soldier Fly* sebagai cara pengurangan limbah organik di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu.

### **D. Manfaat**

#### **1 Bagi Peneliti**

Sebagai bahan pengembangan ilmu kesehatan masyarakat terutama pada bidang kesehatan lingkungan dalam rangka mencari alternatif pengelolaan limbah organik yaitu dengan memanfaatkan hewan untuk mengurangi jumlah limbah ikan yang biasanya dibuang tanpa diolah terlebih dahulu.

Penelitian yang dilakukan secara langsung dilapangan ini memberikan wawasan yang baru bagi peneliti.

#### **2 Bagi Fikes UHAMKA**

Menjadi referensi tambahan dalam proses belajar mengajar bagi FIKES UHAMKA, serta menambah referensi literatur yang bisa digunakan oleh mahasiswa FIKES UHAMKA terkait alternatif pengelolaan limbah organik pada limbah ikan.

### 3 Bagi Masyarakat

Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat mengenai pemanfaatan larva *Black Soldier Fly* sebagai alternatif untuk mereduksi limbah organik terutama limbah ikan. Manfaat yang dapat dirasakan masyarakat lingkungan sekitar menjadi bersih dan mewujudkan pulau yang bersih.

## **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini telah dirancang oleh mahasiswa Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Program Studi Kesehatan Masyarakat dengan bidang minat Kesehatan Lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah *true experiment* dengan rancangan penelitian *posttest only control design* untuk melihat “Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta”. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus - Oktober 2022. Limbah organik berupa limbah ikan yang ada di pulau Tidung menjadi kelompok eksperimen dalam penelitian ini. Limbah ikan yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti kurang lebih sebanyak 1 kg, jumlah limbah ikan yang lebih akan diserahkan kepada pihak rumah maggot untuk dijadikan umpan bagi maggot lainnya. Peneliti menggunakan larva BSF berusia 14-16 hari berwarna krem kemudian terbagi menjadi dua kelompok yaitu, kelompok eksperimen yang diberikan umpan limbah ikan sebanyak 255 gram dan kelompok kontrol yang diberikan umpan berupa pakan ayam sebanyak 255 gram. Selanjutnya dihitung dengan menggunakan *Waste Reduction Index (WRI)*, *Efficiency of Conversion Digested Food (ECD)*, dan Biomassa Larva untuk mengetahui jumlah reduksi limbah ikan oleh BSF.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI**

#### **A. Gambaran Umum Limbah**

##### **a Pengertian Limbah**

Limbah merupakan suatu senyawa atau zat buangan hasil dari kegiatan produksi industri ataupun pemukiman yang keberadaannya tidak dikehendaki oleh lingkungan pada saat tertentu sehingga derajat lingkungannya turun (Zulkifli, 2014). Atau dapat didefinisikan limbah sebagai material sisa dari berbagai proses produksi yang berpotensi mencemari lingkungan dan masyarakat. Terdapat beberapa jenis wujud limbah antara lain limbah cair, limbah padat dan limbah udara atau gas. Kualitas kesehatan manusia dan lingkungan akan terkena dampak negatif jika air tercemar oleh limbah industri, rumah tangga, restoran, hotel, peternakan dan perikanan (Adinsyah, 2022).

##### **b Jenis-Jenis Limbah**

###### **1 Jenis limbah berdasarkan wujudnya**

- a Limbah Padat adalah limbah yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berharga dan harus ditangani agar tidak merugikan dan melindungi investasi pembangunan di lingkungan (SNI 19-2454-1991). Limbah yang berbentuk padat merupakan limbah padat antara lain limbah pasar, kotoran hewan atau manusia, limbah padat industri, bungkil sisa pengolahan tebu menjadi gula, dan lainnya.
- b Limbah Cair, merupakan limbah yang memiliki bentuk cair. Seperti air limbah cucian, buangan limbah kegiatan laundry, buangan cair industri, cairan pabrik tahu, dan lainnya.
- c Limbah Gas, merupakan limbah yang memiliki bentuk wujud gas didapat dari proses pemanasan dibuang melalui saluran asap pabrik (Alvira, 2017).

###### **2 Jenis limbah berdasarkan senyawa**

- a Limbah Organik merupakan limbah yang terkandung hasil-hasil makhluk hidup seperti tumbuh-tumbuhan serta hewan. Limbah organik sangat cepat terurai menjadi molekul organik melalui proses biologis (baik aerobik atau

anaerobik) sehingga lebih mudah ditangani. Seperti kotoran manusia atau hewan, kertas, limbah rumah potong hewan, sampah pasar (sisa sayur atau dedaunan), dan lainnya.

- b Limbah Anorganik yaitu limbah yang mengandung sangat tinggi zat anorganik dan tidak mudah ditangani termasuk: plastik, logam berat, besi tua, kaca.

### 3 Jenis limbah berdasarkan sifatnya

- a Limbah biasa termasuk kategori baik dalam kurun waktu sementara ataupun jangka panjang tidak merusak lingkungan, seperti limbah organik masuk ke jenis sampah umum.
- b Limbah B3 atau disebut limbah bahan berbahaya dan beracun merupakan limbah yang dapat menyebabkan kerusakan serius walaupun pada jangka pendek maupun berulang. Seperti limbah yang mempunyai ciri kaustik, gampang meledak, terbakar, mengakibatkan infeksi, beracun, dan lainnya.

#### c Karakteristik Limbah

Karakter limbah, memiliki beberapa sifat yang perlu diketahui, yakni sebagai berikut:

- 1 Sifat Fisik adalah Sifat padatan fisik suatu terlarut, limbah tersuspensi diketahui bersumber dari jumlah dan total kalinitas, bau dan keruhan warna, temperatur. Dikenali secara warna, sifat visual, salinitas fisik beberapa daya untuk hantarpadatan, mengetahui diantara listrik, untuk lebih tepatnya menggunakan analisis laboratorium.

#### a Padatan

Bahan padat biasanya dibagi menjadi dua kategori utama yaitu benda padat terlarut dan benda padat tersuspensi. Partikel koloid dan butir regular membentuk padatan tersuspensi. Jenis padatan yang berbeda dapat diukur. Bahan organik dan anorganik merupakan partikel pelarut ataupun tersuspensi sesuai muasal limbah. Selain itu, terdapat padatan yang memiliki ukuran melebihi sebelumnya, serta suasana diam akibat dari bobotnya akan tertumpuk membutuhkan waktu beberapa saat.

b Kekeruhan

Limbah terdapat butir koloid mengandung kwartz, tanah liat, tersisa bahan produksi, protein dan ganggang dapat diketahui tanpa menggunakan alat bantu untuk mengenalnya. Sifat optis larutan ada pada kekeruhan serta mengurangi nilai keindahan akibat dari sifat keruh.

c Bau

Proses pembusukan protein menghasilkan zat kimia seperti campuran nitrogen, sulfur dan fosfor yang mengganggu indra pernapasan, karena bahan organik pada limbah terurai sehingga menimbulkan bau. Hal tersebut menandakan indikator pada proses alamiah sedang berlangsung. Selain itu limbah yang bau lebih baik dibandingkan dengan yang tidak memiliki bau, tingkat bau dapat menjadi tolak ukur dalam menentukan tingkatan bahaya.

d Temperatur

Suhu yang panas dapat menghalangi pertumbuhan biota tertentu. Temperatur alami perlu dihasilkan secara alamiah terutama pada limbah cair. Adanya kegiatan kimiawi maupun biologi merupakan fungsi dari suhu. Pada proses pengentalan cairan ataupun pembentukan sedimentasi dapat dikurangi dengan temperature yang tinggi dengan catatan pembusukan tidak akan terjadi pada suhu rendah namun oksidasi terjadi pada temperatur tinggi.

e Warna

Kandungan ion logam, besi, mangan, limbah industri, humus maupun lainnya seperti plankton, tanaman merupakan sumber dari warna dalam air termasuk adanya senyawa terlarut atau tersuspensi. Kandungan tersebut dapat memunculkan warna keruh pada air sehingga perlu dijernihkan agar air dapat terlihat. Walaupun bukan memunculkan racun, corak di air limbah menjadi tidak bagus.

## 2 Sifat Kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan oleh BOD, COD, dan logam-logam berat yang terkandung dalam air limbah.

### a BOD

Proses reaksi oksidasi senyawa organik dengan oksigen di air terjadi akibat adanya bakteri. Oksigen diperlukan sebagai bakteri pengurai senyawa organik tercampur dengan air sehingga menghasilkan zat organik yang sederhana. Pemecahan senyawa organik diolah dengan sendirinya atau alamiah. Pada proses penguraian zat organik, bakteri akan bergerak ketika ketersediaan oksigen berkurang.

b Perkembangan mikroorganisme pada limbah akan terhambat disebabkan oleh racun ataupun jenis logam tertentu sehingga kadar BOD akan sulit diukur, namun dapat di analisis dengan metode COD. Senyawa anorganik ataupun organik dioksidasi menggunakan oksigen dengan jumlah tertentu merupakan ciri dari COD. Hasil pengukuran COD biasa digunakan untuk mengetahui kadar air yang tercemar oleh bahan anorganik.

### c Methan

Terurainya bahan organik dengan keadaan anaerobik yang terdapat dalam limbah akan menghasilkan gas methan dengan memiliki ciri mudah terbakar, tidak berwarna, tidak berdebu biasanya terdapat dibawah kolam berasal dari endapan lumpur.

### d Keasaman air

pH meter adalah alat yang dipakai saat menghitung tingkat konsentrasi asam dalam air diketahui beralaskan angka yang muncul pada kandungan ion hidrogen di air. Air limbah memiliki pH tinggi atau sedikit membuat air menjadi normal dan fungsi lainnya dapat mematikan bakteri dalam air yang dibutuhkan biota. Air cucian pada industri pabrik kawat atau seng memiliki kadar keasaman yang tinggi.

e Alkalinitas

Unsur karbonat, garam-garam hidrokisda, magnesium dan natrium menjadi penentu kadar alkalinitas pada air. Banyaknya senyawa yang terkandung di air menyebabkan kesadahan. Air akan sulit berbusa jika kesadahan dalam air kadarnya tinggi.

f Lemak dan minyak

Pada proses klasifikasi kation atau pematangan bahan utamanya terkandung minyak yang sedang dimasak menghasilkan bagian terpisah lemak dan minyak terdapat selaput yang terbentuk pada bagian atas air.

g Oksigen terlarut

Jika kadar oksigen terlarut sedikit maka kadar BODnya tinggi. Ditandai dengan adanya ikan yang hidup dan biota dalam air berkembang merupakan cara termudah dalam mengukur oksigen terlarut, kandungan oksigen tertinggi ditandai dengan keberadaan ganggang.

h Logam-logam berat dan beracun

Umumnya copper, selter, cadmium, air raksa, lead, chromium, iron dan nikel merupakan logam berat. Bahan metal lain yang juga termasuk metal berat yaitu arsen, selenium, cobalt, mangan, dan aluminium. Bahan inilah jika dalam tingkatan tertentu dapat mendatangkan bahaya ke manusia.

3 Sifat Biologis

Zat organis di air terkandung banyak jenis molekul. Protein merupakan bagian dari zat kimiawi organik terbentuk dari susunan lengkap, gampang terpecah sebagai zat berbeda contohnya asam amino. Beberapa jenis mikroorganisme dan enzim merupakan hasil penguraian di air pada berbahan terlarut. Kadar alkohol dihasilkan dari proses fermentasi ragi. Tepung jagung susah melarut, namun berubah jadi gula akibat kegiatan biologi. Zat kimiawi terkecil yaitu karbondioksida, air dan amoniak merupakan hasil dari konversi mikrobiologi pada limbah (Alvira, 2017).

#### d Sumber Limbah

Menurut Zulkifli dalam buku Pengelolaan Limbah edisi ke-2 menjelaskan terkait sumber limbah:

##### 1. Limbah Industri

Hasil buangan suatu aktivitas produksi. Seperti aktivitas pertambangan, sisa bahan radioaktif asalnya dari PLTN, sampah medis dan sejenisnya. Bahan buangan industri tertangani sebab sudah diatur oleh pemerintahan untuk tiap persero terbuka khususnya di perindustrian.

##### 2. Limbah Domestik atau rumah tangga, sampah yang dihasilkan dari kegiatan pemukiman atau rumah tangga seperti kemasan aluminium sisa kebutuhan rumahan, air sisa mencuci, kemasan plastik bekas, dus tidak terpakai serta aktivitas berniaga yaitu pasar, restoran, gedung perkantoran dan lainnya.

##### 3. Limbah pertanian, bersumber yang asal wilayahnya terdapat hasil bumi aktivitas petani ataupun berkebun.

##### 4. Limbah pertambangan, bersumber dari aktivitas tambang seperti bahan pertambangan yaitu logam, bebatuan.

##### 5. Limbah Pariwisata, aktivitas pariwisata menghasilkan buangan sumber asalnya kendaraan umum buangannya limbahnya ke atmosfer, dan adanya ketumpahan minyak maupun oli hasil buangan perkapalan ataupun kapal mesin di wilayah pariwisata.

##### 6. Limbah Medis, sampah yang timbul asalnya seperti bidang medis berupa obat-obatan dan zat lainnya (Zulkifli, 2017).

##### 7. Limbah Perikanan

Hasil aktivitas pembudidayaan ikan tergolong sangat besar, yakni lebih kurang 20-30%, pemroduksian ikan pertahun menyentuh 6,5 juta ton. Limbah dari perikanan dapat berwujud padat, cair atau gas. Limbah berwujud padat seperti saluran pencernaan sisik, insang ataupun potongan daging ikan. Limbah ikan berwujud cair seperti plasma sel merah, lendiran, limbah mencuci ikan. Sisa produksi ikan berwujud zat ringan yaitu aromanya timbul karena adanya molekul amoniak, hydrogen sulfida.

Sisa proses produksi aktivitas perikanan yaitu Ikan kecil masih belum banyak dimanfaatkan sebagai makanan karena nilai ekonomisnya yang rendah. Bagian daging ikan yang tidak dimanfaatkan dari restoran, rumah tangga, mengindustri kalengan, maupun perindustrian pemfiletan, Ikan yang belum terjangkau pasar utamanya saat musim pemroduksi perikanan yang banyak, Ketidaktepatan penggarapan serta cara mengolah (Rijal, 2016).

e Dampak Limbah

Hasil buangan produksi yang terkandung zat tercemar jika dialiri melalui aliran air secara tidak langsung akan mengakibatkan cemaran dilingkungan. Hasil cemaran berakibat pengelolaan kurang baik untuk organisme, bakteri, tumbuhan, hewan, manusia, alam.

1 Dampak Limbah Bagi Lingkungan

- a Pencemaran air permukaan dapat terjadi ketika air buangan belum dilakukan pengolahan kemudian segera dialirkan menuju sekumpulan air. Unsur-unsur organis yang terkandung pelimbahan, saat dilepaskan menuju lingkungan, berpotensi menurunkan tingkat oksigen terlarut yang dapat mengganggu makhluk hidup diperairan, merusak kemampuannya untuk berkembang, dan menghambat pemurnian air secara alami.
- b Mengganggu keindahan lingkungan ditandai dengan aroma menyengat selain tumpukan besar bahan organis dikeluarkan menuju lingkungan air.
- c Terhadap Kehidupan Biota Air, melimpahnya bahan tercemar pada cairan limbah menjadi penyebab penurunan tingkat oksigen terlarut kemudian berakibat biota air kekurangan oksigen dan perkembangannya tersendat. Terdapat bahan beracun menyebabkan tanaman dan tumbuhan air mati, menghambat kemampuan air untuk memurnikan dirinya secara alami. Adanya endapan didasar perairan dapat mempengaruhi kehidupan spesies perairan dalam air karena

material tersebut akan menutupi permukaan dasar perairan, tempat peletakan telur ikan berada.

## 2 Dampak Limbah Bagi Kesehatan

Ketika air limbah tidak ditangani secara tepat dapat memicu penyakit yang ditularkan melalui air dan berfungsi sebagai tempat berkembang biaknya vektor penyakit. Kuman penyebab tifus, kolera, filariasis, diare, dan gangguan kecacingan semuanya dapat dibawa oleh vektor penyakit. Limbah berbahaya gejala dengan cara yang rumit, dampaknya dapat membahayakan sistem saraf, saluran pencernaan, sistem otak, sistem pernapasan, dan kulit. Dampak kronis meliputi kerusakan pada sistem reproduksi, perubahan gen atau kromosom yang menyebabkan kanker, dan efek karsinogenik (Sumantri, 2015).

## 3 Dampak Limbah Ikan

Karena ikan cepat membusuk, maka pengolahan berupa pengawetan harus dilakukan tidak lama setelah ikan ditangkap. Terdapat komponen ikan yang terbuang selama pengolahan, seperti kepala, ekor, dan bagian yang tidak dapat digunakan. Tak heran jika masih banyak ikan sisa dalam ukuran lainnya jumlahnya tidak sedikit, digabung dengan jenis ikan lain yang terkumpul namun nilai jualnya kecil. Limbah ikan yang tersisa lalu dibuang secara langsung atau tidak langsung menjadi penyebab permasalahan lingkungan paling sedikit berbentuk halangan terganggunya sanitasi, kerapihan serta kesehatan lingkungan (Rijal, 2016).

## **B. Gambaran Umum *Black Soldier Fly* (lalat Tentara Hitam)**

### *a* Sejarah *Black Soldier Fly*

Revolusi pengelolaan limbah sudah diramalkan sejak 1916 oleh para ahli ditemukan pada mayat di zona Kanal atau dikenal dengan Panama. Mayat tersebut ditutupi oleh larva *Hermetia Illucens* dengan jumlah yang sangat banyak di beberapa bagian tubuh berdasarkan laporan LH Dunn pada disertasi berjudul “*Volarisation of Organic Solid Waste Using the Black Soldier Fly, Helmetia Illucens in Low and Middle Income Countries*” (Diener, 2010).

Maggot adalah belatung larva yang berasal dari lalat *Black Soldier Fly* (BSF). Maggot bermanfaat secara ekologi saat proses penguraian zat organik.

Selain buah dan sayuran segar, maggot pun mengonsumsi sampah sayuran dan buah. Oleh karena itu, maggot tepat digunakan sebagai pengelolaan limbah organik (Baidowi et al., 2020). Larva yang tidak sengaja ditemukan pada limbah tanaman karet dan mempelajarinya lebih dalam 10 tahun lalu sehingga dapat diketahui bahwa larva tersebut merupakan larva BSF digunakan menjadi alternatif asal protein pada umpan ikan. Setelah dikembangkan oleh Saurin awal produksi BSF dilakukan oleh pembudidaya ikan di desanya (Caruso et al., 2013).

*b* Klasifikasi dan anatomi *Black Soldier Fly*

Bermula dari wilayah tropis, subtropis dan iklim sedang di benua Amerika, tentara lalat hitam sekarang ada di semua negara, antara garis lintang 40° selatan dan 45° utara dapat ditemui pada negara di Eropa, Afrika, Oseania (Australia dan Selandia Baru) dan Asia (Indonesia, Jepang, Filipina, dan Sri Lanka) (Caruso et al., 2013)



**Gambar 2.1 Anatomi *Black Soldier Fly***

Sumber: (Caruso et al., 2013)

*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) terkenal sebagai *Black Soldier Fly* (BSF) adalah serangga yang tergolong dalam ordo Diptera, famili *Stratiomyidae*, subfamili *Hermetinae*.

Klasifikasi:

Phylum: *Arthropoda*

Subfilum: *Hexapoda*

Class: *Insecta*

Subclass: *Pterygota*

Infraclasse: *Neoptera*

Ordo: *Diptera*

Subordo: *Brachycera*

*Black soldier Fly* merupakan filum *Arthropoda* yang memiliki tiga pasang kaki dan Sub-filumnya adalah *Hexapoda*. Serangga ini termasuk kedalam Sub-kelas *Pterygota* dengan dua pasang sayap terletak pada segmen toraks kedua dan ketiga dihubungkan oleh sendi mandibular dengan kondilus dan metamorphosis dalam perkembangannya. *Black soldier Fly* masuk kedalam ordo *Diptera* memiliki dua pasang sayap terbang fungsional dengan struktur membran pada *mesothorax*. Sepasang halter membantu menyeimbangkan serangga selama terbang (Caruso et al., 2013).

c Siklus Hidup *Black Soldier Fly*

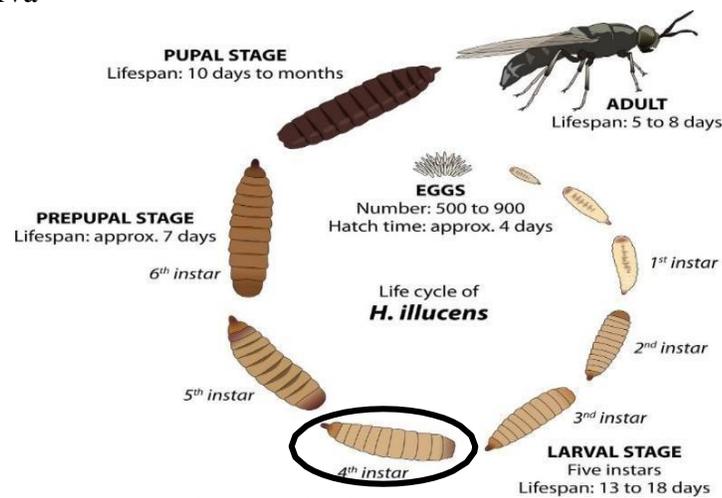


**Gambar 2.2 Siklus Hidup *Black Soldier Fly***  
Sumber: (Diener, 2010)

## a) Fase Telur

Siklus hidup BSF, diawali dengan telur siklus hidup sekaligus selesainya tahapan akhir sebelumnya. Saat lalat betina meletakkan telurnya sebanyak 400-800 butir telur tidak jauh dengan bahan organik sudah busuk berongga kecil, kering dan terlindungi. Setelah meletakkan telur lalu betina mati. Telur akan menetas dalam waktu 4 hari kemudian larva akan memakan sampah organik yang busuk didekatnya sebagai makanan utamanya. Tempat berongga melindungi larva dari hewan pemangsa lain, cahaya matahari.

## b) Fase Larva



**Gambar 2.3 Siklus Instar Larva BSF**

Sumber: (Maulana, 2019)

Larva akan makan bahan organik yang membusuk dengan nafsu makan yang rakus, menyebabkan ukuran badannya membesar dari beberapa milimeter menjadi 2,5 cm, lebar 0,5 cm, warna berubah krem muda. Perkembangan larva membutuhkan waktu 14 sampai 16 hari dalam keadaan sempurna dengan kualitas dan kuantitas makanan yang sangat baik (Dortmans et al., 2017). Larva BSF memiliki fase instar 6 (Fauzi & Muharram, 2019), Larva BSF memiliki siklus hidup enam instar. tahap pertama setelah menetas, selanjutnya tumbuh sebelum mengganti kulit menuju siklus ke-3, larva pada instar ketiga berkembang sebelum memasuki tahap pra-pupa (Rodli & Hanim, 2022).

Namun, larva BSF merupakan insekta tangguh yang mampu memperpanjang siklus hidupnya saat situasi yang tidak optimal. Saat masih di fase inilah larva makan dan akan diubah menjadi cadangan lemak dan protein diserap tubuh sampai disiklus kepompong atau pupa berakhir jadi lalat, mencari pasangan, kawin, bertelur pada lalat betina akan mati. (Dortmans et al., 2017).

Telur BSF sampai menjadi prepupa membutuhkan waktu 26 hari, pada tahap prepupa ke tahap pupa membutuhkan waktu 7 hari. Larva berusia 15 sampai 21 hari ukuran tubuhnya sudah bertambah, masuk usia 21 hari larva memasuki fase prepupa kandungan proteinnya lebih tinggi larva berwarna putih. Metamorfosis lalat BSF diawali telur sampai menjadi lalat memakan waktu 1.5 bulan (Rodli & Hanim, 2022).

c) Fase Prapupa

Larva berubah menjadi prepupa, mulutnya seperti kait dan berubah warna dari coklat tua menjadi abu-abu arang. Sangat mudah baginya untuk keluar melalui mulutnya yang berbentuk kait dan pergi dari sumber makanannya ke lokasi baru, kondisi kering, bertekstur humus, teduh, dan aman jauh dari pemangsa. Pupa berkembang menjadi imago, setelah itu terbang.

d) Fase Pupa

Ketika prapupa menemukan lokasi yang tepat untuk menghentikan aktivitasnya dan menjadi kaku, tahap kepompong dimulai. Akan optimal jika lokasi tersebut memiliki keadaan lingkungan yang stabil, lokasi yang selalu hangat, kering, dan teduh, agar proses kepompong menjadi efektif. Dibutuhkan dua hingga tiga minggu untuk menjadi kepompong dicirikan munculnya lalat dari cangkang kepompong.

e) Fase Imago

Lalat akan keluar membutuhkan waktu beberapa detik. Mula-mula menanggalkan tudungnya, lalu bergerak keluar kemudian menjemurkan sayap dan membentangkannya untuk terbang, semua itu terjadi tidak sampai

5 menit. Lalat bertahan hidup selama 7 hari. Waktu hidup yang sedikit akan kawin, bereproduksi telur untuk yang betina. Pada fase ini lalat tidak membutuhkan makanan namun butuh air untuk kelembaban tubuhnya.

Ketersediaan cahaya yang cukup dengan suhu berkisar 25°C-32°C. Kondisi lingkungan yang lembab akan menghasilkan telur melimpah dan rentang usia hidup bertambah. Berdasarkan penelitian, spesies ini lebih suka kawin di cuaca cerah dan akan berusaha mendapatkan wadah untuk menyimpan telurnya (Dortmans et al., 2017).

*d* Faktor Pertumbuhan *Black Soldier Fly*

- 1 Iklim berada disuhu optimumnya sekitar 24°C-30°C. Jika terlalu panas, larva akan melarikan diri dari persediaan makanannya untuk menemukan lingkungan yang sejuk. Pada suhu yang rendah, penguraian larva akan menurun. Berakibat, umpan yang dikonsumsi tidak banyak dan memperlambat perkembangannya.
- 2 Lingkungan yang teduh: larva menjauhkan diri dari sinar matahari dan larva berusaha memperoleh keadaan tempat lembab. Jika sumber makanan terkena sinar matahari secara langsung maka larva akan mencari ke bagian dasar sumber makanan untuk menjauhkan diri dari sinar matahari.
- 3 Kandungan air dalam makanan: sumber makanan harus cukup lembab memiliki kadar air sebesar 60%-90% sehingga mudah dicerna larva.
- 4 Kebutuhan nutrisi pada makanan: bahan yang tinggi protein dan karbohidrat membuat perkembangan yang bagus untuk larva. Penelitian lain menunjukkan, makanan yang lebih mudah dicerna larva adalah bahan yang sudah melewati proses penguraian mikroorganisme atau jamur.
- 5 Ukuran partikel makanan: larva BSF tidak mempunyai mulut untuk melumatkan makanan, penyerapan nutrisi lebih gampang terserap jika ukuran partikelnya lebih halus, berbentuk tidak padat atau seperti bubur (Dortmans et al., 2017).

### C. Metode Pengolahan Limbah Organik dengan Maggot

Stefan Diener dalam artikelnya berjudul “*Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates*” Tahun 2009 yang diterbitkan dalam jurnal *Waste Management & Research* oleh *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology* (EAWAG) menjelaskan bahwa larva *black soldier fly* memiliki potensi untuk mengubah limbah organik dalam jumlah besar menjadi biomassa yang kaya dengan protein. Larva BSF (*Black Soldier Fly*) atau dikenal sebagai maggot, ternyata mampu mengurangi sampah organik sampai 56%. Sebagai agen biokonversi, pemberdayaan larva BSF setidaknya menghasilkan tiga produk yang dapat diperoleh dengan. Produk pertama adalah larva BSF atau prapupa yang dapat digunakan sebagai pengganti protein pada pakan ternak. Produk kedua berupa cairan yang berasal dari aktivitas larva dan dapat digunakan sebagai pupuk cair. Produk ketiga adalah residu sampah organik kering yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (BB Veteriner, 2016).

Metode larva BSF menjadi salah satu strategi dan inovasi dalam sistem pengolahan sampah yang berperan dalam mendekomposisi sampah organik sehingga volume sampah yang diangkut ke TPA berkurang, dan residu sampah dapat dimanfaatkan sebagai kompos organik (Nirmala et al., 2020). Untuk mengetahui potensi pengurangan limbah organik dapat digunakan pengukuran menggunakan perhitungan, sehingga dapat dikatakan berpotensi dilihat dari selisih hasil reduksi perbandingan antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol saat sebelum dan sesudah diberikan perlakuan eksperimen dihitung dengan rumus berikut :

#### a Indeks Pengurangan Limbah Ikan (*waste reduction index/WRI*)

Indeks reduksi sampah (*waste reduction index/ WRI*) merupakan indeks pengurangan limbah menggunakan ikan berupa kepala dan isi perut oleh larva per hari. Nilai WRI yang tinggi mendapatkan arti bahwa kemampuan larva dalam mereduksi makanan tinggi. Nilai pengurangan limbah dihitung menggunakan rumus berikut (Diener, 2010) :

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

Keterangan:

SC : Penurunan total seluruh sumber makanan (gr)

W : Total umpan sumber makanan (gr)

R : Sisa sumber makanan setelah waktu tertentu (gr)

$$WRI = \frac{SC}{T} \times 100\%$$

WRI (*Waste reduction index*) : Indeks pengurangan limbah (%)

SC : Penurunan total seluruh sumber makanan (gr)

T : Total keseluruhan waktu larva memakan sumber makanan (hari)

**b Efisiensi konversi umpan tercerna (*Efficiency of conversion of digested food/ECD*)**

Efisiensi konversi umpan tercerna atau biasa disebut *efficiency of conversion of digested food* (ECD) adalah efisiensi konversi umpan yang dicerna oleh larva selama masa pemeliharaan (%) hitungan rumus ini dikemukakan (Waldbauer, 1968) yaitu:

$$EDC = \frac{B}{(I - F)} \times 100\%$$

Keterangan:

ECD : *Efficiency of Conversion of Digested food* (efisiensi konversi sumber makanan tercerna) selama masa pemeliharaan (%)

B : Pertambahan bobot larva selama periode makan; dihitung dengan cara: berat akhir larva (gr) - berat awal larva (gr).

I : Jumlah sumber makanan yang dikonsumsi; dihitung dengan cara: berat awal limbah (gr) - berat akhir limbah (gr).

F : Berat sisa limbah dan material residu lain hasil ekskresi larva (gr)

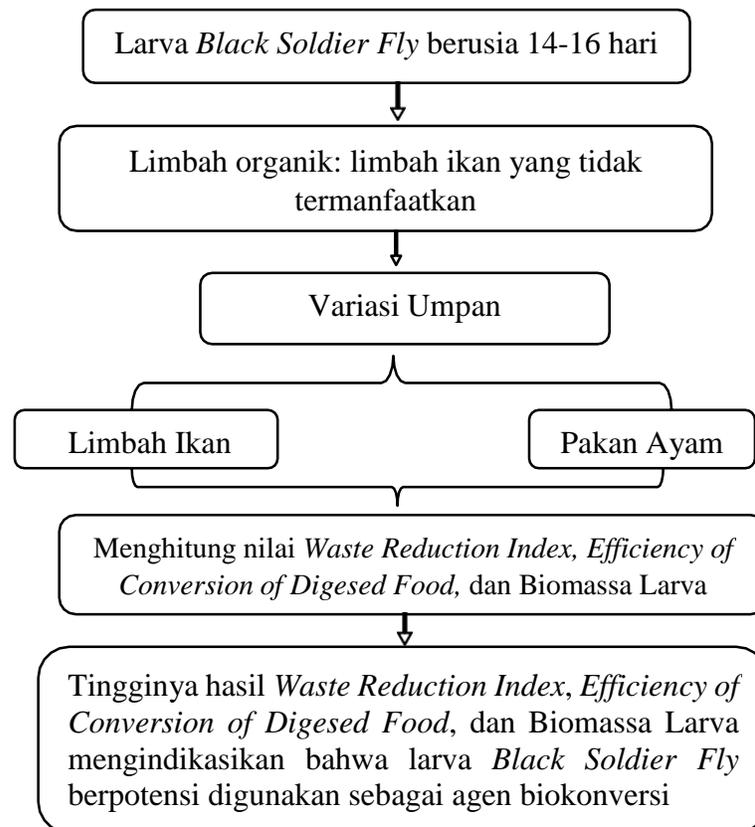
**c Biomassa larva**

Biomassa larva merupakan bobot atau berat larva memiliki satuan gram yang diukur setiap hari tertentu dan dicatat dalam lembar pencatatan bobot larva. Hasil pencatatan bobot larva dikalkulasi dan dibagi dengan jumlah larva yang diukur untuk mencari berat rata-rata larva setiap 3 hari (Diener, 2010).

$$\text{Berat rata-rata} = \frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$$

#### D. Kerangka Teori

Kerangka teori ini menjadi gambaran umum pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan. Penyusunan Kerangka teori ini berdasarkan studi literature berupa artikel jurnal ilmiah, laporan tugas akhir maupun buku teks dalam mendukung penelitian. Stefan Diener dalam disertasinya berjudul “*Volarisation of Organic Waste Using The Black Soldier Fly, Hermentia Illucens, in Low Middle-Income Countries*” Tahun 2010 diterbitkan dalam buku *Waste Management & Research* oleh *Swiss Federal Institutr of Aquatic Science and Technology* (EAWAG).



**Gambar 2.4 Kerangka Teori Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta”**

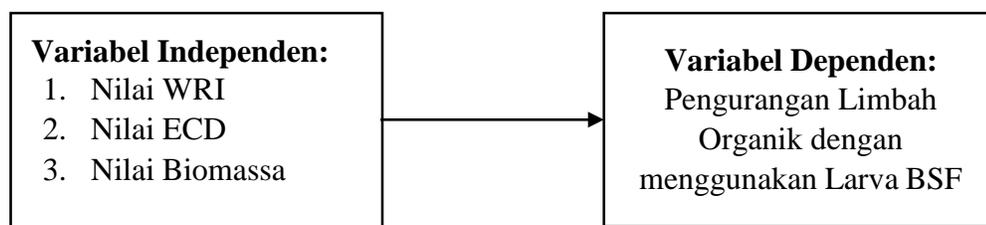
Sumber: (Dortmans et al., 2017), (Diener, 2010), (Waldbauer, 1968)

### BAB III

#### KERANGKA KONSEP, DEFINISI OPERASIONAL, HIPOTESIS

##### A. Kerangka Konsep

Kerangka konsep menjadi model penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti yang bertujuan mengetahui nilai perhitungan WRI, ECD, dan Biomassa larva yang kemudian menjadi Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.



**Gambar 3. 1 Kerangka Konsep Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta**

##### B. Definisi Operasional

**Tabel 3. 1 Definisi Operasional Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Dki Jakarta**

No.	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Larva <i>Black Soldier Fly</i>	Larva <i>Black Soldier Fly</i> berusia 14-16 hari dalam fase larva dewasa atau instar IV yang ukurannya $\pm 1,5$ cm digunakan dalam penelitian ini larva dengan berat 600 gram terbagi ke dalam dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan tiga kali pengulangan pada tiap kelompok.	Pengukuran	Timbangan Digital	Gram berat larva untuk tiap wadah penelitian (gr)	Rasio
2.	Limbah ikan	Limbah ikan dalam penelitian ini berasal dari tempat pelelangan ikan yang terdiri dari jeroan berupa isi perut, kepala ikan,	Pengukuran	Timbangan Digital	Gram berat limbah	Rasio

		sebanyak 765 gram kemudian dipotong-potong agar larva <i>Black Soldier Fly</i> lebih mudah mereduksinya pada kelompok eksperimen dengan tiga kali pengurangan dalam tiga wadah penelitian yang berbeda sehingga setiap wadah penelitian memiliki 255 gram limbah ikan.			ikan (gr)	
3.	Pakan Ayam	Campuran pakan ayam dengan air digunakan di dalam penelitian ini sebanyak 765 gram sebagai kelompok kontrol dengan tiga kali pengulangan dalam tiga wadah yang berbeda sehingga setiap wadah penelitian memiliki 255 gram pakan ayam.	Pengukuran	Timbangan Digital	Gram Campuran pakan ayam dan air (gr)	Rasio
4.	<i>Waste Reduction Index (WRI)</i>	Indeks pengurangan limbah yang dilakukan Larva <i>Black Soldier Fly</i> setiap harinya selama waktu penelitian dilakukan dengan cara menghitung persentase <i>substrate consumption</i> atau umpan tercerna perhari pada kelompok eksperimen dan kontrol yang masing-masing memiliki tiga kali pengulangan dalam wadah penelitian berbeda untuk mendapatkan hasil akhir yang valid.	Pengukuran	Rumus Perhitungan	Persentase indeks umpan yang tereduksi per hari (%)	Rasio
5.	<i>Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)</i>	Pengukuran efisiensi umpan yang mampu diubah menjadi biomassa oleh Larva <i>Black Soldier Fly</i> didapatkan dari pengurangan berat larva tiap wadah dan pengurangan berat umpan yang diukur setiap tiga hari untuk menghindari kejadian stres pada larva kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masing-masing kelompok memiliki tiga kali pengulangan dalam wadah berbeda untuk mendapatkan hasil yang valid	Pengukuran	Rumus Perhitungan	Persentase umpan yang telah dikonversi menjadi biomassa oleh larva (%)	Rasio

6.	Biomassa Larva	Pengukuran biomassa larva diperoleh dari berat larva dan jumlah larva tiap wadah penelitian pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang masing-masing memiliki tiga kali pengulangan pada wadah yang berbeda untuk mendapatkan hasil akhir yang valid	Pengu- kuran	Rumus Perhitun- gan	Gram berat larva per jumlah larva tiap wadah peneliti- an (g/larva )	Rasio
----	----------------	--	-----------------	---------------------------	---	-------

### C. Hipotesis

Dugaan sementara dalam penelitian ini adalah nilai WRI, ECD dan biomassa larva untuk kelompok eksperimen memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil reduksi dari jumlah umpan yang diberikan di awal dapat terlihat di hari terakhir penelitian jumlah umpan menjadi berkurang. Sehingga dapat mengurangi jumlah limbah organik di Pulau Seribu.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan cara-cara mengikuti kaidah keilmuan yaitu konkrit/empiris, obyektif terukur, rasional dan sistematis, dengan data hasil penelitian yang diperoleh yang berupa angka-angka serta analisis. Desain penelitian eksperimen merupakan penelitian dengan adanya perlakuan atau intervensi yang bertujuan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan setelah dilakukan intervensi kepada satu atau lebih kelompok (Masturoh & T, 2018). Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif menggunakan metode eksperimen dengan rancangan *post-test only control design*.

Metode ini menggunakan limbah ikan sebagai perlakuan umpan kepada larva *Black Soldier Fly* (BSF) berusia 14-16 hari. Penggunaan larva BSF untuk mereduksi limbah organik berupa limbah ikan dapat diketahui dengan melihat hasil pengukuran *Waste Reduction Index* (WRI), rata-rata nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) dan rata-rata nilai Biomassa larva pada kelompok eksperimen diberi umpan berupa limbah ikan dan kelompok kontrol menggunakan pakan ayam. Penelitian ini akan dilakukan selama 7 hari dengan 3 kali pengulangan perkelompok untuk memvalidasi data akhir.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – Oktober 2022. Tempat penelitian ini dilakukan di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Kota Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.

#### **C. Prosedur Penelitian**

##### **1 Menyiapkan Larva *Black Soldier Fly* (BSF)**

Cara hitung mudah digunakan sebanyak 10.000 larva maggot berusia 5-DOL (*Day Of Larva*) dalam sebuah wadah berukuran 40 cm x 60 cm x 17cm menghabiskan 15 kg sampah basah dengan kadar air 75%, kurun waktu 12 hari (Dortmans et al., 2017). Dibutuhkan sebanyak 1000 larva untuk mengkonsumsi

rata-rata 1500 gram umpan. Sehingga jumlah rata-rata larva *Black Soldier Fly* yang dipakai dalam penelitian ini yaitu 1000 larva maggot untuk menghabiskan rata-rata 1.530 gram. Limbah ikan dalam kelompok eksperimen sebanyak 765 gram dan 765 gram pakan ayam dalam kelompok kontrol.

Usia larva *Black Soldier Fly* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14-16 hari karena bentuk fisiknya seperti panjang dan warna larva lebih mudah diobservasi karena ukuran sudah homogen untuk dipisahkan dengan hasil reduksi umpan serta ukuran yang sudah sama agar lebih mudah dihitung ditimbang, dibandingkan dengan larva yang berusia muda, serta larva BSF mampu memperpanjang siklus hidupnya.

## 2 Pengukuran Jumlah Limbah Ikan yang digunakan dalam Penelitian

Kadar air yang optimum untuk makanan larva *Black Soldier Fly* (BSF) adalah 60%-90% (Alvarez, 2012) larva BSF hanya tumbuh dan berkembang dalam media tumbuh yang kandungan airnya rendah (Wahyuni et al., 2020). Limbah ikan dipilih karena kandungan nutrisi dari limbah ikan per 100 gram memiliki kadar protein sebesar 50 gr, lemak 36 gram (Lestari, 2022). Besar limbah ikan dalam penelitian ini berpacu kepada kedua teori diatas sehingga peneliti melakukan perhitungan kadar air limbah ikan menggunakan metode oven terdapat pada SNI 01-2891-1992, yaitu pengeringan sampah yang dilakukan menggunakan oven suhu 105°C selama 3 jam (Badan Standarisasi Nasional, 1992) .

Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100\%$$

Keterangan:

a = cawan kosong yang telah di oven selama ±1 jam (gr)

b = cawan kosong + sampah basah yang telah di cacah (gr)

c = cawan kosong + sampah kering sudah di oven selama 3 jam dengan suhu 105°C (gr)

### 3 Menentukan Jumlah Pakan Ayam yang Digunakan dalam Penelitian

Penelitian eksperimen diperlukan kelompok kontrol sebagai pembanding dengan kelompok yang diberikan intervensi atau perlakuan, untuk melihat perubahan variabel apakah perubahan yang terjadi betul-betul karena adanya perlakuan atau karena hal lain (Masturoh & T, 2018). Kelompok kontrol dalam penelitian ini menggunakan jenis pakan ayam petelur atau dikenal dengan *chicken feed* sebagai pakan yang jumlah nutrisinya telah ditetapkan dan biasa diberikan kepada larva *Black Soldier Fly* yang baru menetas hingga berubah menjadi prapupa didalam *nursey container* atau tempat pemeliharaan larva (Dortmans et al., 2017). Pakan ayam dipakai sebab terkandung nutrisi yang cukup untuk membantu perkembangan larva maggot baru, seperti bahan kering, protein kasar, serat, kalsium dan pospor (Oktavia & Firra Rosariawari, 2020). Hal inilah yang menjadi alasan mengapa menggunakan pakan ayam.

Umumnya pakan ayam petelur menggunakan dedak padi, jagung dan konsentrat sebagai ransum dasar (Asnawi et al., 2017). Penggunaan pakan ayam sebagai kelompok kontrol dibutuhkan dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi (Afikasari et al., 2022). Pada kelompok kontrol digunakan pakan ayam sebab larva merupakan makhluk hidup yang masih memerlukan makanan agar tetap hidup dan kebutuhan nutrisi dalam tubuh tercukupi. Sehingga dapat melanjutkan pada fase selanjutnya sampai menjadi lalat dewasa. Jumlah pakan ayam yang digunakan dalam kelompok kontrol dalam penelitian ini disesuaikan dengan jumlah perhitungan limbah ikan agar jumlah dari kedua variabel penelitian homogen yaitu sebanyak 765 gram pakan ayam untuk dibagi kedalam 3 wadah kelompok kontrol.

**Tabel 4. 1 Besaran Umpan Penelitian Yang Digunakan**

Umpan yang Digunakan	Berat Umpan	Berat Larva	Pengulangan	Berat Larva x pengulangan	Berat Umpan x Pengulangan
Limbah Ikan	255 gr	100 gr	3 kali	300 gr	765 gr
Pakan Ayam	255 gr	100 gr	3 kali	300 gr	765 gr
Total			6 wadah	600 gr	1530 gr

## **D. Alat dan Bahan**

### **a Alat**

- 1 Wadah plastik berukuran 38cm x 32cm x 12 cm sebanyak 6 buah yang digunakan sebagai wadah kelompok eksperimen dan kelompok kontrol selama penelitian berjalan.
- 2 Pinset untuk memisahkan larva *Black Soldier Fly* dengan sumber makanannya.
- 3 Sarung Tangan untuk memudahkan memisahkan larva *Black Soldier Fly* dengan sumber makanannya.
- 4 Plastik sampah untuk mengumpulkan limbah ikan dari pulau Tidung
- 5 Marker untuk memberi tanda antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.
- 6 Kertas Label untuk memberi nama wadah antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.
- 7 Sendok untuk membantu memisahkan antara larva *Black Soldier Fly* dengan sumber makanannya dan untuk membantu selama proses penimbangan larva, limbah ikan, serta pakan ayam.
- 8 Timbangan digital untuk mengukur berat larva dan berat limbah ikan.
- 9 Cawan porselin untuk membantu pengukuran dengan timbangan digital.

### **b Bahan**

- 1 Larva *Black Soldier Fly* usia 14-16 hari
- 2 Limbah organik berupa jeroan dan kepala ikan
- 3 Pakan ayam

## **E. Tahapan Penelitian**

### **1 Pengeringan Limbah Ikan menggunakan oven**

Pada tahapan ini dilakukan pengeringan untuk mengetahui kadar air yang terserap. Kadar air yang optimum untuk makanan larva *Black Soldier Fly* (BSF) adalah 60%-90% (Alvarez, 2012) Limbah ikan akan dikeringkan menggunakan oven dengan jumlah tertentu kurun waktu 3 jam dengan suhu 105°C. Setelah limbah ikan di oven kemudian ditimbang kembali untuk

mengetahui berapa banyak kadar air yang terserap melalui proses pemanasan tersebut.

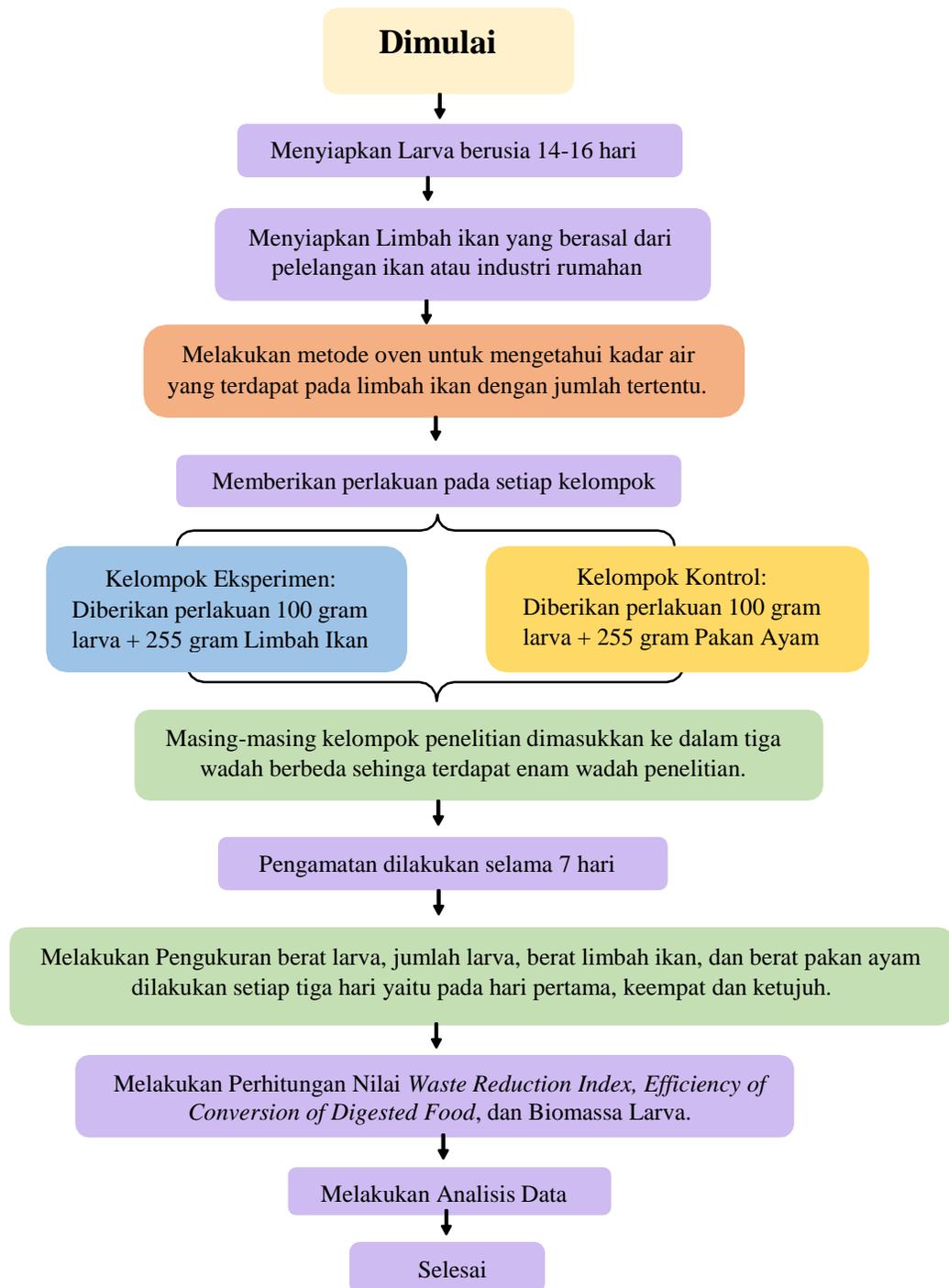
## **2 Pemeliharaan Larva Berusia 14-16 hari**

Telur *Black Soldier fly* dipanen dari kandang lalat yang telah dipelihara oleh pihak Rumah Maggot Pulau Tidung, Kepulauan Seribu kemudian dipindahkan ke wadah penetasan khusus. Wadah khusus ini sudah disiapkan makanan berupa sampah organik agar larva yang sudah menetas dapat langsung mengkonsumsinya. Penelitian ini menggunakan larva berusia 14-16 hari berwarna krem yang dipelihara oleh Rumah Maggot Pulau Tidung, lalu dipindahkan ke wadah penelitian yaitu wadah kelompok kontrol dan wadah kelompok eksperimen. Wadah kelompok eksperimen menggunakan limbah ikan dan wadah kelompok kontrol menggunakan pakan ayam.

## **3 Pengambilan Limbah Organik Ikan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah organik berupa limbah ikan karena jenis limbah ini bukanlah limbah yang bersifat musiman sehingga selalu ada namun jarang dilakukan pengelolaan terlebih dahulu sebelum dibuang. Limbah ikan dikumpulkan dari sisa hasil produksi industri rumahan maupun dari pelelangan ikan menggunakan plastik. Sudah dipastikan tidak bercampur dengan sampah lainnya dan limbah ikan yang digunakan sudah sama agar jenis ikan menjadi homogen. Limbah ikan tersebut kemudian langsung dibawa ke Rumah Maggot yang ada di pulau Tidung agar limbah ikan tidak terkontaminasi belatung dari lalat lain, kemudian limbah ikan dipotong-potong untuk memudahkan ketika dikonsumsi oleh larva *black soldier fly*.

## F. Alur Penelitian



**Gambar 4. 1 Alur Penelitian Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF)**

## G. Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 7 hari dilaksanakan di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Penelitian ini disusun sejak bulan Agustus dan dilaksanakan pada bulan Oktober 2022. Perhitungan nilai dilakukan dengan melihat berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva, serta jumlah larva *Black Soldier Fly* pada kelompok eksperimen atau kelompok yang diberikan perlakuan dan kelompok kontrol. Pelaksanaan penelitian diawali dengan menyiapkan larva *Black Soldier Fly* (BSF) berusia 14-16 hari. Kemudian menyiapkan limbah ikan yang berasal dari rumah tangga dan aktivitas nelayan. Setelah bahan dikumpulkan lalu diberikan perlakuan pada setiap kelompok.

### 1. Persiapan Eksperimen

Penelitian ini dilaksanakan selama 7 hari di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Perhitungan dan penimbangan dilakukan setiap 3 hari dengan tiga kali pengulangan pada setiap kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Terdapat dua kelompok penelitian yaitu kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan dan kelompok kontrol yang tidak diberikan perlakuan. Pengulangan pada setiap kelompok ditujukan untuk memvalidasi rata-rata hasil dari setiap parameter penelitian sudah diukur.

#### a. Penyiapan Alat



**Gambar 4. 2 Penyiapan Alat: a) Timbangan digital, wadah, saringan, sendok pengaduk. b) Sarung tangan, pinset, lebel kertas, spidol, sendok plastik**

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini seperti timbangan digital yang digunakan untuk menimbang berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva. wadah berukuran 19 cm x 19 cm x 10 cm sebanyak 6 buah, masing-masing kelompok penelitian terbagi menjadi 3 wadah, karena masing-masing kelompok penelitian dilakukan 3 kali pengulangan agar mendapatkan hasil rata-rata sampai akhir penelitian. Saringan digunakan untuk memisahkan larva dengan limbah ikan maupun pakan ayam saat penimbangan, sendok pengaduk untuk mengambil limbah ikan atau pakan ayam. Sarung tangan agar melindungi telapak tangan, pinset digunakan untuk memisahkan larva, lebel kertas dan spidol digunakan untuk menandakan kelompok, Sendok digunakan untuk mengambil larva. Pulpen untuk mencatat dan lembar observasi untuk catatan data penelitian.

## **b. Penyiapan Bahan**

### **a Penyiapan Larva *Black Soldier Fly* (BSF)**



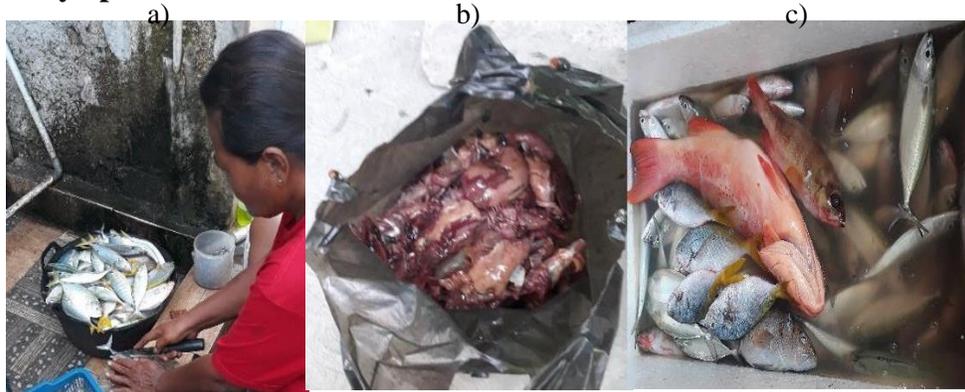
**Gambar 4. 3 Larva BSF berusia 14-16 Hari**

Siklus pada lalat *Black Soldier Fly* umumnya berusia 40-45 hari dimulai saat telur akan menetas selama 2-3 hari, fase larva memerlukan waktu 21 hari, fase prepupa sekitar 7 hari, fase pupa 7-10 hari, fase lalat BSF hidup kurang lebih 7 hari untuk kawin. Lalat jantan akan mati setelah kawin dan lalat betina akan mati setelah bertelur. Telur lalat yang sudah menetas kemudian tumbuh menjadi larva semakin hari bertambah panjang ukuran tubuhnya. Lalat BSF memiliki 5 instar pada fase larva, pada larva muda memiliki warna krem muda sampai instar ke empat, setelah itu lanjut ke instar ke lima warnanya berubah menjadi krem sedikit tua dan pada fase

prepupa mulai berubah warna menjadi krem tua menandakan siap untuk lanjut ke fase pupa ketika berwarna hitam. Pada fase pupa bagian luar menjadi warna hitam berbentuk kepompong sampai ke fase imago menjadi lalat hendak keluar mengembungkan pupa yang sebelumnya merupakan letak mulutnya.

Larva yang digunakan dalam penelitian ini dikembangbiakan sejak panen telur lalat *Black Soldier Fly* dan ditetaskan hingga berusia 14-16 hari di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Larva maggot yang digunakan dalam penelitian ini berusia 14-16 hari berada pada instar ke-4 termasuk fase larva dewasa. Larva dewasa digunakan karena ukurannya yang lebih besar dibandingkan dengan usia sebelumnya yaitu usia 1 minggu. Pada fase larva dewasa membutuhkan waktu setidaknya 7 hari lagi untuk melanjutkan ke fase selanjutnya yaitu fase prapupa. Perbedaan jumlah larva pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dikarenakan perbedaan ukuran larva.

#### b **Penyiapan Limbah Ikan**



**Gambar 4. 4 Penyiapan Limbah Ikan: a) Sumber limbah ikan dari masyarakat, b) Limbah Ikan yang sudah dipisahkan, c) Ikan yang di jual oleh nelayan**

Pada kelompok eksperimen dalam penelitian ini menggunakan limbah organik berupa limbah ikan seperti kepala ikan, insang dan jeroan isi perut ikan. Pemilihan limbah ikan dipilih karena termasuk limbah organik yang ada hampir setiap hari dan limbah jenis ini mudah ditemukan.

Berdasarkan hasil wawancara kepada warga, bahwa limbah ikan yang dihasilkan lumayan banyak. Limbah ikan tersebut oleh warga sebagian besar dipisahkan dengan sampah lainnya kemudian langsung membuangnya ke laut, dan sebagian lainnya digabung dengan sampah lainnya tanpa dipilah terlebih dahulu.

Penumpukan limbah ikan tanpa diolah maupun dipilah terlebih dahulu dapat menyebabkan aroma yang tidak sedap, menimbulkan vektor seperti lalat akan datang berkembang biak, bahkan dapat menyebabkan penyakit jika lalat tersebut hinggap dan bertelur di makanan yang dapat menyebabkan penyakit berdampak kepada manusia. Kebiasaan membuang limbah ikan secara terus menerus dapat mencemari lautan terutama pada dasar laut akan terjadi penumpukan sisa limbah ikan. Limbah ikan termasuk kedalam limbah organik karena berbentuk padatan. Limbah ikan keberadaannya selalu ada dan mudah ditemukan karena sifatnya tidak musiman. Limbah ikan yang didapati dari rumah tangga dan aktivitas nelayan di pulau Tidung dikumpulkan pada pagi hari dan menuju sore hari oleh peneliti dengan wadah plastik.

Jumlah limbah ikan dikumpulkan sesuai dengan jumlah limbah yang dibutuhkan dalam penelitian kurang lebih sebanyak 1 kg. Limbah ikan yang berlebih akan diberikan kepada pihak Rumah Maggot Pulau Tidung. Pengumpulan limbah ikan yang berasal dari rumah tangga dan aktivitas nelayan dikumpulkan menjadi satu pada wadah plastik agar tidak tercampur dengan jenis sampah lainnya dan tidak terkontaminasi dengan jenis lalat lain. Limbah ikan yang sudah dikumpulkan langsung dibawa ke Rumah Maggot Pulau Tidung. Kemudian limbah ikan tersebut dicacah atau dipotong-potong agar ukurannya lebih kecil untuk memudahkan dicerna oleh larva dan ditimbang sesuai dengan berat yang telah ditentukan.

### c Penyiapan Pakan Ayam



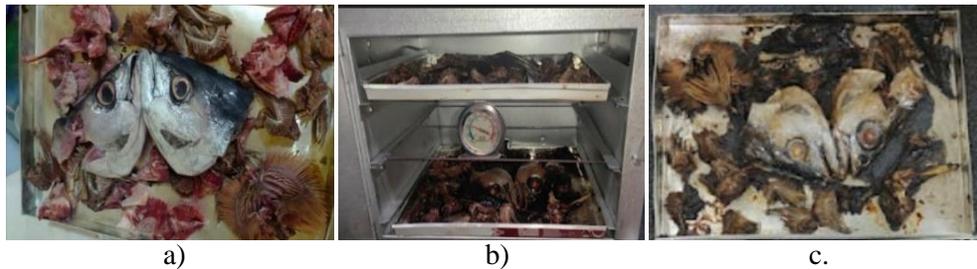
**Gambar 4. 5 Penyiapan Pakan Ayam**

Pakan ayam dalam penelitian ini digunakan sebagai kelompok kontrol atau yang tidak diberikan perlakuan. Pakan ayam dipilih karena melihat sejarah ditemukannya larva *Black Soldier Fly* berada dibawah kandang ayam yang bercampur dengan kotoran ayam dan pakan ayam. Keberadaan larva *Black Soldier Fly* tersebut ternyata mampu mengurangi tumpukan kotoran ayam dan tidak menimbulkan bau yang menyengat disekitar kandang ayam tersebut. Selain itu, pakan ayam banyak digunakan dalam penelitian lain yang serupa sehingga dapat dijadikan sumber referensi peneliti.

Kelompok kontrol dalam penelitian ini menggunakan jenis pakan ayam petelur atau dikenal dengan chicken feed sebagai pakan yang jumlah nutrisinya telah ditetapkan dan biasa diberikan kepada larva *Black Soldier Fly* yang baru menetas hingga berubah menjadi prapupa didalam nursey container atau tempat pemeliharaan larva (Dortmans et al., 2017). Pakan ayam dipakai sebab terkandung nutrisi yang cukup untuk membantu perkembangan larva maggot baru, seperti bahan kering, protein kasar, serat, kalsium dan pospor (Oktavia & Firra Rosariawari, 2020). Umumnya pakan ayam petelur menggunakan dedak padi, jagung dan konsentrat sebagai ransum dasar (Asnawi et al., 2017). Penggunaan pakan ayam sebagai kelompok kontrol dibutuhkan dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi (Afikasari et al., 2022).

Kelompok kontrol dalam penelitian ini menggunakan pakan ayam sebanyak 255 gram, larva *Black Soldier Fly* sebanyak 100 gram dilakukan 3 kali pengulangan pada kelompok kontrol bertujuan untuk memvalidasi hasil akhir pada penelitian. Pakan ayam yang telah disiapkan sesuai dengan berat tertentu akan dicampur dengan air sampai kondisi pakan ayam tersebut lembab untuk menjaga larva agar tetap hidup. Pemberian pakan ayam dilakukan hanya sekali pada hari pertama mempunyai tujuan untuk mengetahui hasil penggunaan pakan ayam sebagai umpan larva *Black Soldier Fly*.

#### d Pengeringan kadar air (Oven)



**Gambar 4. 6 Pengeringan Kadar air: a) Limbah ikan yang belum di oven, b) Proses oven, c) Limbah ikan yang telah di oven**

Metode oven dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar air yang terkandung pada kelompok eksperimen. Limbah ikan berupa kepala, insang, jeroan dikumpulkan dari rumah tangga dan aktivitas nelayan di pulau Tidung. Pengumpulan limbah ikan tersebut dilakukan pada pagi dan menuju sore hari menggunakan wadah plastik agar tidak tercampur dengan sampah lainnya serta terhindar dari hewan lain seperti lalat. Limbah ikan yang dikumpulkan kurang lebih sebanyak 1 kg.

Setelah dikumpulkan, limbah ikan ditimbang sampai pada angka 765 gram dan disusun kedalam wadah untuk dioven. Pada tahapan oven, sebelumnya telah disiapkan dengan suhu mencapai 105°C kemudian limbah ikan langsung dimasukkan ke oven selama 3 jam. Setelah selesai dioven limbah ikan didiamkan sampai berkurang suhu panasnya lalu ditimbang

berat limbah ikan. Setelah ditimbang selanjutnya di catat pada lembar pencatatan yang telah disiapkan.

## 2. Pemberian Perlakuan Pada Setiap Kelompok



**Gambar 4. 7 Pemberian Perlakuan Pada Setiap Kelompok: a) Kelompok eksperimen yang telah diberikan perlakuan limbah ikan+larva, b) Kelompok kontrol yang telah diberikan pakan ayam+larva**

Kelompok eksperimen pada penelitian ini menggunakan limbah ikan yang berasal dari rumah tangga dan aktivitas nelayan. Limbah ikan seperti kepala ikan, insang, jeroan berupa isi perut dipilih karena termasuk limbah organik yang ada hampir setiap hari dan limbah jenis ini mudah ditemukan, tidak digunakan kembali. Berdasarkan hasil wawancara kepada warga, bahwa limbah ikan yang dihasilkan lumayan banyak, tergantung banyaknya pembelian ikan segar sesuai kebutuhan. Limbah ikan tersebut oleh warga sebagian besar dipisahkan dengan sampah lainnya kemudian langsung membuangnya ke laut, dan sebagian lainnya digabung dengan sampah lainnya tanpa dipilah terlebih dahulu. Penumpukan limbah ikan tanpa diolah maupun dipilah terlebih dahulu dapat menyebabkan aroma yang tidak sedap, menimbulkan vektor seperti lalat akan datang berkembang biak, bahkan dapat menyebabkan penyakit berdampak kepada manusia.

Selain itu limbah ikan yang dibuang secara langsung ke laut akan menumpuk pada dasar karang yang dapat mengganggu kehidupan biota laut disekitarnya dan jika dilakukan secara terus menerus akan mencemari air laut. Pada penelitian ini terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Masing-masing kelompok dilakukan tiga kali pengulangan pada wadah yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan data hasil rata-rata nilai dari ketiga wadah setiap

kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol serta memvalidasi hasil akhir. Penelitian eksperimen diperlukan kelompok kontrol sebagai pembanding dengan kelompok yang diberikan intervensi atau perlakuan, untuk melihat perubahan variabel apakah perubahan yang terjadi betul-betul karena adanya perlakuan atau karena hal lain (Masturoh & T, 2018). Wadah yang digunakan sebanyak 6 buah dengan ukuran 19 cm x 19 cm x 10 cm akan terbagi kedalam dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen atau kelompok perlakuan diberikan 255 gram limbah ikan, 100 gram larva *Black Soldier Fly* (BSF).

Kelompok kontrol tidak diberikan limbah ikan namun diberikan 255 gram pakan ayam dan air, 100 gram larva *Black Soldier Fly*. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan limbah ikan dan larva BSF yang sudah di timbang sesuai dengan berat yang telah ditentukan, kemudian dibagi kesetiap wadah diberi nama dengan spidol sesuai urutannya. Kelompok kontrol diberikan pakan ayam yang ditambahkan air dan larva BSF yang sudah di timbang sesuai dengan berat yang telah ditentukan, kemudian dibagi kesetiap wadah diberi nama dengan spidol sesuai urutannya. Pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol terdapat 3 kali pengulangan pada masing-masing kelompok. Pemberian umpan limbah ikan dilakukan sekali perlakuan saja pada hari pertama, bertujuan untuk mengetahui hasil reduksi limbah ikan dengan menggunakan larva *Black Soldier Fly* serta pakan ayam diberikan pada hari pertama penelitian saja.

### **3. Pengumpulan Data Setiap Parameter**

Pengumpulan data yang dibutuhkan pada setiap parameter dilakukan langsung di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai *Waste Reduction Index* (WRI), *Efficiency of Conversion of Digested Food* (ECD), Serta Biomassa larva. Untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan peneliti perlu melakukan penimbangan berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva *Black Soldier Fly* dan perhitungan jumlah larva *Black Soldier Fly* (BSF). Perhitungan berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva *Black Soldier Fly* menggunakan wadah berukuran 3000 ml dan

timbangan digital. Sedangkan untuk perhitungan jumlah larva *Black Soldier Fly* dilakukan secara manual dengan melihat fisik dari larva *Black Soldier Fly*.

Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masing-masing memiliki 3 kali pengulangan, kemudian dilakukan penimbangan berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva *Black Soldier Fly* dan perhitungan jumlah larva *Black Soldier Fly*. Angka-angka tersebut dicatat kedalam lembar observasi yang telah disiapkan oleh peneliti. Penimbangan dan pencatatan dilakukan setiap hari pertama, keempat dan ketujuh atau dengan jeda setiap 3 hari sekali ditujukan untuk menghindari kejadian stres pada larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang sedang diteliti.

#### **4. Analisis Data**

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data pengukuran dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada berat limbah ikan, berat pakan ayam, berat larva *Black Soldier Fly* dan perhitungan jumlah larva *Black Soldier Fly*. Angka-angka tersebut dicatat kedalam lembar observasi yang sudah disiapkan oleh peneliti. Penimbangan dan pencatatan dilakukan setiap hari pertama, keempat dan ketujuh dengan masing-masing kelompok memiliki 3 kali pengulangan. Setelah data dicatat dan dikumpulkan pada lembar observasi kemudian data akan diolah menggunakan *Microsoft Excel 2010*. Data diolah dengan rumus tersendiri dihitung sesuai dengan parameter nilai *Waste Reduction Index (WRI)*, *Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)*, Serta Biomassa larva untuk mendapatkan nilai rata-rata untuk setiap parameter yang digunakan dalam penelitian.

### **H. Pengolahan Data**

#### **1. Data Primer**

Data Primer dalam penelitian ini akan dihitung dari lembar observasi yang berisi pencatatan berat limbah ikan awal dan akhir serta berat larva awal dan akhir sesuai waktu pelaksanaan, dari pencatatan tersebut akan dihitung nilai perhitungan *Waste Reduction Index (WRI)*, *Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)*, serta Biomassa larva untuk mengetahui potensi penggunaan larva *black soldier fly* dalam mereduksi limbah ikan.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelian ini bersumber dari studi kepustakaan seperti artikel jurnal ilmiah, buku serupa dengan penelitian yang dilaksanakan.

## H. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dalam menyampaikan interpretasi hasil penelitian. Pengukuran berat umpan limbah ikan, berat umpan pakan ayam, berat larva dan jumlah larva pada setiap kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan masing-masing tiga kali pengulangan dicatat ke dalam lembar pencatatan penelitian untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu:

### 1. Indeks Pengurangan Limbah ikan (*waste reduction index/WRI*)

Indeks pengurangan limbah (*waste reduction index/ WRI*) adalah indeks pengurangan limbah kepala dan jeroan per hari oleh larva. Nilai WRI yang tinggi memberi makna kemampuan larva dalam mereduksi umpan yang tinggi pula. Persamaan diatas digunakan untuk menghitung nilai pengurangan umpan dihitung berdasarkan yang dikemukakan (Diener, 2010) yaitu:

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

Keterangan:

SC : Penurunan total seluruh sumber makanan (gr)

W : Jumlah umpan total (gr)

R : Sisa umpan total setelah waktu tertentu (gr)

$$WRI = \frac{SC}{T} \times 100\%$$

WRI (*Waste reduction index*) : Indeks pengurangan limbah (%)

SC : Penurunan total seluruh sumber makanan (gr)

T : Total waktu larva memakan umpan (hari)

### 2. Efisiensi konversi umpan tercerna (*Efficiency of conversion of digested food/ECD*)

Efisiensi konversi umpan tercerna atau *efficiency of conversion of digested food* (ECD) adalah efisiensi dimana larva mengubah pakan yang dicerna selama

massa pemeliharaan. Perhitungan berdasarkan metode Scriber dan Slansky (Waldbauer, 1968) yaitu :

$$EDC = \frac{B}{(I-F)} \times 100\%$$

Keterangan:

ECD : *Efficiency of Conversion of Digested food* (efisiensi konversi sumber umpan tercerna) selama masa pemeliharaan (%)

B : Pertambahan bobot larva selama periode makan; dihitung dengan cara: berat akhir larva (gr) - berat awal larva (gr).

I : Jumlah sumber makanan yang dikonsumsi; dihitung dengan cara: berat awal limbah (gr) - berat akhir limbah (gr).

F : Berat sisa limbah dan material residu lain hasil ekskresi larva (gr)

### 3. Biomassa larva

Biomassa larva adalah bobot atau berat larva satuannya gram. Pengukuran berat larva BSF harian dicatat dalam lembar pemantauan berat larva. Hasil dari pengukuran berat larva ditotal dibagi dengan jumlah larva yang diukur untuk mengetahui berat rata-rata larva setiap 3 hari (Diener, 2010).

$$\text{Berat rata-rata} = \frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$$

## BAB V

### HASIL PENELITIAN

#### A. Gambaran Lokasi Penelitian

##### a Kepulauan Seribu



**Gambar 5. 1 Peta Lokasi Penelitian**

Sumber: <https://pulauseribu-resorts.com/>

Merupakan salah satu wilayah administrasi dibawah Pemerintah Provinsi DKI Jakarta yang berada di samping utara Teluk Jakarta dan Laut Jawa Jakarta. Luas wilayahnya sekitar 1,31% dari DKI Jakarta atau sebesar 8,7 Km<sup>2</sup> (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, 2018). Terletak di wilayah Teluk Jakarta, titik geografis adalah 5°24′-5°45′LS dan 106°25′-106°40′BT tempat bermuaranya 13 sungai dari daratan DKI Jakarta serta sekelilingnya. Pemerintahan Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu terbagi ke dalam dua menjadi Kecamatan Kepulauan Seribu Utara yaitu Pulau Panggang, Pulau Kelapa, dan Pulau Harapan. Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan yaitu 27 Pulau, 5 berpenghuni yaitu Pulau Tidung, Pulau Pari, dan Pulau Untung Jawa dan 22 pulau tidak berpenghuni (Seribu, 2020).

Berdasarkan data BPS Sensus Penduduk 2021, total keseluruhan penduduk di Kepulauan Seribu berjumlah 25.721 jiwa. Kecamatan Kepulauan Seribu Utara dengan penduduk 14.743 jiwa dan Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan dengan penduduk 10.978 jiwa (Supendi & Paryani, 2021). Pulau Tidung termasuk kedalam Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan memiliki luas area 5,65

km<sup>2</sup>/sq.km dengan jumlah penduduk sebanyak 11.971 jiwa. Suhu berkisar 26-32.9°C dengan kelembaban udara 64%-88%, tekanan udara 1010.4 mb dan kecepatan angin 5 knot. Memiliki fasilitas publik seperti Puskesmas, Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA), tempat ibadah masjid, Pulau Tidung juga menjadi destinasi wisata (Badan Pusat Statistik (BPS), 2022). Lokasi penelitian dilaksanakan di Pulau Tidung bertempat di Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.

b Rumah Maggot Pulau Tidung



**Gambar 5. 2 Rumah Maggot Pulau Tidung**

Rumah Maggot Pulau Tidung yang berada dibawah naungan Suku Dinas Lingkungan Hidup Administrasi Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Tempat pembiakan larva *Black Soldier Fly* relatif aman dari serangga, burung maupun tikus karena memiliki bangunan permanen serta memiliki ventilasi udara yang sudah dilapisi dengan jaring halus sehingga pencegahan sudah dilakukan lebih awal. Lalat *Black Soldier Fly* memiliki kandang yang cukup besar, tempat pelekatan telur yang banyak sehingga lalat tersebut dapat bertelur dan telur tersebut dapat berkembang dengan baik serta memungkinkan untuk peningkatan jumlah larva secara terus menerus sampai bertemu pada siklus awal kembali.

Selain itu, kandang tersebut dapat menampung lalat serta pupa yang akan berubah menjadi lalat disimpan pada wadah biopon. Rumah Maggot di Pulau Tidung ini dapat memanen telur *Black Soldier Fly* setiap satu minggu sekali. Siklus larva Lalat sejak telur menetas 2-3 hari, larva bayi-larva dewasa 21 hari, prepupa 21-25 hari, pupa 28 hari, lalat 7 hari sehingga total satu siklus 35 hari.

Berdasarkan wawancara dengan petugas Rumah Maggot di Pulau Tidung bahwa kebiasaan makan pada larva sejak telur lalat BSF menetas sebagai media pertumbuhannya menggunakan dedak ayam yang lembab ditambahkan air. Ketika pertumbuhan ukuran larva semakin bertambah, larva muda berwarna krem muda mulai diberikan sampah organik nasi sebagai media makanannya. Semakin bertambah ke fase larva dewasa makanan yang diberikan mulai di tambahkan dengan jenis sampah organik lainnya seperti sampah sayuran, sampah buah-buahan sebagai makanannya. Larva diberikan makan rutin satu kali sehari setiap siang hari diberikan pada setiap box biopon, jumlah makanan yang diberikan bergantung pada banyaknya ketersediaan sampah organik perharinya.

Sampah organik yang dapat dikumpulkan dalam satu hari kurang lebih sebanyak 20 kg. Penggunaan sampah nasi sebagai media makan dan pertumbuhan dapat berfungsi untuk melindungi tubuh larva dari cuaca yang panas. Ketika sampah nasi di reduksi oleh larva, nasi akan berubah menjadi lembab seperti bubur. Suhu di Pulau Tidung pada siang hari rata-rata sebesar 32°C dengan kelembaban 74% bergantung pada faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan larva apakah akan tetap hidup sampai pada fase selanjutnya atau berakhir pada kematian.

### c Limbah Ikan

Di Pulau Tidung Kepulauan seribu terdapat aktivitas rumah tangga dan masyarakat yang bekerja sebagai nelayan. Hampir setiap harinya nelayan melaut untuk mendapatkan ikan yang nantinya hasil tangkapan ikan tersebut akan dipilah sesuai jenis dan ukuran untuk ditimbang kemudian akan dijual seperti pada umumnya ke pulau Tidung itu sendiri maupun ke tempat pelelangan ikan di Jakarta. Ikan yang didapat nelayan berupa ikan selar, ikan bawal, ikan temban,

ikan tongkol, ikan ekor kuning, ikan kerapu. Masyarakat yang berada di pulau tersebut dapat membeli untuk kebutuhan konsumsi pribadi maupun untuk kebutuhan produksi olahan lain. Hal biasa ketika masyarakat membeli ikan adalah untuk dibersihkan secara langsung oleh pedagang ikan dan limbah ikan yang dibuang berupa kepala, insang dan jeroannya, ikan pada keadaan tidak memiliki harga, ikan kecil yang tidak layak untuk dikonsumsi.

Masyarakat yang membeli ikanya saja lalu dibersihkan di rumah, bagian kepala ikan maupun jeroan dibuang digabungkan dengan jenis sampah lainnya dan masih ditemukannya sebagian masyarakat terutama ibu rumah tangga yang membuang limbah ikan langsung ke laut. Kegiatan dari industri rumahan berupa produk olahan ikan seperti ikan yang dibekukan, maupun menjadi produk lain seperti ikan asin, kerupuk, ikan asap, sate ikan, siomay, abon atau olahan lainnya dapat dibuat menyesuaikan permintaan. Dari hasil industri rumahan tersebut terdapat hasil buangan berupa limbah ikan yaitu jeroan maupun kepala ikan yang sudah tidak digunakan lagi, karena untuk dijadikan produk olahan lebih banyak menggunakan hanya bagian dagingnya saja.

## B. Hasil Analisis

### 1 Nilai Waste Reduction Indeks (WRI)

**Tabel 5. 1 Nilai Waste Reduction Indeks (WRI)**

Waste Reduction Indeks	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	Rata-Rata
Eksperimen	44%	42%	44%	44%
Kontrol	38%	39%	38%	38%

Berdasarkan Tabel 5.1 Nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) diketahui bahwa rata-rata nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (38%).

### 2 Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD)

**Tabel 5. 2 Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD)**

Efficiency of Conversion of Digested Food	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	Rata-Rata
Eksperimen	21%	29%	30%	26%
Kontrol	-101%	-21%	-2%	-41%

Berdasarkan Tabel 5.2 Nilai *Efficiency of Conversion of Digiested food* (ECD) pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (26%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (-41%).

3 Nilai Biomassa Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

**Tabel 5. 3 Nilai Biomassa Larva**

Biomassa Larva	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	Rata-Rata
Eksperimen	0.057	0.061	0.057	0.058
Kontrol	0.053	0.052	0.050	0.052

Berdasarkan Tabel 5.3 Nilai Biomassa larva pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (0.058 gram/larva) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (0.052 gram/larva).

## BAB VI

### PEMBAHASAN

#### A. Nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) Hasil Penggunaan *Larva Black Soldier Fly*

Berdasarkan Tabel 5.1 Nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) diketahui bahwa rata-rata nilai WRI pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan limbah ikan lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (38%). Nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) atau disebut juga dengan indeks sampah yang tereduksi berbanding lurus dengan nilai *Substrat Consumption* atau nilai umpan yang dikonsumsi. Jika nilai konsumsi tinggi maka nilai WRI juga tinggi. Tingginya nilai rata-rata WRI pada kelompok eksperimen penelitian ini larva *Black Soldier Fly* dinilai mampu mereduksi limbah organik dalam waktu 7 hari.

Hal ini sesuai dengan referensi bahwa nilai konsumsi substrat yang tinggi menandakan jumlah pakan yang diberikan banyak dimakan maggot dan meninggalkan sedikit sisa umpan (Nofiyanti et al., 2022). Hasil penelitian ini pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan umpan limbah ikan seperti kepala ikan, insang, jeroan atau isi perut, rata-rata sebanyak 255 gram dapat berkurang pada hari terakhir rata-rata sebesar 33 gram. Hal tersebut menandakan bahwa jumlah limbah ikan yang diberikan banyak dimakan larva. Sehingga dapat dikatakan bahwa limbah ikan yang diberikan dapat direduksi oleh larva BSF.

Walaupun dari hasil penelitian limbah ikan tidak sepenuhnya tereduksi dan masih terdapat sisa yang berasal dari reduksi kepala ikan. Pengurangan limbah organik menggunakan limbah ikan dapat dikatakan efektif dilihat dari hasil reduksinya. Larva BSF hanya dapat mengkonsumsi makanan yang bertekstur lunak (Monita et al., 2017) dan kepala ikan memiliki tekstur yang keras karena memiliki tulang sehingga sulit untuk diserap oleh larva BSF.

*Waste Reduction Indeks* (WRI) merupakan perhitungan untuk mengetahui kemampuan larva BSF mengkonsumsi umpan dalam waktu tertentu. Nilai WRI menggambarkan kegemaran larva BSF memilih makanannya (Rofi et al., 2021). Pemanfaatan larva *Black Soldier Fly* (BSF) dinilai dapat lebih cepat mereduksi bahan organik dilihat dari persentase reduksi sampahnya (Suciati & Faruq, 2017).

Menggunakan maggot sebagai pengurai memiliki pengaruh terhadap menurunkan jumlah umpan (Muhayyat et al., 2016). Penambahan bahan limbah ikan sebagai umpan didapati hasil nutrisi media berpengaruh pada peningkatan konsumsi dan nilai WRI (Lestari, 2022).

Hasil *Waste Reduction Indeks* pada penelitian ini cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) yang menggunakan umpan berupa kepala tuna oleh Arif sebesar 4,06 % (Hakim et al., 2017), nilai *Waste Reduction Indeks* yang menggunakan sampah organik+limbah ikan oleh Risma sebesar 5,27% (Lestari, 2022), nilai *Waste Reduction Indeks* yang menggunakan sampah organik: kubis, nasi, jeroan ikan oleh Neneng sebesar 6,15% (Neneng & Indrayani, 2021), nilai *Waste Reduction Indeks* yang menggunakan limbah daun singkong oleh Muhayyat sebesar 20% (Muhayyat et al., 2016), nilai *Waste Reduction Indeks* yang menggunakan sayuran oleh Rofi sebesar 42% (Rofi et al., 2021).

Penggunaan limbah ikan dapat dikatakan efektif dilihat dari hasil WRI. Semakin tinggi nilai WRI maka semakin bagus. Pada penelitian ini nilai WRI lebih tinggi dibandingkan dengan penelitiannya sebelumnya. Selain itu, pada dasarnya ikan memiliki kandungan protein yang tinggi seperti pada artikel Risma bahwa nutrisi yang terdapat dalam limbah ikan sama dengan bahan utamanya, kandungan protein dan lemak tak jenuh yang cukup tinggi pada isi perut ikan. Kandungan nutrisi dari limbah ikan per 100 gram memiliki kadar protein sebesar 50 gr, lemak 36 gram (Lestari, 2022). Larva BSF mempunyai kandungan protein sebesar 45 sampai 50%, lemak yang sebesar 24-30% (Fahmi, 2015).

Diketahui dapat disimpulkan bahwa larva BSF pada dasarnya memiliki kandungan protein dan lemak yang baik. Pemberian jenis umpan dapat mempengaruhi kualitas larva, semakin bagus umpan yang diberikan maka semakin baik larva yang akan dihasilkan. Begitu juga dengan penggunaan limbah ikan yang memiliki kadar protein tinggi sebagai umpan larva BSF semakin meningkatkan kandungan protein pada larva. Kandungan protein yang tinggi pada larva BSF dapat digunakan sebagai umpan hewan ternak maupun hewan lainnya sebagai alternatif

makanannya. Sehingga penggunaan larva *Black Soldier Fly* (BSF) efektif dalam mereduksi limbah organik terutama pada limbah ikan. Nilai reduksi dapat diketahui dari perbedaan berat umpan awal dan berat umpan akhir yang diberikan kepada larva BSF. Jenis umpan yang diberikan kepada larva dapat menjadi penyebab perbedaan bobot larva kelompok satu dengan yang lainnya.

Adapun manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah limbah ikan yang sebelumnya tidak termanfaatkan dapat direduksi oleh larva BSF, larva BSF pada usia dewasa dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak unggas maupun sebagai pakan tambahan untuk hewan lainnya. Timbulan Limbah ikan akan berkurang, lingkungan menjadi bersih dan hasil dari media reduksi dapat digunakan untuk keperluan pakan hewan lain oleh masyarakat luas bahkan dapat diperjual belikan.

#### **B. Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) Hasil Penggunaan Larva *Black Soldier Fly***

Berdasarkan Tabel 5.2 Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) atau disebut nilai efisiensi umpan tercerna pada kelompok eksperimen yang diberi perlakuan makan limbah ikan cukup tinggi (26%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (-41%). Nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) memberikan gambaran tingkat efisiensi umpan dapat dicerna oleh larva yang disimpan dalam tubuhnya. Semakin tinggi nilai ECD maka semakin besar tingkat umpan yang sudah dicerna oleh larva maggot (Rofi et al., 2021). Tingginya nilai rata-rata ECD dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa larva BSF lebih efisien dalam mengkonversi limbah ikan menjadi biomassa dibandingkan menggunakan pakan ayam.

Hasil *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan nilai ECD pada penelitian Buana menggunakan kotoran ternak sapi sebesar 0,68% (Buana & Alfiah, 2021), nilai ECD pada penelitian Rofi menggunakan umpan buah sebesar 11% (Rofi et al., 2021), nilai ECD yang dilakukan oleh Arif menggunakan umpan kepala ikan tuna sebesar 8,32% dan umpan jeroan ikan sebesar 3,03% (Hakim et al., 2017). Kecilnya berat umpan

yang dikonsumsi berakibat berat umpan yang diubah menjadi biomassa larva jadi turun sehingga nilai ECD menurun dan berpengaruh ke berat larva. Menurut Timmins et al (1988) & Ahmad (2001) dalam Hakim, rendahnya nilai ECD pada pertumbuhan larva berkaitan dengan kadar umpan yang sudah ada, kualitas umpan yang kurang bagus akan menghasilkan nilai ECD lebih kecil (Hakim et al., 2017).

Rendahnya nilai ECD pada kelompok kontrol pada penelitian ini diduga disebabkan oleh pakan ayam yang dijadikan sebagai kelompok kontrol beratnya berkurang atau menyusut. Kandungan kadar air yang rendah pada pakan ayam membuat berat dari pakan ayam tersebut berkurang karena peneliti tidak memperhitungkan kadar airnya akan diberikan setiap berapa kali agar lebih optimal sampai hari terakhir. Peneliti hanya membuat sesuai dengan prosedur penelitian yang telah dibuat bahwa pakan ayam yang ditambahkan air hanya pada kondisi lembab, bukan menggenang sejak awal umpan diberikan di hari pertama. Faktor lain yang mempengaruhi kadar air menyusut pada umpan pakan ayam adalah cuaca di lokasi penelitian yang terik dan berada di pesisir laut.

Berdasarkan hasil pengukuran penambahan berat total larva dan jumlah larva pada kelompok kontrol disebabkan oleh kadar air yang dihasilkan oleh kelompok eksperimen membuat larva mencari tempat yang kering dan berpindah ke wadah kelompok kontrol sehingga mempengaruhi total berat dan jumlah larva pada perhitungan di hari terakhir. Faktor lainnya disebabkan oleh suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi disekitarnya. Suhu dan kelembaban dalam penelitian ini sebesar 27°C-32°C dengan kelembaban 63%-74%. Selain itu pada kelompok eksperimen yang diberi pakan limbah ikan menghasilkan kadar yang telah dihitung dengan metode oven air sebesar 76% membuat larva bergerak keatas dari wadah untuk menemukan tempat teduh dan kering.

Seperti yang dikemukakan oleh Yuwono bahwa saat kandungan air yang terdapat pada umpan berlebihan maka larva yang berada didalam wadah akan naik untuk menemukan ruang yang tidak ada air. Tatkala kandungan air tidak cukup maka umpan yang dicerna kurang efektif (Yuwono & Mentari, 2018). Saat larva tidak cukup umpan, larva tidak akan mati tetapi akan melambat sampai makanan

tersedia kembali (Suciati & Faruq, 2017). Walaupun kadar air dalam kelompok eksperimen ini sedikit berair namun nutrisi limbah ikan cukup baik, limbah ikan yang diberikan kepada larva sebagai umpan tergolong sedikit sehingga nilai rata-rata pada kelompok eksperimen tetap kecil.

Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa pengaruh nilai *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol disebabkan oleh sedikitnya jumlah umpan yang diberikan menyebabkan larva BSF tidak mampu memenuhi kebutuhan cadangan lemak yang dibutuhkan sehingga perhitungan berat larva cenderung menurun. Karena larva kabur dari wadah dan faktor suhu di lingkungan mempengaruhi perkembangannya. Pertumbuhan dan perkembangan pada siklus maggot tergantung pada taraf dan banyaknya sumber makanan, kondisi hidup serta lingkungannya. Ketika larva dapat hidup dalam kondisi yang optimum, makanan cukup, maka efektifitas reduksi akan baik dan pertumbuhannya akan lebih baik.

Ketika larva hidup pada situasi lingkungan yang kurang optimum seperti suhu di lingkungan rata-rata tinggi 32°C dengan kelembaban 74%, jenis makanan dan umpan yang sedikit, larva tetap bertahan hidup. Sehingga akan mempengaruhi hasil reduksi, pertumbuhan dan perkembangan siklus pada larva BSF mulai dari telur sampai lalat dewasa. Hasil ECD penelitian ini pada kelompok yang diberikan limbah ikan cukup tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Efisiensi umpan tercerna pada larva BSF cukup baik karena umpan yang diberikan masih dapat dicerna oleh larva.

Dilihat pada hari ketujuh hanya menyisakan bagian residu yang sulit lunak seperti kepala ikan dan insang ikan yang telah terurai. Walaupun persentase dalam penelitian ini tergolong kecil namun hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Penyebabnya berasal dari umpan yang diberikan memiliki kadar protein tinggi pada limbah ikan sebagai media pertumbuhan larva (Wahyuni et al., 2020). Kadar protein yang terdapat dalam tubuh larva yang relatif tinggi terutama memasuki fase prepupa sebesar 36%-48% (Yuwono & Mentari, 2018).

Sehingga efisiensi pencernaan makan dalam mereduksi limbah ikan hasilnya masih cukup tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

### **C. Nilai Biomassa Larva Hasil Penggunaan Larva *Black Soldier Fly***

Berdasarkan Tabel 5.3 Nilai Biomassa larva pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (0.058 gram/larva) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (0.052 gram/larva). Tingginya nilai rata-rata pada kelompok eksperimen dalam penelitian ini terjadi karena makanan yang diberikan kepada larva BSF berupa limbah kepala ikan memiliki tekstur yang keras dan jeroan isi perut ikan memiliki tekstur yang masih dapat dikonsumsi atau dicerna oleh larva BSF. Sebagaimana disebutkan oleh monita dalam hasil penelitiannya residu kasar memiliki tekstur keras sehingga tidak dapat dicerna dan lebih menyukai makanan bertekstur lunak (Monita et al., 2017).

Diketahui ketika hari terakhir penimbangan berat umpan pada kelompok eksperimen hanya menyisakan residu kepala dan insang ikan yang sudah terurai dan mengering menyebabkan daya saing antar larva menurun. Menurunnya daya saing antar larva dalam kelompok eksperimen terjadi karena banyaknya larva yang kabur karena mencari tempat yang kering dan jumlah makanan yang tersedia sedikit. Disisi lain peningkatan bobot larva yang bertahan didalam wadah masih tersedianya makanan sampai akhir penelitian. Hal ini sebagaimana disebutkan oleh Nofiyanti dalam artikelnya biomassa larva bertambah karena menyerap nutrisi dari makanan yang di makan. Bobot larva akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pemberian pakan.

Semakin tinggi jumlah pakan yang dicerna oleh larva, maka semakin tinggi pakan yang dikonversi menjadi biomassa larva. Bobot larva meningkat disebabkan oleh penyerapan bernutrisi berasal dari umpan yang dicerna. Biomassa tubuh akan bertambah sejalan dengan pertambahan frekuensi pemberian makan. Semakin bertambahnya umpan yang dicerna larva, semakin tinggi yang diubah menjadi biomassa larva (Nofiyanti et al., 2022). Hasil Biomassa larva dalam penelitian ini cenderung kecil pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan penelitian lain yang menggunakan umpan berupa kepala tuna oleh Hakim dengan biomassa larva

sebesar 0,072 gram/larva (Hakim et al., 2017), penelitian yang menggunakan sampah buah oleh Nursaid sebesar 0,062 gram/larva (Nursaid et al., 2019), penelitian yang menggunakan pakan ayam oleh diener sebesar 0,048 gram/larva (Diener et al., 2009).

Fase kenaikan pertumbuhan relatif kecil atau stagnan ketika larva sudah memasuki fase prepupa tidak lagi dilakukan aktivitas makan (Fahmi, 2015). Maggot memakai kekuatan didalam tubuhnya diperuntukkan menuju proses peralihan bentuk menjadi lalat (Muhayyat et al., 2016). Larva memiliki lima fase (lima instar), akhir masa larva yakni prapupa (Dortmans et al., 2017). Sehingga saat kekurangan makan larva mampu memperpanjang usianya sampai pada fase selanjutnya, sampai pada masa kritis menjadi penyebab kematian pada larva (Diener et al., 2009). Namun dalam penelitian ini tidak ditemukan kematian pada larva.

Pada penelitian ini hasil biomassa larva yang cenderung kecil. Dilihat ketika menuju hari terakhir penelitian, larva kelompok kontrol sudah ada yang memasuki fase prepupa ditandai dengan biomassa larva menetap atau malahan sedikit menurun dan berubah menjadi krem tua bahkan abu abu gelap artinya sudah siap ke fase selanjutnya. Selain itu, kandungan air pada limbah ikan sebesar 76% membuat larva kekurangan lemak dalam tubuhnya. Semakin tinggi kandungan air maka semakin kecil kandungan lemaknya, kandungan lemak mempunyai hubungan yang bertentangan dengan kadar air (Azir et al., 2017). Namun larva memiliki kadar lemak dalam tubuh yang cukup sehingga larva dapat bertahan sampai fase selanjutnya. Dilihat dari perbedaan bobot akhir pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, bobot kelompok eksperimen sedikit lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Nilai WRI dan ECD pada limbah ikan yang tinggi juga mempengaruhi bobot larva, pengaruh lainnya adalah seberapa sering larva diberi makan dan jenis umpan yang diberikan. Penggunaan limbah ikan sebagai umpan tetap dikatakan efektif dalam mereduksi menggunakan larva BSF, walaupun biomasanya tergolong kecil namun ada perbedaan peningkatan bobot larva pada kelompok yang diberikan perlakuan, nilai reduksi yang tinggi dan umpan yang dicerna cukup tinggi.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki berbagai keterbatasan yang mempengaruhi pelaksanaan serta hasil penelitian, keterbatasan tersebut adalah:

- 1 Pembiakan larva sejak fase telur sampai usia larva siap digunakan perlu dilakukan untuk menambah data yang dibutuhkan selama penelitian. Selain itu, pembiakan sejak telur hingga larva siap digunakan dapat mempengaruhi jumlah dan ukuran larva. Ketika dihitung dan ditimbang sebelum diberikan perlakuan di awal, ukuran maupun jumlah larva menjadi sama atau homogen. Sehingga dapat mempengaruhi hasil akhir perhitungan dan pengukuran. Larva *Black Soldier Fly* yang digunakan saat penelitian tidak dikembangbiakan sejak telur oleh peneliti karena keterbatasan waktu penelitian sehingga larva yang digunakan saat penelitian berusia 14-16 hari hasil pembiakan oleh para petugas di Rumah Maggot Pulau Tidung yang ada di Kepulauan Seribu.
- 2 Penelitian ini hanya melihat bagian secara fisik saja berupa berat limbah ikan, berat pakan ayam serta jumlah larva *Black Soldier Fly*.

## BAB VII

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dengan judul “Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Tidung Kepulauan Seribu, DKI Jakarta” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Rata-rata nilai *Waste Reduction Indeks* (WRI) pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (38%).
- 2 Nilai rata-rata *Efficiency of Conversion of Digested food* (ECD) pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (26%) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (-41%).
- 3 Nilai rata-rata Biomassa larva pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan makan limbah ikan lebih tinggi (0.058 gram/larva) dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diberi pakan ayam sebesar (0.052 gram/larva).
- 4 Berdasarkan rata-rata pengukuran nilai perhitungan *Waste Reduction Index* (WRI), *Efficiency of Conversion of Digested Food* (ECD), serta Biomassa larva kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol sehingga dapat diketahui bahwa reduksi menggunakan umpan limbah ikan memiliki potensi dalam mereduksi limbah organik.

#### B Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebagai berikut, yaitu:

- 1 Bagi Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA
  - a Diharapkan dapat menjadi sumber pengetahuan baru terkait pengolahan limbah organik khususnya pada limbah ikan dengan menggunakan metode *Black Soldier Fly* (BSF)

- b Diharapkan menjadi sumber referensi literatur penelitian yang dapat digunakan oleh peneliti lain.

## 2 Bagi Peneliti Lain

- a Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menentukan kondisi wilayah yang tepat agar larva BSF dapat hidup secara optimum sesuai dengan kriteria hidup larva maupun lalat BSF, dapat megenal kondisi lingkungan lebih jauh.
- b Perlu dilakukan pembiakan sejak telur sampai pada tahap usia larva akan digunakan untuk penelitian agar berat maupun ukuran sama untuk mencegah terjadinya perbedaan jumlah larva yang terlalu jauh
- c Sebaiknya dilakukan di tempat yang memiliki tenaga ahli atau tenaga yang berpengalaman dalam mengembangbiakan untuk dijadikan penanggung jawab dalam penelitian dan dapat mendampingi, membantu selama proses penelitian.

## 3 Bagi Masyarakat

- a Adanya potensi untuk memanfaatkan larva BSF dalam mereduksi limbah organik terutama pada limbah ikan perlu dilakukan oleh masyarakat sebagai upaya mengurangi dan memanfaatkan sumber daya yang ada di lingkungan sekitar masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- (KLHK), K. L. H. dan K. (2021). "*Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, Data Timbulan*". <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- Adinsyah, S. N. (2022). *Bahaya Limbah Di Sekitar Kita*. CV Media Edukasi Creative.
- Afikasari, D., Rifa'i, Angriawan, R., Diyah Ayu Candra, Maskur, C. A., & Safikoh, D. K. (2022). Pengaruh Pemberian Maggot (BSF) Black Soldier Fly ke Dalam Ransum Pakan terhadap Konsumsi Pakan Ayam Petelur. *Jurnal Sains Peternakan*, 10(1), 1–4. <https://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jsp/article/view/7249>  
<https://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jsp/article/download/7249/3549>
- Alvarez, L. (2012). *The Role of Black Soldier Fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates*. University of Windsor. Canada.
- Alvira, P. (2017). *Instalasi Pengolahan Limbah* (cetakan 1). Shira Media.
- Asnawi, Ichsan, M., & Haryani, N. K. D. (2017). Nilai Nutrisi Pakan Ayam Ras Petelur yang Dipelihara Peternak Rakyat di Pulau Lombok. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 3(2), 18–27. <https://doi.org/10.29303/jstl.v3i2.17>
- Azir, A., Harris, H., & Haris, R. B. K. (2017). Produksi dan Kandungan Nutrisi Maggot (*Chrysomya Megacephala*) Menggunakan Komposisi Media Kultur Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 34–40.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan Dalam Angka 2022* (Heru Santosa (ed.)). BPS Kabupaten Kepulauan Seribu.
- Badan Standarisasi Nasional, Pub. L. No. SNI 01-2891-1992 (1992).

- Baidowi, A., Santoso, A., & et.all. (2020). *Realita dan Rekomendasi Pengelolaan Sampah di Kepulauan* (Hary Chandra (ed.); cetakan 1,). Bogor: IPB Press.
- BB Veteriner, B. (2016). *Lalat Tentara Hitam Agen Biokonversi Sampah Organik Berprotein Tinggi*. Maret 2016.
- Buana, M. S., & Alfiah, T. (2021). Biokonversi Kotoran Ternak Sapi menggunakan Larva Black SoldierFly ( *Hermetia illucens* ). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IX 2021*, 406–412.
- Caruso, D., Emilie Devic, Subamia, I. W., Talamond, P., & Etienne Baras. (2013). *Technical handbook of domestication and production of diptera Black Soldier Fly (BSF) Hermetia illucens, Stratiomyidae* (First Edit). T Penerbit IPB Press Kampus IPB Taman Kencana Bogor.
- Dewantoro, K., & Efendi, M. (2018). *Beternak Maggot Black Soldier Fly*. PT Agromedia Pustaka.
- Dewi, A. A. L. N., I W. Karta, N. L., Wati, C., & Dewi, N. M. A. (2017). Uji Efektifitas Larvasida Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva Lalat Sarcophaga Pada Daging Untuk Upakara Yadnya Di Bali. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v6i1.9233>
- Diener, S. (2010). *Valorisation of Organic Solid Waste Using the Black Soldier Fly , Hermetia Illucens, in Low and Middle - Income Countries*. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- Diener, S., Tockner, K., & Zurbrugg, C. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae : Establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 27(6), 603–610. <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil. (2018). *Dinas Kependudukan dan*

*Pencatatan Sipil Prov. DKI Jakarta.*

- Ditjen Perikanan Budidaya. (2010). *Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik.*
- Dortmans, B., Egger, J., Diener, S., & Zurbrugg, C. (2017). Black Soldier Fly Biowaste Processing. A Step by Step guide. In Paul Donahue (Ed.), *Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development* (first). Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec).
- Dortmans, B., Egger, J., Diener, S., & Zurbrugg, C. (2021). *Black Soldier Fly Biowaste Processing. A Step-by-Step Guide – 2nd* (2nd Editio). Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec).
- Fahmi, M. . (2015). Optimalisasi Proses Biokonversi dengan Menggunakan MiniLarva *Hermetica illucens* Untuk Memenuhi Kebutuhan Pakan Ikan. *Biodev Indonesia*, 1(1), 139–144.
- Fahrizal, A., & Ratna. (2018). Pemanfaatan Limbah Pelelangan Ikan Jembatan Puri Di Kota Sorong Sebagai Bahan Pembuatan Tepung Ikan. *Gorontalo Fisheries Journal*, 1(2), 10. <https://doi.org/10.32662/.v1i2.421>
- Fauzi, M., & Muharram, L. H. (2019). Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik oleh Maggot BSF ( Black Soldier Fly ) pada Berbagai Level Instar: Review. *Journal of Science, Technology and Entrepreneurship*, 1(2), 134–139.
- Ghaly, A. E., Ramakrishnan, V. V., Brooks, M. S., Budge, S. M., & Dave, D. (2013). Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: a critical review. *Biochem*, 5(1), 107–129. <https://doi.org/doi:10.4172/1948-5948.1000110>

- Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, H. T. B. M. (2017). Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 179–192.
- Inaku, A. H. R., Novianus, C., & Lakshmi, B. S. (2022). Gambaran Persepsi Masyarakat dalam Penanganan Limbah Masker pada Masa Pandemi Covid-19 di DKI Jakarta. *Jurnal Fisioterapi Dan Kesehatan Indonesia*, 2(1), 100–110.
- Ismuyanto, B., N.H, A. S. D. S., & Juliananda. (2017). *Teknik Pengolahan Limbah Padat* (Tim UB Press (ed.)).
- Kassuwi, S. A. A., Mshandete, A. M., & Kivaisi., A. K. (2012). Anaerobic CoDigestion of Biological Pre-Treated Nile Perch Fish Solid Waste With Vegetable Fraction of Market Solid Waste. *Journal of Agricultural & Biological Science*, 7(12), 1016–1031.
- Lestari, R. (2022). *Biokonversi Sampah Organik Dengan penambahan Limbah Ikan Oleh Larva Lalat Hitam (Hermentia illucens L.) (Ordo: Diptera)*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Masturoh, I., & T, N. A. (2018). *Bahan Ajar Rekam Medis Dan Informasi Kesehatan (RMIK). Metodologi Penelitian Kesehatan* (R. Y. Priyati (ed.); Cetakan pe). Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI).
- Maulana, W. (2019). *Biokonversi Sampah Organik oleh Black Soldier Fly (BSF) untuk menghasilkan Larva BSF dan Kompos Premium (Residu dan Lindi)*. 11 Februari. <http://nolsampah.openthinklabs.com/2019/02/biokonversi-sampah-organik-oleh-bsf-black-soldier-fly.html>
- Monita, L., Sutjahjo, S. H., Amin, A. A., & Fahmi, M. R. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural*

*Resources and Environmental Management*), 7(3), 227–234.  
<https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.227-234>

- Muhayyat, M. S., Yuliansyah, A. T., & Prasetya, A. (2016). Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 23–29.
- Muzakkir, Simamora, N. A., & Adawiyah, R. (2020). Konsep Kerusakan Lingkungan Menurut Tafsir Al-Azhar Buya Hamka. *Ilmu Al-Quran Dan Tafsir*, 3(1), 27.
- Muzdalifah, L., & Nilamsari, W. (2021). Peran Istri Nelayan dalam Meningkatkan Perekonomian Keluarga di Pulau Tidung. *Jurnal Pemberdayaan Komunitas MH Thamrin*, 3(2), 121–136.
- Neneng, S., & Indrayani, R. (2021). Analisis Kosumsi Umpan Dan Indek Pengurangan Sampah Organik Menggunakan Maggot (*Hermetia Illucens*). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(2016), 227–235.
- Nirmala, W., Purwaningrum, P., & Indrawati, D. (2020). Pengaruh Komposisi Sampah Pasar Terhadap Kualitas Kompos Organik Dengan Metode Larva Black Soldier Fly(BSF). *Prosiding Seminar Nasional Pakar Ke 3 . Buku 1: Sains Dan Teknologi*, 1–5.
- Nofiyanti, E., Laksono, B. T., Salman, N., & Wardani, G. A. (2022). Efektivitas Larva Black Soldier Fly ( *Hermetia ilucens* ) dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar. *Serambi Engineering*, 7(1), 2571–2576.
- Nugraha, N., Anggraeni, N. D., Ridwan, M., Fauzi, O., & Yusuf, D. (2018). Rancang Bangun Komposter Rumah Tangga Komunal Sebagai Solusi Pengolahan Sampah Mandiri Kelurahan Pasirjati Bandung. *Creative Research Journal*, 3(02), 105. <https://doi.org/10.34147/crj.v3i02.109>

- Nursaid, A. A., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2019). Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos Pada Pengolahan Sampah Buah Dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). *Environmental Engineering*, 9.
- Oktavia, E., & Firra Rosariawari. (2020). Rancangan Unit Pengembangbiakan Black Soldier Fly (BSF) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga (Review). *Jurnal Envirous*, 1(1), 12.
- Pemerintah Republik Indonesia. (1990). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 1990 Tentang Pencemaran Air*.
- Rahmadayanti, N., & Firmansyah, M. (2021). Teknologi Reduksi Sampah Organik Berbasis Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Ilucens*) Dengan Variasi Frekuensi Feeding. *JTAM Teknik Lingkungan*, 4(2), 12.
- Ratiandi, R., Imansyah, F., & Mooniarsih, N. T. (2020). Pengolahan Limbah Ikan Menjadi Produk Ber nilai Ekonomis Tinggi Dengan Sentuhan Teknologi Tepat Guna Mesin Pembuat Tepung Ikan. *Jurnal Pengabdian*, 3(1), 51–64.
- Rijal, M. (2016). *Prospek Limbah Ikan di Maluku. Pembuatan Fish Nugget Berbahan Dasar Limbah Ikan dan Eksrak Kulit Nanas serta Uji Kandungan Protein, ALT, dan Koliform Total* (C. M. Sartono (ed.); edisi 1). DEEPUBLISH: Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA.
- Rodli, A. F., & Hanim, A. M. (2022). Strategi Pengembangan Budidaya Maggot BSF Sebagai Ketahanan Perekonomian Dimasa Pandemi. *IQTISHA Dequity*, 4(1), 11–16. <https://doi.org/10.51804/iej.v4i1.1584>
- Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., & Oktorina, S. (2021). Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah dan Sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 130–137.

- Rojabi, Y. N., Hernawan, E., & Putra, R. R. (2021). Pengaruh Jenis Limbah Terhadap Bobot Larva Pada Biokonversi Limbah Pasar Menggunakan Larva *Hermetia illucens* (Black Soldier Fly). *Enviro Scienteeae*, 17(3), 162–169.
- Seribu, S. T. R. K. (2020). *Kecamatan Pulau Seribu Selatan Dalam Angka 2020*.
- Setiawan, T. H. (2018). *Peningkatan Pengelolaan Limbah B3 dan Limbah Padat Non B3 Terhadap Indeks Proper Pada Industri Makanan*. Universitas Diponegoro.
- Sihite, H. H. (2013). Studi Pemanfaatan Limbah Ikan Dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan Pasar Tradisional Nauli Sibolga Menjadi Tepung Ikan Sebagai Bahan Baku Pakan Ternak. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2), 43–54.
- Suciati, R., & Faruq, H. (2017). Efektifitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) Sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio*, 2(1), 8–13.
- Sumantri, A. (2015). *Kesehatan Lingkungan Edisi Ketiga* (edisi ke-3). Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Supendi, & Paryani, D. D. (2021). *Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten Kepulauan Seribu 2021* (A. Azhari (ed.)). Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Seribu.
- Utami, B., Budiretnani, D. A., & Huda, M. (2021). Inovasi ransum ramah lingkungan berbahan maggot untuk meningkatkan berat badan ayam buras periode grower. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*.
- Wahyuni, R. K., Dewi, F., Ardiansyah, & Fadhlil., R. C. (2020). *Maggot BSF: Kualitas Fisik Dan Kimianya* (N. Purnomo, A. Muhtarom, & H. M. Hidayah (eds.)). LITBANG PEMAS UNISLA - Lembaga Penelitian, Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Lamongan.

- Waldbauer, G. P. (1968). *The Consumption and Utilization of Food by Insects*. University of Illinois, Urbana, Illinois, US. A.
- Yuwono, A. S., & Mentari, P. D. (2018). *Penggunaan Larva (Maggot) Black Soldier Fly (BSF) Dalam Pengolahan Limbah Organik (Cetakan Pe)*. Seameo Biotrop: Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.
- Zulkifli, A. (2014). Pengelolaan Limbah Berkelanjutan. In *Edisi 1* (1st ed., p. 169). Graha Ilmu.
- Zulkifli, A. (2017). Pengelolaan Limbah. In *edisi 2* (ke-2, p. 268). Teknosain.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Perizinan Penelitian Suku Dinas Lingkungan Hidup Kota Administrasi Kepulauan Seribu



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
**FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN**

Jl. Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12130  
 Telp./Fax. (021) 7256157. <http://fikes.uhamka.ac.id>, <http://uhamka.ac.id>

Nomor : 3024 /B.04.01/2022  
 Lamp : -  
 Hal : **Permohonan Izin Penelitian**

Jakarta, 24 Shafar 1444 H  
 20 September 2022 M

Yang terhormat,  
**Kelapa Suku Dinas Lingkunga Hidup**  
**Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu**  
 Jl. Mandala V No.67, RT.1/RW.2  
 Ciliitan, Kec. Kramat Jati, Kota Jakarta Timur  
 Daerah Khusus Ibukota Jakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Pimpinan Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (FIKES UHAMKA) menerangkan bahwa:

Nama : **Alfathir Esha Haque**  
 NIM : 1805015138  
 Semester : VIII (Delapan)  
 Jenjang : Strata Satu (S1)  
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
 Tahun Akademik : 2021/2022  
 No. HP. : 0856 4868 9346

Bermaksud mohon izin penelitian tentang:

**"Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode Black Soldier Fly(BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Kelapa Kepulauan Seribu DKI Jakarta"**

Data tersebut akan dipergunakan untuk kelengkapan sumber data penyusunan skripsi. Untuk hal tersebut di atas kami mohon bantuan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami tersebut dapat diberikan kesempatan untuk mengambil data yang dibutuhkan.

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

*Wabillahittaufiq walhidayah,*  
*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*



Dekan, /s/

**Ony Linda, M.Kes**  
 NIDN: 0330107403

**Tembusan:**  
 Kelurahan Pulau Kelapa

## Lampiran 2 Perizinan Penelitian Industri Rumahan Di Pulau Seribu



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
**FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN**

Jl. Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12130  
 Telp./Fax. (021) 7256157. <http://fikes.uhamka.ac.id>, <http://uhamka.ac.id>

Nomor : 3025 /B.04.01/2022

Jakarta, 24 Shafar 1444 H

Lamp : -

20 September 2022 M

Hal : **Permohonan Izin Penelitian**

Yang terhormat,  
**Kelompok Home Industri Jenis Olahan Ikan Pulau Kelapa**  
 RT 001/002/003, Kecamatan Seribu Utara  
 Administrasi Kepulauan Seribu Utara, Jakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Pimpinan Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (FIKES UHAMKA) menerangkan bahwa:

Nama : **Alfathir Esya Haque**  
 NIM : 1805015138  
 Semester : VIII (Delapan)  
 Jenjang : Strata Satu (S1)  
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
 Tahun Akademik : 2021/2022  
 No. HP. : 0856 4868 9346

Bermaksud mohon izin penelitian tentang:

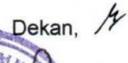
**"Analisis Reduksi Limbah Ikan Dengan Metode Black Soldier Fly(BSF) Sebagai Cara Pengurangan Limbah Organik Di Pulau Kelapa Kepulauan Seribu DKI Jakarta"**

Data tersebut akan dipergunakan untuk kelengkapan sumber data penyusunan skripsi. Untuk hal tersebut di atas kami mohon bantuan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami tersebut dapat diberikan kesempatan untuk mengambil data yang dibutuhkan.

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

*Wabillahittaufiq walhidayah,*

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Dekan, 



**Ony Linda, M. Kes**  
 NIDN: 0330107403

### Lampiran 3 Pengukuran Kadar Air Limbah Ikan

#### Pengukuran Kadar Air Sampel Limbah Organik

Metode oven digunakan oleh peneliti untuk mengetahui kadar air sampel limbah organik. Alat dan bahan yang digunakan untuk mengetahui kadar air sampel adalah sebagai berikut:

Alat:

1. Oven
2. Cawan Porselen
3. Timbangan Digital

Bahan:

1. Limbah Ikan

Cara kerja metode oven untuk mendapatkan kadar air dalam makanan berdasarkan SNI 01-2891-1992 adalah sebagai berikut:

- 1 Keringkan cawan porselen yang akan digunakan didalam oven selama  $\pm 1$ jam, kemudian dikeluarkan cawan dari oven untuk di dinginkan  $\pm 10$  menit.
- 2 Timbang cawan kosong dengan timbangan digital untuk mendapatkan nilai a, kemudian catat di dalam lembar pencatatan.
- 3 Tambahkan sampel ke dalam cawan kemudian timbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan nilai b, kemudian catat ke dalam lembar pencatatan.
- 4 Keringkan sampel yang ada di dalam cawan menggunakan oven dengan suhu  $105^{\circ}$  selama 3 jam, setelah itu timbang berat sampel dan cawan yang telah di keringkan menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan nilai c.
- 5 Pengeringan sampel dan cawan di dalam oven serta penimbangan berat dilakukan tiga kali untuk mendapatkan berat rata-rata yang valid.
- 6 Kadar air sampel dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100\%$$

Keterangan:

a = cawan kosong yang telah di oven selama  $\pm 1$ jam (gr)

b = cawan kosong + sampel basah yang telah di cacah (gr)

c = cawan kosong + sampel kering yang di oven selama 3 jam dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  (gr)

### Hasil Pengukuran Kadar Air Limbah Ikan

Diketahui:

$$a = 51 \text{ gr}$$

$$b = 816 \text{ gr}$$

$$c = 284 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{(b - a) - (c - a)}{(b - a)} \times 100\% \\ &= \frac{(816-51)-(284-51)}{(816-51)} \\ &= 76.4\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran diketahui dengan menggunakan cawan dengan berat 51 gram, limbah ikan 765 gram dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam, berat limbah ikan menjadi 284 gram sehingga kadar airnya mencapai 76%.

## Lampiran 4 Data Pengukuran Kelompok Eksperimen

## DATA KELOMPOK EKSPERIMEN

Alat Ukur: Timbangan Digital

Tanggal eksperimen	Berat Sampel Limbah (gram)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	255	255	255	255
13/10/2022	65	40	31	45
16/10/2022	35	34	31	33
Rata-rata	118	110	106	

Alat Ukur: Timbangan Digital

Tanggal eksperimen	Berat Larva (gram)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	100	100	100	100
13/10/2022	121	120	124	122
16/10/2022	56	83	86	75
Rata-rata	92	101	103	

Alat Ukur: menghitung manual

Tanggal eksperimen	Jumlah Larva (pcs)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	1950	1844	2000	1931
13/10/2022	1509	1615	1776	1633
16/10/2022	1410	1552	1719	1560
Rata-rata	1623	1670	1832	

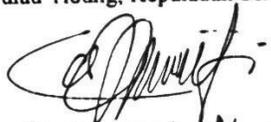
Jakarta, 17 Oktober 2022

Pengelola Rumah Magot  
Pulau Tidung, Kepulauan Seribu

Pelaksana Eksperimen



(Alfathir Esya Haque)



(Muhammad Alim)

## Lampiran 5 Hasil Perhitungan Kelompok Eksperimen

## DATA KELOMPOK EKSPERIMEN

Wadah 1 (%)				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.48	0.51	0.66
WRI	100%	16%	17%	44%
EDC	100%	17%	-54%	21%
Biomassa Larva	0.051	0.080	0.040	0.057

Wadah 2 (%)				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.55	0.27	0.61
WRI	100%	18%	9%	42%
EDC	100%	11%	-25%	29%
Biomassa Larva	0.054	0.074	0.053	0.061

Wadah 3 (%)				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.74	0.25	0.66
WRI	100%	25%	8%	44%
EDC	100%	12%	-23%	30%
Biomassa Larva	0.050	0.070	0.050	0.057

Eksperimen (%)				
Parameter/tanggal	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	Rata-rata
SC	0.66	0.61	0.66	0.64
WRI	44%	42%	44%	44%
EDC	21%	29%	30%	26%
Biomassa Larva	0.057	0.061	0.057	0.058

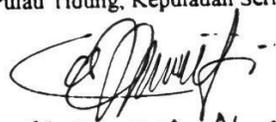
Pelaksana Eksperimen



(Alfathir Esya Haque)

Jakarta, 17 Oktober 2022

 Pengelola Rumah Magot  
 Pulau Tidung, Kepulauan Seribu



(Muhammad Alim)

## Lampiran 6 Data Pengukuran Kelompok Kontrol

## DATA KELOMPOK KONTROL

Alat Ukur: Timbangan Digital

Tanggal eksperimen	Berat Sampel Pakan (gram)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	255	255	255	255
13/10/2022	131	137	144	137
16/10/2022	105	108	114	109
Rata-rata	164	167	171	

Alat Ukur: Timbangan Digital

Tanggal eksperimen	Berat Larva (gram)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	100	100	100	100
13/10/2022	130	138	145	138
16/10/2022	109	101	110	107
Rata-rata	113	113	118	

Alat Ukur: menghitung manual

Tanggal eksperimen	Jumlah Larva (pcs)			Rata-rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
10/10/2022	1900	1950	2100	1983
13/10/2022	2252	2294	2461	2336
16/10/2022	2272	2304	2487	2354
Rata-rata	2141	2183	2349	

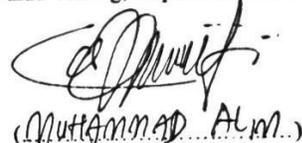
Jakarta, 17 Oktober 2022

Pengelola Rumah Magot  
Pulau Tidung, Kepulauan Seribu

Pelaksana Eksperimen



(Alfathir Esya Haque)


  
(Muhammad Alim)

## Lampiran 7 Hasil Perhitungan Kelompok Kontrol

## PARAMETER KELOMPOK KONTROL

Wadah 1				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.26	0.18	0.48
WRI	100%	9%	6%	38%
EDC	100%	-429%	24%	-101%
Biomassa Larva	0.053	0.058	0.048	0.053

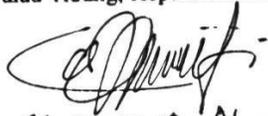
Wadah 2				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.23	0.24	0.49
WRI	100%	8%	8%	39%
EDC	100%	-200%	38%	-21%
Biomassa Larva	0.051	0.060	0.044	0.052

Wadah 3				
Parameter/tanggal	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-rata
SC	1.00	0.19	0.22	0.47
WRI	100%	6%	7%	38%
EDC	100%	-136%	30%	-2%
Biomassa Larva	0.048	0.059	0.044	0.050

Eksperimen (%)				
Parameter/tanggal	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	Rata-rata
SC	0.48	0.49	0.47	0.48
WRI	38%	39%	38%	38%
EDC	-101%	-21%	-2%	-41%
Biomassa Larva	0.053	0.052	0.050	0.052

Jakarta, 17 Oktober 2022

Pelaksana Eksperimen

  
 (Alfathir Esya Haque)
Pengelola Rumah Magot  
Pulau Tidung, Kepulauan Seribu
  
 (Muhammad Alim)

## Lampiran 8 Alur Perhitungan Kelompok Eksperimen

Pengukuran Nilai Perhitungan *Waste Reduction Index (WRI)*, *Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)*, Serta Biomassa Larva Pada Kelompok Eksperimen

		Wadah 1			Rata-Rata
Parameter	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022		
SC	$\frac{\frac{W-R}{W}}{(255+100)-0} = \frac{(255+100)-0}{(255+100)} = 1.00 \text{ gr}$	$\frac{W-R}{W} = \frac{(255+100)-(65+121)}{(255+100)} = 0.48 \text{ gr}$	$\frac{W-R}{W} = \frac{(65+121)-(35+56)}{(65+121)} = 0.51 \text{ gr}$	$\frac{1.00+0.48+0.051}{3} = 0.66 \text{ gr}$	
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{100} = \frac{100}{1} \times 100\% = 100\%$	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{0.48} = \frac{100}{3} \times 100 = 16\%$	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{0.51} = \frac{100}{3} \times 100 = 17\%$	$\frac{100\%+16\%+17\%}{3} = 44\%$	
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((0-(255+100)) \times 100\%)} = \frac{((0-(255+100))-0)}{((0-(255+100))-0)} = 100\%$	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((121-100) \times 100\%)} = \frac{((255-65)-65)}{((255-65)-65)} = 17\%$	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((56-121) \times 100\%)} = \frac{((255-(65+35))-35)}{((255-(65+35))-35)} \times 100\% = -54\%$	$\frac{100+17+(-54)}{3} = 21\%$	
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{100 \text{ gr}}{1950 \text{ larva}} = 0.051 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{121 \text{ gr}}{1509 \text{ larva}} = 0.080 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{56 \text{ gr}}{1410 \text{ larva}} = 0.040 \text{ g/larva}$	$\frac{0.051+0.080+0.040}{3} = 0.057 \text{ g/larva}$	
Wadah 2					
Parameter	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022		Rata-Rata
SC	$\frac{W-R}{W} = \frac{(255-100)-0}{(255-100)} = 1.00 \text{ g}$	$\frac{W-R}{W} = \frac{(255+100)-(40+120)}{(255+100)} = 0.55 \text{ gr}$	$\frac{W-R}{W} = \frac{(40+120)-(34+83)}{(40+120)} = 0.27 \text{ gr}$	$\frac{1.00+0.55+0.27}{3} = 0.61 \text{ gr}$	
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{100} = \frac{100}{1} = 100\%$	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{0.55} = \frac{100}{3} = 18\%$	$\frac{\frac{SC}{T} \times 100\%}{0.27} = \frac{100}{3} = 9\%$	$\frac{100+18+9}{3} = 42\%$	
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((255)-0)} = \frac{((255)-0)}{255} = 100\%$	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((120-100) \times 100\%)} = \frac{((255-40)-40)}{((255-40)-40)} = 11\%$	$\frac{\frac{B}{(I-F)} \times 100\%}{((83-120) \times 100\%)} = \frac{((255-(40+34))-34)}{((255-(40+34))-34)} = -25\%$	$\frac{100+11+(-25)}{3} = 29\%$	
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{100 \text{ gr}}{1844 \text{ larva}} = 0.054 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{120 \text{ gr}}{1615 \text{ larva}} = 0.074 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{83 \text{ gr}}{1552 \text{ larva}} = 0.053 \text{ g/larva}$	$\frac{0.054+0.074+0.053}{3} = 0.061 \text{ g/larva}$	

Wadah 3				
Parameter	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-Rata
SC	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{(255 - 100) - 0}{(255 - 100)}$ = 1.00 gr	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{=(255+100)-(31+124)}{(255+100)}$ =0.74gr	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{=(31+124)-(31+86)}{(31+124)}$ =0.25gr	$\frac{=100+0.74+0.25}{3}$ =0.66gr
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{SC}{T} \times 100\%$ $\frac{100}{1}$ =100%	$\frac{SC}{T} \times 100\%$ $\frac{0.74}{3}$ =25%	$\frac{SC}{T} \times 100\%$ $\frac{0.25}{3}$ =8%	$\frac{=100+25+8}{3}$ =44%
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $= \frac{0-(255+100)}{(255+100)}$ = 100%	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $= \frac{(124-100)}{(255-31)-31}$ =12%	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $= \frac{(86-124)}{(255-(31+31))}$ = -23%	$\frac{100+12+(-23)}{3}$ =30%
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $= \frac{100gr}{2000larva}$ = 0.050 g/larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $= \frac{124gr}{1776larva}$ = 0.070 g/larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $= \frac{86gr}{1719larva}$ = 0.050 g/larva	$\frac{=0.050+0.070+0.050}{3}$ = 0.057 g/larva

Parameter	Kelompok eks			Rata-Rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
SC	$\frac{=100+0.48+0.51}{3}$ =0.66gr	$\frac{=100+0.55+0.27}{3}$ =0.61gr	$\frac{=100+0.74+0.25}{3}$ =0.66gr	$\frac{0.66+0.61+0.66}{3}$ =0.64gr
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{=100+16+17}{3}$ =44%	$\frac{=100+18+9}{3}$ =42%	$\frac{=100+25+8}{3}$ =44%	$\frac{44+42+44}{3}$ =44%
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{=100+17+(-54)}{3}$ =21%	$\frac{=100+11+(-25)}{3}$ =29%	$\frac{=100+12+(-23)}{3}$ =30%	$\frac{21+29+30}{3}$ =26%
Biomassa Larva	$\frac{=0.051+0.080+0.040}{3}$ =0.057 g/larva	$\frac{=0.054+0.074+0.053}{3}$ =0.061 g/larva	$\frac{=0.050+0.070+0.050}{3}$ =0.057 g/larva	$\frac{=0.057+0.061+0.057}{3}$ =0.058 g/larva

## Lampiran 9 Alur Perhitungan Kelompok Kontrol

Pengukuran Nilai Perhitungan *Waste Reduction Index (WRI)*, *Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)*, Serta Biomassa Larva Pada Kelompok Kontrol

Wadah 1				Rata-Rata
Parameter				
SC	$\frac{W - R}{W} = \frac{(255+100)-0}{(255+100)} = 1.00 \text{ gr}$	$\frac{W - R}{W} = \frac{(255+100)-(131+130)}{(255+100)} = 0.26 \text{ gr}$	$\frac{W - R}{W} = \frac{(131+130)-(105+109)}{(131+130)} = 0.18 \text{ gr}$	$\frac{100+0.26+0.18}{3} = 0.48 \text{ gr}$
Waste Reduction Index (WRI),	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{100}{1} \times 100\% = 100\%$	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{0.26}{3} \times 100\% = 9\%$	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{0.18}{3} \times 100\% = 6\%$	$\frac{100+9+6}{3} = 38\%$
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{0-(255+100)}{(0-(255+100)-0)} = 100\%$	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{(130-100)}{(255-131)-131)} = -429\%$	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{(109-130)}{(255-(131+105)-105)} = 24\%$	$\frac{100+(-429)+24}{3} = -1.01\%$
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{100 \text{ gr}}{1950 \text{ larva}} = 0.053 \text{ gr/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{130 \text{ gr}}{2252 \text{ larva}} = 0.058 \text{ gr/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{109 \text{ gr}}{2272 \text{ larva}} = 0.048 \text{ gr/larva}$	$\frac{0.053+0.058+0.048}{3} = 0.053 \text{ g/larva}$
Wadah 2				
Parameter	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-Rata
SC	$\frac{W - R}{W} = \frac{(255 - 100) - 0}{(255 - 100)} = 1.00 \text{ gr}$	$\frac{W - R}{W} = \frac{(255+100)-(137+138)}{(255+100)} = 0.23 \text{ gr}$	$\frac{W - R}{W} = \frac{(137+138)-(108+101)}{(137+138)} = 0.24 \text{ gr}$	$\frac{100+0.23+0.24}{3} = 0.49 \text{ gr}$
Waste Reduction Index (WRI),	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{100}{1} = 100\%$	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{0.23}{3} = 8\%$	$\frac{SC}{T} \times 100\% = \frac{0.24}{3} = 8\%$	$\frac{100+8+8}{3} = 39\%$
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{0-(255+100)}{0-(255+100)} = 100\%$	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{(138-100)}{(255-137)-137} = -200\%$	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\% = \frac{(101-138)}{(255-(137+108))} = 38\%$	$\frac{100+(-200)+38}{3} = -21\%$
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{100 \text{ gr}}{1950 \text{ larva}} = 0.051 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{138 \text{ gr}}{2294 \text{ larva}} = 0.060 \text{ g/larva}$	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}} = \frac{101 \text{ gr}}{2304 \text{ larva}} = 0.044 \text{ g/larva}$	$\frac{0.051+0.060+0.044}{3} = 0.052 \text{ g/larva}$

Wadah 3				
Parameter	10/10/2022	13/10/2022	16/10/2022	Rata-Rata
SC	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{(255 - 100) - 0}{(255 - 100)}$ = 1.00 gr	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{(255+100)-(144+145)}{(255+100)}$ =0.19gr	$\frac{W - R}{W}$ $\frac{(144+145)-(114+100)}{(144+145)}$ =0.22gr	$\frac{=1.00+0.19+0.22}{3}$ =0.47gr
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{-\frac{SC}{T} \times 100\%}{1}$ =100%	$\frac{-\frac{SC}{T} \times 100\%}{3}$ =6%	$\frac{-\frac{SC}{T} \times 100\%}{3}$ =7%	$\frac{100+6+7}{3}$ =38%
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $\frac{=0-(255+100)}{(0-(255+100)-0)}$ =100%	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $\frac{=(145-100)}{(255-144)-144)}$ =-136%	$\frac{B}{(I-F)} \times 100\%$ $\frac{=(110-145)}{(255-(114+114)-114)}$ =30%	$\frac{=(100+(-136)+30)}{3}$ =-2%
Biomassa Larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $\frac{100 \text{ gr}}{2100 \text{ larva}}$ = 0.048g/larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $\frac{145 \text{ gr}}{12461 \text{ larva}}$ =0.059 g/larva	$\frac{\text{Total berat larva}}{\text{Jumlah total larva}}$ $\frac{110 \text{ gr}}{2461 \text{ larva}}$ = 0.044 g/larva	$\frac{=0.048+0.059+0.044}{3}$ = 0.050g/larva

Parameter	Kelompok Kontrol			Rata-Rata
	Wadah 1	Wadah 2	Wadah 3	
SC	$\frac{=1.00+0.26+0.18}{3}$ =0.48gr	$\frac{=1.00+0.23+0.24}{3}$ =0.49gr	$\frac{=1.00+0.19+0.22}{3}$ =0.47gr	$\frac{=0.48+0.49+0.47}{3}$ =0.48gr
Waste Reduction Index (WRI)	$\frac{=100+9+6}{3}$ =38%	$\frac{=100+8+8}{3}$ =39%	$\frac{=100+6+7}{3}$ =38%	$\frac{=38+39+38}{3}$ =38%
Efficiency of Conversion of Digested Food (ECD)	$\frac{=100+(-429)+24}{3}$ =-101%	$\frac{=100+(-200)+38}{3}$ =-21%	$\frac{=100+(-136)+30}{3}$ =-2%	$\frac{=(-101)+(-21)+(-2)}{3}$ =-41%
Biomassa Larva	$\frac{=0.053+0.058+0.048}{3}$ =0.053 g/larva	$\frac{=0.051+0.060+0.044}{3}$ =0.052 g/larva	$\frac{=0.048+0.059+0.04}{3}$ =0.050 g/larva	$\frac{=0.053+0.052+0.05}{3}$ =0.052 g/larva

## Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-1



765 gram limbah ikan untuk kelompok eksperimen



765 gram pakan ayam untuk kelompok kontrol

300 gram larva *black soldier fly* untuk kelompok eksperimen300 gram larva *black soldier fly* untuk kelompok kontrol



Wadah dan  
timbangan penelitian



Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol



## Lampiran 11 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-4



Wadah 1 Limbah Ikan



Wadah 2 Limbah Ikan



Wadah 3 Limbah Ikan



Wadah 1 Larva



Wadah 2 Larva



Wadah 3 Larva



Wadah 1 Pakan Ayam



Wadah 2 Pakan Ayam



Wadah 3 Pakan Ayam



Wadah 1 Larva



Wadah 2 Larva



Wadah 3 Larva

Lampiran 12 Dokumentasi Penelitian Hari Ke-7



Wadah 1 Limbah Ikan



Wadah 2 Limbah Ikan



Wadah 3 Limbah Ikan



Wadah 1 Larva



Wadah 2 Larva



Wadah 3 Larva



Wadah 1 Pakan Ayam



Wadah 2 Pakan Ayam



Wadah 3 Pakan Ayam



Wadah 1 Larva



Wadah 2 Larva



Wadah 3 Larva

## Lampiran 13 Dokumentasi Pengukuran Kadar Air Limbah Organik



alas oven Penelitian



Oven



Limbah ikan yang belum di oven



Limbah ikan yang telah dikeringkan dengan oven