

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN DARAH SAPI PADA  
PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*  
(MAGGOT)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**INCE FAHRA MAHARANI AS'ARY  
D131 18 1326**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN DARAH SAPI PADA  
PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*  
(MAGGOT)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**INCE FAHRA MAHARANI AS'ARY  
D131 18 1326**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****STUDI PENGARUH PENAMBAHAN DARAH SAPI PADA  
PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*  
(*MAGGOT*)**

Disusun dan diajukan oleh

**Ince Fahra Maharani As'ary**  
**D131181326**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 7 Februari 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Asiyanthi T Lando, S.T.,M.T.  
NIP 198001202002122002

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Kartika Sari, S.T.,M.T.  
NIP 197312012000122001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T.  
NIP 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Ince Fahra Maharani As'ary

NIM : D131181326

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Pengaruh Penambahan Darah Sapi Pada Biokonversi Larva (Maggot)

*Black Soldier Fly*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 Januari 2023

Menyatakan



Ince Fahra Maharani As'ary

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat dan karunia-Nya, tak lupa pula Salawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW serta untuk para keluarga dan sahabat yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “STUDI PENAMBAHAN DARAH SAPI PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (MAGGOT)” yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Tugas akhir ini penulis selesaikan bukan tanpa hambatan. Terdapat hambatan bahkan masalah yang dilalui dalam prosesnya, namun berkat bantuan, dukungan serta doa dari berbagai pihak, tugas akhir ini pun terselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

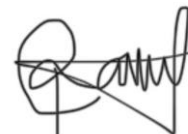
1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T., selaku Kepala Lab Riset Sanitasi dan Persampahan.
4. Ibu Dr. Eng. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T., selaku pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu serta senantiasa memberikan pengarahan dan dorongan selama proses penelitian.
5. Ibu Dr. Eng. Kartika Sari, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu serta senantiasa memberikan pengarahan dan dorongan selama proses penelitian.
6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan yang telah mengajar dan membimbing saya selama masa perkuliahan, serta Ibu Sumi dan Pak Olan selaku staff yang selalu siap sedia membantu dalam menyelesaikan berkas-berkas.

7. Almh. Hj. St. Raunah Taliang yang dari awal perkuliahan senantiasa memberi doa serta dukungan moral maupun material kepada penulis. Ibu, Bonda, Bunda, Etta dan Opu yang sudah berperan penting sebagai orang tua. Gaga, Oya, Appi, Ata sebagai saudara-sodari paling baik yang kupunya dan terakhir *my deepest love*, Athaya.
8. Teman-teman se-Angkatan 2018 Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, yang telah banyak penulis repotkan selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman seperjuangan di Lab Riset Sanitasi dan Persampahan yang selalu berbagi dan saling menolong selama proses penelitian,
10. Saudara-saudari se-TRANSISI 2019, yang telah menemani masa perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru sampai sekarang dan mengajarkan banyak hal selama menjalani masa perkuliahan.
11. Nilam, Tiwi, Elsa dan Nadya yang paling tau semua ceritaku semasa kuliah yang tau baik dan burukku tapi masih bertahan sampai titik ini, yang kalau tidak ada mereka mungkin tidak banyak ceritaku di 4 tahun terakhir.
12. Semua pihak yang telah memberi dukungan dan dorongan kepada penulis yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu.
13. Terakhir, kepada diri sendiri. Rani, terima kasih. Dengan prinsip hidup “Lets do the best and let God do the rest” akhirnya telah melewati satu fase hidup yang insyaallah akan berguna kedepannya. Mari terus berjuang sampai akhir.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat memberi informasi bagi para pembaca dan bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Gowa, 19 Januari 2023

Penulis



**Ince Fahra Maharani A**  
D131181326

## ABSTRAK

**INCE FAHRA MAHARANI AS'ARY.** *Studi Penambahan Darah Sapi Pada Proses Biokonversi Larva Black Soldier Fly (Maggot) (Studi Kasus Sampah Organik Pasar Sentral Pangkep).* (dibimbing oleh **Asiyanthi T. Lando** dan **Kartika Sari**)

Pengolahan sampah sangat diperlukan, khususnya sampah pasar yang mendominasi tingginya timbulan sampah organik di Indonesia. Biokonversi merupakan perombakan sampah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup (Larry Newton, Craig Sheppard, Wes D, Watson, Gary Burtle, 2005). *Black Solder Fly* telah diteliti dapat mendegradasi sampah organik dengan memanfaatkan larvanya yang akan mengekstrak energi dan nutrien dari sampah sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, dan kotoran sebagai makanannya. Darah sapi dikatakan dapat mempercepat proses biokonversi dan meningkatkan produksi telur *Black Soldier Fly* guna mengoptimalkan pengolahan sampah organik, Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil modifikasi pakan larva menggunakan darah sapi dalam mereduksi sampah organik yang dilakukan oleh larva BSF. Penelitian akan dilakukan selama 14 hari dan 21 hari terhadap 3 variasi perlakuan media pakan dengan masing-masing perlakuan menggunakan sampah organik sebesar 5 kg. Perlakuan A yaitu sampah organik tidak ditambahkan darah sapi, perlakuan B yaitu sampah organik ditambahkan 2% darah sapi, dan perlakuan C yaitu sampah organik ditambahkan 4% darah sapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan darah sapi pada sampah organik guna memaksimalkan biokonversi sampah organik menggunakan larva *Black Soldier Fly* menunjukkan hasil yang optimal. Penambahan darah sapi sebesar 4% merupakan hasil yang paling optimal dibandingkan penambahan darah sapi sebesar 2% dan tanpa penambahan darah sapi pada sampah organik. Rata-rata presentase biokonversi sampah dalam 5 kg sampah organik untuk proses pengolahan selama 21 hari sebesar 95% sedangkan untuk proses pengolahan selama 14 hari sebesar 91,6%

**Kata Kunci** : Pengolahan Sampah Organik, Larva BSF, Lalat Tentara Hitam, Darah Sapi, Sampah Organik Pasar.

## ABSTRACT

**INCE FAHRA MAHARANI AS'ARY**. *Study of Effect of Addition of Cow's Blood on Black Soldier Fly Larvae (Maggot) Bioconversion (Case Study of Organic Waste Pangkep Central Market)*. (supervised by **Asiyanthi T. Lando** and **Kartika Sari**)

Waste processing is very necessary, especially market waste which dominates the high generation of organic waste in Indonesia. Bioconversion is the transformation of organic waste into a source of methane energy through a fermentation process involving living organisms (Larry Newton, Craig Sheppard, Wes D, Watson, Gary Burtle, 2005). Black Soldier Fly has been investigated to be able to degrade organic waste by utilizing its larvae which will extract energy and nutrients from vegetable waste, food waste, animal carcasses, and feces as food. Cow blood is said to be able to accelerate the bioconversion process and increase the production of *Black Soldier Fly* eggs in order to optimize the processing of organic waste. The research will be carried out for 14 days and 21 days on 3 variations of feed media treatment with each treatment using 5 kg of organic waste. Treatment A is organic waste without adding cow blood, treatment B is organic waste adding 2% cow blood, and treatment C, organic waste adding 4% cow blood. The results showed that the addition of cow blood to organic waste in order to maximize the bioconversion of organic waste using *Black Soldier Fly* larvae showed optimal results. The addition of cow blood by 4% is the most optimal result compared to the addition of cow blood by 2% and without the addition of cow blood in organic waste. The average percentage of waste bioconversion in 5 kg of organic waste for processing for 21 days is 95% while for processing for 14 days it is 91.6%

**Keywords** : Organic Waste Processing, BSF Larvae, Black Army Flies, Cow Blood, Market Organic Waste.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan .....	4
<b>BAB II PEMBAHASAN.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Sampah.....	5
2.2 Klasifikasi Sampah .....	5
2.3 Sumber Sampah .....	8
2.4 Sampah Organik Pasar .....	11
2.5 Darah Sapi.....	12
2.6 Biokonversi .....	13
2.7 <i>Black Soldier Fly</i> .....	16
2.7.1 Siklus Hidup Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	18
2.7.2 Biokonversi Sampah Organik oleh Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) .....	22
2.8 Penelitian Terdahulu .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	30
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	31
3.4 Alat dan Bahan.....	31
3.4.1 Alat.....	31

3.4.2	Bahan .....	33
3.5	Pengolahan Sampah Organik dengan Larva <i>Black Soldier Fly</i> .....	35
3.6	Pengukuran Tingkat Reduksi Sampah .....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Persiapan Pakan Larva .....	39
4.2	Pengolahan Sampah Organik dengan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF) .....	35
4.3	Hasil Reduksi Sampah .....	39
BAB V PENUTUP .....		44
5.1	Kesimpulan .....	44
5.2	Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....		45
LAMPIRAN .....		46
Lampiran I Persiapan Pakan Larva .....		51
Lampiran II Proses Pengolahan .....		56

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Sumber Sampah .....	9
Tabel 2. Kandungan Darah Sapi .....	12
Tabel 3. Komposisi Pakan Larva .....	36
Tabel 4. Presentase Biokonversi dan Residu Sampah .....	38
Tabel 5. Perbandingan Presentase Biokonversi dan Residu Sampah .....	39
Tabel 6. Perbandingan efektivitas biokonversi sampah perlakuan A & B .....	42
Tabel 7. Perbandingan efektivitas biokonversi sampah perlakuan B & C .....	43
Tabel 8. Perbandingan efektivitas biokonversi sampah perlakuan A & C .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidup Lalat BSF .....	18
Gambar 2. Tahapan Penelitian .....	26
Gambar 3. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	27
Gambar 4. Wadah Penelitian .....	28
Gambar 5. Timbangan Digital .....	29
Gambar 6. Timbangan Sayur .....	29
Gambar 7. Saringan .....	29
Gambar 8. Gelas Ukur .....	30
Gambar 9. Sampah Organik.....	30
Gambar 10. Darah Sapi .....	31
Gambar 11. Larva BSF .....	31
Gambar 12. Berat Sampah Organik .....	31
Gambar 13. Limbah Darah Sapi pada Perlakuan B .....	33
Gambar 14. Limbah Darah Sapi pada Perlakuan C .....	34
Gambar 15. Reaktor Penelitian .....	34
Gambar 16. Penambahan Larva BSF.....	35
Gambar 17. Hasil Reduksi Hari ke-14.....	37
Gambar 18. Hasil Reduksi Hari ke-21 .....	37
Gambar 19. Grafik Biokonversi Sampah.....	38
Gambar 20. Grafik Perbandingan Biokonversi Sampah.....	39

**DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL**

SINGKATAN	KETERANGAN
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
SIPSN	Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional
WHO	<i>World Health Organization</i>
BPS	Badan Pusat Statistik
kg	Kilogram

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I Persiapan Pakan Larva .....	51
Lampiran II Proses Pengolahan .....	56

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sampah merupakan masalah yang akan selalu dihadapi oleh manusia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kegiatan ekonomi, perluasan daerah pemukiman, dan perubahan pola konsumsi masyarakat mengakibatkan peningkatan jumlah timbunan sampah, jenis, dan karakteristik sampah yang semakin beragam. Pengelolaan sampah merupakan hal penting yang harus dihadapi karena sampah dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial. (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021)

Sisa makanan di Indonesia menjadi permasalahan yang serius. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), (2021) sebanyak 28,3% dari total sampah merupakan sampah sisa makanan. Sampah plastik berada di urutan kedua dengan proporsi sebesar 15,73%. Sebanyak 12,75% sampah berupa kayu/rating. Kemudian sebanyak 12,36% sampah merupakan kertas/karton. Lalu, sampah berupa logam mencapai 6,86%. Selanjutnya ada 6,57% berupa sampah kain. Adapula jenis sampah berupa kaca dan karet/kulit dengan proporsi masing-masing 6,46% dan 3,49%. Sementara 7,48% sampah berupa jenis lainnya. Sampah sisa makanan menjadi komposisi sampah terbanyak di Indonesia tidak hanya terjadi pada tahun 2021, tetapi juga beberapa tahun sebelumnya. Data tersebut menunjukkan bahwa jenis sampah organik berupa sisa makanan memiliki presentase yang paling melimpah karena proses dekomposisi alami yang membutuhkan waktu cukup lama dan sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal.

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), (2021) sebanyak 63,13% dari total sampah di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan merupakan sampah sisa makanan. Sampah sisa makanan menjadi komposisi sampah terbanyak tidak hanya terjadi pada tahun 2021, tetapi juga beberapa tahun sebelumnya.

Sampah organik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan organik yang dapat diuraikan oleh jasad hidup (khususnya mikroorganisme) atau bersifat *degradable*. Hal ini dikarenakan kurangnya partisipasi aktif masyarakat dan teknologi pengolahan sampah masih tergolong mahal (Monita dkk, 2017). Terdapat alternatif pengolahan atau pengurangan sampah organik, yaitu menggunakan larva *Black Soldier Fly* (BSF). Selanjutnya larva BSF tersebut mengkonversikan sampah organik yang telah di transformasi menjadi nutrisi dan disimpan sebagai biomasanya. (Danny Yusufiana, 2020)

Pengolahan sampah sangat diperlukan, khususnya sampah pasar yang mendominasi tingginya timbulan sampah organik di Indonesia. Biokonversi merupakan perombakan sampah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup (Larry Newton, dkk, 2005). *Black Soldier Fly* telah diteliti dapat mendegradasi sampah organik dengan memanfaatkan larvanya yang akan mengekstrak energi dan nutrisi dari sampah sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, dan kotoran sebagai makanannya. (Dwi Lestari, dkk, 2020). Larva BSF dapat mereduksi sampah organik rumah tangga, seperti: buah, sayur, dan sisa makanan. Persentase nilai reduksi sampah organik mencapai 62,68%-73,98%. Hasil tersebut bervariasi karena terdapat perbedaan perlakuan dalam pemberian pakan larva BSF (Nugraha, 2011)

Menurut Fahmi, (2015), kunci sukses pemanfaatan larva *Black Soldier Fly* dalam proses biokonversi adalah produksi telur dalam jumlah massal. Kualitas nutrisi pakan larva berpengaruh terhadap massa dan ukuran tubuh untuk memaksimalkan produksi telur secara massal dalam budidaya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkayaan pada pakan larva untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan, yakni dengan penambahan darah sapi. (Aditya Rizky, 2020)

Darah sapi merupakan limbah hasil ikutan ternak yang dimanfaatkan sebagai bahan pakan penyusun ransum ternak unggas. Pada penelitian (Monita, 2017) mengatakan bahwa penambahan darah sapi dapat mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan produksi telur *Black Soldier Fly* guna mengoptimalkan pengolahan sampah organik, namun belum mendapatkan dosis yang tepat dalam penambahannya. Danny Yusufiana, (2020) semakin keras karakteristik sampah



yang diberikan pada larva BSF, maka semakin sukar/lama proses reduksi. Maka penelitian kali ini, akan digunakan sampah organik pasar yaitu buah dan sayur.

Oleh karena itu dalam upaya mempercepat reduksi sampah, perlu dilakukan inovasi dan modifikasi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hasil modifikasi pakan larva menggunakan darah sapi dalam reduksi sampah pasar. (Studi Kasus Sampah Pasar Sentral Pangkep)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan darah sapi terhadap kemampuan larva *Black Soldier Fly* dalam proses biokonversi?
2. Bagaimana presentase hasil biokonversi sampah organik dengan dan tanpa perlakuan penambahan darah sapi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh penambahan darah sapi terhadap kemampuan larva *Black Soldier Fly* dalam proses biokonversi
2. Mengetahui presentase hasil biokonversi sampah organik dengan dan tanpa perlakuan penambahan darah sapi

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup bertujuan untuk membatasi masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Tugas akhir ini memiliki ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Sampah yang akan digunakan sebagai sampel adalah sampah organik yang dihasilkan dari aktifitas pasar sentral Pangkep
2. Uji coba pengolahan sampah organik menggunakan larva BSF berumur 7 hari
3. Pelaksanaan pengambilan data primer dilakukan selama 14 dan 21 hari. Hal tersebut sesuai dengan umur larva BSF yaitu 18-21 hari
4. Total berat sampel sampah pada setiap perlakuan yaitu 5 kg

5. Larva BSF yang digunakan 2500 ekor pada setiap perlakuan. Jika terdapat kematian larva BSF selama penelitian, hal tersebut diabaikan
6. Pelaksanaan pengambilan data primer dilakukan di Kabupaten Pangkep

### **1.5 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika penyusunan laporan penelitian, sebagai berikut:

1. BAB I-PENDAHULUAN merupakan uraian mengenai latar belakang, identifikasi rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.
2. BAB II-TINJAUAN PUSTAKA merupakan uraian mengenai dasar teori pendukung baik bersifat umum maupun khusus berdasarkan tema penelitian.
3. BAB III-METODOLOGI PENELITIAN merupakan uraian mengenai waktu dan tempat penelitian serta metode pelaksanaan penelitian.
4. BAB IV-HASIL DAN PEMBAHASAN merupakan menjelaskan mengenai uraian hasil penelitian berupa gambar dan hasil olahan data dari perhitungan yang diperoleh.
5. BAB V-KESIMPULAN DAN SARAN merupakan uraian mengenai kesimpulan yang merupakan penyajian singkat dari keseluruhan hasil penelitian berdasarkan tujuan penelitian dan saran yang akan diberikan terhadap pencapaian penelitian berlangsung.

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### **2.1 Pengertian Sampah**

Sampah menurut Undang-undang Nomor 18 Tahun 2018 merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan menyebabkan pendangkalan sungai yang mengakibatkan timbulnya banjir. Selain itu, sampah dapat mengakibatkan meningkatnya penyebaran penyakit, bau menyengat dan lain-lain sehingga mengganggu kenyamanan dan kesehatan. (Putri Nilam Sari, 2016)

Menurut definisi World Health Organization (WHO) sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Sampah dapat didefinisikan sebagai semua buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi (Tchobanoglous, dkk, 1993).

#### **2.2 Klasifikasi Sampah**

Berdasarkan bahan sampah dibagi menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan anorganik. Di negara yang sudah menerapkan pengolahan sampah secara terpadu, tiap jenis sampah ditempatkan sesuai dengan jenisnya untuk mempermudah pengangkutan sampah menuju TPA (tempat pembuangan sampah akhir), sampah dipilah berdasarkan klasifikasinya. Kegiatan pemilahan sampah harus dilaksanakan pada tingkat penghasil sampah pertama, yaitu perumahan maupun perhotelan (Sucipto, 2012). Menurut Sucipto, (2012) sampah dipilah menjadi tiga, yaitu sampah organik, sampah noorganik, dan sampah B3.

1. Sampah organik berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan.

2. Sampah anorganik bukan berasal dari makhluk hidup. Sampah ini bisa berasal dari bahan yang bisa diperbaharui dan bahan yang berbahaya serta beracun. Jenis yang termasuk bisa didaur ulang (recycle) ini misalnya bahan yang terbuat dari besi dan logam
3. Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)  
Sampah B3 merupakan jenis sampah dikategorikan beracun dan berbahaya bagi manusia. Umumnya, sampah jenis ini mengandung merkuri seperti kaleng bekas cat semprot atau minyak wangi. Namun, tidak menutup kemungkinan sampah mengandung racun lain yang berbahaya.

Menurut Prasajo (2013) klasifikasi jenis sampah berdasarkan sumber, yaitu:

1. Rumah tangga: Sebuah sampah yang bersumber dari aktivitas rumah tangga yang dapat berupa padat dan cair. Sampah berbentuk padat biasanya sampah yang didapatkan dari kamar mandi dan dapur perumahan, rumah makan, dll. Sementara sampah berbentuk cair berupa limbah atau cairan bekas mencuci beras, air kelapa, dll.
2. Industri: Sebuah sampah yang bersumber dari aktivitas pengolahan dari bahan baku ke barang jadi yang berada di pabrik, rumah sakit, laboratorium, hotel, dll. Biasanya limbah sampah jenis ini dapat berupa sampah organik, anorganik dan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Sampah ini lebih diperhatikan karena dengan konsentrasi yang sedikit akan berdampak luas bagi keseimbangan alam maupun kehidupan.
3. Pertanian: Sebuah sampah bersumber dari seluruh aktivitas pertanian. Biasanya sisa-sisa insektisida dan pupuk, sisa-sisa produk pertanian (sisa sayuran, potongan daun atau akar atau batang, buah) atau sisa-sisa bekas penanaman. Sebagian besar sampah yang dihasilkan dari aktivitas ini berupa sampah organik.

Dalam UU No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, jenis dan sumber sampah yang dikelola terdiri atas:

- a. Sampah rumah tangga

Sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari – hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.

Sampah ini berasal dari daerah pemukiman seperti rumah atau kompleks perumahan.

b. Sampah sejenis rumah tangga

Sampah sejenis rumah tangga adalah sampah yang dihasilkan sama dengan sampah rumah tangga tapi bukan berasal dari rumah tangga. Sampah tersebut berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.

c. Sampah spesifik

Sampah spesifik adalah sampah yang memerlukan penanganan khusus, meliputi sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun, sampah yang timbul akibat bencana, puing bongkaran bangunan, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, dan/atau sampah yang timbul secara tidak periodik.

Tchobanoglous, dkk, (1993) mengelompokkan sampah berdasarkan sumbernya seperti berikut:

a. Daerah pemukiman

Sampah dari jenis ini dihasilkan dari *single family* atau *multi family* yang menetap pada suatu tempat kediaman, apartemen tingkat rendah, sedang kelas elit, atau jenis tempat tinggal lainnya.

b. Daerah komersil

Sampah jenis ini biasanya berasal dari toko, rumah makan, pasar, perkantoran, hotel, motel, toko percetakan, bengkel dan lain-lain.

c. Daerah institusi

Sumber sampah institusional adalah sampah yang berasal dari sekolah, rumah sakit, penjara, dan perkantoran pemerintahan.

d. Tempat pembangunan dan pembongkaran

Berasal dari kegiatan konstruksi baru, perbaikan jalan, pemugaran bangunan, dan pembongkaran bangunan.

e. Industri

Sumber sampah industri berasal dari perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi, perakitan, industri berat, pengalengan, pembangkit listrik, industri kimia dan lain-lain.

f. Tempat pengolahan limbah

Seperti inceneretor untuk sampah domestik bisa juga dari unit pengolahan air bersih, air buangan, atau air limbah.

g. Kegiatan agrikultur

Dapat dihasilkan dari kegiatan penanaman, musim panen atau dapat juga dari peternakan

### 2.3 Sumber Sampah

Sampah dapat ditemukan diberbagai tempat dan hampir semua aktivitas menghasilkan sampah. Sumber sampah pada dasarnya dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori berdasarkan dari mana sumber sampahnya bersumber. Menurut Gilbert, (1996), sumber-sumber sampah terbagi beberapa bagian, yaitu:

1) Sampah dari pemukiman penduduk

Pada suatu pemukiman biasanya sampah dihasilkan oleh suatu keluarga yang tinggal disuatu bangunan atau asrama. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya cenderung organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, abu plastik dan lainnya.

2) Sampah dari tempat – tempat umum dan perdagangan

Tempat-tempat umum adalah tempat yang dimungkinkan banyaknya orang berkumpul dan melakukan kegiatan. Tempat – tempat tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dalam memproduksi sampah termasuk tempat perdagangan seperti pertokoan dan pasar. Jenis sampah yang dihasilkan umumnya berupa sisa – sisa makanan, sampah kering, abu, plastik, kertas, dan kaleng- kaleng serta sampah lainnya.

3) Sampah dari sarana pelayanan masyarakat milik pemerintah

Sampah yang dimaksud disini misalnya tempat hiburan umum, pantai, masjid, rumah sakit, bioskop, perkantoran, dan sarana pemerintah lainnya yang menghasilkan sampah kering dan sampah basah.

4) Sampah dari industri

Dalam pengertian ini termasuk pabrik – pabrik sumber alam perusahaan kayu dan lain – lain, kegiatan industri, baik yang termasuk distribusi ataupun proses suatu bahan mentah. Sampah yang dihasilkan dari tempat ini biasanya sampah basah, sampah kering abu, sisa – sisa makanan, sisa bahan bangunan

5) Sampah Pertanian

Sampah dihasilkan dari tanaman atau binatang daerah pertanian, misalnya sampah dari kebun, kandang, ladang atau sawah yang dihasilkan berupa bahan makanan pupuk maupun bahan pembasmi serangga tanaman.

Sedangkan menurut Gumbira Sa'id, (1987) berdasarkan sumbernya minimal ada empat jenis sampah, yaitu :

1) Sampah Domestik

Sampah domestik bermula dari lingkungan rumah atau pemukiman, baik didaerah perkotaan ataupun perdesaan.

2) Sampah Komersial

Sampah komersial yang dimaksud tidaklah berarti sampah tersebut mempunyai nilai ekonomi agar bisa langsung diperjual belikan, tetapi lebih mengarah kepada jenis kegiatan yang menghasilkan. Toko, warung, restoran, dan pasar atau toko swalayan adalah contoh sampah komersial dari hasil kegiatan di lingkungan perdagangan .

3) Sampah Industri

Sampah ini merupakan hasil dari kegiatan – kegiatan industri.

4) Sampah Alami

Jenis sampah ini bisa dicontohkan seperti sampah dedaunan, sisa bencana alam, sampah dari tanaman, dari kawasan rekreasi, dari pengendara, dan sebagainya.

Berbagai macam sampah yang telah disebutkan diatas hanyalah sebagian kecil saja dari sumber- sumber sampah yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa kehidupan manusia tidak akan pernah lepas dari sampah. Menurut Tchobanoglous, dkk, (1993) sampah yang berasal dari aktivitas

manusia, fasilitas dan lokasi produksi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sumber sampah

Sumber	Fasilitas, aktifitas, lokasi sampah dihasilkan	Tipe sampah
Perumahan	Keluarga kecil atau beberapa keluarga tinggal bersama, apartemen kecil, menengah-, dan tingkat tinggi	Sampah makanan kertas, kardus, plastik, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, kaleng timah, alumunium, logam lainnya, debu, daundari jalan, sampah khusus (termasuk barang-barang besar, elektronik besar, sampah kebun yang dikumpulkan terpisah; batere, oli dan ban), sampah rumah tangga berbahaya
Komersil	Toko, restoran, pasar, bangunan, kantor, hotel, motel, percetakan, unit pelayanan, bengkel, dll	Kertas, kardus, plastic, kayu, sampah makanan, kaca, logam, sampah khusus (lihat diatas), sampah berbahaya, dll
Institusi	Sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan	(sama halnya dengan komersil)
Konstruksi dan Pembongkaran	Area konstruksi baru, area renovasi/perbaikan jalan, peruntuhan bangunan, perkerasan yang rusak	Kayu, baja, beton, tanah
Pelayanan perkotaan	Pembersihan jalan, pertamanan,	Sampah khusus, kotoran, hasil penyapu jalan, sisa penghiasan



(tidak termasuk fasilitas pengolahan)	pembersihan cekungan, area parker dan pantai, tempat rekreasi lainnya	pohon dan pertamanan, puing dari cekungan, sampah umum dari area parker, pantai dan tempat rekreasi
Unit pengolahan, insinerator kota	Proses pengolahan air, air limbah, industry, dll	Limbah unit pengolahan, pada dasarnya terdiri dari residu lumpur
Sampah perkotaan	(seluruh sampah diatas)	(seluruh sampah diatas)
Industri	Konstruksi, fabrikasi, produksi ringan dan berat, perpipaan, unit kimia, pembangkit energy, pembongkaran, dll	Limbah proses industry, potongan material, dll. Sampah non-industri meliputi sampah makanan, debu, pembongkaran dan konstruksi, sampah khusus, sampah berbahaya
Pertanian	Tanaman baris, kebun buah-buahan, kebun anggur, produksi susu, penggemukan,, peternakan, dll	Sampah makanan yang rusak, sampah pertanian, kotoran, sampah berbahaya

Sumber: Tchbanoglous, Theisen dan Vigil, 1993

## 2.4 Sampah Organik Pasar

Sampah organik merupakan sampah yang dapat terurai, sebagai contoh sampah sisa makanan dan sampah daun kering. Sekarang ini dalam mengatasi sampah organik ada beberapa metode yang digunakan dalam melakukan pengolahan sampah, yaitu dengan cara pengomposan, mengubahnya menjadi gas ataupun bahan bakar, dan membakarnya secara langsung. Sampah organik atau sering disebut sebagai sampah yang basah adalah jenis sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup, sehingga sampah jenis ini dapat mudah hancur dan membusuk dengan cara yang alami (Damanhuri, 2006)

Sampah organik merupakan jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa organik. Sampah organik dapat diuraikan melalui proses alami oleh

mikroorganisme (Suriawiria, 2003). Menurut Purwendro dan Nurhidayat, (2006) sampah organik dibagi menjadi sampah organik basah dan sampah organik kering. Istilah sampah organik basah dimaksudkan sampah yang memiliki kandungan air cukup tinggi. Contohnya kulit buah dan sisa sayuran. Sampah organik kering merupakan sampah organik yang memiliki kandungan air rendah, seperti kertas, kayu, ranting pohon, dan dedaunan kering.

Menurut Sitompu, (2011), sampah pasar pada umumnya mengandung sekitar 95% sampah organik. Limbah organik di pasar umumnya terdiri dari sisa-sisa sayur-mayur dan buah-buahan yang tidak terjual dan potongan sayur yang tidak dimanfaatkan untuk konsumsi manusia. Kondisi ini memungkinkan sampah pasar lebih mudah ditangani. Berbeda dengan sampah yang berasal dari permukiman yang memiliki kandungan organik rata-rata sebesar 75% (Supriatna, 2008). Tingginya aktivitas pasar menyebabkan banyaknya timbulan sampah salah satu sampah organik yang banyak ditemukan dipasar yakni sampah sayur. Sampah sayur pada umumnya hanya ditumpuk di tempat pembuangan dan selanjutnya dibuang ke TPA jika tumpukan sudah meninggi. Penumpukan limbah padat yang terlalu lama dapat mengakibatkan pencemaran, yaitu bersarangnya hama-hama dan timbulnya bau yang tidak diinginkan. Memanfaatkan limbah organik pasar juga dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah yang khususnya terdapat pada pasar tradisional (Sitompu, 2011).

## **2.5 Darah Sapi**

Menurut Ramadhan, Marlida dan Wizna (2015), darah sapi merupakan limbah hasil ikutan ternak yang dimanfaatkan sebagai bahan pakan penyusun ransum ternak unggas. Darah merupakan limbah yang mengandung bahan organik yang cukup tinggi dan cepat membusuk. Darah sapi hasil pemotongan hewan langsung dibuang tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga berpotensi menjadi limbah yang dapat mengganggu lingkungan. Darah yang terbuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan dapat menimbulkan bau dan sumber penyakit (Arief, 2016)

Limbah darah merupakan salah satu dari limbah organik yang cepat membusuk dan memiliki potensi yang dapat merusak lingkungan jika tidak dikelola

dengan bijak. Menurut Padmono (2005), darah sapi memiliki nilai ekonomis yang tinggi jika dikelola dengan baik, yaitu menjadi tepung darah untuk suplai pakan ternak ikan atau udang ataupun untuk pupuk tanaman. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), (2018), jumlah sapi yang dipotong di seluruh (Rumah Potong Hewan) RPH di Indonesia tahun 2013 sekitar 1.326.395 ekor per tahun. Volume darah sapi berjumlah 7,7% dari berat badan (Frandsen 1992), sehingga jumlah darah yang dihasilkan adalah +102.132 ton darah.

Presentase darah di dalam tubuh sapi adalah sekitar 3,5-7% dari total berat tubuh (Ernawati, dkk, 2015). Adapun kandungan biokimiawi darah sapi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kandungan darah sapi

1	Protein	6,82 g/dl
2	Kolestrol	166,08 mg/dl
3	Glukosa	68,40 mg/dl
4	Kalsium	9,90 mg/dl

Sumber: Prihatno, Kusumawati dan Wayan (2013)

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, (2016) menyatakan bahwa limbah daging, ikan, dan produk peternakan lainnya dapat ditambahkan ke dalam koloni yang telah aktif, namun demikian tidak dapat melebihi 5% dari volume bin. Hal tersebut disebabkan karena larva BSF tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila kandungan protein bahan organik terlalu tinggi.

## 2.6 Biokonversi

Salah satu upaya peningkatan efektivitas pengelolaan dan pengolahan limbah adalah dengan memanfaatkan limbah menjadi sumber protein bahan pakan ikan melalui proses biokonversi. Newton dkk. (2005) menjelaskan bahwa dalam proses ini limbah organik akan dikonversi menjadi senyawa sederhana baik protein maupun lemak, melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup. Menurut Fahmi, (2015), proses biokonversi oleh larva serangga terjadi secara

alamiah/natural, serangga memakan dan mengubah kandungan nutrisi limbah organik menjadi biomassa pupa maggot.

Pemanfaatan kembali sampah organik untuk melakukan pemulihan material maupun memanfaatkannya menjadi salah satu sumber energi dalam hirarki pengolahan limbah. Proses pengomposan merupakan salah satu bentuk pemulihan limbah padat dengan mendekomposisi bahan organik dengan bantuan organisme maupun mikroorganisme. Produk dari proses pemulihan ini adalah kompos yang diaplikasikan pada tanah pertanian. Pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan biologis padatan organik dalam kondisi aerobik melalui aktivitas mikroba yang berbeda, menghasilkan produk yang stabil dan sesuai untuk ditambahkan ke tanah.

Menurut Newton, dkk, (2005) proses dekomposisi merupakan salah satu perombakan sampah menjadi energi metan, dimana proses perombakan tersebut melibatkan bantuan organisme hidup. Umumnya organisme yang ber-peran dalam proses biokonversi ini adalah bakteri, jamur dan larva serangga (*family: Chalforidae, Mucidae, Stratiomyidae*). Telah banyak penelitian laboratorium yang menunjukkan bahwa spesies lalat sangat baik untuk biodegradasi sampah organik, seperti lalat tentara hitam (*Hermetia illucens L.*). Larva lalat tentara hitam dapat digunakan untuk mengurangi massa kotoran hewan, lumpur tinja, sampah kota, sisa makanan, dan limbah pasar, serta residu tanaman. Hasil dari degradasi menggunakan larva lalat tentara hitam menghasilkan kompos yang lebih baik daripada pupuk kotoran hewan atau residu tanaman (Diener, 2010).

Menurut Fahmi, (2015), biokonversi adalah suatu proses perombakan limbah organik fermentasi yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan larva serangga. Hasil dari biokonversi ini selanjutnya akan menghasilkan sumber energi metan. Biokonversi akan mengubah senyawa tertentu menjadi produk lain yang memiliki struktur mirip dan bermanfaat. Proses selama biokonversi memanfaatkan sel-sel pada agen mikroorganisme sebagai alat untuk mengkonversi senyawa-senyawa kimia tertentu menjadi senyawa kimia bentuk lain.

Proses konversi dengan agen biologi ini memiliki keunggulan dibanding konversi yang menggunakan pereaksi kimia antara lain dapat dilakukan pada suhu

yang relatif rendah dengan tanpa membutuhkan katalisator logam berat yang berpotensi mencemari proses selama konversi berlangsung (Rachman, 1992). Keuntungan lain dari biokonversi yaitu spesifitas dimana organisme yang digunakan sebagai agen biokonversi bertindak sebagai katalis stereospesifik, produksi yang tinggi, kondisi reaksi baik sehingga menghindarkan konversi substansi yang labil dalam nilai pH yang rendah atau tinggi dalam prosesnya (Mujahid, 2017).

Penggunaan biokonversi lebih disarankan dibandingkan proses konversi dengan agen pereaksi kimia, hal ini berdasarkan beberapa pertimbangan berikut:

- a. Suatu konversi zat yang bersifat labil terhadap pH rendah maupun tinggi atau panas dapat berlangsung.
- b. Reaksi dapat dilangsungkan pada berbagai posisi dalam molekul yang biasanya tidak dapat bereaksi karena kurang aktivasi.
- c. Penggabungan beberapa reaksi sering dapat dilakukan oleh mikroorganisme yang mengandung beberapa enzim.

Biokonversi dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya yang paling sering digunakan adalah melalui fermentasi. Menurut Rachman (1989) fermentasi adalah segala proses metabolisme dengan menggunakan senyawa organik sebagai aseptor elektron terminalnya. Fermentasi merupakan salah satu aktivitas mikroba yang bertujuan untuk mendapatkan energi dengan cara memecah substrat (katabolisme) guna keperluan metabolisme dan pertumbuhannya. Substrat yang digunakan dalam fermentasi ini memiliki fungsi utama yaitu sebagai sumber energi, selain itu juga untuk bahan pembentuk produk metabolisme serta pembentukan sel.

Limbah residu hasil dekomposisi dapat menjadi kompos yang berharga dengan nilai manfaat yang tinggi. Biokonversi dalam penelitian ini adalah mendaur ulang sampah organik yang tersedia dalam jumlah melimpah dengan memanfaatkan larva lalat tentara hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF). Biokonversi membutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap proses pengolahan yang tepat. Salah satu kunci keberhasilan proses biokonversi dengan menggunakan maggot adalah kemampuan memproduksi maggot kecil dalam jumlah banyak dan selanjutnya digunakan sebagai agen perombak berbagai limbah organik (Tomberlin dkk, 2009).

## 2.7 *Black Soldier Fly*

*Black Soldier Fly* (BSF) atau dalam bahasa latin *Hermetia illucens* merupakan spesies lalat dari ordo *Diptera*, family *Stratiomyidae* dengan genus *Hermetia* (Hem, 2011). BSF merupakan lalat asli dari benua Amerika (Hem, 2011) dan tersebar hampir di seluruh dunia antara 45° LU dan 40° LS (Diener, 2010). Banyak teknologi yang telah dikembangkan dalam pengelolaan sampah organik, salah satunya menggunakan larva dari *Black Soldier Fly* (BSF). Larva BSF banyak ditemukan di tempat pembuangan sampah, dimana larva BSF hidup dengan memakan sampah. Metode pengurangan sampah dengan bantuan larva BSF dapat disebut dengan metode biokonversi sampah, dalam proses biokonversi sampah larva menyerap nutrient dari sampah organik menjadi biomassa larva BSF (Nugraha, 2011).

Pemanfaatan lalat BSF dalam pendegradasian limbah organik dapat dilakukan pada fase larva. Lalat BSF pada fase larva memiliki kemampuan degradasi karena aktivitas selulolitik yang terjadi pada lambung usus larva tersebut. Menurut Supriyatna dan Ukit, (2016), usus larva BSF memiliki bakteri dengan kemampuan selulolitik tinggi diantaranya adalah *Bacillus sp.*, *Proteus*, dan *Rumenococcus sp.* Larva BSF dengan keberadaan bakteri selulolitik tersebut menjadikannya memiliki kemampuan mendegradasi dan mengkonversi limbah organik menjadi lemak dan protein dalam biomassa tubuhnya (Supriyatna dan Putra, 2017).

BSF mampu mengekstrak energi dan nutrien dari sisa sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, dan sisa kotoran lainnya seperti tinja dan air limbah domestik sebagai makanannya (Popa dan Green, 2012). Rendahnya nilai ekonomis dari limbah tersebut menguntungkan upaya pengembangan bioteknologi dari BSF. Larva dari BSF dapat mendaur ulang sampah jenis padat maupun jenis cairan, serta cocok untuk dikembangbiakkan secara monokultur karena mudah disebarkan, aman dan mudah dikembangbiakkan di semua kondisi, tidak mudah terpengaruh oleh mikroorganismenya, dan tidak mudah terjangkit parasit (Popa dan Green, 2012).

Karakteristik lalat BSF berwarna hitam pekat dan memiliki sayap coklat transparan. jika sekilas menyerupai abdomen lebah dengan panjang tubuh lalat berkisar antara 15-20 mm. Sayap lalat ketika masih dalam proses perkembangan dari pupa ke dewasa akan terlipat kemudian mulai mengembang sempurna disaat lalat tersebut dewasa hingga panjangnya menutupi bagian torak. Pada lalat BSF dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional, karena pada fase lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Lalat akan mati ketika simpanan lemak dalam tubuhnya habis. Simpanan lemak tersebut didapatkan pada saat fase pupa.

*Black Soldier Fly* berwarna hitam dan bagian segmen basal abdomennya berwarna transparan (wasp waist) sehingga sekilas menyerupai abdomen lebah. Panjang lalat berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari. Saat lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap masih terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Lalat dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional, karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Kebutuhan nutrien lalat dewasa tergantung pada kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Ketika simpanan lemak habis, maka lalat akan mati (Makkar dkk, 2014). Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin, dkk, 2009).

Menurut Tomberlin dkk. (2002) bahwa siklus hidup BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-43 hari, tergantung dari kondisi lingkungan dan media pakan yang diberikan. Lalat betina akan meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran unggas atau ternak, tumpukan limbah Bungkil Inti Sawit (BIS) dan limbah organik lainnya. Lalat betina tidak akan meletakkan telur di atas sumber pakan secara langsung dan tidak akan mudah terusik apabila sedang bertelur. Oleh karena itu, umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus yang berongga diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat telur.

Menurut Nursaid (2019) maggot umumnya dikenal sebagai organisme pembusuk karena kebiasaannya mengkonsumsi bahan-bahan organik. Maggot mengunyah makanannya dengan mulutnya yang berbentuk seperti pengait (hook). Maggot dapat tumbuh pada bahan organik yang membusuk di wilayah temperate dan tropis. Maggot yang telah berubah menjadi lalat tidak akan makan, tetapi hanya membutuhkan air untuk minum saja, sebab nutrisi hanya diperlukan untuk reproduksi selama fase larva.

*Hermetia illucens* dalam siklus hidupnya tidak hinggap dalam makanan yang langsung dikonsumsi manusia. Dalam usia dewasa makanan utamanya adalah sari bunga, sedangkan pada usia muda makanannya berasal dari cadangan makanan yang ada dalam tubuhnya. Perkembangbiakan dilakukan secara seksual, yang betina mengandung telur, kemudian telur diletakan pada permukaan yang bersih, namun berdekatan dengan sumber makanan yang cocok untuk larva. Larva kecil akan sangat banyak mengurai sampah organik dan proses tersebut berhenti Ketika maggot mencapai fase pupa. (Nursaid, 2019)

### **2.7.1 Siklus Hidup Larva *Black Soldier Fly* (BSF)**

Siklus kehidupan BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung selama 40-44 hari. Semua itu tergantung dari kondisi lingkungan serta perawatannya baik media pakan dan minum, penempatan rumah BSF, dll. pertumbuhan lalat BSF tergolong relatif cepat, inkubasi telur selama 3 hari, menjadi larva selama 18 hari, selanjutnya menjadi pupa selama 14 hari, setelah 14 hari menjadi pupa BSF menjadi lalat dewasa selama 3 hari, selanjutnya kawin selama 3 hari dan bertelur selama 3 hari (Wardhana, 2017).

Dalam siklus hidupnya lalat BSF ini memiliki empat fase, diantaranya: fase dewasa, fase telur, fase prepupa, dan fase pupa. Dari empat fase ini, fase yang paling aktif mengurangi sampah organik yaitu pada fase ketiga (prepupa), sedangkan pemanfaatan hasil dari BSF baik berupa tepung ikan, pakan alternatif, bahan baku biodiesel terdapat difase ke empat (pupa) (Pangestu dkk., 2017)



Pada siklus pertumbuhan *Black Soldier Fly* terdapat beberapa fase namun tergantung bagaimana kondisi hidupnya atau budidayernya, dan bagaimana kualitas serta kuantitas media pakan yang diberikan pada semasa hidupnya dan kondisi lingkungan seperti suhu juga intensitas cahayanya. Berdasarkan faktor tersebut dapat mempengaruhi mortalitas juga perkembangan ovarium pada BSF (Monita dkk., 2017).

Fase awal dalam siklus hidup BSF adalah fase telur. Fase telur larva BSF menandakan permulaan siklus hidup sekaligus berakhirnya tahap hidup sebelumnya, di mana jenis lalat ini menghasilkan kelompok telur (juga biasa disebut ovipositing). Lalat betina meletakkan sekitar 400 hingga 800 telur di dekat bahan organik yang membusuk dan memasukkannya ke dalam rongga-rongga yang kecil, kering, dan terlindung. BSF memiliki sebuah keunikan dimana lalat betina akan mati tidak lama setelah bertelur dan lalat jantan akan mati setelah dia kawin. Lalat betina akan mencari bahan organik sebagai media untuk meletakkan telur, peletakan telur di dekat bahan organik dimaksudkan agar larva yang sudah menetas dapat dengan mudah menemukan makanan. Pertumbuhan larva akan berlangsung selama 12-13 hari. Waktu dari telur hingga pra-pupa berkisar dari 22- hari pada suhu C. (Tomberlin dkk., 2002).

Lalat betina dewasa akan menempatkan telur disamping sumber pakan, lalat betina tidak menempatkan telurnya langsung di atas sumber pakan dan tidak mudah terusik jika sedang bertelur, biasanya potongan kardus berongga atau daun pisang kering diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat lalat bertelur. Seekor lalat betina BSF normal mampu memproduksi telur berkisar 185 sampai dengan 1235 telur (Rachmawati dkk. 2010). Tomberlin dkk., (2002) menyebutkan seekor lalat betina memerlukan waktu 20 sampai dengan 30 menit untuk bertelur dengan jumlah telur adalah 546 sampai dengan 1.505 butir dengan memiliki berat massa telur 15,819,8 mg dan berat individu telur 0,026 sampai dengan 0,030 mg. Waktu bertelur terjadi sekitar pukul 14.00 sampai dengan 15.00. Lalat betina hanya bertelur 1 kali selama masa hidupnya kemudian mati. Produksi telur berkorelasi terhadap ukuran tubuh lalat dewasa, lalat betina memiliki

ukuran tubuh dan sayap yang lebih besar disbanding jantan, ukuran tubuh yang besar cenderung lebih subur dibandingkan dengan lalat yang bertubuh kecil (Gobbi dkk. 2013). Siklus hidup lalat BSF dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidup Lalat BSF

Sumber: Caruso, Devic, Subamia, Talamond, & Baras, 2014

Produksi telur lalat yang berukuran tubuh besar lebih banyak dibandingkan dengan lalat yang berukuran tubuh kecil. Kelembaban juga mempengaruhi daya bertelur lalat BSF, jika kondisi kelembapan diatas 60% maka 80% lalat betina bertelur dan hanya 40% lalat betina yang bertelur (Sheppard dkk., 2002).

Membutuhkan waktu 2 sampai dengan 4 hari, telur akan menetas menjadi larva instar satu dan berkembang hingga ke instar enam dalam waktu 22 sampai dengan 24 hari dengan rata-rata 18 hari. Ditinjau dari ukuran maggot yang baru menetas dari telur berukuran kurang lebih 2 mm, kemudian berkembang hingga 5 mm. Setelah berganti kulit maggot berkembang dan tumbuh lebih besar dengan panjang tubuh mencapai 20 sampai dengan 25 mm, kemudian masuk ke tahap prepupa. Larva betina berada di dalam media lebih lama dan bobot yang lebih berat dibandingkan dengan bobot jantan. Masa prepupa meninggalkan media pakannya ke tempat yang kering secara alami seperti ke tanah kemudian membuat terowongan untuk menghindari predator dan cekaman lingkungan (Tomberlin dkk. 2009).

Suhu adalah faktor yang berperan pada siklus hidup maggot BSF karena suhu yang lebih hangat (di atas 30°C) menyebabkan lalat dewasa menjadi lebih aktif dan produktif. Suhu optimal agar dapat tumbuh dan berkembang adalah 30°C, tetapi pada suhu 36°C menyebabkan pupa tidak dapat mempertahankan hidupnya yang menyebabkan tidak mampu menetas menjadi lalat dewasa. Pemeliharaan maggot dan pupa BSF pada suhu 27°C berkembang empat hari lebih lambat dibandingkan dengan suhu 30°C (Tomberlin dkk. 2009). Suhu juga berpengaruh terhadap masa inkubasi telur. Suhu yang hangat cenderung memicu telur menetas lebih cepat dibandingkan dengan suhu yang rendah.

Pada tahap pertumbuhan larva mereka akan memakan sampah organik disekitar mereka dan menyimpan cadangan lemak serta protein yang akan digunakan untuk berpupa menjadi lalat. Saat bertransformasi menjadi pra-pupa, struktur mulutnya berubah menjadi struktur yang bentuknya seperti kait dan mulut berbentuk kait ini memudahkannya untuk keluar dan berpindah dari sumber makanannya ke lingkungan baru yang kering, bertekstur seperti humus, teduh, dan terlindung, yang aman dari predator. Pada tempat inilah pupa menjadi imago dan kemudian terbang (Dengah dkk., 2016).

Larva sangat sensitif terhadap cahaya, dimana mereka akan selalu mencari lingkungan yang teduh dan tidak terkena matahari secara langsung. Apabila sumber makanan terpapar cahaya, larva akan berpindah menuju bagian yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut. Kandungan air yang terdapat pada makanan juga harus cukup lembab dengan kandungan air antara 60% sampai 90% supaya dapat dicerna oleh larva (Diener dkk., 2011). Ukuran partikel makanan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi karena larva tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka nutrisi akan mudah diserap jika substratnya berupa bagian-bagian kecil atau bahkan dalam bentuk cair atau seperti bubur.

Setelah masa inkubasi selesai telur akan menetas menjadi larva bayi yang memiliki warna putih pada usia hari ke-0 dan akan menjadi larva

dewasa yang memiliki warna putih kecoklatan pada usia hari ke-18 sampai usia hari ke-21. Pergantian kulit terjadi karena rangka luarnya tidak akan muat dengan ukuran tubuh yang lebih besar sehingga menjadi larva dewasa, pergantian kulit terjadi sampai beberapa kali kemudian larva dewasa akan menjadi prepupa dan membutuhkan waktu selama 7 sampai dengan 9 hari untuk menjadi pupa.

Larva akan berpindah menuju ke tempat yang gelap untuk berubah menjadi pupa dan pupa akan menjadi lalat berwarna kecoklatan atau kemerahan, larva pada masa pupa akan berhenti makan dan aktif membelah sehingga memerlukan energi yang banyak. Membutuhkan waktu selama 14 hari untuk merubah jaringan tubuh larva menjadi jaringan tubuh dewasa untuk berkembang menjadi lalat dewasa (imago) 2 sampai 3 hari lalat dewasa dapat melakukan perkawinan dan menghasilkan telur, kemudian siklus hidup lalat berulang dan terus berlanjut.

### **2.7.2 Biokonversi Sampah Organik oleh Larva *Black Soldier Fly***

#### **(BSF)**

Biokonversi adalah suatu proses yang melibatkan mikroorganisme seperti jamur, ragi, bakteri dan larva untuk mengubah sampah organik menjadi produk yang bernilai tinggi. Konsep biokonversi dapat menjadi solusi mengatasi masalah pengelolaan sampah organik. Biokonversi merupakan proses berkelanjutan yang memanfaatkan larva serangga untuk mentransformasi sampah organik. Selanjutnya larva tersebut mengkonversi nutrisi dari sampah dan disimpan sebagai biomasnya. (Nurcholis dkk, 2019)

Larva BSF dapat memakan kotoran hewan, daging segar maupun yang sudah membusuk, buah, sampah restoran, sampah dapur selulosa, dan berbagai jenis sampah organik lainnya (Alvarez, 2012). Proses biokonversi dilakukan sebagai upaya peningkatan nutrisi limbah organik, khususnya meningkatkan kandungan protein, sehingga dapat memberi nilai tambah limbah. Konsep biokonversi tersebut merupakan solusi menarik yang dapat mengatasi masalah pengelolaan sampah organik (Monita dkk., 2017). Larva

bsf mampu mengurai hingga 68% sampah perkotaan, 50% untuk kotoran ayam, 39% untuk kotoran babi serta 25% untuk campuran kotoran ayam dan sapi (Diener dkk., 2011)

Konversi materi organik oleh larva BSF (maggot) merupakan teknologi daur ulang yang sangat menarik dan memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi (Diener, 2010). BSF dianggap menguntungkan, karena maggot memanfaatkan sampah organik, baik dari hewan, tumbuhan, maupun kotoran manusia sebagai makanannya, serta meningkatkan nilai daur ulang dari sampah organik.

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa maggot dapat mendegradasi sampah organik dari hewan maupun tumbuhan lebih baik dibandingkan serangga lainnya yang pernah diteliti (Kim, dkk, 2010). Maggot mampu mengonversi sejumlah besar limbah organik menjadi biomassa kaya protein untuk mengganti tepung ikan (Diener, dkk, 2009).

Maggot telah dipropagasikan sebagai agen konverter limbah organik, karena larva ini makan lahap berbagai bahan organik yang membusuk, serta menghasilkan prepupa yang mengandung protein kasar 40% dan 30% lemak sebagai pakan ikan dan hewan ternak lainnya. Oleh karena itu, konversi sampah organik oleh maggot merupakan sebuah teknologi daur ulang menarik yang memiliki berbagai nilai guna, terutama untuk negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Selain pengurangan limbah dan stabilisasi, produk dalam bentuk prepupa menawarkan pakan hewan ternak bernilai tambah dan membuka peluang ekonomi baru bagi pengusaha kecil di negara berkembang (Nguyen, dkk, 2015). Hasil akhir proses biokonversi, yaitu perubahan komposisi bahan organik sampah akibat penguraian oleh larva BSF menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Dalam pemanfaatan larva BSF dalam biokonversi sampah melalui pengembangbiakan BSF harus memperhatikan faktor-faktor di bawah ini:

a. Pola makan larva BSF

Larva BSF pada umumnya memiliki ciri makan yang searah horizontal dengan makanannya. Namun terkadang larva BSF akan

bergerak secara vertikal untuk mengekstrak nutrient yang terdapat pada lindi yang dihasilkan dari pembusukan sampah makanan yang diberikan.

b. Ketersediaan oksigen yang cukup pada tempat pembiakan

Larva BSF membutuhkan oksigen untuk bernapas dan sulit hidup pada kadar karbondioksida yang tinggi. Pada saat kadar karbondioksida pada reaktor pembiakan tinggi, maka larva BSF akan berusaha keluar dan mencari sumber oksigen. Hal ini sering menyebabkan keluarnya larva BSF meskipun belum mulai berubah menjadi prepupa.

c. Kadar air sampah (makanan larva)

Kadar air sampah juga dapat mempengaruhi waktu jumlah konsumsi larva terhadap sampah organik yang diberikan. Larva BSF akan optimum mengkonsumsi sampah organik yang diberikan pada rentang 60-90%. Semakin tinggi kadar air membuat larva BSF cenderung untuk keluar dari reaktor pembiakan, mencari tempat yang lebih kering. Namun kurangnya kadar air juga tidak baik karena menghambat proses pencernaan larva BSF.

d. Ketersediaan cahaya

Larva BSF merupakan hewan fotofobia. Pada fase larva mereka cenderung menjauhi sumber cahaya. Pada tahap prepupa mereka akan keluar secara alami dari reaktor pembiakan, dan mencari tempat kering dan berlindung yang gelap sebelum berubah menjadi kepompong.

Pada kondisi ideal dan tersedianya pasokan sampah organik, larva BSF dapat matang dalam waktu 2 minggu. Namun pada kondisi kurang pasokan makanan dan terlalu rendahnya temperatur dapat memperpanjang waktu pematangan larva, yang bisa mencapai waktu 4 (empat) bulan (Diener dkk, 2010).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

- 1) Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Lena Monita, Surjono Hadi Sutjahoyo, Akhmad Arif Amin, Melta Rini Fahmi, 2017)

Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan larva BSF dalam mengolah sampah organik perkotaan yang digunakan sebagai media pertumbuhan dan perkembangannya. Peralatan yang digunakan antara lain fiber glass sebagai wadah untuk kultur BSF dari telur sampai larva berumur 1 minggu, bak beton sebagai wadah perlakuan, tong sebagai wadah fermentasi silase ikan, wadah plastik sebagai wadah BSF bertelur. Bahan yang digunakan adalah sampah organik perkotaan berupa sampah restoran, limbah ikan dan darah sapi segar. Penambahan pakan silase ikan dan darah sapi pada larva BSF memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan larva meskipun belum menghasilkan pertumbuhan maksimal dengan dosis yang diberikan pada penelitian ini. Disarankan agar dikaji lebih detail takaran yang tepat antara kebutuhan telur atau bobot larva dengan jumlah sampah organik serta dosis pakan tambahan untuk mendapatkan produksi larva, prepupa dan telur BSF paling baik dalam skala produksi masal.

- 2) Pengaruh Pemberian Darah Sapi Pada Biokonversi Sampah Organik Restoran Terhadap Reproduksi Larva Lalat *Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.)* (Aditya Rizky Maulana, 2020)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan darah sapi pada sampah organik terhadap jumlah telur dan biokonversi menggunakan serangga *Black Soldier Fly*. Larva *Black Soldier Fly* dipelihara pada media pakan dengan tiga perlakuan berbeda, yaitu perlakuan A sampah organik tanpa penambahan darah sapi, perlakuan B sampah organik ditambah 5% darah sapi, dan perlakuan C sampah organik ditambah 10% darah sapi. Data berupa Panjang, lebar, bobot, jumlah telur, kandungan nutrisi, konsumsi substrat, indeks pengurangan limbah, efisiensi konversi pakan tercerna, dan tingkat kelulusan hidup diambil untuk menganalisis pengaruh penambahan darah sapi. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan darah sapi 10% memberikan pengaruh

signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi telur *Black Soldier Fly*. Penambahan darah sapi tidak berpengaruh signifikan terhadap proses biokonversi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan darah sapi dapat meningkatkan produksi telur *Black Soldier Fly* namun belum dapat meningkatkan proses biokonversi oleh larva lalat *Black Soldier Fly*.

3) Studi Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Larva (Maggot) *Black Soldier Fly* (Studi Kasus Pasar Tradisional Malindungi Sorowako) (Muh Farid, 2021)

Pengolahan sampah sangat diperlukan khususnya sampah pasar yang mendominasi tingginya timbulan sampah organik yang dibuang ke TPA. Timbulan sampah organik tersebut mampu direduksi oleh larva BSF atau *Black Soldier Fly* yang dapat mengkonsumsi sampah organik seperti sampah pasar, sampah dapur, kotoran hewan, bahkan kotoran manusia. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kualitas hasil dekomposisi sampah organik yang dilakukan oleh larva BSF dan faktor yang mempengaruhi kualitas hasil dekomposisi tersebut. Penelitian ini menggunakan 4 rasio komposisi yang berbeda yang disesuaikan dengan karakteristik timbulan sampah organik di Pasar Tradisional Malindungi Sorowako. Komposisi 1 terdiri dari 70% sisa sayur; 20% sisa buah; 10% sisa organik daging, komposisi 2 terdiri dari 80% sisa sayur; 20% sisa buah, komposisi 3 terdiri dari sampah organik campuran, dan komposisi 4 terdiri dari 100% sisa sayur. Durasi pengomposan menggunakan waktu selama 21 dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata reduksi sampah sebesar 84% untuk 21 hari, dan 76% selama 14 hari. Hasil kandungan makro kompos pada komposisi 2, 3, dan 4 yang melalui proses dekomposisi selama 21 hari telah memenuhi SNI 19-7030-2004 dengan nilai C sebesar 14.64; 14.48; 16.44, N sebesar 0.93; 0.79; 0.86, C/N sebesar 15.74; 18.78; 19.12, P sebesar 1.87; 3.36; 2.28, dan K sebesar 1.02; 2.11; 1.85.



- 4) Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia (Nurcholis Salman, Estin Nofiyanti, Tazkia Nurfadhilah, 2019)

Salah satu pengolahan sampah organik dengan menggunakan proses biokonversi dari larva *Black Soldier Fly* atau biasa disebut Maggot. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah total sampah hasil dari biokonversi dan untuk mengetahui pengaruh variabel jenis sampah terhadap pertumbuhan Maggot. Jenis sampel yang digunakan adalah sampah rumah tangga, sampah melon, sampah sawi putih dan ampas tahu sebagai kontrol. Metode penelitian menggunakan metode *True Experimental Design* dengan desain penelitian *Posttest Only Control Design*. Penelitian diawali dengan penetasan telur *Black Soldier Fly* sebanyak 1 gram yang kemudian di inkubator selama empat hari. Analisis penelitian dilakukan ketika Maggot berumur 7 hari dengan jumlah pemberian *feeding* bervariasi per sekali *feeding*. Hasil penelitian menunjukkan total sampah organik yang terurai bervariasi pada tiap sampel yaitu total sampah rata – rata sebanyak 8122,1 gram, 1859,7 gram, 1320,3 gram dan 1683,3 gram. Persentasi sampah menunjukkan 74,6% untuk sampel tanpa dihaluskan dan 87,1% untuk sampel yang dihaluskan. Jenis sampah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan Maggot besarnya nilai sig. 0,024 (nilai sig. P value < nilai sig.)

- 5) Teknologi Reduksi Sampah Organik Buah dan Sayur Dengan Modifikasi Pakan Larva *Black Soldier Fly* (Danny Yusufiana Rofi, 2020)

Larva *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan alternatif pengolahan sampah organik yang dinilai lebih cepat waktu reduksinya dibandingkan dengan pengolahan sampah organik lainnya. Namun dalam pengolahan sampah organik berkarakteristik keras, kemampuan larva BSF dalam mereduksi sampah organik masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil persentase reduksi dan reduksi optimum sampah organik dengan dan tanpa modifikasi pakan larva BSF. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 4 reaktor yang berisi 200 ekor larva pada setiap reaktornya. Larva yang digunakan berumur 7-18 hari. Variasi umpan yang

diberikan pada larva BSF diantaranya: sayuran, sayuran dikukus, buah, buah difermentasi. Setiap reaktor diberikan umpan larva yang berbeda dengan laju pengumpanan 100mg/larva.hari. Frekuensi pemberian umpan dilakukan 1 hari sekali dan diukur pengurangan berat umpan yang diberikan setiap hari. Hasil penelitian menunjukkan kinerja reduksi sampah organik dengan larva BSF dari setiap perlakuan pemberian umpan sampah organik sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi masing-masing memiliki rata-rata yaitu: 45,29%, 42,92%, 33,75%, dan 46,25%. Berdasarkan perhitungan kinerja reduksi sampah organik dari 4 perlakuan umpan dan 2 pengulangan mempunyai rata-rata reduksi optimum terletak pada pemberian umpan buah difermentasi dengan nilai indeks reduksi 46,25%.