

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI
PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA BLACK SOLDIER
FLY (MAGGOT)**

Disusun dan diajukan oleh:

**THALIA ANGELICA DAMAYANTI
D131 191 051**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KOTORAN SAPI
PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER
FLY (MAGGOT)***

Disusun dan diajukan oleh

**Thalia Angelica Damayanti
D131191051**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 15 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



Hardianti Alimuddin, S.T., M.Eng.
NIP 199406032023036000

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Thalia Angelica Damayanti

NIM : D131191051

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi pada Proses Biokonversi Larva
Black Soldier Fly (Maggot)

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, 18 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Thalia Angelica Damayanti

ABSTRAK

THALIA ANGELICA DAMAYANTI. *Analisis Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi pada Proses Biokonversi Larva Black Soldier Fly (Maggot)* (dibimbing oleh Asiyanthi T. Lando dan Hardianti Alimuddin)

Salah satu gas yang menjadi penyebab terjadinya efek rumah kaca ialah gas metana (CH_4). Pada umumnya, gas metana dihasilkan dari sektor industri, tetapi ternyata sektor peternakan pun turut serta berkontribusi terhadap emisi gas metana. 61% gas metana dari sektor peternakan berasal dari peternakan sapi. Sebagian besar gas metana yang dihasilkan peternakan sapi berasal dari kotoran sapi. Selain dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik, kotoran sapi dapat dimanfaatkan menjadi media pertumbuhan Larva BSF. Kotoran sapi mengandung nitrogen, potassium, fosfor, dan bahan organik yang dibutuhkan oleh maggot. Selain itu, kandungan air pada kotoran sapi dapat menjadi media yang optimal untuk media pertumbuhan maggot.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan kotoran sapi terhadap kemampuan reduksi sampah, pertumbuhan, dan tingkat keberlangsungan hidup maggot.

Jenis penelitian kali ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian dilakukan selama 14 hari dengan frekuensi *feeding* per 3 hari dan 1 kali diawal terhadap 5 variasi komposisi pakan yang terdiri atas 100% sampah organik (R1), 75% sampah organik + 25% kotoran sapi (R2), 50% sampah organik + 50% kotoran sapi (R3), 25% sampah organik + 75% kotoran sapi (R4), dan 100% kotoran sapi (R5).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan reduksi sampah paling tinggi berasal dari frekuensi *feeding* 1 kali diawal R1 yaitu 94%. Lalu perkembangan larva yang paling baik berasal dari frekuensi *feeding* per 3 hari R1 yaitu 0.34 gram/larva dan 2.5 cm. Sedangkan untuk tingkat keberlangsungan hidup tertinggi berasal dari R1, R2, R3 untuk semua frekuensi *feeding*.

Kata Kunci: Kotoran sapi, Maggot, Larva BSF, Biokonversi

ABSTRACT

THALIA ANGELICA DAMAYANTI. *Analysis of The Effect of Addition of Cow Manure on Black Soldier Fly Larvae (Maggot) Bioconversion* (supervised by Asiyanthi T. Lando and Hardianti Alimuddin)

One of the gases that causes the greenhouse effect is methane gas (CH₄). In general, methane gas is produced by the industrial sector, but the livestock sector also contributes to methane gas emissions. 61% of methane gas from the livestock sector comes from cattle farms. Most of the methane gas produced by cattle farms comes from cow excrement. Besides being used as organic fertilizer, cow excrement can be used as a growth medium for BSF larvae. Cow excrement contains nitrogen, potassium, phosphorus, and organic matter needed by maggots. In addition, the water content in cow dung can be an optimal medium for maggot growth media.

The purpose of this study is to determine the effect of adding cow excrement on the ability to reduce waste, growth, and the survival rate of maggot.

This type of research uses experimental methods. The study is conducted for 14 days with feeding frequency of 3 days and 1 time at the beginning of 5 variations of feed composition consisting of 100% organic waste (R1), 75% organic waste + 25% cow excrement (R2), 50% organic waste + 50% cow excrement (R3), 25% organic waste + 75% cow excrement (R4), and 100% cow excrement (R5).

The results shows that the highest waste reduction come from frequency of feeding once at the beginning of R1 which is 94%. The highest larvae growth were derived from the frequency of feeding per 3 day R1 namely 0.34 gram/larvae and 2.5 cm. Meanwhile, the highest survival rate comes from R1, R2, R3 for all feeding frequencies.

Keywords: Cow excrement, Maggot, BSF larvae, Bioconversion

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Sampah.....	5
2.2 Sumber Sampah.....	5
2.3 Jenis Sampah.....	7
2.4 Sampah Organik.....	8
2.5 Kotoran Sapi.....	8
2.6 <i>Black Soldier Fly</i>	10
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Larva.....	14
2.8 Pengomposan.....	16
2.9 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.4 Jenis dan Sumber Data.....	30
3.5 Metode Pengambilan Data.....	30
3.6 Tahap Analisa Data.....	32
3.7 Uji Statistik.....	34
3.8 Uji Kandungan Kompos.....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Reduksi Sampah Organik.....	36
4.2 Perkembangan Larva.....	42
4.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Larva.....	51
4.4 Tingkat Keberlangsungan Hidup.....	61
4.5 Kualitas Kompos Hasil Biokonversi Larva <i>Black Soldier Fly</i> (Maggot).....	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidup Lalat BSF.....	11
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian	21
Gambar 3. Wadah Penelitian.....	22
Gambar 4. Timbangan Digital.....	22
Gambar 5. Timbangan Sayur	23
Gambar 6. Saringan.....	23
Gambar 7. Ember	24
Gambar 8. Penggaris	24
Gambar 9. <i>Insect net</i>	25
Gambar 10. Sarung Tangan.....	25
Gambar 11. <i>Soil meter</i>	26
Gambar 12. <i>Thermometer</i> HTC-1	26
Gambar 13. Sampah Organik.....	27
Gambar 14. Kotoran Sapi.....	27
Gambar 15. Larva BSF	28
Gambar 16. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 17. Reduksi Sampah <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali pada Setiap Reaktor	36
Gambar 18. Persentase Reduksi Sampah <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	37
Gambar 19. Rekapitulasi Persentase Reduksi Sampah dan ECD	37
Gambar 20. Reduksi Sampah <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal pada Setiap Reaktor	40
Gambar 21. Persentase Reduksi Sampah <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal	40
Gambar 22. Rekapitulasi Persentase Reduksi Sampah dan ECD	41
Gambar 23. Penambahan Berat Larva untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali.....	44
Gambar 24. Penambahan Berat Larva untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal.....	46
Gambar 25. Perubahan Panjang Larva	47
Gambar 26. Penambahan Panjang Larva untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali.....	48
Gambar 27. Penambahan Panjang Larva untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal	49
Gambar 28. Rerata Suhu Harian Lingkungan	51
Gambar 29. Suhu Setiap Reaktor untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	53
Gambar 30. Suhu Setiap Reaktor untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal	55
Gambar 31. Tingkat Keasaman Setiap Reaktor untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	58
Gambar 32. Tingkat Keasaman Setiap Reaktor untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal	60
Gambar 33. Persentase Tingkat Keberlangsungan Hidup <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	61
Gambar 34. Jumlah Akhir Larva Setiap Reaktor untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	62
Gambar 35. Persentase Tingkat Keberlangsungan Hidup <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal.....	63
Gambar 36. Persentase Tingkat Keberlangsungan Hidup <i>Feeding</i> 1 Kali Diawal	63
Gambar 37. Hasil Uji Kompos Parameter C	66
Gambar 38. Hasil Uji Kompos Parameter N.....	67

Gambar 39. Hasil Uji Kompos Parameter C/N	68
Gambar 40. Hasil Uji Kompos Parameter P	70
Gambar 41. Hasil Uji Kompos Parameter K.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan pada Kotoran Sapi	9
Tabel 2. Standar Kualitas Kompos.....	18
Tabel 3. Komposisi Pakan Larva	31
Tabel 4. Variabel yang Diamati	32
Tabel 5. Reduksi Sampah untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	36
Tabel 6. ECD untuk <i>Feeding</i> Tiga Hari Sekali	37
Tabel 7. Reduksi Sampah untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal.....	39
Tabel 8. ECD untuk <i>Feeding</i> Satu Kali Diawal.....	40
Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Standar Error</i>	43
Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Standar Error</i>	47
Tabel 11. Hasil Pengujian Kompos.....	65

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
SR	<i>Survival Rate</i>
WRI	<i>Waste Reduction Index</i>
ECD	<i>Efficiency of Conversion of Digested Food</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persiapan Reaktor	81
Lampiran 2 Persiapan Pakan Larva.....	82
Lampiran 3 Proses Pemisahan Maggot	85
Lampiran 4 Kondisi Reaktor	86
Lampiran 5 Hasil Uji <i>Standard Error</i>	90
Lampiran 6 Penentuan Nilai C	95
Lampiran 7 Penentuan Nilai N.....	99
Lampiran 8 Penentuan Nilai P	103
Lampiran 9 Penentuan Nilai K.....	105

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)**”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi dan meraih gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Terselesaikannya tugas akhir ini tentunya dilalui dengan segala hambatan. Berbagai hambatan yang dilalui dalam prosesnya, namun berkat bantuan dan dukungan serta doa dari berbagai pihak, tugas akhir ini pun dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM. 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 Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Hardianti Alimuddin, S.T., M. Eng, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terkhusus kepada Ibu Sumiati, Pak Olan, dan Kak Tami sebagai staf S1 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.

7. Orang tua yang dari awal hingga akhir perkuliahan senantiasa memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
8. Kak Iyha yang senantiasa membantu penulis baik selama proses perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
9. Kak Anca, Pak Muklis, Pak Mamat serta teman-teman dari Bank Sampah Paccerakang yang sangat membantu selama proses penelitian.
10. Teman-teman seangkatan 2019 Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, yang telah banyak penulis repotkan selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman seperjuangan maggot yang telah menemani masa-masa penelitian, dan tentunya sering saya repotkan
12. Teman-teman di Lab Riset Sanitasi dan Persampahan yang selalu berbagi dan saling menolong selama proses penelitian
13. Kak Chaidir, Mariz, Kak Yunda, Dyna, dan Kak Ammar yang senantiasa membantu dan memberikan dorongan sebelum, selama, dan sesudah penelitian.
14. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas bantuan dan dukungan yang diberikan.

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 tugas akhir ini dapat memberi informasi bagi para pembaca dan bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Gowa, 18 Agustus 2023

Penulis,

Thalia Angelica Damayanti

D131191051

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap hari manusia membutuhkan makanan untuk bertahan hidup, oleh karena itu sampah makanan akan terus dihasilkan setiap harinya. Permasalahan terkait sampah makanan (*food waste*) kini menjadi permasalahan global. Berdasarkan data *Economist Intelligent Unit* (EIU) pada tahun 2017, Indonesia adalah negara kedua setelah Arab Saudi dengan jumlah *food waste* terbesar yaitu 300 kg/orang/tahun. Isu *food waste* ini berbanding lurus dengan meningkatnya penduduk dan diperkuat dengan adanya pengaruh dari proses globalisasi. Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2019 timbulan sampah di Indonesia 29.187.594,96 ton dan pada tahun 2020 32.303.098,28 ton. Timbulan sampah tersebut sejalan dengan jumlah penduduk yang meningkat yaitu dari 268.074.600 jiwa menjadi 270.203.900 jiwa. Dari timbulan sampah tahun 2020 tersebut sekitar 54% ialah sampah organik, dimana 39,67% adalah sampah sisa makanan dan 14,77% adalah sampah kayu/ranting.

Salah satu sektor penyumbang sampah organik dalam jumlah besar yaitu sektor rumah tangga. Sampah organik yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain adalah potensi bahaya terhadap kesehatan seperti penyakit diare, kolera, dan tifus (Zuriyani, 2020). Selain itu, sampah organik menghasilkan bau yang menyengat dan tidak sedap karena mengandung ammonia dan asam organik *volatile* lainnya (Muhammad Darmawan, 2017). Menurut data *World Resources Institute* (WRI) (2018), emisi GRK dari sampah organik menyumbang 8% dari total emisi global. Emisi yang dihasilkan dari metana (CH₄) memiliki potensi 25 kali lebih tinggi dibandingkan dengan karbon dioksida (CO₂) dalam meningkatkan pemanasan global.

Saat ini pengolahan sampah organik di Indonesia dominan menggunakan metode pengomposan. Metode ini memiliki keterbatasan dalam kecepatan degradasinya dan kebutuhan lahan, sehingga metode ini belum tepat untuk diterapkan di pemukiman yang padat penduduk (Muhammad Fauzi, 2019). Salah satu metode yang cepat dalam mendegradasi limbah dan juga ramah lingkungan

ialah pengelolaan dengan bantuan larva lalat BSF (*Hermetia illucens*). Pengelolaan dengan metode ini disebut dengan biokonversi limbah. Biokonversi ialah penggunaan organisme untuk mengubah sampah organik menjadi biomassa dan bahan organik sederhana. Larva *Black Soldier Fly* atau biasa disebut dengan maggot mampu mereduksi sampah organik hingga 80%. Maggot mampu mengurai berbagai jenis sampah organik, seperti sampah buah dan sayuran, kotoran ternak, sisa makanan, dan lain lain (Buana, 2021). Residu dari hasil biokonversi maggot dapat berupa pupuk padat dan pupuk cair yang dapat langsung digunakan. Selain itu, maggot juga memiliki nilai ekonomi. Maggot yang sudah dipanen dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan ataupun protein alternatif bagi manusia.

Salah satu gas yang menjadi penyebab terjadinya efek rumah kaca ialah gas metana (CH_4). Pada umumnya, gas metana dihasilkan dari sektor industri, tetapi ternyata sektor peternakan pun turut serta berkontribusi terhadap emisi gas metana. Menurut Mahmud (2021), 61% gas metana dari sektor peternakan berasal dari peternakan sapi. Sebagian besar gas metana yang dihasilkan peternakan sapi berasal dari kotoran sapi. Kotoran sapi biasanya hanya dibiarkan mengering lalu digunakan sebagai pupuk tanpa proses pengolahan. Kondisi ini tentu dapat mengganggu lingkungan sekitar karena gas metana yang dihasilkan dari kotoran tersebut dapat menimbulkan bau tidak sedap. Penggunaan kotoran ternak secara berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi pada badan air, penyebaran patogen, dan *phytotoxicity* (Abouelenien *et al*, 2010)

Selain dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik, kotoran sapi dapat dimanfaatkan menjadi media pertumbuhan Larva BSF. Kotoran sapi mengandung nitrogen, potasium, fosfor, dan bahan organik yang dibutuhkan oleh maggot. Selain itu, kandungan air pada kotoran sapi dapat menjadi media yang optimal untuk media pertumbuhan maggot (Tangkas dkk, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai media untuk pertumbuhan maggot. Melalui penelitian ini, dapat dilihat kemampuan maggot dalam mereduksi sampah organik, pengaruh jenis media terhadap pertumbuhan maggot, serta *survival rate* dari maggot berdasarkan jenis media pertumbuhannya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Berapakah persentase reduksi sampah yang dapat diperoleh dengan metode biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly*?
2. Bagaimana pengaruh jenis media (kotoran sapi, sampah organik, campuran kotoran sapi dan sampah organik) terhadap pertumbuhan larva *Black Soldier Fly*?
3. Bagaimana pengaruh jenis media (kotoran sapi, sampah organik, campuran kotoran sapi dan sampah organik) terhadap tingkat keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menghitung persentase reduksi sampah yang dapat diperoleh dengan metode biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly*.
2. Mengetahui pengaruh jenis media (kotoran sapi, sampah organik, campuran kotoran sapi dan sampah organik) terhadap pertumbuhan larva *Black Soldier Fly*.
3. Mengetahui pengaruh jenis media (kotoran sapi, sampah organik, campuran kotoran sapi dan sampah organik) terhadap tingkat keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis makanan terhadap kemampuan maggot untuk mereduksi sampah. Selain itu, penelitian ini juga untuk mengetahui pertumbuhan maggot dan tingkat keberhasilan hidupnya sehingga dapat diketahui jenis makanan apa yang memberikan dampak terbesar kepada pertumbuhan maggot.

1.5 Ruang Lingkup

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

1. Kotoran sapi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari peternakan sapi milik Fakultas Peternakan Unhas yang terletak di dalam Kampus Unhas Tamalanrea
2. Uji coba pengolahan sampah organik menggunakan larva *Black Soldier Fly* berumur 7 hari yang diperoleh dari Bank Sampah Paccerakkang.
3. Pelaksanaan pengambilan data primer dilakukan selama 14 hari.
4. Jumlah pakan yang diberikan yaitu sebanyak 1kg dengan pola *feeding* setiap 3 hari dan satu kali diawal.
5. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu kemampuan reduksi sampah, pertumbuhan dan perkembangan larva, dan tingkat keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly*.
6. Sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini berupa campuran sisa makanan yang diperoleh dari rumah makan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Sampah merupakan sisa bahan yang tidak dibutuhkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah juga didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk yang dihasilkan sesudah dan selama proses tersebut berlangsung (Abidin, 2021). Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran dan berbagai penyakit.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah ialah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah ini dihasilkan oleh manusia setiap melakukan kegiatan sehari-hari.

2.2 Sumber Sampah

Menurut Undang-undang No.18 Tahun 2008, sampah yang dikelola dikelompokkan menjadi sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga dan sampah spesifik. Sumber sampah menurut Undang – Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Sampah rumah tangga, yaitu sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.
2. Sampah sejenis rumah tangga, yaitu sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.
3. Sampah spesifik, meliputi sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), limbah B3, sampah yang timbul akibat bencana, puing bongkaran bangunan, sampah yang secara teknologi belum dapat diolah, dan sampah yang timbul secara tidak periodik.

Berdasarkan Purnami (2020), sampah rumah tangga adalah sampah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan

sampah spesifik. Sampah sejenis sampah rumah tangga merupakan sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya. Sedangkan sampah spesifik meliputi:

1. Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun
2. Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun
3. Sampah yang timbul akibat bencana
4. Puing bongkaran bangunan
5. Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah
6. Sampah yang timbul secara periodik

Sampah dapat berasal dari beberapa tempat namun terdapat beberapa tempat yang biasanya menimbulkan timbulan sampah karena banyaknya aktivitas yang dilakukan masyarakat di lokasi tersebut. Tempat-tempat tersebut antara lain (Nugraha A. S., 2020):

1. Sampah dari pemukiman penduduk

Pada suatu pemukiman, sampah dihasilkan oleh keluarga yang menetap disuatu bangunan. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya sampah organik seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, plastik, dan lain-lain.

2. Sampah dari tempat-tempat umum dan perdagangan

Tempat umum adalah tempat dimana kebanyakan orang berkumpul dan melakukan kegiatan. Tempat tersebut berpotensi untuk memproduksi sampah yang cukup besar. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya sisa makanan, sampah kering, abu, kaleng-kaleng, dan sampah lainnya.

3. Sampah dari fasilitas pelayanan masyarakat milik pemerintah

Sampah ini berasal dari tempat hiburan umum, masjid, rumah sakit, pantai, bioskop, kantor, dan sarana lainnya yang menghasilkan sampah kering dan sampah basah.

4. Sampah dari industri

Sampah ini berasal dari pabrik yang mengelola sumber dari alam, termasuk proses distribusi ataupun proses suatu bahan mentah. Sampah yang dihasilkan dari tempat ini biasanya sampah basah, abu, sisa makanan, sisa bahan bangunan dan lain-lain.

5. Sampah pertanian

Sampah ini dihasilkan dari tanaman atau binatang daerah pertanian, misalnya sampah dari kebun, ladang, sawah, atau kandang.

2.3 Jenis Sampah

Menurut Nugroho (2013), jenis-jenis sampah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Berdasarkan sumbernya:

- a. Sampah alam merupakan sampah yang diperoleh dari proses alam yang dapat di daur ulang secara alami, contohnya daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah. Jika berada di lingkungan pemukiman, daun kering ini dapat menjadi masalah.
- b. Sampah manusia (*human waste*) adalah sampah yang berasal dari pencernaan manusia, seperti feses dan urin. Sampah ini berbahaya bagi kesehatan manusia karena bisa menjadi vektor penyakit yang disebabkan virus dan bakteri. Salah satu cara dalam mengurangi penularan penyakit melalui sampah manusia adalah dengan cara hidup yang higienis.
- c. Sampah konsumsi adalah sampah yang dihasilkan oleh manusia yang menggunakan barang, atau dapat dikatakan sebagai sampah yang diperoleh dari hasil konsumsi sehari-hari. Sampah ini merupakan sampah yang umum, namun sampah kategori ini masih jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan sampah yang dihasilkan dari proses pertambangan dan industri.
- d. Sampah industri adalah sisa bahan yang berasal dari proses industri. Sampah yang dikeluarkan dari sebuah industri dengan jumlah besar dapat dikatakan sebagai limbah.

2. Berdasarkan sifatnya:

- a. Sampah organik adalah sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, daun kering, sayuran, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah menjadi kompos.

- b. Sampah anorganik adalah sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, plastik mainan, botol, kaleng, kayu dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang dapat dijual untuk dijadikan produk lainnya.

3. Berdasarkan bentuknya:

- a. Sampah padat adalah segala bahan buangan selain kotoran manusia dan sampah cair. Sampah ini dapat berupa sampah dapur, plastik, sampah kebun, dan lain-lain.
- b. Sampah cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah.

2.4 Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup (alam) seperti hewan, tumbuh-tumbuhan yang mengalami pembusukan. Limbah ini tergolong limbah yang ramah lingkungan karena dapat diurai oleh bakteri di alam dan ini terjadi dengan cepat (Taufiq & Maulana, 2015). Sampah organik ini terbagi atas dua yaitu sampah organik basah dan sampah organik kering. Sampah organik basah adalah sampah organik dengan kandungan air yang cukup tinggi, sedangkan sampah organik kering adalah sampah organik yang kandungan airnya sedikit (Wiryo dkk, 2020).

Sampah organik memiliki berbagai manfaat salah satunya ialah sebagai penyubur tanah dan pupuk organik. Tetapi masih banyak masyarakat dan petani yang tidak mengetahui manfaat dari sampah organik dan bagaimana cara mengolahnya. Pengetahuan mengenai teknik pengolahan sampah organik sangat diperlukan agar masyarakat dapat mempraktikkan secara langsung teknik pengolahan sampah yang baik dan benar.

2.5 Kotoran Sapi

Seekor sapi mampu menghasilkan kotoran berupa padat dan cair sebanyak 23,6 kg/hari dan 9,1 kg/hari. Kotoran yang baru diekskresikan oleh sapi tidak dapat langsung diberikan sebagai pupuk, tetapi perlu melalui proses pengomposan

terlebih dahulu. Beberapa alasan kotoran sapi perlu dikomposkan sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk yaitu (Prihandini & Purwanto, 2007):

1. Jika tanah mengandung udara dan air yang cukup, maka penguraian bahan organik berlangsung cepat sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.
2. Bahan segar yang diuraikan hanya memasok sedikit sekali humus dan unsur hara ke dalam tanah.
3. Struktur bahan organik segar sangat kasar dan daya ikat terhadap air kecil, sehingga bila langsung diberikan ke tanah akan mengakibatkan tanah menjadi rapuh.
4. Saat diperlukan, kotoran sapi kerap kali tidak tersedia. Oleh karena itu, pembuatan kompos merupakan cara penyimpanan bahan organik sebelum digunakan sebagai pupuk.

Kotoran sapi merupakan bahan organik yang memiliki peran spesifik dalam meningkatkan ketersediaan fosfor dan unsur mikro, mengurangi dampak negatif dari aluminium, menghasilkan karbon dioksida untuk kanopi tanaman, terutama pada tanaman dengan kanopi padat di mana sirkulasi udara terbatas. Kotoran sapi kaya akan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti kalium, nitrogen, fosfor, belerang, boron, magnesium, dan kalsium. Berikut kandungan yang terdapat pada kotoran sapi (Rakhmawati dkk, 2019):

Tabel 1. Kandungan pada Kotoran Sapi

Jenis analisis	Kadar (%)
Kadar air	80
Bahan organik	16
N	0.3
P ₂ O ₅	0.2
K ₂ O	0,15
CaO	0.2
Nisbah C/N	20-25

Sumber: (Rakhmawati dkk, 2019)

Kotoran sapi adalah biomassa yang mengandung protein, karbohidrat, dan lemak. Pandangan masyarakat dalam pengolahan kotoran sapi hanya sebatas diolah menjadi pupuk atau dibakar saja, padahal kandungan unsur organik dalam kotoran sapi dapat diolah kembali dengan cara dibiokonversikan menjadi sumber protein menggunakan larva BSF (Raihan, 2022). Lumpur dari kotoran sapi mengandung

1,8-2,4% nitrogen, 0,6-0,8% potassium (K_2O), 1-1,2% fosfor (P_2O_5), dan 50-75% bahan organik. Kandungan air kotoran hewan antara 27-85% menjadi media yang optimal bagi lalat untuk bertelur dan baik untuk pertumbuhan dan perkembangan larva lalat (Tangkas dkk, 2016). Kandungan asam amino esensial dan non-esensial dari larva BSF yang diberikan kotoran sapi relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi kotoran babi, kecuali kandungan triptofan dan treonin (Newton *et al*, 2005).

2.6 Black Soldier Fly

Lalat Tentara Hitam atau *Black Soldier Fly* (BSF) dengan nama latin *Hermetia illucens*, termasuk dalam Ordo Diptera dan Famili Stratiomyidae. Serangga ini dapat ditemui di wilayah yang beriklim tropis dan subtropis dengan garis lintang $40^{\circ}S$ dan $45^{\circ}U$ (Dortmans et al, 2017). Lalat BSF dapat hidup pada suhu $27^{\circ}C$ - $36^{\circ}C$. Perkembangan maggot akan lebih efektif pada suhu $27^{\circ}C$ dibanding pada suhu $30^{\circ}C$ dan pada suhu $36^{\circ}C$ lalat akan sulit bertahan hidup (Tomberlin, 2009). Karena kemampuannya untuk mereduksi sampah, larva dari lalat BSF ini dikembangkan menjadi salah satu teknologi untuk mengelola sampah organik.

Pemanfaatan lalat BSF dalam mendegradasi sampah organik dapat dilakukan pada fase larva. Larva BSF memiliki kemampuan degradasi karena aktivitas selulolitik yang terjadi pada lambung usus larva tersebut. Usus larva BSF memiliki bakteri dengan kemampuan selulolitik tinggi diantaranya adalah *Bacillus sp.*, *Proteus*, dan *Rumenococcus sp* (Supriyatna & Ukit, 2016). Larva BSF dapat diberikan berbagai macam pakan, seperti sampah dapur, sayuran, buah-buahan, kotoran hewan, limbah ikan, dan lain sebagainya. Fleksibilitas dari pakan larva membuat larva BSF menjadi serangga yang ideal dalam memproduksi protein. Tetapi, perbedaan pakan dapat berpengaruh terhadap perkembangan larva BSF. Oleh karena itu, dibutuhkan formulasi yang tepat dalam pemberian pakan agar dapat memaksimalkan produksi larva BSF (Yuwono & Mentari, 2018).



Gambar 1. Siklus Hidup Lalat BSF
Sumber: Yuwono, 2018

Siklus hidup BSF merupakan sebuah siklus metamorphosis sempurna dengan 4 (empat) fase, yaitu telur, larva, pupa, dan BSF dewasa (Popa & Green, 2012). Siklus metamorfosis BSF berlangsung dalam kurun waktu 40 hari bergantung pada kondisi lingkungan dan asupan pakannya (Alvarez, 2012).

2.6.1 Fase Telur

Fase telur dari lalat BSF menandakan bermulanya siklus hidup sekaligus berakhirnya tahap hidup sebelumnya, dimana jenis lalat ini menghasilkan kelompok telur. Lalat betina menghasilkan sekitar 400-800 telur yang diletakkannya di dekat bahan organik yang membusuk dan memasukkannya ke dalam rongga-rongga kecil, kering, dan terlindungi (Holmes *et al*, 2012). Lalat betina tersebut akan mati tidak lama setelah bertelur. Telur-telur tersebut diletakkan di dekat bahan organik yang membusuk agar saat menetas nanti telur tersebut dapat dengan mudah menemukan sumber makanan di sekitar mereka, karena diletakkan dalam rongga-rongga yang terlindungi dari pengaruh lingkungan (Yuwono & Mentari, 2018). Telur BSF berukuran sekitar 0,04 inci (kurang dari 1 mm) dengan berat 1-2 μ g, berbentuk oval dengan warna kekuningan. Telur BSF bersifat agak lengket meskipun dibilas dengan air. Suhu optimum pemeliharaan telur BSF adalah antara 28-35°C. Pada suhu kurang dari 25°C telur akan menetas lebih dari 4 hari,

bahkan bisa sampai 3 minggu. Telur akan mati pada suhu kurang dari 20°C dan lebih dari 40°C (Sipayung, 2015).

Telur BSF akan matang dengan sempurna pada kondisi kelembapan sekitar 30%-40%. Telur akan menetas dengan baik pada kelembapan 60%-80%. Jika kelembapan kurang dari 30%, telur akan mengering dan embrionya akan mati. Kondisi ini akan memicu pertumbuhan jamur yang dapat mempercepat kematian telur lainnya sebelum menetas menjadi larva. Telur BSF juga tidak dapat disimpan di tempat yang miskin oksigen atau terpapar gas karbondioksida yang tinggi.

2.6.2 Fase Larva

Secara umum, telur tersebut akan menetas setelah satu hingga dua hari. Larva yang baru saja menetas akan segera mencari makan dan memakan sampah organik di sekitarnya. Larva akan memakan sampah organik tersebut dengan rakus sehingga ukuran tubuhnya yang awalnya hanya beberapa milimeter akan bertambah panjangnya menjadi 2,5 cm dan lebarnya 0,5 cm serta warna tubuhnya akan berubah menjadi agak krem. Pada kondisi optimal, pertumbuhan larva berlangsung selama 12-13 hari dan waktu yang dibutuhkan dari telur hingga pra-pupa berkisar antara 22-24 hari (Yuwono, 2018).

Pada umur satu minggu, larva BSF memiliki toleransi yang jauh lebih baik terhadap suhu yang lebih rendah. Ketika cadangan makanan yang tersedia cukup banyak, larva muda dapat hidup pada suhu kurang dari 20°C dan lebih dari 45°C. Namun larva BSF lebih cepat tumbuh pada suhu 30-36°C. Larva yang baru menetas akan segera mencari tempat yang lembap dimana mereka dapat mulai makan bahan organik yang membusuk. Pada fase ini, larva sangat rentan terhadap pengaruh eksternal, diantaranya suhu, tekanan oksigen yang rendah, jamur, kandungan air, dan bahan beracun. Ketahanannya terhadap pengaruh tersebut meningkat setelah berumur sekitar 1 minggu. Setelah berumur 10 hari, larva ini akan bersaing dengan larva lain yang lebih tua. Setelah menetas, mulai dari fase larva hingga fase prepupa, BSF mampu mereduksi hingga 55% sampah yang diberikan (Diener, 2010).

Selama masa pertumbuhannya, larva BSF mengalami lima fase pergantian kulit (instar) dengan perubahan warna dari putih krem sampai berwarna cokelat kehitaman pada instar terakhir (Popa & Green, 2012). Dalam kondisi ideal, larva

BSF akan mencapai fase prepupa dan ukuran maksimum pada hari ke-14 setelah menetas, namun pada kondisi iklim tertentu bisa berlangsung hingga hari ke-30. Beberapa kondisi non ideal yang dapat menghambat pertumbuhan larva BSF antara lain kualitas makanan yang kurang memadai, suhu yang tidak optimal, adanya zat kimia yang tidak cocok bagi larva, dan kelembapan udara yang kurang optimal. Pada kondisi normal larva BSF dewasa berukuran 16-18 mm dengan berat antara 150-200 mg. Larva BSF membutuhkan material organik mudah terurai sebagai makanannya seperti bangkai hewan, sayuran dan buah buahan busuk, kotoran, dll. Larva BSF lebih aktif mengurai sisa atau sampah yang diberikan dalam keadaan busuk. Hal ini membuat sampah yang di dalamnya terdapat banyak larva BSF tidak mengeluarkan bau tidak sedap yang terlalu mencolok (Sipayung, 2015).

2.6.3 Fase Pupa

Fase pupa merupakan proses transformasi dari pupa menjadi lalat. Fase pupa dimulai saat pra-pupa menemukan tempat yang sesuai untuk berhenti beraktivitas dan menjadi kaku. Agar fase pupa berhasil, sebaiknya kondisi lingkungan tidak banyak mengalami perubahan, atau dapat dikatakan tempat yang selalu kering dan hangat. Fase pupa berlangsung selama 6 hari lalu berubah menjadi imago pada hari ke-32 (Yuwono & Mentari, 2018). Setelah berganti kulit, larva BSF akan memiliki kulit yang lebih keras daripada kulit sebelumnya. Pupa berukuran dua pertiga dari prepupa dan merupakan fase dimana BSF dalam keadaan pasif serta bertekstur kasar dan berwarna cokelat kehitaman. (Sipayung, 2015).

Pada tahap perkembangan ini, larva menyimpan cadangan lemak dan protein hingga cukup bagi mereka untuk berubah menjadi pupa sampai menjadi lalat, kemudian kawin dan bertelur (bagi betina) sebelum akhirnya mati. Saat berubah menjadi pra-pupa, struktur mulut larva berubah menjadi kait dan warnanya menjadi cokelat tua hingga abu-abu. Mulut berbentuk kait ini memudahkan maggot untuk keluar dan berpindah ke lingkungan baru yang kering, teduh, dan terlindung, serta aman dari predator. Proses metamorfosis pupa menjadi BSF dewasa berlangsung dalam kurun waktu antara sepuluh hari sampai dengan beberapa bulan tergantung pada kondisi lingkungan. Saat inilah pupa menjadi imago lalu kemudian terbang (Dengah dkk, 2016).

2.6.4 Fase Lalat

Setelah keluar dari kepompong, lalat dapat hidup sekitar satu minggu. Lalat akan mencari pasangan, lalu kawin dan bertelur dalam waktu yang singkat. Saat berada pada fase ini, BSF tidak makan dan hanya membutuhkan air serta permukaan lembap untuk menjaga tubuhnya agar tetap terhidrasi. Selain itu lingkungan yang hangat dan lembap dapat memperpanjang umur hidup lalat sehingga dapat meningkatkan jumlah telur yang diproduksi (Yuwono & Mentari, 2018).

Panjang tubuh lalat BSF dewasa antara 12-20 mm dengan rentang sayap 8-14 mm. BSF dewasa berwarna hitam dengan kaki berwarna putih dan memiliki antena dengan panjang dua kali panjang kepalanya. Antara BSF betina dan BSF jantan memiliki tampilan yang tidak jauh berbeda, dengan ukuran tubuh BSF betina yang lebih besar dan ukuran ruas kedua pada perutnya yang lebih kecil dibanding pada BSF jantan. BSF dewasa berumur relatif pendek, yaitu 4-8 hari. BSF dewasa mulai dapat kawin setelah berumur 2 hari. Setelah terjadi perkawinan, BSF betina akan menghasilkan sebanyak 300-500 butir telur dan meletakkannya di lokasi yang lembap dan gelap, seperti pada kayu lapuk. Suhu optimum bagi BSF untuk bertelur secara alami sekitar $27,5^{\circ}\text{C}$ - $37,5^{\circ}\text{C}$ (Sheppard *et al*, 1994). Hasil penelitian menunjukkan kelembapan udara optimum yang baik untuk BSF betina dapat bertelur antara 30-90%. Hal ini dikarenakan BSF bersifat sangat mudah dehidrasi, sehingga dibutuhkan kelembapan udara yang cukup (Yuwono & Mentari, 2018).

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Larva

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemanfaatan larva BSF dalam reduksi sampah dan juga pertumbuhannya, antara lain:

2.7.1 Suhu

Kondisi suhu pada media maggot akan mempengaruhi produksi serta laju pertumbuhan maggot. Maggot yang dikembangkan dimedia dengan suhu 27°C pertumbuhannya akan lebih lambat, dibandingkan suhu 30°C , dan jika suhu media mencapai 36°C , maggot tidak akan bertahan hidup (Tomberlin, 2009). Jika suhu didalam media terlalu panas, maggot akan keluar dari media untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika suhu media terlalu dingin, metabolisme larva menjadi lebih lambat, akibatnya maggot memakan sampah lebih sedikit sehingga

pertumbuhannya menjadi lebih lambat. Suhu tidak hanya berpengaruh terhadap fase larva BSF tetapi juga berpengaruh terhadap masa inkubasi telur. Suhu yang hangat cenderung memicu telur menetas lebih cepat dibandingkan suhu yang rendah (Wardhana, 2016).

2.7.2 Kelembapan

Kelembapan mempengaruhi daya bertelur lalat BSF. Sekitar 80% lalat BSF betina bertelur pada kelembapan lebih dari 60% dan sisanya bertelur ketika kondisi kelembapan kurang dari 60% (Wardhana, 2016). Setelah menetas, maggot akan mulai memakan sampah organik yang diberikan sampai pada tingkat reduksi 55% berdasarkan berat bersih sampah. Selain itu, sumber makanan harus cukup lembap dengan kandungan air antara 60%-90% agar dapat dicerna oleh larva (Diener, 2010).

Maggot tidak memiliki jam istirahat, namun mereka juga tidak makan setiap waktu. Kadar air optimum untuk pakan maggot adalah 60-90%. Ketika kadar air pakan yang diberikan terlalu tinggi akan menyebabkan larva keluar dari reaktor pembiakan untuk mencari tempat yang lebih kering. Namun, ketika kadar airnya kurang akan mengakibatkan konsumsi makanan yang kurang efisien pula (Alvarez, 2012).

2.7.3 Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman menunjukkan banyaknya ion hidrogen pada suatu bahan. Mikroba membutuhkan kondisi pH tertentu agar dapat berkembang, hal ini berkaitan dengan permeabilitas membran sitoplasma dan metabolisme mikroba. Setiap mikroba memiliki tingkat toleransi terhadap lingkungan pH yang berbeda-beda tergantung pada permeabilitas membran sitoplasmanya (Sipayung, 2015).

2.7.4 Ukuran Partikel Makanan

Kecepatan dan efektivitas maggot dalam mengurai sampah organik dipengaruhi oleh ukuran partikel pakan yang diberikan. Agar potensi larva dalam mengurai sampah organik maksimal, maka diperlukan pencacahan sampah sekecil mungkin (Jatmiko, 2021). Permukaan area yang lebih kecil dan tekstur sampah yang lunak akan memudahkan maggot dalam mengkonsumsi sampah (Nugraha, 2019).

Kandungan nutrisi tubuh dan keberlangsungan hidup larva sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas media perkembangan (Gobbi *et al*, 2013). Panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa berbanding lurus dengan kualitas media perkembangannya. Jumlah dan jenis media yang kurang mengandung nutrisi dapat mengakibatkan bobot pupa kurang dari normal dan tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa. Ukuran partikel makanan juga berpengaruh terhadap daya konsumsi larva karena larva tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka nutrisi akan mudah diserap jika substratnya berupa bagian kecil atau dalam bentuk bubuk (Sipayung, 2015).

2.7.5 Ketersediaan Cahaya

Tidak seperti lalat dewasa yang menyukai sinar matahari, larva BSF bersifat memiliki sifat fotofobia. Pada fase larva, mereka cenderung menjauhi sumber cahaya. Hal ini terlihat jelas ketika larva sedang makan, dimana mereka lebih aktif dan lebih banyak berada di bagian yang minim cahaya (Holmes *et al*, 2012). Pada fase prepupa, mereka akan keluar dari reaktor dan mencari tempat kering dan terlindung di tempat yang gelap sebelum berubah menjadi pupa (Sipayung, 2015).

2.7.6 Ketersediaan Oksigen (O₂)

Larva BSF membutuhkan oksigen untuk bernapas dan tidak dapat bertahan hidup pada lingkungan dengan kadar karbondioksida yang tinggi. Pada saat kadar karbon dioksida tinggi, maka maggot akan berusaha keluar dari reaktor dan mencari sumber oksigen. Hal ini sering menyebabkan keluarnya larva BSF meskipun belum mulai berubah menjadi prepupa (Sipayung, 2015).

2.8 Pengomposan

Pengomposan dalam pengelolaan sampah ialah proses dekomposisi secara biologis dari materi organik *biodegradable* dengan kontrol kondisi yang stabil, bebas dari hambatan, serta aman untuk diterapkan (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Yang membedakan pengolahan sampah melalui metode pengomposan secara alami di *landfill* atau TPA *open dumping* dengan pengomposan ini ialah kontrol kondisi. Dekomposisi biologis yang terjadi pada saat pengomposan secara umum dibantu oleh bakteri, cacing, jamur, protozoa, actinomycetes, dan beberapa jenis larva.

Pengomposan menjadi salah satu metode dalam mengelola sampah pemukiman. Pengomposan dapat mengurangi volume sampah hingga 50% dan mengonversi 50% materi organik pada sampah. Pengomposan lebih mudah mendegradasi material organik *degradable* dari tumbuhan dan hewan dibandingkan dengan materi organik sulit terdegradasi lainnya seperti kayu, polimer, dan kulit (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

Menurut Tchobanoglous & Kreith (2002), berikut faktor dan parameter penting dalam pengomposan:

- a. Ketersediaan nutrisi dari bahan yang akan dikomposkan.
- b. Unsur kimia makro yang terdapat pada sampah yaitu nitrogen (N), kalium (K), karbon (C), fosfor (P).
- c. Unsur kimia mikro yaitu kalsium (Ca), mangan (Mn), magnesium (Mg), tembaga (Cu), dan kobalt (Co).
- d. Rasio C/N yang ideal berada pada rentang 20-25. Selama pengomposan, mikroorganisme membutuhkan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai pembentuk sel mikroorganisme. Jika rasio C/N tinggi, maka aktivitas mikroorganisme pengurai akan berjalan lambat untuk mendekomposisi bahan organik sehingga waktu pengomposan menjadi lebih lama. Sebaliknya, jika rasio C/N rendah, maka nitrogen yang merupakan komponen penting pada kompos akan dibebaskan menjadi ammonia dan menimbulkan bau busuk.
- e. Keberadaan unsur fosfor (P) disebabkan oleh pelapukan bahan organik yang berasal dari bahan dasar kompos. Fosfor sebagian besar berasal dari pelapukan batuan mineral alami. Tanaman dapat mengalami kekurangan fosfor walaupun sumber fosfor yang terdapat dalam tanah cukup banyak karena sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lain,
- f. Keberadaan unsur kalium (K) dalam kompos disebabkan karena kalium banyak berasal dari bahan organik. Bahan organik mampu meningkatkan kapasitas tukar kation.
- g. Ukuran partikel bahan kompos berpengaruh terhadap kecepatan materi organik untuk terdekomposisi. Secara teoritis, semakin besar ukuran bahan kompos, maka semakin lama proses degradasi.

- h. Ketersediaan oksigen (O_2) berpengaruh dalam pengomposan aerobik untuk respirasi dan metabolisme mikroorganisme.
- i. Nilai pH kompos yang optimum untuk pertumbuhan bakteri umumnya berada pada rentang 6.0-7.5, sedangkan pada jamur berada pada rentang 5.5-8.0.
- j. Suhu optimum yang dibutuhkan tergantung pada jenis mikroorganisme yang digunakan.

Standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos

No.	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar air	%	-	50
2	Temperatur	OC	-	suhu air tanah
3	Warna		-	kehitaman
4	Bau		-	berbau tanah
5	Ukuran Partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan Ikat Air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phospor (P_2O_5)	%	0,10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K_2)	%	0,20	*
Unsur mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur lain				
25	Kalsium	%	*	25,50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,60
27	Besi (Fe)	%	*	2,00

No.	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
28	Aluminium (Al)	%	*	2,20
29	Mangan (Mn)	%	*	0,10
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN/gr	-	1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr	-	3

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum
Sumber: SNI 19-7030-2004

2.9 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Mahargiyan Swapentha Buana dan Taty Alfiah, 2021. Biokonversi Kotoran Ternak Sapi Menggunakan Larva Black Soldier Fly	Penelitian dilakukan dengan melakukan jumlah larva BSF dalam penelitian 100 ekor dan 200 ekor, berat kotoran sapi sebagai pakan larva BSF divariasasi 50 gr dan 100 gr, untuk kotoran sapi asli maupun kotoran sapi yang difermentasi	Hasil penelitian menunjukkan nilai <i>Survival Rate</i> diatas yaitu 85%, hal ini berarti bahwa kotoran sapi cocok digunakan sebagai pakan larva BSF. Biokonversi kotoran sapi menjadi berat badan larva BSF diukur dengan <i>Conversion Digested Feed (ECD)</i> dengan nilai tertinggi pada reaktor 7 sebesar 14% dan terendah pada reaktor 2 dengan sebesar 0,68%. Nilai persentase rata-rata reduksi tertinggi pada reaktor 7 sebesar 36,4% dengan pakan larva BSF berupa kotoran sapi yang difermentasi.
2.	M. Helmi Fakhrieza, Devita Sari, dan Tiwi Yuniastuti, 2023. Biokonversi Kotoran Sapi, Ampas Tahu, dan Sampah Sayuran menggunakan Maggot	Jenis penelitian yang dilakukan adalah Eksperimen Murni (<i>True Experimental</i>) dengan pendekatan (<i>Post Test Only Control Group</i>) serta menggunakan teknik Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan yang termasuk dengan 1 kontrol dan 6 pengulangan pada masing-masing perlakuan yang ditujukan ke maggot dengan menggunakan 24 sampel.	Penelitian ini menunjukan bahwa terdapat perbedaan WRI, serta pertumbuhan yang berbeda nyata yang ditunjukkan melalui Indeks reduksi sampah (WRI) atau pengurangan sampah tertinggi yakni pada perlakuan kotoran sapi sebesar 6,58%. Sedangkan pada aspek pertumbuhan maggot yang optimal yaitu pada perlakuan ampas tahu untuk panjangnya 1,67 cm sedangkan beratnya 31,83 gram.
3.	Nefi Andriana Fajri, Ni Made Andri Kartika, dan Yuni	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan	Hasil produksi maggot BSF pada kotoran ayam dan kotoran sapi sebagai perlakuan dengan produksi

No.	Judul	Metode	Hasil Penelitian
	Mariani, 2021. Tingkat Bobot Maggot BSF pada Media Kotoran Ayam dan Kotoran Sapi	menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 perlakuan dan 3 ulangan, dengan demikian ada 6 satuan percobaan. Percobaan terdiri dari A= Kotoran Ayam B= Kotoran Sapi dengan variabel yang di amati yaitu produksi maggot dan berat badan.	tertinggi yaitu kotoran sapi (2026,33) dan kotoran ayam dengan hasil produksi terendah (2013,33). Hasil bobot badan pada penelitian ini yaitu Kotoran ayam sebesar 0,173 gram dan kotoran sapi 0,167 gram.
4.	Aulia Nursaid, Yebi Yuriandala, Fina Binazir Maziya, 2019. Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva Black Soldier Fly	Penelitian ini menggunakan limbah organik sisa buah-buahan dan Larva Black Soldier Fly sebanyak 3000 ekor selama 19 hari dimana menggunakan variasi jumlah pakan sebesar 60,80 dan 100 mg/larva/hari	Hasil penelitian menunjukkan nilai reduksi sampah sebesar 57 – 68,17%. Laju umpan yang menghasilkan proses reduksi sampah paling optimum adalah dengan umpan 60 mg/larva/hari (B1). Analisa pada perlakuan B1 sebesar 68,17 % konsumsi umpan; WRI 3,73/hari; ECD 8,36 %; bobot larva akhir 64 mg. Serta untuk hasil kandungan kompos tidak jauh berbeda disetiap reaktor dengan nilai sebesar C/N 30,37; P 0,85% dan K 1,02%.
5.	Yang Xiao, Weina Geng, Yongkang Yang, Xiaobo Wang, Xiaoyan Xu, 2020. <i>Study on the Difference of Transformation of Livestock and Poultry Feces by Black Soldier Fly</i>	Penelitian ini menggunakan 20g larva BSF berumur 2 hari dengan 6 variasi dan pengulangan sebanyak 3 kali.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat konversi dari kotoran ayam lebih tinggi daripada kotoran babi, dan konversi tertinggi kotoran ayam sebesar 15,31%