

**ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN PENAMBAHAN LIMBAH AMPAS
KOPI PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*
(MAGGOT)**

**ASHIFAH QALBI
D131201028**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN PENAMBAHAN LIMBAH AMPAS
KOPI PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*
(MAGGOT)**

ASHIFAH QALBI

D131201028

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Lingkungan

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

SKRIPSI**ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN PENAMBAHAN LIMBAH AMPAS
KOPI PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA BLACK SOLDIER FLY
(MAGGOT)**

ASHIFAH QALBI
D131201028

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada 19 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing tugas akhir,



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

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul **“Analisis Potensi Pemanfaatan Penambahan Limbah Ampas Kopi pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)”** adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Oktober 2024



Ashifah Qalbi

NIM D131201028

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ **Analisis Potensi Pemanfaatan Penambahan Limbah Ampas Kopi pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)**”. Shalawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan kita, yaitu Nabi Muhammad SAW karena telah mengantarkan umat manusia menuju ke zaman yang terang benderang.

Skripsi penulis dapat terlaksana dengan sukses serta dapat terampung atas bimbingan, diskusi, dan arahan dari Ibu Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak/Ibu dosen serta karyawan dan staf Departemen Teknik Lingkungan yang telah memberikan banyak pengetahuan kepada penulis selama bangku perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, dengan rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Ir. Abdullah Pando, S.P. dan Ir. Nadirah Abu, S.P. yang telah memberikan kasih sayang yang tak henti-hentinya kepada penulis. Terima kasih atas segala dukungan kepada penulis hingga sampai di titik sekarang ini. Penulis minta maaf atas segala hal yang masih belum bisa penulis balas tapi semoga dengan menyelesaikan tugas akhir ini bisa memberikan sedikit kebanggaan yang Ayah dan Ibu nantikan.

Kepada Almarhum Nenek tercinta bagi penulis, terima kasih atas doanya dari atas sana, terima kasih karena menjadi salah satu alasan utama dan semangat penulis dalam menyelesaikan pendidikan untuk menepati janji kepada beliau. Semoga dengan menyelesaikan ini nenek bisa bangga dan tersenyum karena janji penulis kepada beliau telah penulis tepati.

Kepada saudara tak sedarah dari penulis, Caca, Kak Cress dan Rahma yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta selalu melindungi dan menghargai penulis. Serta kepada sahabat penulis Fivestar (Fira, Salsa, Mega dan Jihan) yang telah menemani masa perkuliahan penulis hingga saat ini, dan senantiasa mendengarkan keluh kesah dan memberikan support kepada penulis selama perkuliahan ini.

Teruntuk teman-teman Lingkungan 2020 serta ENTITAS 2021, penulis berterima kasih atas segala cerita dan pengalaman yang kalian berikan kepada penulis selama menjalani dinamika perkuliahan. Serta kepada seluruh pihak yang kebersamaan penulis menjelang akhir perkuliahan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian.

Penulis,
Ashifah Qalbi

ABSTRAK

ASHIFAH QALBI. Analisis Potensi Pemanfaatan Penambahan Limbah Ampas Kopi pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot) (dibimbing oleh Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T.)

Peningkatan jumlah penduduk yang signifikan juga menyebabkan berbagai konsekuensi terhadap kebutuhan masyarakat, termasuk kebutuhan akan gaya hidup. Salah satu hasil dari perubahan tersebut adalah budaya nongkrong yang semakin digemari oleh beragam kelompok usia. Hal ini juga berdampak pada kebiasaan bekerja, dengan semakin banyak individu yang menerapkan gaya kerja dari kafe atau yang dikenal sebagai "*work from cafe*." Namun, perkembangan *coffee shop*, *cafe*, dan warung kopi (*warkop*) ini juga membawa dampak negatif berupa tingginya minat masyarakat terhadap pengonsumsian minuman kopi yang menyebabkan peningkatan timbunan sampah organik, khususnya ampas kopi yang mana dari hasil pengolahan minuman dari *coffeeshop*, *cafe* dan *warkop* ini dapat menghasilkan limbah ampas kopi sekitar 20 gram per cangkir. Pengolahan sampah organik khususnya limbah ampas kopi menggunakan metode pengomposan memiliki keterbatasan dalam kecepatan degradasi dan kebutuhan lahan, sehingga metode pengomposan ini perlu proses lanjutan dengan cara biokonversi. Biokonversi merupakan proses lanjutan yang memanfaatkan larva serangga yang terjadi secara alamiah memakan dan mengubah kandungan nutrisi limbah organik menjadi biomassa larva serangga.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah ampas kopi 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* 1 kali diawal terhadap 5 variasi komposisi pakan yang terdiri atas 100% ampas kopi (R1), 75% ampas kopi + 25% sampah organik (R2), 50% sampah organik + 50% ampas kopi (R3), 75% sampah organik + 25% ampas kopi (R4) , dan 100% sampah organik (R5).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan reduksi sampah paling tinggi berasal dari R5 (100% sampah organik), yang mampu mereduksi 941 gram sampah dengan persentase reduksi sebesar 94,10%. Lalu perkembangan larva yang paling baik berasal dari R5 (100% sampah organik), yang menghasilkan berat larva akhir sebesar 0,272 gram dan panjang larva akhir sebesar 2,3 cm. Sedangkan untuk tingkat keberlangsungan hidup tertinggi berasal dari R3, R4, dan R5.

Kata Kunci: Ampas Kopi, Larva BSF, Maggot, Biokonversi

ABSTRACT

ASHIFAH QALBI. *Analysis of the Potential Utilization of Coffee Dreg Waste Addition in the Bioconversion Process of Black Soldier Fly Larvae (Maggot)* (supervised by Dr.Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T.)

The significant increase in population also has various consequences on the needs of society, including the need for lifestyle. One result of these changes is the hangout culture that is increasingly favored by various age groups. This has also had an impact on work habits, with more and more individuals adopting a work-from-cafe style, also known as "work from cafe." However, the development of coffee shops, cafes, and coffee stalls (warkop) also has a negative impact in the form of high public interest in the consumption of coffee drinks which causes an increase in organik waste generation, especially coffee grounds which from the processing of drinks from coffeeshops, cafes and warkop can produce coffee grounds waste of around 20 grams per cup. Processing organik waste, especially coffee grounds waste using the composting method has limitations in degradation speed and land requirements, so this composting method needs an advanced process by means of bioconversion. Bioconversion is an advanced process that utilizes insect larvae that occur naturally to eat and convert the nutrient content of organik waste into insect larvae biomass.

The purpose of this study was to determine the effect of the addition of coffee grounds waste on waste reduction ability, growth, and maggot survival rate.

This type of research uses an experimental method. The research was conducted for 14 days with a feeding frequency of 1 time at the beginning of 5 variations of feed composition consisting of 100% coffee grounds (R1), 75% coffee grounds + 25% organik waste (R2), 50% organik waste + 50% coffee grounds (R3), 75% organik waste + 25% coffee grounds (R4), and 100% organik waste (R5).

The results showed that the highest waste reduction ability came from R5 (100% organik waste), which was able to reduce 941 grams of waste with a reduction percentage of 94.10%. Then the best larval development came from R5 (100% organik waste), which produced a final larval weight of 0.272 grams and a final larval length of 2.3 cm. Meanwhile, the highest survival rate came from R3, R4, and R5.

Keywords: Coffee Dregs, BSF larvae, Maggot, Bioconversion

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	4
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan	5
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Teori.....	5
1.6.8 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB II METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	20
2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	20
2.2 Alat dan Bahan.....	21
2.3 Diagram Alir Penelitian.....	28
2.4 Jenis dan Sumber Data.....	29
2.5 Metode Pengambilan Data.....	30
2.6 Tahap Analisa Data.....	32
2.7 Uji Statistik	33
2.8 Uji Kandungan Kompos	34
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	36
3.1 Reduksi Sampah Organik	36
3.2 Pertumbuhan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	41
3.3 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Larva	50
3.4 Tingkat Keberlangsungan Hidup	56
3.5 Kualitas Kompos Hasil Biokonversi Larva <i>Black Soldier Fly</i> (Maggot)	58
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	66
4.1 Kesimpulan	66
4.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN	20

DAFTAR GAMBAR

1. Siklus Hidup BSF	9
2. Lokasi Penelitian.....	20
3. Wadah Penelitian.....	21
4. Timbangan Digital	21
5. Timbangan Sayur	22
6. Saringan	22
7. Ember	23
8. Penggaris	23
9. Kawat Besi.....	23
10. Sarung Tangan	24
11. <i>Soil Meter</i>	24
12. <i>Thermometer</i> HTC-1.....	25
13. Pinset	25
14. Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	26
15. Sampah Organik.....	26
16. Limbah Ampas Kopi.....	27
17. Diagram Alir Penelitian	28
18. Reduksi Sampah	37
19. Persentase Reduksi.....	37
20. Rekapitulasi Persentase Reduksi Sampah dan ECD	38
21. Persentase Reduksi Pakan.....	39
22. Persentase Reduksi Pakan Penelitian sebelumnya.....	39
23. Persentase Reduksi Pakan Penelitian sebelumnya.....	40
24. Persentase Reduksi Pakan Penelitian sebelumnya.....	40
25. Berat Larva pada setiap reaktor.....	42
26. Panjang Larva pada Setiap Reaktor hari 1-14	47
27. Rata-rata Panjang Larva pada Setiap Reaktor	47
28. Rerata Suhu Harian Lingkungan.....	51
29. Suhu pada Setiap Reaktor	52
30. Tingkat Keasaman (pH) pada Setiap Reaktor	55
31. Tingkat Keberlangsungan Hidup pada Setiap Reaktor	56
32. Persentase Tingkat Keberlangsungan Hidup pada Setiap Reaktor	57
33. Hasil Uji Kompos Parameter C	59
34. Hasil Uji Kompos Parameter N	60
35. Hasil Uji Kompos Parameter C/N.....	61
36. Hasil Uji Kompos Parameter P	63
37. Hasil Uji Kompos Parameter K	64

DAFTAR TABEL

1. Standar Kualitas Kompos	15
2. Penelitian Terdahulu	17
3. Komposisi Pakan Larva	31
4. Reduksi Sampah	36
5. Efisiensi Konsumsi Sampah Organik (<i>Efficiency of Conversion of Digested Feed / ECD</i>)	37
6. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Standar Error</i> untuk Berat Larva	44
7. Rekapitulasi Hasil Uji <i>Standar Error</i> untuk Panjang Larva.....	49
8. Hasil Pengujian Kompos.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

1	Persiapan Reaktor
2	Persiapan Pakan Larva.....
3	Proses Pemisahan Maggot.....
4	Kondisi Reaktor
5	Hasil Uji <i>Standard Error</i>
6	Hasil Analisis Pupuk Organik.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terus mengalami peningkatan jumlah penduduk yang signifikan. Lebih dari 270 juta orang tinggal di Indonesia pada tahun 2020, dan diperkirakan akan terus bertambah dalam beberapa dekade mendatang (BPS 2020). Peningkatan jumlah penduduk ini tentu membawa berbagai konsekuensi, salah satunya adalah peningkatan jumlah sampah, termasuk sampah makanan atau *food waste*. *Food waste* merupakan masalah serius karena berdampak pada lingkungan dan menunjukkan ketidakefisienan sistem pangan (Kementerian PPN/Bappenas 2021). Berdasarkan laporan dari *United Nations Environment Programme* (UNEP) bertajuk *Food Waste Index 2021*, Indonesia menjadi negara dengan produksi sampah makanan terbanyak di Asia Tenggara. Menurut penelitian Bappenas (2021), sampah makanan di Indonesia mencapai 44% dari total limbah yang dihasilkan oleh masyarakat. Perkiraan jumlah sampah makanan yang dihasilkan adalah sekitar 23-48 juta ton setiap tahun. Jika dihitung, setiap individu menghasilkan jumlah sampah makanan sebanyak 115-185 kg setiap tahun. Sampah makanan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan melalui pemakaian energi, pemanfaatan sumber daya, dan peningkatan jumlah sampah. Timbulan sampah makanan yang dibiarkan begitu saja dapat menyebabkan pemanasan global. Sampah makanan yang terkumpul di tempat pembuangan akan membusuk dan akhirnya menghasilkan metana, salah satu gas rumah kaca (Putri 2023).

Peningkatan jumlah penduduk yang signifikan juga menyebabkan berbagai konsekuensi terhadap kebutuhan masyarakat, termasuk kebutuhan akan gaya hidup. Salah satu hasil dari perubahan tersebut adalah budaya nongkrong yang semakin digemari oleh beragam kelompok usia. Hal ini juga berdampak pada kebiasaan bekerja, dengan semakin banyak individu yang menerapkan gaya kerja dari kafe atau yang dikenal sebagai "*work from cafe*." Keadaan ini menyebabkan pertumbuhan yang pesat di industri makanan dan minuman, khususnya di sektor *coffee shop*, *cafe*, dan warung kopi (warkop) yang kini berlomba-lomba menawarkan konsep unik dan layanan yang memenuhi kebutuhan pelanggan mereka. Dapat dibuktikan dari riset independen yang dilakukan Toffin Indonesia, dari 1.000 gerai

pada tahun 2016, jumlah kedai kopi meningkat lebih dari tiga kali lipat hingga pertengahan tahun 2019 (Febrian 2019). Pertumbuhan jumlah *coffeeshop* ini, terutama di kalangan remaja, disambut dengan antusias karena dapat memenuhi kebutuhan sosial mereka. Karena suasana yang nyaman dan desain interior yang menarik yang ditawarkan oleh *coffeeshop*, remaja saat ini lebih cenderung mengunjungi *coffee shop* dari pada ke mall (Fahira 2023).

Namun, perkembangan *coffee shop*, cafe, dan warung kopi (warkop) ini juga membawa dampak negatif berupa tingginya minat masyarakat terhadap pengonsumsian minuman kopi yang menyebabkan peningkatan timbunan sampah organik, khususnya ampas kopi yang mana dari hasil pengolahan minuman dari *coffeeshop*, cafe dan warkop ini dapat menghasilkan limbah ampas kopi sekitar 20 gram per cangkir (Nazib dkk. 2024). 20 gram terlihat tidak begitu banyak. Tapi bagaimana jika ada 5.000 cangkir yang masing-masing berisi 20 gram kopi. Jawabannya: 100 kilogram ampas kopi! Lalu di kalikan lagi dengan jumlah *coffeshop*, cafe dan warung kopi yang ada (Santoso J.S 2018).

Limbah ampas kopi yang dibuang begitu saja berimplikasi pada peningkatan volume sampah. Pada proses pembuangan limbah ampas kopi ke tempat pembuangan sampah tidak semudah kebanyakan bahan limbah lainnya karena memiliki komposisi organik yang tinggi, jika tidak diolah dan dibuang dalam jumlah besar, terdapat risiko tinggi yaitu terjadinya pembakaran spontan, menghasilkan metana dan karbon dioksida dalam jumlah berlebihan serta menimbulkan bau yang kurang sedap (Saberian dkk. 2021). Limbah ampas kopi segar diketahui mengandung senyawa beracun dalam jumlah tinggi seperti kafein, tanin, asam klorogenat dan polifenol. Oleh karena itu, peningkatan jumlah limbah ampas kopi segar di dalam tanah dapat mengakibatkan peningkatan kadar senyawa beracun ini, yang pada akhirnya dapat menurunkan pertumbuhan tanaman. Hasil dari perlakuan limbah ampas kopi yang dikomposkan menunjukkan bahwa proses pengomposan mungkin dapat mengurangi jumlah senyawa fitotoksik tersebut (Gomes dkk. 2013). Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu ada upaya pemanfaatan limbah ampas kopi agar tidak menjadi limbah yang tidak berguna, tetapi justru dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah contohnya dengan mengolahnya sebagai pupuk kompos (Siahaan R 2018).

Ampas kopi dapat dimanfaatkan dengan mengolahnya menjadi kompos yang dapat membantu mengurangi limbah kopi terbuang sia-sia. Proses pengomposan dapat membantu meminimalisir bau yang ditimbulkan dari limbah organik dan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu, proses pengomposan dapat membantu untuk mengurangi kebutuhan akan penggunaan pupuk anorganik yang digunakan dalam proses budidaya tanaman (Adrianoor Saputra dan Alfaro Sefanya 2022). Ampas kopi merupakan pupuk organik yang ekonomis dan ramah lingkungan. Ampas kopi mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium. pH asam ampas kopi sedikit asam. Selain itu, ampas kopi mengandung magnesium, sulfur, dan kalsium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Ampas kopi mempunyai banyak manfaat, terutama bagi tumbuhan yaitu dapat menambah asupan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (NPK) yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat menyuburkan tanah. Ampas kopi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung mineral, karbohidrat, membantu terlepasnya nitrogen sebagai nutrisi tanaman, dan ampas kopi bersifat asam sehingga menurunkan pH tanah (Adikasari 2012).

Pengolahan sampah organik khususnya limbah ampas kopi menggunakan metode pengomposan memiliki keterbatasan dalam kecepatan degradasi dan kebutuhan lahan, sehingga metode pengomposan ini perlu proses lanjutan dengan cara biokonversi. Biokonversi merupakan proses lanjutan yang memanfaatkan larva serangga yang terjadi secara alamiah memakan dan mengubah kandungan nutrisi limbah organik menjadi biomassa larva serangga. Dengan melakukan konsep biokonversi oleh larva serangga, limbah organik dapat diolah dan dimanfaatkan. Organisme yang berperan dalam proses biokonversi adalah larva serangga *black soldier fly* (BSF). Larva serangga *black soldier fly* mampu mengurai limbah organik selama 12-13 hari. Larva *black soldier fly* setelah menetas akan langsung memakan sampah organik yang diberikan. Larva *black soldier fly* dapat mereduksi limbah organik dengan tingkat reduksi sampah mencapai 55% berdasarkan berat sampah bersih. Fase hidup larva BSF Sebagian besar berperan sebagai pengurai (dekomposer). Peran larva BSF sebagai agen biokonversi dapat mereduksi sampah organik hingga 56%. Proses biokonversi dengan budidaya larva BSF menghasilkan tiga produk seperti larva BSF (sebelum pupa BSF) yang dapat dijadikan sebagai sumber protein alternatif pakan ternak dan ikan. Produk kedua yaitu cairan hasil aktivitas larva yang dapat dijadikan sebagai pupuk cair. Produk yang ketiga adalah

sisia sampah organik kering (sisia pakan maggot) bisa dijadikan sebagai bahan pembuatan pupuk kompos(Nofiyanti dkk. 2022).

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut potensi penggunaan ampas kopi dalam proses biokonversi sampah organik menggunakan larva BSF. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah organik di Indonesia khususnya pada limbah ampas kopi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan minat masyarakat, khususnya para pengusaha *coffeshop* dan cafe serta para pengonsumsi kopi, dalam memanfaatkan limbah ampas kopi mereka untuk tujuan yang lebih bermanfaat. Dengan demikian, masalah *food waste* dapat diatasi secara lebih efektif, sambil memberikan manfaat tambahan bagi sektor pertanian dan peternakan di Indonesia.

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 (limbah ampas kopi, sampah organik, campuran limbah ampas kopi dan sampah organik) terhadap pertumbuhan larva *Black Soldier Fly*?
3. Bagaimana pengaruh jenis media (limbah ampas kopi, sampah organik, campuran limbah ampas kopi dan sampah organik) terhadap tingkat keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly*?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

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 (limbah ampas kopi, sampah organik, campuran limbah ampas kopi dan sampah organik) terhadap pertumbuhan larva *Black Soldier Fly*
3. Mengetahui pengaruh jenis media (limbah ampas kopi, sampah organik, campuran limbah ampas kopi dan sampah organik) terhadap tingkat

keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly*

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

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. Limbah ampas kopi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari salah satu cafe di Kota Makassar
2. Uji coba pengolahan sampah organik menggunakan larva *Black Soldier Fly* berumur 7 hari yang diperoleh dari Bank Sampah Paccerakang.
3. Pelaksanaan pengambilan data primer dilakukan selama 14 hari.
4. Jumlah pakan yang diberikan yaitu sebanyak 1 kg dengan pola *feeding* 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 salah satu hotel di Kota Makassar.

1.6 Teori

1.6.1 Sampah

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, sampah merupakan hasil dari sisa aktifitas sehari-hari manusia maupun proses alam yang berbentuk padat. Sumber sampah berasal dari timbunan dari hasil kegiatan ataupun aktifitas yang tidak diperlukan lagi dari setiap orang atau alam yang menghasilkan timbunan sampah.

Pada saat ini sampah masih merupakan masalah lingkungan yang sangat serius dihadapi masyarakat pada umumnya. Sampah akan terus diproduksi tiap harinya dan tidak pernah berhenti selama manusia ada. Jumlah timbunan sampah yang dihasilkan oleh manusia di bumi ini akan semakin meningkat dari setiap hari. Sampah ialah salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan jumlahnya akan terus bertambah dengan jumlah penduduk. Apabila tidak ditangani secara efektif dan efisien, eksistensi sampah di alam tentu akan berbalik menghancurkan kehidupan disekitarnya (Mutaqin, 2018).

Pengolahan sampah telah di atur pada Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2018, sampah terdiri dari 2 jenis yaitu sampah anorganik dan organik yang susah tereduksi dan membutuhkan waktu yang lama sedangkan sampah organik yang lebih cepat diurai secara alami tetapi memerlukan waktu 3-7 hari dengan pengolahan yang tepat dapat mempersingkat reduksi dari sampah tersebut, dan dapat lebih bermanfaat.

a. Sampah Organik

Sampah Organik merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemiliknya, tetapi masih bisa dipakai, dikelola dan dimanfaatkan dengan prosedur yang benar. Sampah organik adalah sampah yang bisa mengalami pelapukan (dekomposisi) menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau (sering disebut dengan kompos). Jenis sampah organik hasil dari bahan-bahan hayati seperti tumbuh - tumbuhan serta hewani yang ada disekitar lingkungan seperti daun - daunan, sisa sayuran, sisa buah maupun sisa makanan. Sampah jenis ini dapat terdegradasi atau pembusuk secara alami dalam hitungan hari.

b. Sampah Anorganik

Sampah anorganik tidak berasal dari makhluk hidup. Sampah ini berasal dari bahan yang bisa diperbaharui dan bahan yang berbahaya. Jenis yang termasuk ke dalam kategori bisa didaur ulang (*recycle*) ini misalnya bahan yang terbuat dari plastik atau logam (gelas kaca, botol kaca, kain, kayu, dll). Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari proses industri dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk diperbaharui oleh alam. Sampah anorganik tidak berasal dari makhluk hidup.

1.6.2 Kopi

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan. Selain sebagai sumber penghasilan rakyat kopi menjadi komoditas andalan ekspor dan sumber pendapatan devisa negara karena mampu menjadi sumber nafkah bagi lebih dari satu setengah jiwa petani kopi Indonesia (Raharjo Pudji 2012). Kopi bukan merupakan tanaman asli kepulauan Indonesia. Pada akhir abad 16 saat Indonesia masih di bawah jajahan Belanda, VOC membawa tanaman kopi Arabika ke dalam negara ini. Mereka tertarik untuk meruntuhkan monopoli Arab terhadap perdagangan kopi dunia. Pemerintah colonial Belanda pertama kali menanam bibit kopi di sekitar Batavia (Jakarta), sampai ke daerah Sukabumi dan Bogor. Kemudian karena semakin tingginya permintaan pasar, mulai didirikan perkebunan kopi di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan beberapa daerah di Sumatera dan Sulawesi (Gumulya dan Helmi 2017).

Ada tiga daerah utama di Indonesia yang menghasilkan kopi; Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Jawa merupakan daerah terbesar dalam hal produksi kopi. Jawa terkenal dengan kopi Arabikanya yang bercita rasa tinggi. Pulau lain yang memproduksi kopi skala besar di Indonesia adalah Sulawesi, yang dulu pernah dikenal dengan nama Celebes. Daerah penanaman kopi paling terkenal di Sulawesi adalah Toraja, kopi dari daerah ini menggunakan sistem penanaman tradisional (Gumulya dan Helmi 2017). Kopi arabika dan kopi robusta memasok Sebagian besar perdagangan kopi dunia. Jenis kopi arabik memiliki kualitas cita rasa tinggi dan kadar kafein lebih rendah dibandingkan dengan robusta sehingga harga lebih mahal. Kualitas cita rasa kopi robusta dibawah kopi arabika, tetapi kopi robusta tahan terhadap penyakit karat daun. Oleh karena itu, luas areal penanaman kopi robusta di Indonesia lebih besar dari pada luas areal penanaman kopi arabika sehingga produksi kopi robusta lebih banyak (Raharjo Pudji 2012).

1.6.3 Limbah Ampas Kopi

Limbah Ampas Kopi adalah produk sampingan dari proses produksi kopi, baik biji kopi digiling untuk menghasilkan bubuk kopi, digunakan di kafe sebagai minuman yang baru digiling dan/atau untuk keperluan komersial atau domestik lainnya (Saberian dkk. 2021). Ampas kopi merupakan sisa dari pengolahan minuman kopi. Pada pembuatan kopi larut, setiap 1 kg kopi biji (dengan kadar air 12-13%),

menghasilkan ampas seduhan kopi sebesar 0,743 kg (kadar air 58,65%) atau 0,312 kg (kadar air 4,24%) (Siahaan R 2018).

Ampas kopi mengandung 2,28% Nitrogen, 0,06% Fosfor dan 0,6 Kalium. pH ampas kopi sedikit asam yakni berkisar 6,2 skala pH. Ampas kopi mengandung Magnesium, Sulfur, dan Kalsium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Adikasari 2012). Selain bermanfaat sebagai pupuk tanaman, beberapa manfaat lain dari ampas kopi adalah sebagai alternatif seperti briket, biopellet, digunakan juga sebagai pengharum ruangan, dan produk kecantikan seperti sabun dan lulur.

1.6.4 *Black Soldier Fly* (BSF)

Lalat Tentara Hitam memiliki nama latin *Hermetia illucens* juga populer disebut *Black Soldier Fly* (BSF). Lalat BSF termasuk spesies dari ordo Diptera, family *Stratiomyidae* dengan genus *Hermetia*. Lalat ini dapat hidup di kawasan tropis, sub-tropis dan wilayah bersuhu rendah. Lalat ini dapat ditemukan hampir di seluruh dunia seperti benua Eropa, Afrika, Oceania (Australia dan Selandia Baru) dan Asia (Indonesia, Jepang, Philipina dan Sri Lanka). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, larva yang diletakkan pada suhu 4°C memiliki angka hidup hingga 92% (Oktavia dan Rosariawari 2020).

Lalat jenis *Black Soldier Fly* mempunyai ukuran lebih besar dari lalat lainnya dan lalat jenis ini tidak menimbulkan penyakit karena masa hidupnya hanya untuk kawin dan bereproduksi. Maggot memiliki tekstur yang kenyal dan memiliki kemampuan mengeluarkan enzim alami sehingga dapat dicerna dan dimanfaatkan sebagai pakan ikan. Maggot dapat mengkonversi sampah serta mengurangi massa sampah 52%-56% sehingga Maggot dapat dijadikan solusi untuk mengurangi sampah organik (Salmanl dkk. 2020).

Siklus hidup maggot berlangsung kurang lebih 40 hari tergantung pada kondisi lingkungan dan makanan nya. Maggot memiliki selera makan yang rakus dan mampu mengurai materi organik dengan sangat baik. Maggot mampu mengekstrak energi dari sisa-sisa makanan, bangkai hewan, sisa sayuran, dan lain sebagainya. Maggot juga mampu bertahan dalam cuaca ekstrim dan mampu bekerja sama dengan mikroorganisme lain untuk mengurai sampah organik (Salmanl dkk. 2020).

1.6.5 Siklus Hidup Maggot BSF

Siklus hidup lalat BSF menurut Mangisah et al., 2022, bahwa maggot memiliki siklus hidup terdiri dari 5 fase yaitu fase telur, fase larva, fase prepupa, fase pupa, dan fase lalat dewasa. Berikut siklus hidup yang akan terjadi pada Maggot BSF:



Gambar 1. Siklus Hidup BSF

Sumber: Ilmu Teknologi Peternakan, 2017

Pemahaman tentang fase atau siklus hidup Maggot BSF terdiri dari 5 tahap, yaitu tahap telur (*the egg laying stage*), tahap larva (*the larval feeding stage*), tahap prepupa dan pupa (*the migration and pupation stage*) serta tahap lalat dewasa.

a. Fase Telur

Lalat betina akan meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran unggas atau ternak dan limbah organik lainnya. Lalat betina tidak akan meletakkan telur di atas sumber pakan secara langsung dan tidak akan mudah terusik apabila sedang bertelur. Umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus atau potongan kayu yang berongga diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat telur. Guna memancing lalat BSF untuk bertelur, biasanya diberikan rangsangan aroma dari fermentasi bahan pakan atau limbah buah-buahan. Lalat betina tertarik dengan bau senyawa aromatik dari limbah organik (atraktan) sehingga akan datang ke lokasi tersebut untuk bertelur. Jumlah lalat betina yang meletakkan telur pada suatu media umumnya lebih dari satu ekor.

Kadaan ini dapat terjadi karena lalat betina akan mengeluarkan penanda kimia yang berfungsi untuk memberikan sinyal ke betina-betina lainnya agar meletakkan telur di tempat yang sama. Telur BSF berwarna putih dan berbentuk lonjong dengan panjang sekitar 1 mm terhimpun dalam bentuk koloni. Seekor lalat betina memerlukan waktu 20-30 menit untuk bertelur dengan jumlah produksi telur berkisar 500-1505 butir. Jumlah telur berbanding lurus dengan ukuran tubuh lalat dewasa.

Jumlah telur yang diproduksi oleh lalat berukuran tubuh besar lebih banyak dibandingkan dengan lalat berukuran tubuh kecil. Selain itu, menurut beberapa peneliti kelembaban udara berpengaruh terhadap kemampuan bertelur lalat BSF. Sekitar 80% lalat betina bertelur pada kondisi kelembaban > 60% dan hanya 40% lalat betina yang bertelur ketika kondisi kelembaban <60%. Berat massa telur berkisar 15,8-19,8 mg dengan berat individu telur antara 0,026-0,030 mg. Waktu puncak bertelur terjadi sekitar pukul 14.00-15.00 lalat betina hanya bertelur satu kali selama masa hidupnya, setelah itu mati. Telur menetas menjadi larva (sering disebut *baby maggot*) dalam waktu 2- 4 hari. Ditinjau dari ukurannya, *baby maggot* yang baru menetas dari telur berukuran kurang lebih 2 mm, kemudian berkembang hingga 5 mm. Baby maggot berkembang menjadi larva yang biasa disebut maggot.

b. Fase Larva

Maggot BSF adalah bentuk dari siklus pertama (larva) *Black Soldier Fly*. Maggot dikembangkan di biopond (tempat pembesaran maggot), fase larva ini memerlukan kurang lebih 18 hari untuk menjadi Pre-pupa Maggot dari telur, sehingga Maggot BSF pada fase larva ialah fase dimana akan memakan dalam jumlah yang sangat banyak, makanan ini akan digunakan larva BSF ketika masuk fase pupa setelah berakhir fase larva. Pada saat hari ke 8 larva yang baru menetas akan diberi diberikan berupa sampah organik, sampah yang berukuran besar memerlukan perlakuan khusus seperti dicacah terlebih dahulu supaya mudah dicerna oleh Maggot BSF. Makanan yang diberi disesuaikan dengan jumlah maggot BSF, hal ini bertujuan untuk menghindari makanan yang tidak dimakan atau terbuang, karena yang lama tidak dimakan dapat menghasilkan bau busuk yang dapat mengundang lalat hijau (*Lucilia sericata*) untuk datang. Lalat hijau ini sebagai sumber penyebaran penyakit untuk manusia. Pemeliharaan Maggot BSF berlangsung dari penetasan sampai fase prepupa selama 12 – 13 hari (Ton, 2019).

Pada tahap ini maggot sangat aktif dalam mencari makan, makanan maggot harus mengandung sedikit air, hal ini bertujuan untuk menjaga media tidak basah ataupun becek, karena larva tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka makanan akan mudah diserap jika substratnya berupa bagian-bagian kecil atau bahkan dalam bentuk kecil atau cair, tetapi jika media yang becek terlalu banyak air dapat menghasilkan bau yang tidak sedap. (Yuwono, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Rahmadayanti, 2021) mengukur frekuensi feeding perbandingan paling efektif dengan pemberian sampah organik 1,8 kg untuk waktu 1 hari presentase 71%, 3 hari 70% dan 5 hari 60% sehingga pemberian sampah organik kepada Maggot BSF dilakukan 1×1 hari

c. Fase Prepupa

Prepupa merupakan proses berganti kulit, larva BSF akan memiliki kulit yang lebih keras daripada kulit sebelumnya. Yang disebut puparium dimana pupa mulai memasuki fase prepupa. Pada tahap ini prepupa akan mulai bermigrasi atau berpindah tempat untuk mencari tempat yang lebih kering dan gelap, sebelum berubah menjadi kepompong. Pupa berukuran kira-kira dua pertiga dari prepupa dan merupakan tahap dimana BSF dalam keadaan pasif dan diam. Serta memiliki tekstur kasar berwarna coklat kehitaman. Selama masa perubahan larva menjadi pupa, bagian mulut BSF yang disebut labrum akan membengkok kebawah seperti paruh elang, yang kemudian berfungsi sebagai kait bagi kepompong. Proses metamorfosis menjadi BSF dewasa berlangsung dalam kurun waktu antar sepuluh hari sampai dengan beberapa bulan tergantung kondisi suhu lingkungan (Putra, 2020).

d. Fase Pupa

Proses pupa saat menemukan lingkungan yang cocok dan bertransformasi menjadi imago lalat disebut dengan pupasi. Proses pupasi biasanya berlangsung sekitar dua hingga tiga minggu dan berakhirnya pupasi ini ditandai dengan keluarnya lalat dari pupa. Lalat BSF yang telah keluar akan bertahan sekitar satu minggu dan selama fase ini lalat BSF akan mencari pasangan, kawin, dan bertelur. Lalat BSF dewasa tidak makan dan hanya memerlukan sumber air dan adanya permukaan yang lembab agar menjaga tubuh tetap terhidrasi. Fase ini lalat BSF membutuhkan cahaya alami yang cukup dan suhu hangat sekitar 25-32°C.

Lingkungan lembab menyebabkan perpanjangan durasi hidup lalat sehingga telur yang dihasilkan lebih banyak (Setyobudi, 2020).

e. Fase Lalat Dewasa

Lalat BSF Dewasa merupakan proses setelah melalui fase metamorfosis dari telur hingga fase pupa (kepompong). Fase dewasa tidak memiliki mulut untuk fungsional untuk makan karena hanya berperan untuk kawin dan reproduksi selama fase dewasa tersebut. lalat dewasa mendapatkan makan dari kandungan lemak yang tersimpan di dalam tubuhnya sewaktu masih fase larva. Apabila nutrisi di dalam tubuh habis maka lalat dewasa mengalami kematian (Fauzi, 2019).

1.6.6 Karakteristik Lingkungan Maggot BSF

Karakteristik lingkungan yang mempengaruhi larva BSF adalah sebagai berikut:

a. Iklim

Suhu lingkungan 24-30°C merupakan kondisi yang ideal untuk larva BSF. Media tempat hidup larva BSF apabila terlalu panas akan menyebabkan larva BSF keluar dari wadah untuk mencari tempat lebih dingin. Hal ini menyebabkan larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhan larva BSF dan proses degradasi sampah kurang efektif. Larva akan menjadi tidak aktif pada suhu kurang dari 10°C dan suhu lebih tinggi dari 45°C, di mana kelangsungan hidup mereka menurun drastis. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama 10 hari. (Purnomo, 2021).

b. Lingkungan yang teduh

Larva BSF memiliki kecenderungan menghindari cahaya matahari dan akan mencari lingkungan yang lebih teduh. Sumber makanan yang terpapar sinar matahari akan menyebabkan larva berpindah ke lapisan media yang lebih dalam sehingga tidak terpapar sinar matahari. Maggot memiliki kecenderungan menghindari cahaya matahari langsung dan mencari lingkungan yang teduh tempat yang teduh, namun mendapatkan sirkulasi baik (Novianto, 2022). Ketika terkena matahari langsung atau terlalu panas maka larva akan keluar dari sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika terlalu dingin, metabolisme larva menjadi lebih lambat, akibatnya larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat (Purnomo, 2021).

c. Kandungan Air

Sumber makanan yang digunakan sebagai pakan larva BSF harus lembab dan memiliki kandungan air antara 60-90% supaya dapat dicerna oleh larva. Parameter sederhana untuk membedakan sampah yang cukup lembab untuk media larva BSF adalah dengan meremas satu genggam sampah organik. Apabila keluar air cukup banyak, dalam arti bukan hanya tetesan air saja, maka sampah tersebut dinilai layak untuk digunakan sebagai media dan pakan larva BSF (Setyobudi, 2020).

d. Rancangan Wadah Maggot BSF

Berdasarkan penelitian Suciati 2017 penggunaan wadah yang berbeda ember dan keranjang tidak berpengaruh terhadap biomassa Maggot BSF (Suciati, 2017). Maka dengan menggunakan wadah apapun bisa saja tidak mempengaruhi berat Maggot BSF. Persiapan Wadah Budidaya Maggot Wadah budidaya maggot dalam penelitian ini menggunakan baskom plastik berbentuk segi empat panjang dengan ukuran tinggi 12 cm, lebar 30 cm dan panjang 36 cm yang ditutupi dengan jaring dan diletakkan di atas meja yang sebelumnya meja diberi kapur semut. (Herlinae, 2021).

Maggot BSF dan sampah organik dengan perbandingan 1 : 2, dengan 1/2 kg maggot terhadap 1 kg sampah, dengan volume wadah 6 liter dan variasi penampang variasi 20×20 cm² dengan tinggi 15 cm, luas penampang 30×20 cm² dengan tinggi 10 cm dan luas penampang 30×40 cm² dengan tinggi 5 cm. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengurangan sampah oleh larva BSF, luas penampang 20×20 cm adalah 516,7 gr, luas penampang 30×20 cm adalah 555,6 gr, sedangkan luas penampang 30×40 cm adalah 644,4 gr (Purnomo, 2021). Maka hasil penampang 30×40 cm lebih tepat untuk diterapkan pada sampah organik 1 kg dari pada yang ukurannya di bawah 30×40, sehingga disarankan yang berukuran L30cm×P40cm. Dalam penelitian ini digunakan dengan wadah yang berukuran 30×40×12 sesuai dengan jurnal yang sudah ada.

Maggot BSF merupakan jenis lalat hitam yang dapat dimanfaatkan untuk mereduksi sampah organik tanpa tanpa menimbulkan bau atau aroma yang tidak sedap, sedangkan keberadaan lalat hijau akan mengakibatkan aroma yang tidak sedap. Maka dibuatnya rancangan agar lalat hijau tidak masuk dalam wadah Maggot BSF dengan memasang jaring kasah pada sekitar wadah.

1.6.7 Pengomposan

Pengomposan dalam pengelolaan sampah ialah proses dekomposisi secara biologis dari materi organik biodegradable dengan control 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 control 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 (O₂) 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:

Table 1. Standar Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			Berbay Tanah
5	Ukuran Partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan Ikat Air	%	58	
7	pH			
8	Bahan Asing	%	6,80	7,48
	Unsur Makro			
9	Bahan Organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	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

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
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
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				

1.6.8 Penelitian Terdahulu

Table 2. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian		Sumber
			Persamaan	Perbedaan	
1.	Thalia Angelica Damayanti (2023)	Analisis Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi pada Proses Biokonversi <i>Black Soldier Fly</i> (Maggot)	Metode pengujian dan rasio pemberian <i>feeding</i> 1x awal, menguji parameter C,N,C/N,P, dan K pada hasil kompos BSF	Jenis campuran pakan berbeda yang digunakan kotoran sapi, menggunakan perbandingan pemberian pakan dengan rasio <i>feeding</i> 1x awal dan <i>feeding</i> 3 hari sekali	Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2.	Nur Ramadanti (2023)	Efektivitas Reduksi Limbah Ampas Tahu Menggunakan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia Illucens</i>)	Metode pengujian dan variasi jenis sampah yang diberikan sebagai pakan larva BSF	Jenis campuran pakan berbeda yang digunakan ampas tahu, tidak melakukan pengujian lebih pada kompos yang dihasilkan	Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian		Sumber
			Persamaan	Perbedaan	
3.	Pretty Yuniarti Elisabeth Sipayung (2015)	Pemanfaatan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia Illucens</i>) sebagai Salah Satu Teknologi Reduksi Sampah di Daerah Perkotaan	Hasil yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui persen potensi reduksi sampah organik melalui pemanfaatan larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).	Variasi frekuensi feeding, variasi jenis sampah yang digunakan sebagai pakan larva BSF lebih beragam	Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
4.	Aulia Arief Nursaid, Yebi Yuriandala, dan Fina Binazir Maziya	Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos Pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia Illucens</i>)	Analisis terhadap konsumsi pakan, Pehitungan Efisiensi konversi umpan tercerna dan Biomassa larva Black Soldier Fly, Pengukuran parameter C/N, P, K pada hasil kompos dari proses biokonversi sampah	Sampah yang digunakan sebagai pakan larva pada penelitian ini berbeda, menggunakan sampah buah dan tanpa campuran	Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

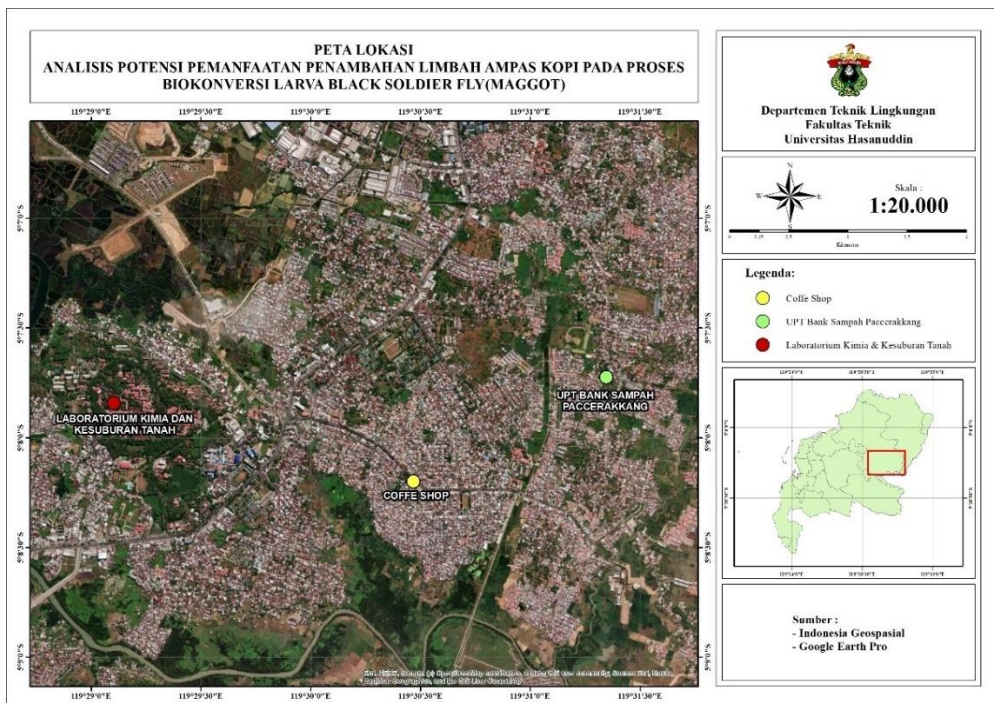
No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian		Sumber
			Persamaan	Perbedaan	
5.	Wenry Reinmart Siahaan (2018)	Pengaruh Aplikasi Kompos Ampas Kopi Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Pada Andisol Ngabab, Kabupaten Malang	Analisis pengaruh dan pemanfaatan ampas kopi sebagai pupuk kompos, pengujian parameter C/N, P, K pada hasil kompos	Tidak menggunakan larva BSF dalam penelitian	Universitas Brawijaya Fakultas Pertanian
6.	Teresa Gomes, Jose Alberto Pereira, Elsa Ramalhosa, Susana Casal, & Paula Baptista (2013)	Effect of fresh and composted spent coffee grounds on lettuce growth, photosynthetic pigments and mineral composition	Memanfaatkan ampas kopi sebagai bahan utama untuk melihat potensinya dalam mendukung pertumbuhan dan konversi biologis., Pengujian kandungan N,P dan K pada ampas kopi,	Penelitian ini berkaitan dengan pertumbuhan tanaman selada	School of Agriculture Polytechnic Institute of Bragança

Sumber: Data Penelitian, 2024

BAB II METODE PENELITIAN/PERANCANGAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian “Analisis Potensi Pemanfaatan Penambahan Limbah Ampas Kopi Pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)” ini dilaksanakan di beberapa lokasi yang terletak di Kota Makassar. Pengambilan sampel dan proses penelitian utama dilakukan di Jalan Keberkahan I, Kelurahan Paccerakang, Kecamatan Biringkanaya. Pemberian pakan untuk Larva *Black Soldier Fly* (Maggot) menggunakan limbah ampas kopi yang diperoleh dari salah satu *coffe shop* yang berlokasi di Bumi Tamalanrea Permai (BTP). Pengujian kualitas kompos hasil biokonversi dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Unhas. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli 2024.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Sumber: ArcGis, 2024

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Alat

a. Wadah

Reaktor/*biopond*, adalah wadah larva manggot akan melakukan pengembangbiakan dengan memberi media pakan kepada manggot. Pada penelitian ini menggunakan wadah kotak berbahan plastik dengan ukuran 36 cm x 28,5 cm x 12 cm sebanyak 5 wadah. Wadah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Wadah Penelitian

Sumber: Data Penelitian, 2024

b. Timbangan Digital

Pada penelitian ini timbangan digital digunakan untuk mengukur berat Larva BSF dan berat pakan yang akan diberikan ke larva. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Timbangan Digital

Sumber: Data Penelitian, 2024

c. Timbangan Sayur

Pada penelitian ini timbangan sayur digunakan untuk mengukur berat pakan yang akan diberikan ke larva BSF. Timbangan sayur dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Timbangan Sayur

Sumber: Data Penelitian, 2024

d. Saringan

Pada penelitian ini menggunakan saringan untuk memisahkan larva BSF dan residu pakan yang dihasilkan setelah 14 hari. Saringan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Saringan

Sumber: Data Penelitian, 2024

e. Ember

Pada Penelitian ini menggunakan ember sebagai wadah untuk menyimpan sampah organik dan limbah ampas kopi sebagai pakan yang

akan diberikan ke larva BSF. Ember yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Ember

Sumber: Data Penelitian, 2024

f. Penggaris

Pada penelitian ini penggaris digunakan untuk mengukur panjang dan lebar larva BSF. Penggaris yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penggaris

Sumber: Data Penelitian, 2024

g. Ram Kawat Serangga

Pada penelitian ini ram kawat serangga yang digunakan memiliki diameter 2 mm digunakan sebagai penutup reaktor untuk melindungi dari serangga-serangga dan lainnya. Kawat besi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kawat Besi

Sumber: Data Penelitian, 2024

h. Sarung Tangan

Pada penelitian ini sarung tangan berbahan karet digunakan untuk melindungi tangan selama proses pencampuran bahan pakan dan memastikan keamanan dan kebersihan serta mencegah kontaminasi. Sarung tangan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Sarung Tangan

Sumber: Data Penelitian, 2024

i. *Soil Meter*

Pada penelitian ini *Soil Meter* digunakan untuk mengukur berbagai parameter pakan seperti pH, kelembaban, dan tingkat kesuburan untuk memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan larva BSF dan kualitas kompos yang dihasilkan. *Soil Meter* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. *Soil Meter*

Sumber: Data Penelitian, 2024

j. *Thermometer* HTC-1

Pada penelitian ini digunakan *Thermometer* HTC-1 untuk mengukur dan memantau suhu lingkungan serta kelembaban udara, guna memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan larva BSF dan proses biokonversi. *Thermometer* HTC-1 yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Thermometer* HTC-1

Sumber: Data Penelitian, 2024

k. Pinset

Pada penelitian ini digunakan pinset untuk mempermudah pengambilan larva dari dalam reaktor untuk kebutuhan pengukuran bobot, panjang dan lebar larva. Pinset yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pinset

Sumber: Data Penelitian, 2024

2. Bahan

a. Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Pada penelitian ini Larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang digunakan berumur 7 hari, larva BSF ini digunakan untuk proses biokonversi, dapat menguraikan sampah organik dan limbah ampas kopi menjadi kompos berkualitas tinggi. Larva *Black Soldier Fly* (BSF) dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Sumber: Data Penelitian, 2024

b. Sampah Organik

Pada penelitian ini menggunakan sampah organik yang berasal dari pasar dan hotel yang terdiri dari sisa makanan dan sayur. Sampah organik ini nantinya akan dihaluskan lalu dicampurkan dengan ampas kopi yang akan digunakan sebagai pakan larva BSF. Sampah organik dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Sampah Organik

Sumber: Data Penelitian, 2024

c. Limbah Ampas Kopi

Pada penelitian ini menggunakan limbah ampas kopi yang berasal dari *coffe shop*. Ampas kopi ini akan dicampurkan dengan sampah organik sebagai pakan larva BSF. Limbah ampas kopi dapat dilihat pada Gambar 16.

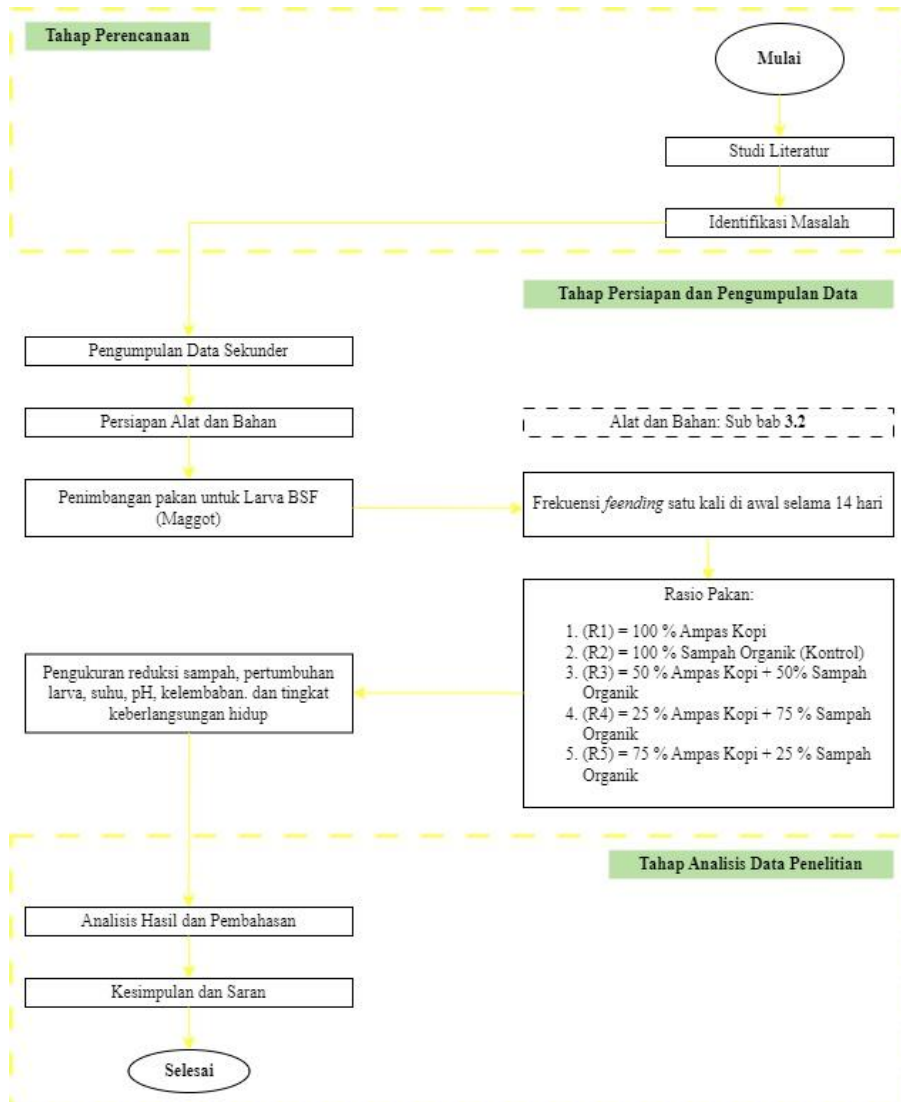


Gambar 16. Limbah Ampas Kopi

Sumber: Data Penelitian, 2024

2.3 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 17. Diagram Alir Penelitian

Sumber: Data Penelitian, 2024

2.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilaksanakan di UPT Bank Sampah Paccerakang. Penelitian menggunakan metode eksperimen adalah penelitian yang mencari hubungan sebab akibat antara variabel bebas dengan variabel terikat, dimana variabel bebas dikontrol dan dikendalikan untuk dapat menentukan pengaruh yang ditimbulkan pada variabel terikat. Penelitian eksperimen merupakan salah satu jenis penelitian kuantitatif yang sangat kuat mengukur hubungan sebab akibat. Penelitian ini disebut penelitian eksperimen lapangan (Rusalina A 2020). Dalam penelitian ini digunakan 3 metode pengumpulan data, yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan data dari sumber-sumber yang sudah ada, seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan artikel terkait. Tujuannya adalah untuk memahami konsep dasar, teori dan temuan sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian untuk membantu membangun kerangka teori, mengidentifikasi celah penelitian, dan merumuskan hipotesis serta metodologi yang tepat.

2. Pemeriksaan dan pengukuran larva BSF

Pemeriksaan dan pengukuran larva BSF dilakukan untuk memantau perkembangan dan aktivitas biokonversi oleh larva selama penelitian. Pengukuran ini meliputi ukuran, berat dan jumlah larva pada berbagai perkembangan. Tujuannya untuk mendapatkan data empiris mengenai efektivitas larva BSF dalam mengolah pakan yang diberikan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan efisiensi biokonversi.

3. Pengujian sampel kompos

Pengujian sampel kompos ini dilakukan di laboratorium untuk menganalisis kualitas kompos yang dihasilkan dari proses biokonversi. Uji laboratorium ini meliputi analisis kandungan (karbon, nitrogen, fosfor, dan kalium). Tujuannya adalah untuk mengevaluasi apakah kompos yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan memenuhi standar untuk digunakan sebagai pupuk organik.

2.5 Metode Pengambilan Data

Pada tahap metode pengambilan data pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Sebelum memulai penelitian, bahan pakan perlu disiapkan terlebih dahulu. Sumber pakan terdiri dari 2 macam yaitu sampah organik dan limbah ampas kopi. Sampah organik yang digunakan berupa gabungan sisa makanan, buah, dan sayur yang didapatkan dari hotel. Sampah organik yang telah kumpulkan melalui tahap pencacahan terlebih dahulu sebelum dicampurkan sebagai bahan pakan, hal ini bertujuan agar larva lebih mudah mengakses dan memakan material organik, sehingga mempercepat proses konsumsi dan degradasi. Lalu untuk limbah ampas kopi yang digunakan sebagai campuran pakan berasal dari salah satu *coffee shop* di Bumi Tamalanrea Permai (BTP). Setelah bahan pakan telah disiapkan, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah manggot sebanyak 500 ekor untuk tiap reaktor. Sebelum pencampuran dan penimbangan pakan, perlu dilakukan pengukuran pH dan suhu terlebih dahulu pada sampah organik dan limbah ampas kopi. Setelah pencampuran pakan dengan komposisi yang telah ditetapkan, lalu larva dituangkan ke dalam reaktor yang telah diisi pakan, lalu kemudian ditutup menggunakan kawat rang besi. . Penelitian dilakukan selama 14 hari dengan mengukur pH dan suhu pakan , suhu lingkungan serta mengukur serta pertumbuhan ukuran dan berat larva setiap harinya. Pada akhir penelitian, larva dipisahkan dari residu dan dihitung jumlah larva yang hidup diakhir penelitian.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Damayanti, 2023, perbandingan pakan yang digunakan dalam penelitian tersebut ialah 1:2., dimana jumlah larva BSF sebanyak 500 ekor dengan jumlah pakan 1 kg. Dalam penelitian ini, rasio komposisi pakan yang digunakan akan terbagi dalam 1 kg pakan untuk setiap reaktor. Rasio komposisi yang akan digunakan ada 5 yaitu:

1. Komposisi 1 (R1) : terdiri dari 100% ampas kopi
2. Komposisi 2 (R2) : terdiri dari 75% ampas kopi + 25% sampah
3. Komposisi 3 (R3) : terdiri dari 50% ampas kopi + 50% sampah organik
4. Komposisi 4 (R4) : terdiri dari 25% ampas kopi + 75% sampah organik
5. Komposisi 5 (R5) : organik terdiri dari 100% sampah organik (kontrol)

Table 3. Komposisi Pakan Larva

Frekuensi <i>Feeding</i>	Reaktor	Rasio Pakan	Larva BSF (ekor)	Total Sampah Organik (g)
1 kali di awal	R1	100% Ampas Kopi	500	1000
	R2	75% Ampas kopi + 25% Sampah Organik	500	1000
	R3	50% Ampas Kopi + 50% Sampah Organik	500	1000
	R4	25% Ampas kopi + 75% Sampah Organik	500	1000
	R5	100% Sampah Organik (Kontrol)	500	1000

Sumber: Data Penelitian, 2024

Penelitian ini akan menggunakan larva BSF berumur tujuh hari sebanyak 500 larva untuk masing-masing reaktor dan pola *feeding* satu kali diawal. Adapun variable yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

a. Berat Sampah

Pengukuran berat sampah dilakukan untuk mengetahui tingkat reduksi sampah selama penelitian. Efektivitas metode biokonversi menggunakan larva BSF dapat diketahui dengan kemampuan larva BSF untuk mereduksi sampah. Reduksi sampah dapat dinilai berdasarkan selisih berat sampah di awal dan berat sampah sisa atau residu. Perhitungan reduksi sampah dilakukan pada hari ke 14 penelitian. Berat sampah dapat diketahui dengan menggunakan timbangan digital (Nurnisa 2023).

b. Pertumbuhan Larva

Pertumbuhan larva dapat diketahui dengan mengukur berat dan panjang larva setiap harinya. Berat larva BSF diukur setiap hari menggunakan timbangan digital kemudian dicatat. Hasil dari pengukuran berat larva ditotal kemudian dibagi dengan jumlah larva yang diukur untuk mendapatkan berat rata-rata larva setiap harinya (Diener et al, 2009). Sedangkan untuk panjang larva diukur menggunakan penggaris. Larva diambil secara acak, kemudian pengukuran panjang dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil dari pengukuran tersebut dirata-ratakan dalam satuan mm (Chaerunnisa, 2023).

c. Jumlah Larva

Pengukuran jumlah larva dilakukan untuk mengetahui Tingkat keberhasilan

hidup larva BSF dalam reaktor (Buana & Alfiah, 2021). Jumlah larva dihitung pada hari ke 14 atau hari terakhir penelitian.

d. Tingkat Keasaman (pH) dan Suhu Pakan

Pengukuran pH dilakukan setiap hari dengan menggunakan soil meter. Pengambilan nilai pH dilakukan sebelum dan setelah pemberian sampah (Saragi, 2005). Kondisi suhu pada media larva *Black Soldier Fly* (BSF) akan berpengaruh pada produksi serta laju pertumbuhan (Mudeng dkk, 2018). Pengukuran suhu pada media menggunakan alat *Soilmeter* yang dilakukan setiap hari selama 14 hari masa penelitian.

2.6 Tahap Analisa Data

Berikut adalah metode yang digunakan dalam menganalisis data penelitian:

2.6.1 Pengukuran Tingkat Reduksi Sampah

Penentuan reduksi sampah berdasarkan besar residu yang dihasilkan akan dihitung pada hari ke-14. Sebelum residu ditimbang, larva yang tercampur dengan pakan dalam reaktor akan dipisah terlebih dahulu. Persentase reduksi sampah dihitung berdasarkan berat akhir dengan berat total sampel dalam wadah. Tingkat reduksi sampah dapat diketahui dari hasil perhitungan menggunakan rumus berikut (Rofi, dkk 2021):

$$D = \frac{W-R}{W} \times 100\%$$

dimana,

D = tingkat degradasi sampah

W = jumlah sampah sebelum terdegradasi (g)

R = jumlah residu (g)

2.6.2 Efisiensi Konsumsi Sampah Organik (*Efficiency of Conversion of Digested Feed / ECD*)

Efisiensi konsumsi sampah organik adalah efisiensi konversi sampah yang dicerna oleh larva selama penelitian. Perhitungan ECD dapat menggunakan rumus berikut (Scriber, 1981):

$$ECD = \frac{B}{I-F} \times 100\%$$

dimana,

B = pertambahan berat larva selama periode makan; diperoleh dari pengurangan berat akhir larva dengan berat awal larva (mg)

I = jumlah sampah yang dikonsumsi; diperoleh dari pengurangan berat awal pakan dengan berat akhir pakan (mg)

F = berat sisa sampah dan material hasil ekskresi (mg)

2.6.3 Pengukuran Tingkat Keberlangsungan Hidup

Tingkat keberhasilan hidup atau *survival rate* (SR) akan memberikan pengaruh terhadap tingkat reduksi pakan yang diberikan disetiap reaktornya. Tingkat keberhasilan hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kecocokan makanan, kelembapan makanan yang diberikan dan suhu lingkungan larva yang terlalu panas. Kematian massal yang terjadi kerap kali disebabkan oleh terperangkapnya gas metan dalam reaktor sehingga menyebabkan kurangnya oksigen (Buana, 2021). Pengukuran *survival rate* (SR) dapat dihitung dengan rumus berikut (Rofi dkk, 2021):

$$SR = \frac{y}{z} \times 100\%$$

dimana,

y = jumlah total larva yang hidup di akhir pemeliharaan

z = jumlah total larva yang hidup di awal pemeliharaan

2.7 Uji Statistik

Salah satu uji statistik yang dapat digunakan untuk menghitung nilai error ialah *standard error* (SE). *Standard error* (SE) adalah nilai yang mencerminkan keakuratan sample yang dipilih terhadap populasinya (Priowuntato dkk, 2015). Semakin kecil nilai *standard error*, maka keakuratan sample semakin tinggi. Untuk menghitung nilai *standard error* terlebih dahulu dilakukan perhitungan simpangan baku atau standar deviasi. Setelah menghitung simpangan baku, selanjutnya ialah menghitung *standard error*.

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - Y_{mean})^2}{n-1}}$$

dimana,

- s = simpangan baku
 Y = panjang/berat larva
 Y_{mean} = rata-rata panjang/berat larva
 n = jumlah sample
 $SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$

dimana,

- SE = *standard error*
 s = simpangan baku
 n = jumlah data

2.8 Uji Kandungan Kompos

Penelitian terhadap kualitas kompos dilakukan dengan memperhatikan empat parameter kompos pada SNI 19-7030-2004 yaitu parameter C, N, P, dan K pada masing-masing sampel kompos. Parameter C, N, P, dan K dipilih karena keempat parameter tersebut merupakan unsur makro yang terdapat dalam kompos. Pengujian kompos ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

2.8.1 Pengukuran Kandungan C (Karbon)

Kandungan C-organik akan dianalisis dengan metode *Walkey and Black*. Karbon organik dalam contoh dioksidasi oleh dikromat dalam suasana asam. Krom III yang terbentuk setara dengan C-organik yang teroksidasi dan diukur secara spektrofotometri.

2.8.2 Pengukuran Kandungan N (Nitrogen)

Pengukuran kandungan nitrogen akan dilakukan dengan menggunakan metode *Kjeldhal*. Senyawa nitrogen organik dioksidasi dalam lingkungan asam sulfat

pekat dengan katalis campuran selen membentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Kadar ammonium dalam ekstrak dapat ditetapkan dengan cara destilasi. Pada cara destilasi, ekstrak dibasakan dengan penambahan larutan NaOH. Selanjutnya, NH_3 yang dibebaskan diikat oleh asam borat dan dititrasi dengan larutan baku H_2SO_4 menggunakan penunjuk *Conway*.

2.8.3 Pengukuran Kandungan P (Fosfor)

Pengukuran kandungan fosfor akan dilakukan dengan menggunakan metode Olsen. Fosfat dalam suasana netral/alkalin, dalam tanah akan terikat sebagai Ca , Mg-PO_4 . Pengekstrak NaHCO_3 akan mengendapkan Ca , Mg-CO_3 sehingga PO_4^{3-} dibebaskan ke dalam larutan. Pengekstrak ini juga dapat digunakan untuk tanah masam. Fosfat pada tanah masam terikat sebagai Fe , Al-fosfar . Penambahan pengekstrak NaHCO_3 pH 8.5 menyebabkan terbentuknya Fe , Al-hidroksida , sehingga fosfat dibebaskan. Pengekstrak ini biasanya digunakan untuk tanah ber-pH < 5.5.

2.8.4 Pengukuran Kandungan K (Kalium)

Pengukuran kandungan kalium akan menggunakan metode $\text{HClO}_4 : \text{HNO}_3$ (*flamephotometer*). K diukur dengan menggunakan *flamefotometer/spectrometer* serapan atom.