

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* SEBAGAI
PENGURAI SAMPAH ORGANIK**



SYAVIRA ZAHRANI PUTRI

NIM 211210577

**PROGAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG
2025**

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MAGGOT *BLACK SOLDIERFLY* SEBAGAI
PENGURAI SAMPAH ORGANIK**



Diajukan ke Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Kemenkes Politeknik Kesehatan Padang sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh Gelar Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan

SYAVIRA ZAHRANI PUTRI

NIM 211210577

**PROGAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

"Efektivitas maggot *black soldier fly* sebagai pengurai sampah organik"

Disusun oleh:

SYAVIRA ZAHRANI PUTRI

211210577

Telah dipertahankan dalam seminar hasil di depan Dewan Penguji

Pada tanggal : 09 Juli 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,

Awaluddin, M. Pd

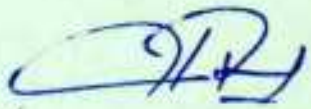
19600810 198302 1 004


(.....)

Anggota,

Afridon, ST, M.Si

19790910 200701 1 016


(.....)

Anggota,

Mukhlis, MT

19680304 199203 1 003


(.....)

Anggota,

Rahmi Hidayanti, SKM, M.Kes

19791014 200604 2 020


(.....)

Padang, 12 Agustus 2025

Ketua Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



Darwel, SKM, M. Epid

NIP: 19800914 200604 1 012

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi "Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik"

Disusun oleh

Nama : Syavira Zahrani Putri

NIM : 211210577

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal :

02 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Mukhlis, MT

NIP: 19680304 199203 1 003



Rahmi Hidayanti, SKM, M.Kes

NIP: 19791014 200604 2 020

Padang, 12 Agustus 2025

Ketua Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



Darwel, SKM, M. Epid

NIP: 19800914 200604 1 012

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama Lengkap : Syavira Zahrani Putri
NIM : 211210577
Tempat/Tanggal lahir : Pinang Sinawa, 11 Januari 2003
Tahun Masuk : 2021
Nama PA : R. Firwandri Marza, SKM, M. Kes
Nama Pembimbing Utama : Mukhlis, MT
Nama Pembimbing Pendamping : Rahmi Hidayanti, SKM, M. Kes

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

Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* Sebagai Pengurai Sampah Organik.

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 12 Agustus
2025

Yang Menyatakan



(Syavira Zahrani Putri)

NIM. 211210577

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya tulis penulis sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar.

Nama : Syavira Zahrani Putri

NIM : 211210577

Tanda Tangan :



Tanggal : 30 Juli 2025

HALAMAN PENYERAHAN SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Kemenkes Poltekkes Padang, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syavira Zahruni Putri
NIM : 211210577
Program Studi : Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Jurusan : Kesehatan Lingkungan

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

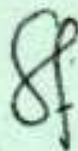
Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* Sebagai Pengurai Sampah Organik.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Padang
Pada Tanggal : 30 Juli 2025

Yang Menyatakan



(Syavira Zahruni Putri)

Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan, Kemenkes Poltekkes Padang, Skripsi Juni 2025

Syavira Zahrani Putri

Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* sebagai Pengurai Sampah Organik di Kota Padang Tahun 2025

ABSTRAK

Sampah organik yang dihasilkan di kawasan pasar tradisional apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan menjadi sumber penyakit. Oleh karena itu, diperlukan metode pengelolaan yang ramah lingkungan dan efektif. Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan maggot Black Soldier Fly (BSF) sebagai agen pengurai sampah organik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas maggot BSF dalam menguraikan sampah organik pasar di Kota Padang. Metode yang digunakan adalah eksperimen semu dengan desain pretest-posttest tanpa kelompok kontrol. Perlakuan terdiri atas tiga kelompok jumlah maggot (80 gr, 100 gr, dan 120 gr), masing-masing dengan empat ulangan. Proses penguraian diamati selama tujuh hari. Parameter yang diukur meliputi berat sampah sebelum dan sesudah, berat akhir kasgot dan suhu, kelembaban, pH media.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 120 gram maggot paling efektif dengan rata-rata penurunan berat sampah sebesar 75,5% dan peningkatan berat ampas maggot menjadi 2,49 gr. Suhu, kelembaban, dan pH selama proses berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan maggot. Uji statistik menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ($p = 0,019$), dengan perbedaan signifikan hanya antara 80 gr dan 120 gr ($p = 0,027$).

Disimpulkan bahwa maggot BSF efektif sebagai pengurai sampah organik dan memiliki potensi diterapkan dalam pengelolaan sampah berbasis lingkungan.

x, 50 halaman, 3 tabel, 12 gambar, 3 lampiran, 1 grafik

Kata Kunci: Sampah Organik, Maggot Black Soldier Fly, Efektivitas, Penguraian
Daftar Bacaan : 24 (2008–2024)

**Applied Bachelor of Environmental Sanitation Study Program, Department
of Environmental Health, Ministry of Health Padang Health Polytechnic,
Thesis June 2025**

Syavira Zahrani Putri

**Effectiveness of *Black Soldier Fly* Maggots as Organic Waste Decomposers in
Padang City in 2025**

ABSTRACT

If not properly managed, organic waste generated in traditional markets can cause environmental pollution and become a source of disease. Therefore, environmentally friendly and effective management methods are needed. One widely developed alternative is the use of Black Soldier Fly (BSF) maggots as a decomposing agent for organic waste.

This study aimed to determine the effectiveness of BSF maggots in decomposing organic market waste in Padang City. The method used was a quasi-experimental design with a pretest-posttest design without a control group. The treatment consisted of three groups of maggot numbers (80 g, 100 g, and 120 g), each with four replications. The decomposition process was observed for seven days. Parameters measured included the weight of the waste before and after treatment, the final weight of the maggot, and the temperature, humidity, and pH of the media.

The results showed that the 120-gram maggot treatment was the most effective, with an average reduction in waste weight of 75.5% and an increase in the weight of the maggot to 2.49 gr. Temperature, humidity, and pH during the process were within the optimal range for maggot growth. Statistical tests showed a significant difference between treatments ($p = 0.019$), with only a significant difference between 80 grams and 120 grams ($p = 0.027$).

It can be concluded that BSF maggots are effective as decomposers of organic waste and have the potential to be applied in environmentally based waste management.

x, 50 pages, 3 tables, 12 images, 3 appendices, 1 graph

Keywords: Organic Waste, Black Soldier Fly Maggot, Effectiveness, Decomposition

Reading List: 24 (2008–2024)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* Sebagai Pengurai Sampah Organik. Penulisan Skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Program Studi sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang. Skripsi ini terwujud atas bimbingan dan pengarahan dari Bapak Mukhlis, MT selaku pembimbing utama dan Ibu Rahmi Hidayanti, SKM, M.Kes selaku pembimbing pendamping. Serta bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Renidayati, S. Kp, M. Kep, Sp, Jiwa selaku Direktur Kemenkes Poltekkes Padang yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melaksanakan studi di Politeknik Kesehatan Padang.
2. Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M. Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang.
3. Bapak Darwel, SKM, M. Epid selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
5. Kepada sosok paling berharga dalam hidup, Amak Nafriati yang hebat luar biasa yang selalu menjadi penyemangat penulis sebagai sandaran terkuat menghadapi kerasnya dunia ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk beliau. Terima kasih sudah melahirkan, berjuang sekuat tenaga untuk memberikan kehidupan yang layak untuk penulis. Kesuksesan dan segala hal baik yang kedepannya akan penulis dapatkan adalah karena beliau. Tolong hidup lebih lama di dunia ini, izinkan saya mengabdikan dan membalas segala pengorbanan yang amak lakukan selama ini.
6. Kepada cinta pertama penulis, Bapak Yusaf Robertin. Terima kasih atas setiap tetes keringat yang telah tcurahkan dalam setiap langkah ketika mengemban tanggung jawab sebagai seorang kepala keluarga untuk mencari nafkah, yang tiada hentinya memberikan motivasi, perhatian, kasih

sayang, serta dukungan dari segi finansial sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi hingga akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana.

7. Kepada Abang kandungku, Adriyan Akrama Putra, yang selalu memberikan dorongan dan motivasi hingga bisa ke tahap saat ini. Semoga selalu diberkahi dan diberikan kesehatan.
8. Kepada seluruh keluarga besar, terima kasih untuk segala dukungannya baik secara moril dan materil. Serta selalu memberikan motivasi kepada penulis dalam perjalanan yang panjang ini, semoga Allah SWT selalu melindungi kalian dalam kebaikan.
9. Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Sobat surga yang selalu setia menemani dalam suka dan duka. Tanpa doa, perhatian, dan dorongan semangat dari kalian, mungkin perjalan panjang ini tidak akan sampai pada akhirnya. Semoga allah membalas segala kebaikan yang telah kalian berikan.
10. Syavira Zahrani Putri, ya! diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Sulit bisa bertahan sampai di titik ini, terima kasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering kali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. *God thank you for being me indenpendent women, i know there are more great ones but i'm proud of this achievement.*

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

Padang, 20 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PENYERAHAN SKRIPSI.....	vi
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan masalah	3
C. Tujuan.....	3
D. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Sampah.....	5
B. Black soldier fly	11
C. Maggot Black Soldier Fly sebagai Pengurai Sampah Organik.....	17
D. Pemanfaatan Maggot Black Soldier Fly.....	17
E. Kerangka Teori.....	18
F. Kerangka Konsep.....	19
G. Definisi Operasional	19
H. Hipotesis.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Jenis Penelitian	21
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
C. Objek Penelitian	21
D. Teknik Pengumpulan Data.....	21
E. Prosedur penelitian.....	22
F. Analisis Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Hasil Penelitian.....	25
B. Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran	40

DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Definisi Operasional	19
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian	23
Tabel 4.1 Berat Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot Black Soldier Fly	25
Tabel 4.2 Distribusi Kuantitas Berat Ampas Maggot Berdasarkan Perlakuan Jumlah Maggot	27
Tabel 4.3 Hasil Uji Post Hoc Kuantitas Berat Ampas Maggot Berdasarkan Perlakuan Jumlah Maggot.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kerangka Teori.....	18
Gambar 2.2 Kerangka Konsep.....	19
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Penurunan Berat Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot <i>Black Soldier Fly</i>	24
Gambar 4.2 Suhu Ruangan Selama Proses Penguraian Sampah Organik Oleh Maggot <i>Black Soldier Fly</i>	27
Gambar 4.3 Kelembaban Ruangan Selama Proses Penguraian Sampah Organik Oleh Maggot <i>Black Soldier Fly</i>	23
Gambar 4.4 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 80 Gr Maggot.....	29
Gambar 4.5 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 100 Gr Maggot.....	30
Gambar 4.6 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 120 Gr Maggot.....	31
Gambar 4.7 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 80 Gr Maggot.....	32
Gambar 4.8 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 100 Gr Maggot.....	33
Gambar 4.5 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 120 Gr Maggot.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 01.....	40
Lampiran 02.....	45
Lampiran 03.....	49
Lampiran 04.....	51
Lampiran 05.....	52
Lampiran 06.....	54
Lampiran 07.....	55

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampah merupakan permasalahan lingkungan yang kompleks dan terus berkembang, terutama di wilayah urban seperti Kota Padang. Berdasarkan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa aktivitas manusia atau proses alam yang berbentuk padat maupun semi padat, yang tidak memiliki nilai guna dan dibuang ke lingkungan. Dalam konteks ini, sampah organik menjadi jenis yang paling dominan, khususnya yang berasal dari pasar tradisional seperti sisa sayuran, buah-buahan, dan makanan yang membusuk.¹ Sampah adalah sisa dari aktivitas sehari-hari yang sudah dianggap tidak bermanfaat lagi dan dibuang ke lingkungan. Sampah ini berasal dari berbagai sumber, seperti dari pemukiman penduduk dan tempat-tempat umum serta kegiatan perdagangan.²

Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) mencatat bahwa pada tahun 2023, Indonesia menghasilkan 40,2 juta ton sampah, di mana 60,53% berasal dari sektor rumah tangga dan sebagian besar merupakan sampah organik. Di Kota Padang sendiri, timbulan sampah mencapai 236.296,62 ton per tahun dengan komposisi 94,42% di antaranya merupakan sampah organik. Hal ini menunjukkan betapa besarnya potensi pencemaran lingkungan jika pengelolaan sampah tidak dilakukan secara optimal. Sampah organik yang menumpuk dapat menjadi sumber bau tidak sedap, tempat berkembang biaknya vektor penyakit, serta mencemari air dan tanah.³

Berdasarkan SNI 19-2454-2002, sampah adalah limbah padat yang berasal dari bahan-bahan organik maupun anorganik yang sudah tidak memiliki nilai guna dan memerlukan penanganan atau pengelolaan untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan serta untuk melindungi investasi pembangunan.⁴ Permasalahan yang timbul akibat menumpuknya sampah organik di kawasan pasar bukan hanya menyebabkan bau menyengat dan pemandangan yang tidak sedap, tetapi juga menjadi sumber berkembangnya lalat, tikus, dan penyakit seperti diare, demam berdarah, dan

infeksi kulit. Jika tidak dikelola secara tepat, dampak lingkungan dan kesehatan akan semakin parah, terlebih dengan kapasitas TPA Air Dingin yang semakin terbatas.

Salah satu sumber utama sampah organik adalah pasar tradisional. Berdasarkan estimasi DLH Kota Padang, setiap pasar tradisional dapat menghasilkan antara 1–3 ton sampah organik per hari, tergantung dari luas dan aktivitas pasar. Pasar Nanggalo Padang menghasilkan sekitar 2 ton sampah organik per hari, terdiri dari sisa sayuran, buah-buahan busuk, kulit buah, dan sisa makanan. Sampah ini sebagian besar dibuang begitu saja ke tempat pembuangan akhir (TPA) tanpa melalui proses pemilahan atau pengolahan.⁵

Berbagai upaya pengelolaan sampah telah dilakukan, namun masih bersifat konvensional seperti pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan akhir di TPA. Sayangnya, pendekatan ini hanya memindahkan masalah, bukan menyelesaikannya. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan larva Black Soldier Fly (BSF) atau maggot sebagai agen biokonversi sampah organik..⁶

Maggot BSF dikenal memiliki kemampuan luar biasa dalam mengurai limbah organik dengan cepat dan efisien. Larva ini dapat mengonsumsi sampah organik sebanyak 2–3 kali berat tubuhnya per hari dan mengurangi volume sampah hingga 70–80%. Selain itu, hasil dari proses ini berupa frass (residu) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, dan maggot dewasa dapat digunakan sebagai pakan ternak bernutrisi tinggi. Keunggulan lain dari maggot adalah kemampuannya mengurangi bau, menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen, dan tidak menjadi vektor penyakit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yongki dan Ade (2020) tentang Efektivitas Penguraian Sampah Organik Menggunakan Maggot (BSF) di pasar Rau *Trade center*, disimpulkan bahwa 100 gr maggot dapat mengurai sampah organik jenis sayur, buah, dan daging sebanyak 250 gr dengan waktu 7 hari.⁷

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “ Bagaimana Efektivitas *Maggot Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik?

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui Efektivitas *Maggot Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik.

Tujuan khusus

- a. Untuk diketahuinya penurunan berat sampah organik sebelum dan sesudah perlakuan dengan 80 gr, 100 gr, 120 gr *Maggot Black Soldier Fly*.
- b. Untuk diketahuinya kuantitas ampas maggot dengan perlakuan 80 gr, 100 gr, 120 gr maggot.
- c. Untuk diketahuinya suhu, pH, dan kelembaban selama proses penguraian sampah organik.
- d. Untuk diketahuinya perbedaan efektivitas *Maggot Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik pada perlakuan 80 gr, 100 gr, 120 gr.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup ini melihat efektivitas *Maggot Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini memberikan tambahan informasi yang bermanfaat untuk penyehatan tanah dan pengelolaan sampah, terutama dalam menilai efektivitas *Maggot Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik.

2. Bagi Peneliti

Penelitian ini berguna untuk memperluas pemahaman sekaligus mengaplikasikan teori yang dipelajari dalam mata kuliah kesehatan lingkungan.

3. Bagi Jurusan Kesehatan Lingkungan

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sampah

1. Pengertian Sampah

Sampah adalah sisa yang dihasilkan dari aktivitas produksi, baik dalam sektor industri maupun rumah tangga.⁸ Menurut UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah merupakan sisa dari aktivitas manusia sehari-hari atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat, yang dapat berupa materi organik atau anorganik. Sampah ini dapat terurai atau tidak terurai, dianggap tidak memiliki kegunaan lagi, dan kemudian dibuang ke lingkungan.¹ Sampah adalah benda yang dianggap tidak bernilai, tidak memiliki manfaat ekonomi, tidak berguna, dan sudah tidak diinginkan lagi.⁹

2. Jenis- jenis sampah

a. Sampah organik adalah jenis limbah yang dapat mengalami pelapukan dan terurai menjadi materi yang lebih kecil serta tidak berbau, yang sering disebut sebagai kompos. Contoh bahan organik meliputi daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput, bonggol jagung, sabut kelapa, cangkang buah kopi, dan sebagainya.

Sisa material tersebut dapat berupa sesuatu yang berasal dari hewan, manusia, atau tumbuhan yang telah digunakan kembali. Biasanya, sisa material ini dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk cair, padat, atau gas, serta bahan lain sejenis yang proses penguraiannya dipercepat dengan bantuan manusia. Sampah dari pasar khusus, seperti pasar sayuran, buah-buahan, atau ikan, umumnya memiliki jenis yang relatif homogen, di mana sebagian besar (sekitar 95%) berupa sampah organik sehingga lebih mudah untuk dikelola. Sementara itu, sampah yang berasal dari kawasan permukiman biasanya sangat beragam, namun setidaknya 75% di antaranya terdiri dari sampah organik.¹⁰

- b. Sampah anorganik adalah limbah yang berasal dari bahan-bahan non hayati, baik yang berupa produk sintetis maupun hasil dari proses teknologi pengolahan sumber daya alam atau bahan tambang, dan tidak dapat terurai secara alami. Contohnya meliputi botol plastik, tas plastik, dan kaleng plastik. Hal yang paling penting dari sampah anorganik ini adalah kemampuannya untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar, meskipun sifatnya tidak dapat diperbarui.

3. Sampah Organik

Sampah organik adalah limbah yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan kotoran manusia. Sampah organik ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu sampah organik basah dan sampah organik kering. Sampah organik basah masih memiliki kandungan air, seperti sisa sayuran, buah-buahan, dan tanaman kebun. Di sisi lain, sampah organik kering mencakup material seperti kertas, kardus, kayu, ranting, dan batang pohon yang sudah kering.¹¹

Sampah organik adalah limbah yang dapat membusuk atau terurai dengan bantuan mikroorganisme. Sampah ini dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai pupuk kompos atau sumber biogas. Meskipun tergolong ramah lingkungan dan mudah didaur ulang, sampah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar dan membuat lingkungan tampak kumuh. Oleh karena itu, meskipun mudah terurai, pengelolaan sampah organik tetap membutuhkan perhatian yang serius.¹²

4. Sumber-Sumber Sampah Organik

Sampah organik sering dianggap tidak memiliki nilai guna, padahal limbah organik sebenarnya dapat diolah kembali menjadi kompos. Sampah ini berasal dari berbagai sumber, seperti limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah peternakan, limbah perkebunan, dan limbah industri. Setiap jenis sampah organik memiliki karakteristik yang berbeda, terutama dalam hal kandungan nitrogen

dan karbon organiknya. Berikut adalah beberapa sumber sampah organik:¹³

a. Sampah rumah tangga

Kegiatan manusia dalam rumah tangga menghasilkan limbah berupa sampah domestik. Diperkirakan setiap rumah tangga di perkotaan memproduksi rata-rata 2-3 kg sampah per hari. Sampah rumah tangga ini dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik.

b. Sampah pertanian

Sampah pertanian merupakan limbah yang dihasilkan dari aktivitas pertanian, seperti sisa jerami, sekam padi, gulma, batang jagung, tongkol jagung, bagian vegetatif tanaman, batang pisang, sabut kelapa, dan lainnya. Sampah pertanian umumnya memiliki rasio C/N yang mendekati rasio C/N tanah, sehingga proses pengomposannya cenderung lebih mudah dan lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan bahan lainnya.

c. Sampah peternakan

Hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam menghasilkan limbah berupa kotoran dalam bentuk padat dan cair. Ternak dewasa, seperti kuda, sapi, dan kerbau, rata-rata menghasilkan kotoran sekitar 3 kg per hari; domba dan kambing sekitar 0,5 kg per hari; sedangkan ayam menghasilkan sekitar 200 gram per hari. Diperkirakan total produksi kotoran ternak basah mencapai 57,88 juta ton, atau setara dengan sekitar 28,94 juta ton dalam kondisi kering.

d. Sampah industri

Industri rumahan, seperti industri pembuatan tahu dan industri pengolahan kayu, menghasilkan limbah organik yang merupakan sisa dari proses produksi. Limbah organik ini sebenarnya masih dapat dimanfaatkan kembali untuk mengurangi potensi pencemaran lingkungan.

5. Teknik Pengolahan Sampah Organik

Pengolahan sampah organik dapat dilakukan melalui proses pengomposan. Pengomposan adalah metode pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk mengubah limbah menjadi kompos. Proses ini melibatkan aktivitas biologis mikroorganisme yang mendekomposisi sampah, terutama sampah organik basah, menjadi kompos. Secara umum, hampir semua bahan padat dapat diolah menjadi kompos, seperti limbah rumah tangga, sampah pasar atau perkotaan, kertas, kotoran hewan, limbah peternakan, limbah pertanian, dan sebagainya.¹⁰

Kompos adalah jenis pupuk organik yang digunakan dalam pertanian untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Proses pengomposan dapat meningkatkan kualitas fisik dan mikrobiologi tanah. Kompos mengandung unsur hara seperti nitrogen dan fosfat dalam bentuk senyawa kompleks, termasuk argon, protein, dan humat, yang sulit diserap oleh tanaman.¹⁴

Pengomposan adalah proses penguraian bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Selama proses ini, bahan organik akan diubah menjadi pupuk kompos yang kaya akan unsur hara, baik makro maupun mikro, yang sangat dibutuhkan oleh tanaman.¹⁴

6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Dekomposisi Sampah

Dekomposer memiliki peran yang sangat penting dalam proses penguraian sampah, karena organisme-organisme ini yang bertugas untuk mendekomposisi bahan organik. Setiap organisme pengurai bahan organik membutuhkan kondisi lingkungan dan bahan yang berbeda-beda. Jika kondisi tersebut sesuai, dekomposer akan aktif menguraikan limbah organik padat. Namun, jika kondisi lingkungan tidak mendukung, dekomposer akan menjadi dorman, berpindah tempat, atau bahkan mati. Menciptakan kondisi yang optimal sangat mempengaruhi keberhasilan proses pengomposan itu sendiri. Untuk

mencapai kondisi yang maksimal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut:¹³

a. Rasio C/N

Rasio C/N yang ideal untuk proses pengomposan berada antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba akan memecah senyawa karbon (C) sebagai sumber energi dan menggunakan nitrogen (N) untuk sintesis protein. Pada rasio C/N antara 30 dan 40, mikroba memperoleh cukup karbon untuk energi dan nitrogen untuk membentuk protein. Jika rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan nitrogen untuk sintesis protein, yang menyebabkan proses dekomposisi menjadi lebih lambat.

b. Ukuran partikel

Aktivitas mikroba terjadi di antara permukaan area dan udara. Semakin luas permukaan area, semakin banyak kontak mikroba dengan bahan, sehingga proses dekomposisi akan berlangsung lebih cepat. Ukuran partikel juga memengaruhi ruang antara bahan (porositas). Untuk memperbesar luas permukaan, ukuran partikel dapat diperkecil.

c. Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat berlangsung dengan cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami terjadi ketika suhu meningkat, yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi dipengaruhi oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Jika aerasi terhambat, proses anaerob akan terjadi, menghasilkan bau tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan cara membalik tumpukan kompos atau mengalirkan udara ke dalamnya.

d. Porositas

Porositas merujuk pada ruang kosong antara partikel-partikel dalam tumpukan kompos. Penghitungannya dilakukan

dengan membagi volume rongga dengan volume keseluruhan. Rongga-rongga tersebut akan diisi oleh udara dan air. Udara menyediakan oksigen yang diperlukan dalam proses pengomposan. Jika rongga terisi air, suplai oksigen akan berkurang dan proses pengomposan dapat terhambat.

e. Kelembaban

Kelembaban memiliki peran penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung mempengaruhi suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik yang terlarut dalam air. Kelembaban antara 40-60% merupakan rentang optimal untuk metabolisme mikroba. Jika kelembaban turun di bawah 40%, aktivitas mikroba akan menurun, dan akan lebih rendah lagi jika kelembaban mencapai 15%. Sementara itu, kelembaban lebih dari 60% dapat menyebabkan unsur hara terlarut, mengurangi volume udara, dan mengakibatkan penurunan aktivitas mikroba serta terjadinya fermentasi anaerob yang menghasilkan bau tidak sedap.

f. Temperatur /suhu

Panas dihasilkan melalui aktivitas mikroba, dan terdapat hubungan langsung antara kenaikan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu, semakin banyak oksigen yang digunakan dan semakin cepat pula proses dekomposisi. Suhu dapat meningkat dengan cepat dalam tumpukan kompos. Suhu antara 30-60°C menunjukkan proses pengomposan yang cepat. Jika suhu melebihi 60°C, sebagian mikroba akan mati, hanya mikroba termofilik yang akan tetap hidup. Suhu tinggi juga berfungsi untuk membunuh mikroba patogen tanaman serta benih-benih gulma.

g. pH

Proses pengomposan dapat berlangsung pada rentang pH yang cukup luas, dengan pH optimal berada antara 6,5

hingga 7,5. pH pada kotoran ternak biasanya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Selama proses pengomposan, terjadi perubahan pada bahan organik serta pH dari bahan tersebut.

h. Kandungan Hara

Kandungan P dan K juga memiliki peran penting dalam proses pengomposan dan umumnya terdapat dalam kompos yang berasal dari peternakan. Unsur hara ini akan digunakan oleh mikroba selama proses pengomposan. Jenis serta jumlah unsur hara sangat bergantung pada bahan baku yang digunakan.

i. Kandungan-kandungan berbahaya

Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba. Logam-logam berat seperti Mg, Cu, Zn, Nikel, Cr adalah beberapa bahan yang termasuk kategori ini. Logam-logam berat akan mengalami imobilisasi selama proses pengomposan.

B. Black soldier fly

1. Pengertian *black soldier fly*

Black Soldier Fly, yang memiliki nama ilmiah *Hermetia illucens*, merupakan serangga yang tergolong dalam Ordo Diptera dan Famili Stratiomyidae. Jenis serangga ini dapat ditemukan di berbagai belahan dunia, terutama di wilayah dengan iklim tropis dan subtropis pada lintang 40°S hingga 45°U.¹⁵

Lalat BSF tidak membahayakan keselamatan dan kesehatan manusia. Lalat ini umumnya berada di luar ruangan (berbeda dengan lalat rumah yang ada di dalam ruangan) dan sering ditemukan di tempat-tempat yang mengandung bahan organik, seperti kandang ternak dan tumpukan limbah organik mati. Larva BSF memiliki kemampuan untuk mengonsumsi bahan organik, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi dan mendekomposisi kotoran kandang dari beberapa jenis ruminansia dan unggas.¹⁶

2. Toksonomi *black soldier fly*

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

Kerajaan (Kingdom)	: Animalia
Filum (Phylum)	: Arthropoda
Kelas (Class)	: Insecta
Ordo (Order)	: Diptera
Famili (Family)	: Stratiomyidae
Subfamili	: Hermetiinae
Genus (Genus)	: <i>Hermetia</i>
Spesies (Species)	: <i>Hermetia illucens</i>

Ordo ini terdiri dari 16 famili, dan Diptera termasuk kelompok serangga dengan kapasitas reproduksi terbesar, siklus hidup terpendek, kecepatan pertumbuhan yang tinggi, serta kemampuan untuk mengonsumsi berbagai jenis materi organik. Serangga juga merupakan sumber terbaik zat seng, dengan kandungan yang berkisar antara 61,6 hingga 340,5 mg per gram berat kering.¹⁷

3. Siklus hidup *black soldier fly*

Siklus hidup BSF dimulai dari telur yang menetas menjadi larva. Larva ini melewati beberapa fase instar sebelum mencapai fase pupa. Meskipun tubuh larva mengalami perubahan setiap kali berganti instar, perubahan yang paling terlihat terjadi pada instar terakhir, yang disebut juga fase prapupa. Prapupa akan mencari tempat yang aman untuk memasuki fase pupa atau kepompong, yang kemudian akan berkembang menjadi BSF dewasa. Setelah itu, BSF dewasa akan segera mencari pasangan untuk melakukan perkawinan. Betina yang telah dibuahi akan bertelur, dan dari telur ini, proses metamorfosis berikutnya dimulai. Durasi siklus hidup ini dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti suhu udara, intensitas cahaya, kepadatan BSF dalam kandang, kualitas induk, dan kondisi makanan.⁶

a. Telur

Telur BSF memiliki bentuk bulat lonjong dengan panjang sekitar 1 mm dan berat antara 1-2 μg . Warna telur ini bervariasi dari kekuningan hingga kuning terang, tergantung pada umurnya. Seekor induk BSF dapat menghasilkan antara 200 hingga 1.000 butir telur. Di habitat alami, telur-telur ini biasanya ditemukan di celah-celah sempit yang gelap, kering, lembap, dan dekat dengan sumber makanan untuk larvanya.

Di dalam telur BSF terdapat zigot yang berkembang menjadi embrio. Proses pertumbuhan embrio berlangsung paling cepat pada suhu 28-35°C dan kelembapan 60-80%. Jika suhu dan kelembapan berada di luar rentang tersebut, pertumbuhannya akan melambat, sehingga telur membutuhkan waktu lebih lama untuk menetas. Telur ini juga dapat mengering dan membusuk jika suhu udara di bawah 20°C atau di atas 40°C, serta kelembapannya kurang dari 30%.⁶

b. Larva

Telur ini akan menetas menjadi larva BSF, yang memiliki panjang sekitar 1-1,5 mm pada saat menetas. Larva tersebut akan langsung menuju sumber makanan berupa bahan organik yang sudah terfermentasi atau membusuk. Larva BSF akan melalui enam kali instar. Pada empat instar pertama, perbedaan utama terlihat pada ukuran tubuhnya. Memasuki instar kelima, selain tubuh yang lebih besar, kulit larva juga mengeras dan warnanya menjadi lebih gelap. Setelah instar kelima, larva akan memasuki instar keenam, yang sering disebut sebagai tahap prapupa.

Pada tahap larva, BSF membutuhkan makanan dalam jumlah yang sangat banyak. Makanan yang dikonsumsi meliputi kompos, kotoran dan bangkai hewan, serta sisa

sayuran dan buah-buahan. Selain itu, ampas tahu, bungkil kelapa sawit, dan dedak juga bisa digunakan sebagai pakan larva BSF. Dalam peternakan BSF, pakan juga berfungsi sebagai tempat tinggal bagi larva. Oleh karena itu, pakan sering disebut sebagai media pertumbuhan bagi larva BSF.

Larva BSF memerlukan suhu antara 28-36°C dan kelembapan 70-80% untuk pertumbuhannya. Sama seperti telur, larva dapat mentolerir suhu udara dengan batas minimal 20°C dan maksimal 40°C. Fase larva ini biasanya berlangsung sekitar 2 minggu, namun dapat lebih lama jika kondisi pakan dan lingkungan tidak mendukung.⁶

c. Prapupa

Pada tahap prapupa, panjang tubuh hewan ini mencapai sekitar 16-18 mm dengan berat antara 150-200 mg. Mulutnya berubah menjadi bentuk seperti kait yang berwarna cokelat tua hingga abu-abu gelap. Prapupa ini akan mencari tempat yang kering, gelap, dan terlindung untuk memulai fase pupa atau pupasi.⁶

d. Pupa

Pada masa pupa, larva BSF akan berhenti melakukan aktivitas, termasuk makan dan minum. Mereka akan berdiam diri di dalam cangkang pupa atau kepompong sampai berubah bentuk menjadi imago. Cangkang pupa ini kaku dan keras, serta kaya kalsium. Panjangnya sekitar 12-25 mm dengan larva di dalamnya berukuran sekitar dua per tiga ukuran cangkang.⁶

e. Imago

Setelah 2-3 minggu, imago BSF akan memecahkan cangkang pupa dari dalam dan keluar setelah beradaptasi dengan lingkungan luar cangkang serta mampu mengembangkan sayapnya, kemudian terbang. Imago BSF akan hidup sekitar seminggu, selama periode ini mereka akan mencari pasangan, kawin, dan bertelur. Imago tidak

memerlukan makanan lagi, karena mereka hanya mengandalkan sisa nutrisi yang diperoleh saat masih berupa larva. Namun, mereka dapat hidup lebih lama jika berada di lingkungan yang cukup lembap dan memiliki ketersediaan air yang cukup.

Seperti serangga pada umumnya, tubuh imago BSF terbagi menjadi tiga bagian: kepala, toraks, dan abdomen. Di bagian kepala terdapat antena dan sepasang mata majemuk. Pada tubuhnya, terdapat dua pasang sayap dan tiga pasang kaki. Sayap dan abdomen imago BSF memiliki bentuk yang mirip dengan tawon, sementara kaki-kakinya berwarna putih, yang kontras dengan warna dominan tubuhnya.

Nama Black Soldier Fly berasal dari bentuk kepala hewan ini yang menyerupai helm tentara (soldier) dan warna tubuhnya yang didominasi warna hitam (black). Panjang tubuhnya secara keseluruhan berkisar antara 18-20 mm, dengan rentang sayap antara 8-14 mm. Pada bagian belakang abdomen terdapat alat kelamin yang membedakan antara jantan dan betina.

Proses pencarian pasangan dan reproduksi pada BSF umumnya dimulai 48 jam setelah keluar dari kepompong. Setelah pembuahan, BSF jantan akan mati, sementara betinanya akan mencari tempat untuk bertelur. Tempat yang paling ideal untuk bertelur adalah celah sempit yang kering, lembap, dan dekat dengan sumber makanan bagi larvanya. Seekor BSF betina dapat menghasilkan antara 300 hingga 1.000 butir telur. Beberapa saat setelah bertelur, BSF betina tersebut akan mati.⁶

4. Kondisi Lingkungan Hidup

Black Soldier Fly (BSF), yang memiliki nama latin *Hermetia illucens*, adalah spesies lalat dari ordo Diptera, keluarga Stratiomyidae, dan genus *Hermetia*. Lalat ini berasal dari Amerika dan telah menyebar hampir ke seluruh dunia, terutama di daerah antara 45° LU hingga 40° LS. BSF juga dapat ditemukan di Indonesia, khususnya di Maluku dan Irian Jaya, yang menjadi salah satu habitat alami bagi spesies ini. Suhu

ideal untuk pertumbuhan BSF berkisar antara 30°C hingga 36°C, sementara larvanya tidak dapat bertahan hidup pada suhu di bawah 7°C atau lebih dari 45°C.¹⁸

Lingkungan yang ideal bagi perkembangan larva BSF melibatkan suhu hangat dengan rentang suhu antara 30°C hingga 36°C. Jika suhu terlalu tinggi, larva akan meninggalkan sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah akan memperlambat metabolisme larva, mengurangi nafsu makan mereka, dan memperlambat pertumbuhannya. Selain itu, lingkungan yang teduh sangat mendukung perkembangan larva BSF, karena mereka menghindari cahaya dan cenderung mencari tempat yang gelap, jauh dari paparan sinar matahari. Jika makanan mereka terkena cahaya, larva akan bergerak ke bagian yang lebih dalam dari sumber makanan untuk menghindari cahaya. Sumber makanan juga harus memiliki kandungan air yang cukup, yakni antara 60% hingga 90%, agar larva dapat mencerna dengan baik.¹⁹

Nutrisi dalam makanan juga perlu diperhatikan, di mana bahan-bahan yang kaya akan protein dan karbohidrat dapat mendukung pertumbuhan larva dengan baik. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sampah yang sudah mengalami proses dekomposisi oleh bakteri atau jamur cenderung lebih mudah dimakan oleh larva. Ukuran partikel makanan juga berperan penting, karena larva tidak memiliki organ mulut untuk mengunyah, sehingga nutrisi lebih mudah diserap jika makanan berupa partikel kecil atau dalam bentuk cair atau seperti bubur.

Larva lalat BSF dikenal "tangguh" dan mampu bertahan hidup di lingkungan yang cukup ekstrem, seperti di media atau sampah yang mengandung garam, alkohol, asam, dan amonia. Mereka dapat hidup di suhu hangat, dan jika suhu lingkungan sangat dingin atau pasokan makanan terbatas, larva BSF tidak akan mati, melainkan menjadi tidak aktif atau seperti dalam keadaan tidur hingga suhu menghangat kembali atau makanan tersedia lagi. Mereka juga dapat bertahan di air atau

dalam lingkungan yang mengandung alkohol. Serangga BSF memiliki beberapa karakteristik, seperti kemampuannya untuk mengurai sampah organik, bertahan dalam kondisi pH yang cukup tinggi, tidak membawa gen penyakit, memiliki kandungan protein yang tinggi, masa hidup larva yang relatif lama (sekitar 4 minggu), dan mudah dibudidayakan. Oleh karena itu, larva BSF dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem. Kemampuan larva BSF untuk bertoleransi terhadap kondisi buruk ini menjadikannya lebih potensial untuk digunakan dalam pengelolaan sampah dibandingkan dengan organisme lainnya.¹⁷

C. Maggot Black Soldier Fly sebagai Pengurai Sampah Organik

Penggunaan larva lalat BSF sebagai organisme pengurai sampah organik merupakan inovasi dalam pengolahan sampah organik. Keuntungan dari penerapan teknologi BSF ini adalah kemampuannya untuk mengurangi jumlah sampah organik hingga 80%, karena sampah organik tersebut akan menjadi sumber makanan bagi larva BSF.²⁰

Maggot Black Soldier Fly memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengolah, mengurai, dan mereduksi sampah organik, baik yang berasal dari hewan, tumbuhan, maupun kotoran hewan dan manusia sebagai makanannya, sehingga meningkatkan proses daur ulang sampah organik. Secara umum, maggot BSF terus aktif dalam mengolah makanan, dan begitu menetas dari telur, maggot BSF langsung dapat mengolah makanan yang diberikan. Saat maggot BSF mencapai tahap dewasa, mereka mampu mengurai sampah organik dengan cepat, menghambat pertumbuhan bakteri, serta secara efektif mengurangi bau tidak sedap pada sampah.¹⁷

D. Pemanfaatan Maggot Black Soldier Fly

1. Residunya dapat dijadikan pupuk

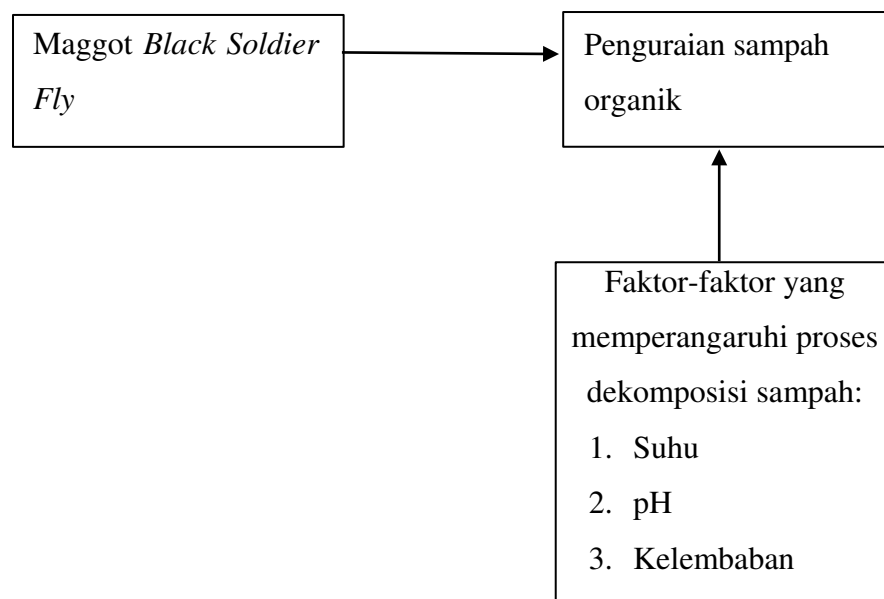
Pakan atau media pertumbuhan larva BSF yang diberikan selalu besisa, sisa pakan ini disebut sebagai residu. Residu ini terbagi menjadi dua yaitu residu kering dan basah. Residu kering dapat diolah menjadi kompos. Kompos yang dihasilkan dapat dijual atau dimanfaatkan sendiri untuk meningkatkan nutrisi tanah. Sedangkan residu basah dapat

dimanfaatkan sebagai bahan biogas. Meskipun kuantitas gas yang dihasilkan dari residu BSF dipercaya lebih banyak daripada yang dihasilkan dari kotoran sapi, jumlah residu yang dibutuhkan juga sangat banyak.²¹

2. Mencegah penyebaran penyakit

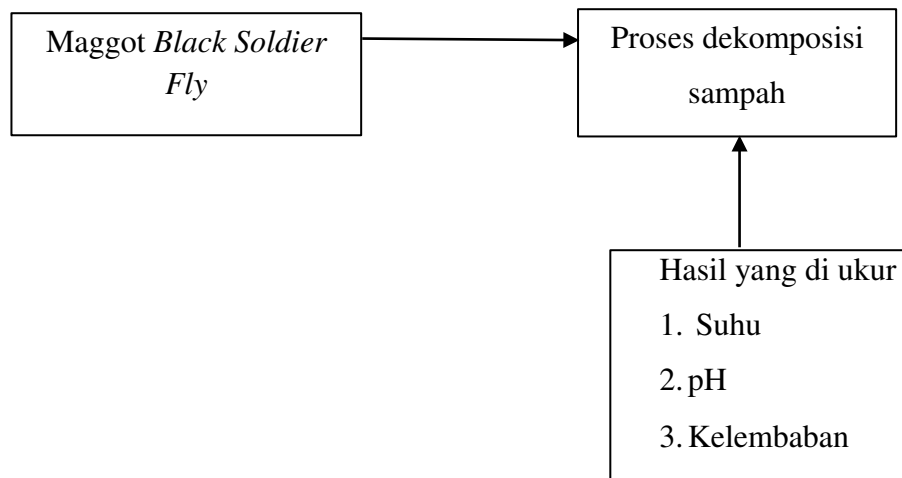
Larva BSF membantu dalam mengurangi sampah organik, sehingga bakteri dan jasad renik lain di sampah tidak berkembang biak optimal. Selain itu, tubuh larva dapat menetralkan bakteri yang dapat mengakibatkan penyakit, seperti *Salmonella* dan *Escherichia coli*. Bau busuk yang biasanya timbul dari tumpukan sampah organik juga dapat dinetralkan. Oleh karena itu, serangga ini hampir mustahil menularkan dan menyebarkan penyakit kepada manusia maupun hewan peliharaan.²²

E. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori
Sumber: Akmal Muhammad, 2021

F. Kerangka Konsep



Gambar 2. 2 Kerangka Konsep

G. Definisi Operasional

Tabel 2.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1	Berat sampah organik	Berat sampah yang berasal dari kegiatan pasar berupa sisa sayur-sayuran dan buah-buahan.	Pengukuran	Timbangan	gr	Rasio
2	Suhu dan kelembaban	Temperatur dan jumlah uap air di udara pada kandang <i>Maggot Black Soldier Fly</i>	Pengukuran	Termohgrometer	50-55°C dan 50-65 %	Interval
3	pH	Skala yang menunjukkan tingkat keasaman dan kebasaan dalam sampah yang telah di beri <i>Maggot Black Soldier Fly</i>	Pengukuran	Soiltester	5-8	Interval

H. Hipotesis

Ada perbedaan penurunan berat sampah organik antara perlakuan 80 gr, 100 gr, dan 120 gr maggot *Black Soldier Fly*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu eksperimen semu atau *Quasy Eksperiment*. Dengan desain penelitian *pre and post-test without control*. Dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan *Maggot Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

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

C. Objek Penelitian

Sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sampah organik berupa sisa sayur-sayuran dan buah-buahan sebanyak 2.000 gr per wadah perlakuan. *Maggot Black Soldier Fly* yang digunakan sebanyak 80 gr, 100 gr, dan 120 gr untuk masing-masing wadah perlakuan dengan 4 pengulangan.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti selama proses penguraian sampah. Data yang dikumpulkan meliputi penurunan berat sampah organik menggunakan *Maggot Black Soldier Fly* dan pengukuran parameter suhu dan kelembaban ruangan, dan pH pada wadah perlakuan.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui jurnal, artikel, dan buku yang berkaitan dengan penelitian dari berbagai sumber.

E. Prosedur penelitian

1. Alat Penelitian

- a. Bak plastik 12 buah
- b. Sarung tangan
- c. Masker
- d. Pisau
- e. Karung
- f. Timbangan
- g. Timbangan analitik
- h. Termohygrometer
- i. Termometer
- j. Soil tester
- k. Kain kasa
- l. Tali
- m. Alat tulis

2. Bahan penelitian

- a. Maggot *Black Soldier Fly* 80 gr, 100 gr, 120 gr
- b. Sampah organik untuk total semua perlakuan sebanyak 24.000 gr

3. Cara kerja

- a. Siapkan alat dan bahan
- b. Gunakan masker dan sarung tangan
- c. Siapkan 12 wadah plastik ukuran sedang untuk tempat penguraian
- d. Selanjutnya cacah sampah organik dengan ukuran kecil
- e. Timbang sampah organik sebanyak 2.000 gr per wadah. Total nya
 $2.000 \text{ gr} \times 12 \text{ wadah} = 24.000 \text{ gr}$
- f. Siapkan maggot BSF 80 gr, 100 gr, dan 120 gr masing-masing wadah
- g. Lalu masukan sampah organik sebanyak 2.000 gr ke dalam masing-masing wadah perlakuan
- h. Setelah itu, masukkan maggot sesuai perlakuan ke setiap wadah
- i. Selanjutnya tutup setiap wadah dengan kain kasa agar terhindar dari binatang pengganggu

- j. Lalu ikatan tali disetiap sisi bak plastik yang ditutupi kain kasa
- k. Lakukan pengukuran dan pencatatan suhu, kelembaban ruangan, dan pH setiap hari pada masing-masing wadah selama 7 hari.
- l. Dan lakukan pencatan hasil pengukuran dari berat sampah organik serta mencatat hasil dari pengukuran suhu, kelembaban ruangan, dan pH.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
 Maggot BSF 80 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr
 Maggot BSF 100 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr
 Maggot BSF 120 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr	 Sampah organik (sayur dan buah) 2000 gr

Sumber: Analisis Penelitian 2025

F. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari analisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik. Teknik analisis yang digunakan adalah Uji ANOVA satu arah (One-Way ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap efektivitas penguraian sampah organik oleh maggot Black Soldier Fly (BSF) berdasarkan perlakuan jumlah maggot yang berbeda, yaitu 80 gram, 100 gram, dan 120 gram.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Maggot yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 3 perlakuan dengan berat masing-masing perlakuan yaitu 80 gr, 100 gr, dan 120 gr dengan 4 kali pengulangan. Pada masing-masing perlakuan menggunakan sampah organik dengan berat 2.000 gr setiap wadahnya. Lalu setiap wadah yang sudah berisikan sampah organik ditambahkan dengan maggot sesuai dengan perlakuan. Kemudian dilakukan pemeriksaan selama 7 hari dengan melakukan pengukuran suhu dan kelembaban ruangan, suhu, pH, dan kelembaban pada setiap wadah.

1. Berat Sebelum Dan Sesudah Penurunan Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot *Black Soldier Fly*

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan perbedaan berat sampah organik setelah diuraikan oleh Maggot *Black Soldier Fly* yang didapatkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

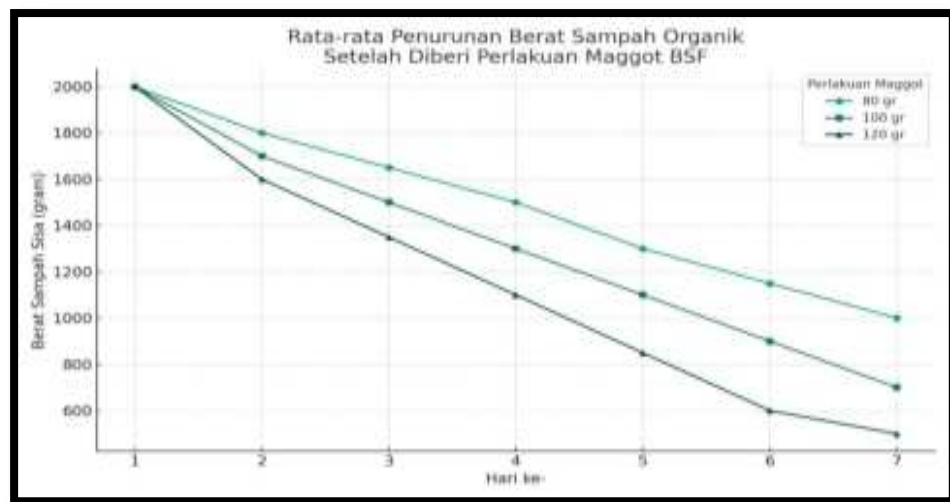
Tabel 4.1 Berat Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot *Black Soldier Fly*

Perlakuan blok		Berat sampah (gr)		Pengurangan	
		Sebelum	Sesudah	Berat selama 7 hari (gr)	Persentase (%)
1 (80 gr maggot)	1	2000	950	1.050	52,5%
	2	2000	880	1.120	56%
	3	2000	910	1.090	54,5%
	4	2000	870	1.130	56,5%
	Rata-rata	2000	902,5	1.097,5	54,88%
2 (100 gr maggot)	1	2000	710	1.290	64,5%
	2	2000	680	1.320	66%
	3	2000	750	1.250	62,5%
	4	2000	700	1.300	65%
	Rata-rata	2000	710	1.290	64,5%
3 (120 gr maggot)	1	2000	530	1.470	73,5%
	2	2000	450	1.550	77,5%
	3	2000	500	1.500	75%
	4	2000	480	1.520	76%
	Rata-rata	2000	490	1.510	75,5%

Sumber: Analisis Penelitian 2025

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diamati bobot sampah yang diuraikan oleh Maggot *Black Soldier Fly* selama 7 hari menunjukkan hasil yang signifikan pada perlakuan 3 dengan menggunakan 120 gr maggot dengan rata-rata penurunan 1.510 gr dan presentase sebesar 75,5%. Untuk melihat rata-rata penurunan sampah pada setiap perlakuan perharinya, dapat dilihat pada grafik berikut:

Gambar 4. 1 Penurunan Berat Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot Black Soldier Fly



Berdasarkan Gambar 2.1 hasil pengamatan rata-rata penurunan sampah organik setelah diuraikan oleh Maggot *Black Soldier Fly* selama 7 hari diperoleh hasil bahwa pada perlakuan 120 gr maggot lebih banyak menguraikan sampah organik dibandingkan perlakuan lainnya.

2. Distribusi Kuantitas Berat Ampas Maggot Berdasarkan Perlakuan Jumlah Maggot

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan distribusi kuantitas berat ampas maggot berdasarkan perlakuan jumlah maggot yang didapatkan dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Distribusi Kuantitas Berat Ampas Maggot Berdasarkan Perlakuan Jumlah Maggot

Perlakuan	Pengulangan				Rata-rata
	1	2	3	4	
80 gr	2,23 gr	2,33 gr	2,32 gr	2,22 gr	2,28 gr
100 gr	2,34 gr	2,5 gr	2,19 gr	2,20 gr	2,31 gr
120 gr	2,45 gr	2,54 gr	2,49 gr	2,49 gr	2,49 gr

Sumber : Analisis Penelitian 2025

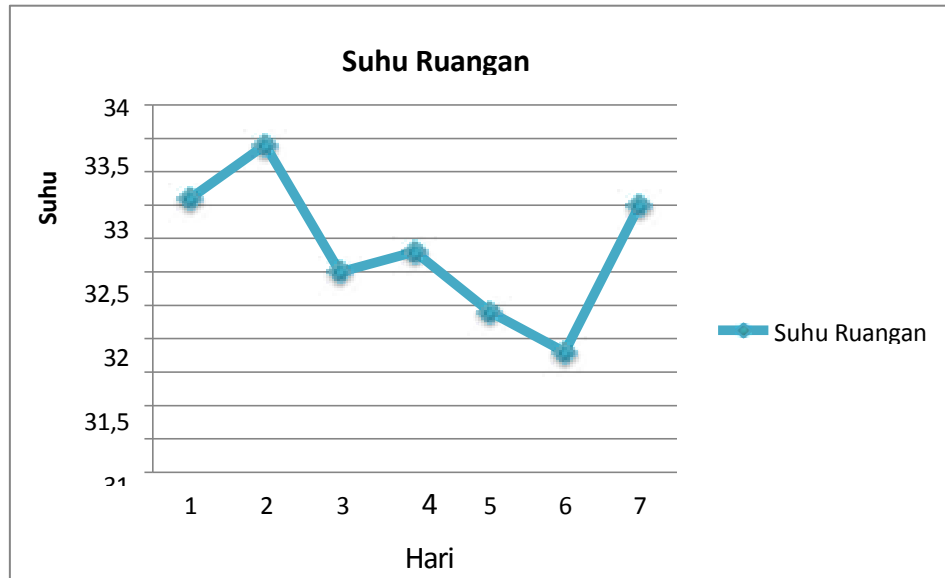
Berdasarkan Tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata berat ampas maggot tertinggi terdapat pada perlakuan 120 gr yaitu sebesar 2,49 gr. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah maggot yang digunakan maka semakin tinggi pula hasil berat ampas maggot yang dihasilkan. Peningkatan ini disebabkan oleh kapasitas konsumsi dan aktivitas metabolisme maggot yang yang lebih besar dalam jumlah populasi yang lebih padat.²³

3. Suhu dan Kelembaban Ruangan, suhu, dan pH Selama Proses Dekomposisi Sampah Organik Oleh Maggot Black Soldier Fly

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup Maggot *Black Soldier Fly* yaitu berupa pengukuran parameter suhu dan kelembaban ruangan, suhu dan pH setiap hari selama 7 hari penelitian. Sehingga diperoleh data dari setiap perlakuan sebagai berikut:

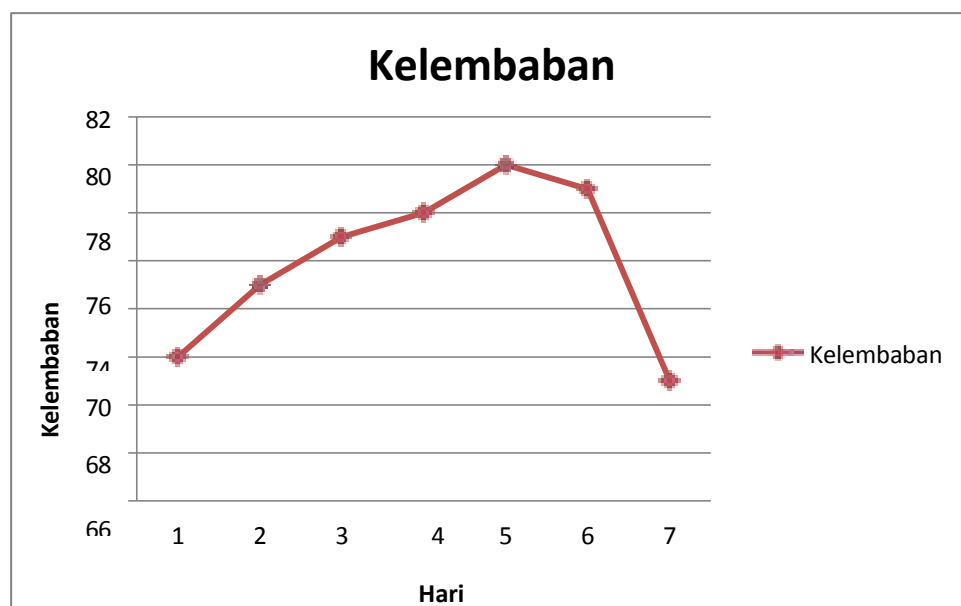
a. Suhu Ruangan

Gambar 4.2 Suhu Ruangan Selama Proses Dekomposisi Sampah Organik Oleh Maggot *Black Soldier Fly*



Berdasarkan Gambar 4.2 hasil pengamatan suhu ruangan selama 7 hari dekomposisi sampah organik oleh Maggot *Black Soldier Fly*, pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata tercatat sebesar 31,85°C. Suhu ruangan terendah dalam proses penguraian yaitu 30,3 °C pada hari ke-7 dan suhu tertinggi yaitu 33,4 pada hari ke-2.

Gambar 4.3 Kelembaban Ruangan Selama Proses Dekomposisi Sampah Organik Oleh Maggot *Black Soldier Fly*

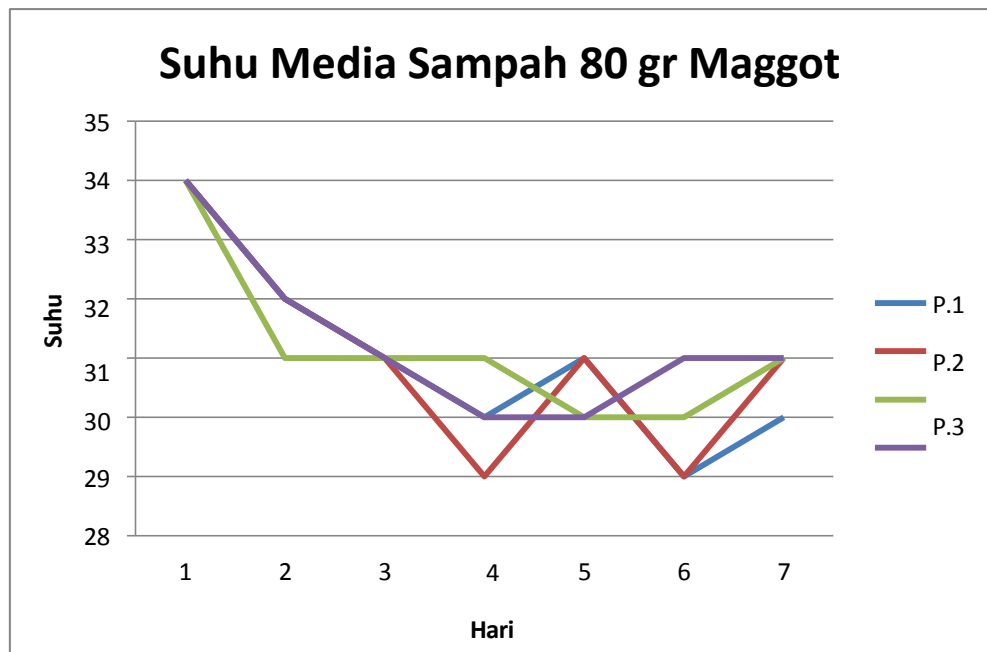


Berdasarkan Gambar 4.3 hasil pengamatan kelembaban ruangan selama proses penguraian sampah organik oleh Maggot Black Soldier Fly selama 7 hari menunjukkan rata-rata kelembaban sebesar 76%. Kelembaban terendah tercatat 71% pada hari ke-7, sedangkan kelembaban tertinggi mencapai 80% pada hari ke-5.

b. Suhu dan pH Media Sampah

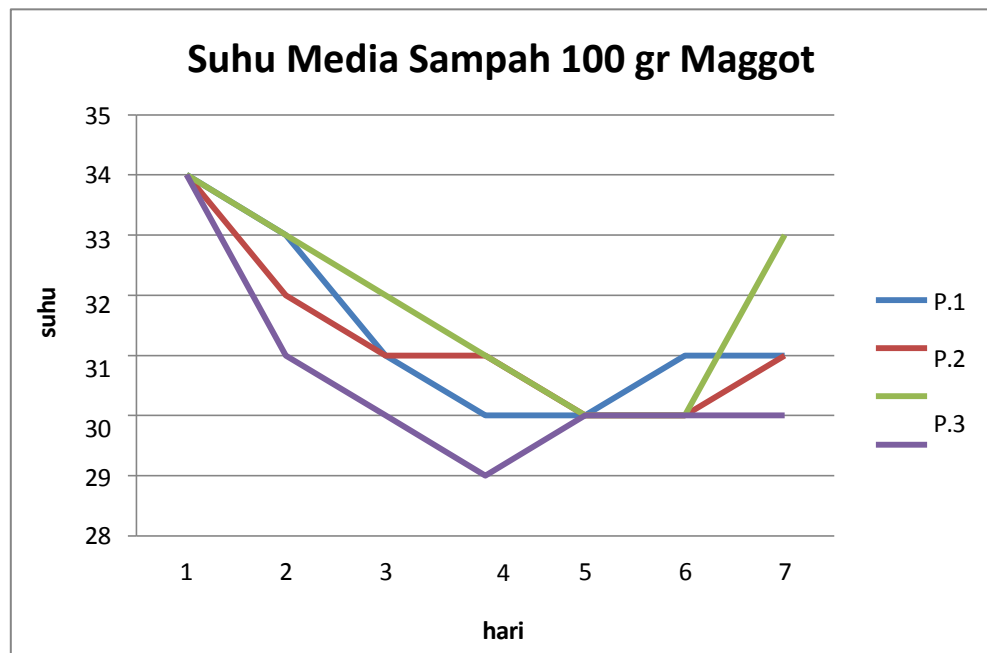
1) Suhu Perlakuan 80 gr Maggot

Gambar 4.4 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 80 gr Maggot



Berdasarkan Gambar 4.4 hasil pengamatan suhu media sampah selama 7 hari diperoleh hasil suhu tertinggi yaitu 34°C di hari pertama pada semua perlakuan. Sedangkan suhu terendah diperoleh yaitu 29°C di hari ke-4 dan 7 pada perlakuan 1 dan 2.

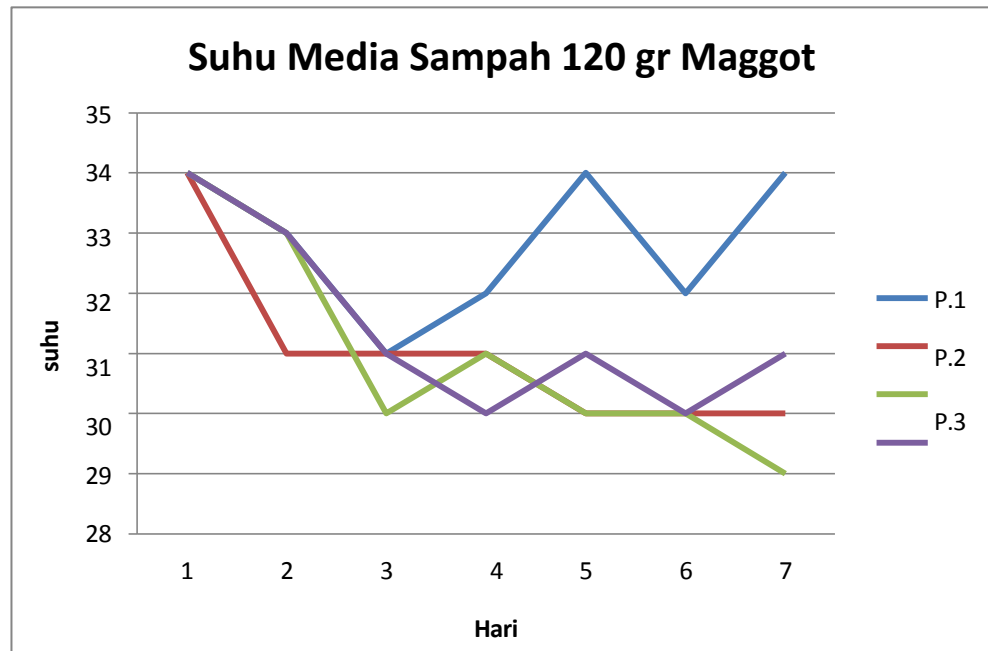
2) Suhu Perlakuan 100 gr Maggot

Gambar 4.5 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 100 gr Maggot

Berdasarkan Gambar 4.5 hasil pengamatan suhu media sampah selama 7 hari diperoleh hasil suhu tertinggi yaitu 34°C di hari pertama pada semua perlakuan. Sedangkan suhu terendah diperoleh yaitu 29°C di hari ke-4 pada perlakuan 4.

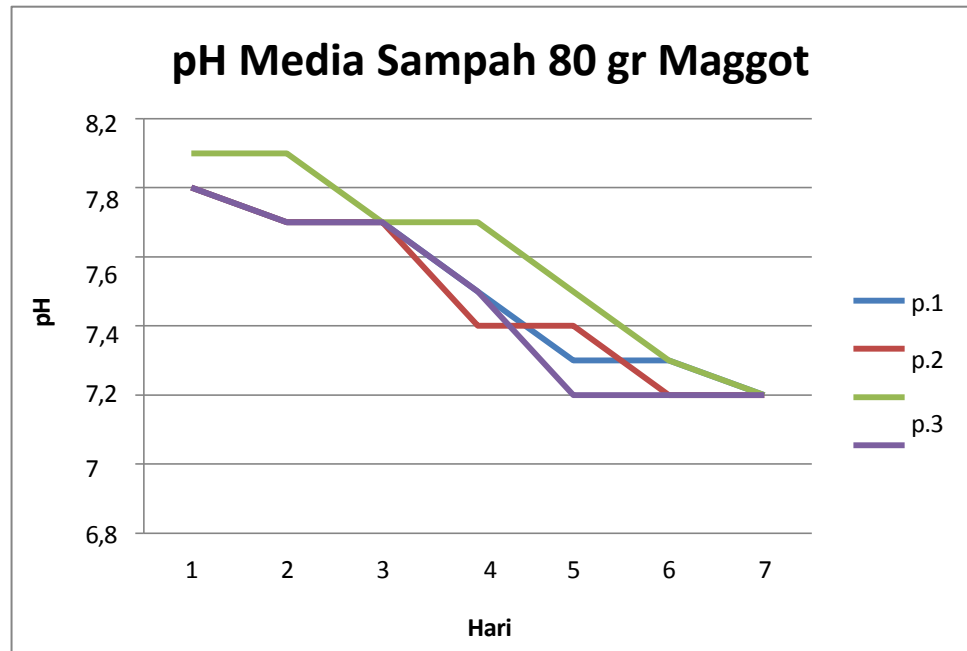
3) Suhu Perlakuan 120 gr Maggot

Gambar 4.6 Suhu Pada Media Sampah Organik Perlakuan 120 gr Maggot



Berdasarkan Gambar 4.6 hasil pengamatan suhu media sampah selama 7 hari diperoleh hasil suhu tertinggi yaitu 34°C di hari pertama pada semua perlakuan. Sedangkan suhu terendah diperoleh yaitu 29°C di hari ke-7 pada perlakuan 3.

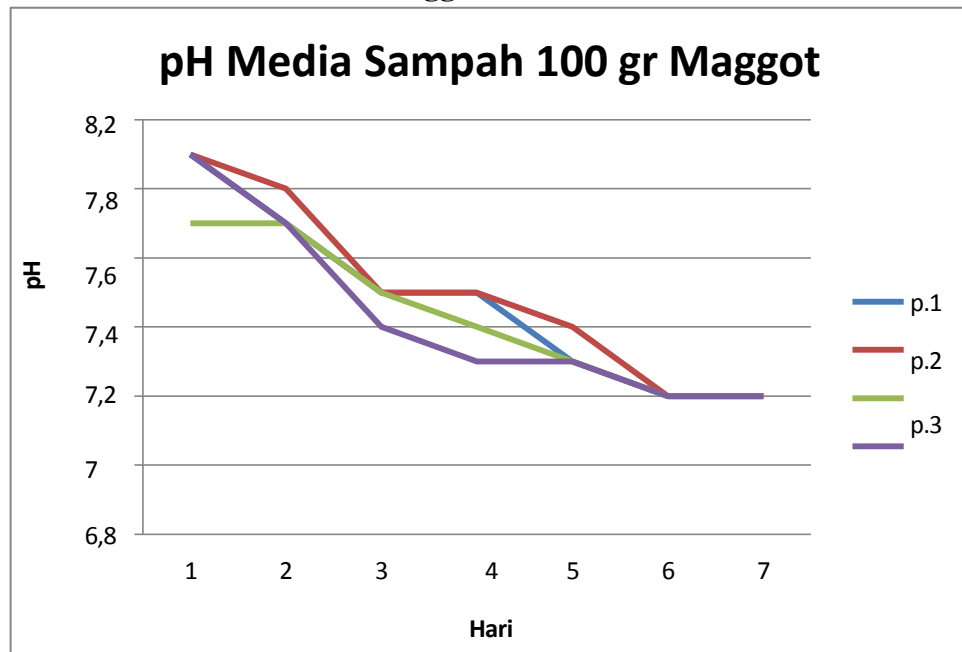
4) pH Perlakuan 80 gr Maggot

Gambar 4.7 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 80 gr Maggot

Berdasarkan Gambar 4.7 hasil pengamatan pH media sampah selama Maggot *Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik selama 7 hari diperoleh hasil pengamatan terhadap pH media sampah organik mengalami penurunan. Rata-rata pH media sampah organik 80 gr maggot yaitu 7,5.

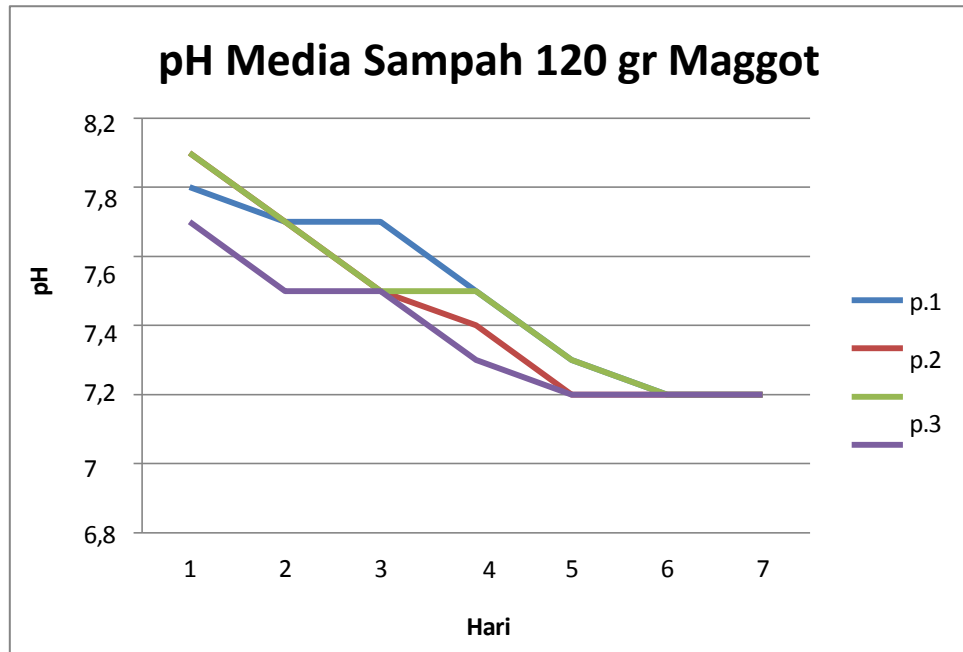
5) Suhu pH 100 gr Maggot

Gambar 4.8 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 100 gr Maggot



Berdasarkan Gambar 4.8 hasil pengamatan pH media sampah selama Maggot *Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik selama 7 hari diperoleh hasil pengamatan terhadap pH media sampah organik mengalami penurunan. Rata-rata pH media sampah organik 100 gr maggot yaitu 7,4.

6) pH Perlakuan 120 gr Maggot

Gambar 4.9 pH Pada Media Sampah Organik Perlakuan 120 gr Maggot

Berdasarkan Gambar 4.9 hasil pengamatan pH media sampah selama Maggot *Black Soldier Fly* dalam menguraikan sampah organik selama 7 hari diperoleh hasil pengamatan terhadap pH media sampah organik mengalami penurunan. Rata-rata pH media sampah organik 120 gr maggot yaitu 7,4.

4. Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* Sebagai Pengurai Sampah Organik dengan Perlakuan 80 gr, 100 gr, 120gr

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan 120 gr maggot *Black Soldier Fly* terbukti paling efektif dalam penguraian sampah organik dibandingkan 80 gr dan 100 gr. Hal ini karena semakin banyak jumlah maggot, semakin besar pula kapasitas konsumsi sampah yang dapat dilakukan. Maggot mampu memakan 2–5 kali bobot tubuhnya per hari, sehingga pada jumlah 120 gr proses dekomposisi berlangsung lebih cepat. Sementara itu, pada perlakuan 80 gr dan 100 gr, laju penguraian lebih lambat karena jumlah maggot yang lebih sedikit.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian Maggot *Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berat Sebelum dan Sesudah Penurunan Sampah Organik Setelah Diuraikan Oleh Maggot *Black Soldier fly*

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penurunan berat sampah organik selama proses penguraian oleh maggot *Black Soldier Fly* menunjukkan efektivitas yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Pada perlakuan 80 gr maggot, terjadi penurunan berat sampah sebesar 54,88 %. Pada perlakuan 100 gr, penurunan mencapai 64,5 %. Dan pada perlakuan 120 gr mencapai penurunan sebesar 75,5 %.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah maggot yang digunakan, semakin tinggi efektivitas penguraian sampah organik. Jumlah maggot yang lebih banyak meningkatkan konsumsi substrat, sehingga sisa sampah yang tersisa menjadi lebih sedikit. Hal ini didukung oleh pernyataan Tomberlin et al. (2002) bahwa semakin tinggi populasi larva, maka laju konsumsi sampah meningkat secara signifikan.¹⁷

2. Kuantitas kasgot dengan perlakuan 80 gr, 100 gr, 120 gr maggot

Tabel 4.3 Hasil Uji Post Hoc Kuantitas Berat Ampas Maggot Berdasarkan Perlakuan Jumlah Maggot

Perlakuan I	Perlakuan J	Rata-rata perbandingan	Sig. (p-value)	kesimpulan
80 gr	100 gr	0,03000	1,000	Tidak signifikan
80 gr	120 gr	0,21750	0,027	Signifikan
100 gr	120 gr	0,18500	0,060	Tidak signifikan

Sumber : Analisis Penelitian 2025

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa perlakuan 80 gr di bandingkan dengan 120 gr menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan nilai signifikan (p-value) sebesar 0,027 ($< 0,05$). Menunjukkan bahwa jumlah maggot 120 gr mampu menghasilkan berat ampas maggot yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 80 gr. Sedangkan perbandingan antara 80 gr terhadap 100

gr, dan 100 gr terhadap 120 gr, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena nilai p-value lebih besar dari 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah maggot yang digunakan, semakin besar kuantitas ampas maggot yang dihasilkan. Perlakuan dengan 120 gram maggot menghasilkan berat ampas maggot rata-rata sebesar 2,49 gr, lebih tinggi dibandingkan dengan 80 gram (2,28 gr) dan 100 gram (2,31 gr).

Uji ANOVA membuktikan bahwa secara statistik terdapat perbedaan yang signifikan ($p = 0,019$) antara kelompok perlakuan. Namun, berdasarkan uji lanjut Post Hoc, hanya perbedaan antara 80 gram dengan 120 gram yang signifikan ($p = 0,027$). Sementara perbedaan antara 80 gram dengan 100 gram, serta 100 gram dengan 120 gram, tidak signifikan.

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah maggot dari 80 gram ke 120 gram memberikan dampak nyata terhadap peningkatan berat ampas maggot. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan konsumsi dan metabolisme maggot yang meningkat pada kepadatan populasi yang lebih tinggi, sehingga konversi limbah menjadi biomassa menjadi lebih efisien.

3. Suhu, Kelembaban dan pH

a. Suhu dan Kelembaban Ruangan

Berdasarkan hasil penelitian, selama proses penguraian sampah organik pasar oleh Maggot Black Soldier Fly, terjadi perubahan suhu ruangan. Suhu terendah yang tercatat selama proses tersebut adalah 30,3°C, sedangkan suhu tertingginya mencapai 33,4°C. Adapun kelembaban udara di dalam ruangan selama proses berlangsung berkisar antara 71% sebagai nilai terendah dan 80% sebagai nilai tertinggi.

Faktor lingkungan, khususnya suhu, sangat berpengaruh terhadap perkembangan Maggot Black Soldier Fly. Suhu yang paling cocok untuk pertumbuhan larva ini berkisar antara 30°C sampai 36°C. Di sisi lain, larva BSF tidak dapat bertahan hidup jika suhu turun di bawah 7°C atau naik melebihi 45°C.¹⁷ Tingkat kelembaban udara yang tinggi dapat mendukung kelangsungan hidup Maggot Black Soldier Fly, karena membantu proses

metabolisme berjalan secara optimal serta melindungi maggot dari risiko dehidrasi.

b. Suhu Media Sampah

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perubahan suhu pada media tempat pertumbuhan Maggot Black Soldier Fly. Suhu rata-rata yang terukur pada media sampah tempat larva berkembang berada dalam kisaran 31,1°C hingga 31,57°C.

Menurut Tomberlin yang dikutip oleh Irene Laksmi Nugrahani dkk., suhu media pertumbuhan berpengaruh terhadap produksi dan laju pertumbuhan maggot *Hermetia illucens*. Pada suhu 27°C, pertumbuhan maggot berlangsung lebih lambat dibandingkan suhu 30°C. Sementara itu, jika suhu media mencapai 36°C, maggot tidak mampu bertahan hidup.²⁴

c. pH Media Sampah

Berdasarkan hasil penelitian, pH sampah organik pasar yang diuraikan oleh Maggot Black Soldier Fly mengalami penurunan. Rata-rata pH media pada sampah organik dengan 80 gram maggot tercatat sebesar 7,5, sedangkan pada media dengan 100 gram dan 120 gram maggot, masing-masing menunjukkan rata-rata pH sebesar 7,4.

Maggot Black Soldier Fly memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dalam kondisi pH tinggi, sehingga memungkinkan mereka tetap hidup meskipun berada di lingkungan dengan kondisi ekstrem.¹⁷ Oleh sebab itu, media sampah dengan pH sebesar 7 dapat dianggap cocok sebagai lingkungan pertumbuhan karena maggot dapat bertahan hidup di dalamnya.

4. Efektivitas Maggot Black Soldier Fly Sebagai Pengurai Sampah Organik dengan Perlakuan 80 gr, 100 gr, 120 gr

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 120 gram maggot menghasilkan berat kasgot tertinggi, yaitu rata-rata sebesar 2,49 kg, dibandingkan dengan 100 gram (2,31 kg) dan 80 gram (2,28 kg). Hasil uji statistik One Way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p = 0,019$). Selanjutnya, uji Post Hoc Bonferroni menunjukkan bahwa

perbedaan yang signifikan terjadi antara perlakuan 80 gram dan 120 gram ($p = 0,027$), sedangkan perbandingan lainnya tidak signifikan.

Menurut Tomberlin yang dikutip oleh Irene Laksmi Nugrahani, suhu media pertumbuhan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan produksi maggot *Hermetia illucens*. Maggot yang dibudidayakan pada suhu 27°C mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan suhu 30°C. Sementara itu, pada suhu 36°C, maggot tidak mampu bertahan hidup dalam media tersebut.²⁴ Apabila suhu terlalu tinggi, maggot akan meninggalkan sumber makanannya untuk mencari lingkungan yang lebih sejuk. Sebaliknya, jika suhu terlalu rendah, laju metabolisme larva menurun, sehingga asupan makanannya berkurang dan pertumbuhannya menjadi lebih lambat.¹⁷

pH merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi siklus hidup serta kelangsungan hidup maggot *Black Soldier Fly*. Maggot ini memiliki kemampuan untuk bertahan pada pH yang tinggi, sehingga memungkinkan mereka hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrem. *Maggot Black Soldier Fly* mampu bertahan hidup dalam berbagai rentang pH, namun kondisi yang paling ideal untuk pertumbuhan dan reproduksinya biasanya berada pada pH netral, yaitu sekitar 7. Pada tingkat pH ini, maggot dapat menguraikan sampah organik secara efisien tanpa terganggu oleh fluktuasi pH yang ekstrem. Oleh karena itu, media sampah dengan pH 7 dapat dianggap sesuai sebagai tempat hidup dan tumbuh maggot.

Hasil dari penelitian menunjukkan penggunaan *Maggot Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik pasar, ditemukan adanya selisih penurunan berat sampah setelah pemberian maggot. Selisih ini terlihat pada perlakuan dengan jumlah 80 gram dan 120 gram maggot. Hal tersebut disebabkan oleh variasi dalam media sampah organik yang digunakan serta jumlah *Maggot Black Soldier Fly* yang diaplikasikan. Faktor seperti suhu dan pH media sampah organik sangat memengaruhi efektivitas maggot dalam proses penguraian sampah. Oleh sebab itu, perhatian terhadap kondisi lingkungan yang optimal sangat diperlukan agar *Maggot Black Soldier Fly* dapat berkembang dengan baik.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Arveni Nasution et al. Yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan jumlah maggot lebih tinggi memberikan

pengurangan sampah yang lebih efektif. Namun, persentase pengurangan pada penelitian ini, khususnya pada perlakuan 120 gr (75,5 %), lebih tinggi dibandingkan penelitian tersebut yang hanya mencapai 60 %.¹⁹

Selain itu, hasil ini memperkuat studi oleh Mulyono (2021) yang menunjukkan bahwa padat tebar maggot mempengaruhi efisiensi konversi sampah menjadi biomassa. Namun, hasil Post Hoc juga menunjukkan bahwa peningkatan jumlah maggot tidak selalu menghasilkan perbedaan signifikan, terutama antara 100 gr dan 120 gr. Hal ini menandakan adanya batasan biologis terhadap tingkat konsumsi yang optimal.²⁵

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi penurunan berat sampah organik pada seluruh perlakuan. Perlakuan 120 gr menunjukkan efektivitas tertinggi dengan penurunan rata-rata sebesar 75,5 %, diikuti oleh 100 gr sebesar 64,5 % dan 80 gr sebesar 54,88 %.
2. Terdapat perbedaan kuantitas ampas maggot yang dihasilkan dari perlakuan maggot 80 gr, 100 gr, 120 gr. Perlakuan 120 gr menghasilkan rata-rata ampas maggot tertinggi (2,49 gr), hasil uji anova menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p = 0,019$) dan uji post hoc menunjukkan perbedaan signifikan hanya antara 80 gr dengan 120 gr ($p = 0,027$).
3. Hasil pengukuran selama 7 hari yaitu suhu ruangan berkisar $30,3^{\circ}\text{C}$ – $33,4^{\circ}\text{C}$, suhu pada media sampah berkisar 29°C – 34°C , pH pada media sampah yaitu 7,2 – 8, dan kelembaban 60 % - 100 %.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai efektivitas Maggot *Black soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengamati fase pertumbuhan maggot lebih detail serta uji kandungan nutrisi maggot hasil budidaya.
2. Untuk peneliti selanjutnya dapat mencoba variasi jumlah maggot yang digunakan.
3. Pada saat penelitian selalu memperhatikan suhu, pH dan kelembaban agar Maggot dapat menguraikan sampah organik lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. UU/18/2008. UU No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. *Cell* 151, 1–46 (2008).
2. Dobiki, J. Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan Di Pulau Kumo Dan Pulau Kakara Di Kabupaten Halmahera Utara. *J. Spasial Vol. 5*, 220–228 (2018).
3. SIPSAN. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSAN). (2022).
4. SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah. Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. *ACM SIGGRAPH 2010 Pap. - SIGGRAPH '10* 1 (2002).
5. Bestari, S. A., Asparini, D. & R, M. B. Fungsionalisasi Sampah Organik Pasar Tradisional sebagai Bahan Bakar, Pupuk, dan Pakan Ternak Bernilai Ekonomis. *Ipb - Pkm* 1–15 (2011).
6. Aurelia Anggita Putri & Mohamad Mirwan. Peningkatan Protein Black Soldier Fly (BSF) Untuk Pakan Ternak Sebagai Hasil Biokonversi Sampah Makanan. *Insologi J. Sains dan Teknol.* **2**, 496–507 (2023).
7. Putra, Y. & Ariesmayana, A. Efektifitas Penguraian Sampah Organik Maggot (Bsf). *Jurnal* **3**, 11–24 (2020).
8. Kahfi, A. Overview of Waste Management. *Jurisprud. Dep. Law, Fac. Sharia Law* **4**, 12 (2017).
9. Bakti, J., Bangsa, B., Bagaskoro, A. D. & Iskandar, T. Pengolahan sampah rumah tangga organik menjadi pupuk organik di desa sumbersari. **02**, 179–186 (2023).
10. Mustiadi, L., Astuti, S. & Purkuncoro, A. E. *BukuAjarMengubah Sampah Organik dan Anorganik Menjadi Bahan Bakar Pelet Partikel Arang*. Cv Irdh (2019).
11. Alimuddin, S., Sabahannur, S. & Syam, N. Pemanfaatan Berbagai Jenis Mikroorganisme Lokal (Mol) Sebagai Bioaktivator Pada Pengomposan Sampah Rumah Tangga. *AGROTEK J. Ilm. Ilmu Pertan.* **8**, 105–118 (2024).
12. Fricilia, F. F. Sosialisasi Pengelolaan Sampah Organik dan Anorganik Kepada Masyarakat Dalam Upaya Memberdayakan Masyarakat. *J. Pendidik. Luar Sekol.* **15**, 48–57 (2021).
13. Rahmat, A. A. Perbedaan Rasio C / N Kompos Padat Antara Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Aktivator Effective Microorganism 4 (EM4) Dan Micro Organism Local (MOL) Tahun 2014. **4**, (2014).

14. Jurizat, A. Peningkatan Produksi Pupuk Kompos Dari Limbah Sampah Organik Di Desa Kertawangi Menggunakan Teknologi Konsorsium Mikro Organisme Lokal (Mol) Bio Compound. *Lentera Karya Edukasi* **2**, 101–106 (2022).
15. Oktavia, E. & Rosariawari, F. Rancangan Unit Pengembangbiakan Black Soldier Fly (Bsf) Sebagai Alternatif Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga (Review). *Envirous* **1**, 65–74 (2023).
16. Trishuta, P. M., Nur Izzy, S. & Nealma, S. Science and Technology Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Dengan Variasi Jenis Sampah Yang Dikelola Pt. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens). *J. Tambora* **4**, 86–95 (2020).
17. Yuwono, A. S. & Mentari, P. D. *Penggunaan larva (maggot) black soldier fly (BSF) dalam pengolahan limbah organik*. (2018).
18. Izzatusholekha, Jabbar, M. F. A., Rahmawati, R., Salmah & Prasdianto, R. Lalat Tentara Hitam (Black Soldier Fly) Sebagai Pengurai Sampah Organik (Black Soldier Fly As An Organic Waste Decomposer). *Semin. Nas. Pengabdi. Masy. LPPM UMJ* 1–6 (2022).
19. Arveni Nasution, Dwi Fahira & Dr. Pasymi S.T., M. T. Kinerja Maggot Dalam Pendegradasian Sampah Organik: Pengaruh Rasio Maggot-Sampah. *Jfti* **19**, 2–5 (2022).
20. Purwaningrum, P., Pito, P. & Kleden, F. Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Black Soldier Fly (BSF) di Pasar Ikan Modern Muara Baru , Jakarta Utara. **IX**, 10115–10121 (2024).
21. Kasya, Y. M., Putri, F. E. & Siregar, S. A. Efektivitas Larva Maggot (Lalat Tentara Hitam/ Black Soldier Fly) Sebagai Pengurai Sampah Organik Rumah Tangga. *J. Ilmu Kedokt. dan Kesehat.* **10**, 2563–2570 (2023).
22. Hendrawati, L. A., Wijoyo, I. A. & Sabila, S. B. Surabaya melalui budidaya maggot bsf berbasis urban farming community empowerment in kampoeng songo surabaya through maggot bsf cultivation.
23. Syahri, M. Pengaruh Berbagai Media Terhadap Pertumbuhan, Produksi Larva dan Produksi Kasgot Black Solder Fly (Hermetia illucens). *Skripsi, Univ. Medan Area* 1–74 (2023).
24. Adolph, R. Irene, L. N., Farida, F. & Tantalo, S. Pengaruh Berbagai Media Terhadap Suhu Media dan Produksi Maggot. *J. Ris. dan Inov. Peternak.* **2**, 2598– 3060 (2018). **2**, 1–23 (2016).
25. Mangisah, I., Mulyono & Vitus Dwi, Y. *Maggot Bahan Pakan Sumber Protein Untuk Unggas*. *Matakidi.blogspot* (2022).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

1. Penguraian Sampah Organik Menggunakan Maggot

Perlakuan	Blok	Berat sampah + Maggot + Kotak (gr)	Hari Ke						
			1	2	3	4	5	6	7
1 (80 gr maggot)	1	2200	2050	1825	1650	1475	1300	1125	950
	2	2200	2050	1813	1626	1440	1253	1066	880
	3	2200	2100	1818	1636	1455	1273	1091	910
	4	2200	2100	1811	1623	1435	1246	1058	870
2 (100 gr maggot)	1	2220	2050	1785	1570	1355	1140	925	710
	2	2220	2000	1780	1560	1340	1120	900	680
	3	2220	2000	1791	1583	1375	1166	958	750
	4	2220	2100	1783	1566	1350	1133	916	700
3 (120 gr maggot)	1	2240	2100	1755	1510	1265	1020	775	530
	2	2240	2100	1741	1483	1225	966	708	450
	3	2240	2000	1750	1500	1250	1000	750	500
	4	2240	2000	1746	1493	1240	986	733	480

2. Berat sampah setelah diuraikan oleh Maggot

Perlakuan	Blok	Berat Awal Maggot + Sampah + Kotak (gr)	Berat Akhir Maggot + Sampah + Kotak (gr)	Berat Awal Sampah (gr)	Berat Akhir Sampah (gr)
1 (80 gr maggot)	1	2200	1400	2000	950
	2	2200	1300	2000	880
	3	2200	1500	2000	910
	4	2200	1500	2000	870
2 (100 gr maggot)	1	2220	1200	2000	710
	2	2220	1300	2000	680
	3	2220	1200	2000	750
	4	2220	1300	2000	700
3 (120 gr maggot)	1	2240	1100	2000	530
	2	2240	1000	2000	450
	3	2240	1000	2000	500
	4	2240	1200	2000	480

3. Data Kondisi Fisik

Data Kondisi Fisik Media Sampah Organik Perlakuan Maggot 80 gr

Hari	Hasil Pengukuran											
	pH				Suhu (°C)				Kelembaban (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	8	7,8	7,8	8	34	34	34	34	90	80	80	60
2	7,5	7,7	7,5	7,5	32	32	31	32	90	80	80	70
3	7,5	7,4	7,4	7,4	31	31	31	31	90	90	80	70
4	7,4	7,2	7,3	7,6	30	29	31	30	90	90	90	80
5	7,3	7,6	7,5	7,3	31	31	30	30	100	100	100	100
6	7,2	7,5	7,2	7,5	29	29	30	31	100	100	100	100
7	7,2	7,3	7,3	7,3	30	31	31	31	90	100	100	100

Data Kondisi Fisik Media Sampah Organik Perlakuan Maggot 100 gr

Hari	Hasil Pengukuran											
	pH				Suhu (°C)				Kelembaban (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	8	7,8	7,8	8	34	34	34	34	80	80	90	80
2	7,5	7,7	7,5	7,5	33	32	33	31	80	90	90	80
3	7,5	7,4	7,4	7,4	31	31	32	30	90	90	80	90
4	7,4	7,2	7,3	7,6	30	31	31	29	100	90	100	80
5	7,3	7,6	7,2	7,3	30	30	30	30	100	90	80	100
6	7,2	7,2	7,2	7,2	31	30	30	30	100	100	100	90
7	7,2	7,3	7,3	7,3	31	31	33	30	90	100	90	100

Data Kondisi Fisik Media Sampah Organik Perlakuan Maggot 120 gr

Hari	Hasil Pengukuran											
	pH				Suhu (°C)				Kelembaban (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	8	7,8	7,8	7,5	34	34	34	34	80	70	80	70
2	7,5	7,4	7,4	7,4	33	31	33	33	90	70	80	80
3	7,5	7,4	7,4	7,4	31	31	30	31	90	70	90	90
4	7,4	7,2	7,3	7,6	32	31	31	30	80	80	90	100
5	7,3	7,6	7,2	7,3	34	30	30	31	100	80	100	90
6	7,2	7,2	7,2	7,2	32	30	30	30	90	80	80	100
7	7,2	7,3	7,3	7,3	34	30	29	31	100	90	100	100

LAMPIRAN 2

Dokumentasi Penelitian

1. Alat dan bahan



Bak Plastik



Timbangan



Timbangan Analitik



Termometer



Soiltester



Handscoon



Sampah Organik



Maggot BSF

2. Proses Penelitian



Proses pengumpulan bahan



Sampah organik



Penimbangan berat sampah



Penimbangan berat maggot



**Memasukkan sampah organik
dan maggot ke dalam wadah**



Pengukuran suhu ruangan



Pengukuran suhu



Pengukuran kelembaban



Pengukuran pH

LAMPIRAN 3

Descriptives					
		perlakuan maggot (80 gr, 100 gr, 120 gr)	Statistic	Std. Error	
hasil kasgot (kg)	80	Mean	2.2750	.02901	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.1827	
			Upper Bound	2.3673	
		5% Trimmed Mean	2.2750		
		Median	2.2750		
		Variance	.003		
		Std. Deviation	.05802		
		Minimum	2.22		
		Maximum	2.33		
		Range	.11		
		Interquartile Range	.10		
		Skewness	.000	1.014	
		Kurtosis	-5.706	2.619	
	100	Mean	2.3075	.07273	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.0760	
			Upper Bound	2.5390	
		5% Trimmed Mean	2.3033		
		Median	2.2700		
		Variance	.021		
		Std. Deviation	.14546		
		Minimum	2.19		
		Maximum	2.50		
		Range	.31		
		Interquartile Range	.27		
		Skewness	.932	1.014	
		Kurtosis	-.854	2.619	
	120	Mean	2.4925	.01843	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.4339	
			Upper Bound	2.5511	
		5% Trimmed Mean	2.4922		
		Median	2.4900		
		Variance	.001		
		Std. Deviation	.03686		
		Minimum	2.45		
		Maximum	2.54		
		Range	.09		
		Interquartile Range	.07		
		Skewness	.404	1.014	
		Kurtosis	1.591	2.619	

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
perlakuan maggot (80 gr, 100 gr, 120 gr)		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
hasil kasgot (kg)	80	.281	4	.	.812	4	.126
	100	.270	4	.	.880	4	.339
	120	.277	4	.	.939	4	.647

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil kasgot (kg)	Based on Mean	5.067	2	9	.034
	Based on Median	3.708	2	9	.067
	Based on Median and with adjusted df	3.708	2	3.701	.131
	Based on trimmed mean	5.047	2	9	.034

ANOVA

hasil kasgot (kg)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.110	2	.055	6.382	.019
Within Groups	.078	9	.009		
Total	.188	11			

POST HOC TESTS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: hasil kasgot (kg)

Bonferroni

(I) perlakuan maggot (80 gr, 100 gr, 120 gr)	(J) perlakuan maggot (80 gr, 100 gr, 120 gr)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
80	100	-.03250	.06568	1.000	-.2252	.1602
	120	-.21750*	.06568	.027	-.4102	-.0248
100	80	.03250	.06568	1.000	-.1602	.2252
	120	-.18500	.06568	.060	-.3777	.0077
120	80	.21750*	.06568	.027	.0248	.4102
	100	.18500	.06568	.060	-.0077	.3777

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

LAMPIRAN 4



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Padang
Jalan Simpang Pondok Kopi, Pangasinan
Padang, Sumatera Barat 25146
☎ 0751 1038122
🌐 <https://www.poltekkes-pdg.ac.id>

Nomor : PP.03.01/F.XXXX/2605/2025
Lamp : -
Perihal : Izin Penelitian

Padang, 22 Mei 2025

Kepada Yth.
Pemilik Usaha Budi Daya Maggotfly
Tabing Banda Gadang Kota Padang

Sesuai dengan tuntutan Kurikulum Jurusan Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan Politeknik Kesehatan Padang, Mahasiswa Tingkat Akhir Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan diwajibkan untuk membuat suatu penelitian berupa Skripsi, lokasi penelitian mahasiswa tersebut adalah di tempat yang Bapak/ Ibu Pimpin.

Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon kesediaan Bapak/ Ibu untuk dapat memberi izin mahasiswa kami untuk melakukan penelitian. Adapun mahasiswa tersebut adalah :

Nama	: Syawira Zahran Putri
NIM	: 211210577
Judul Penelitian	: Efektivitas Maggot Black Soldier Fly Sebagai Pengurai Sampah Organik
Tempat Penelitian	: Usaha Budi Daya Maggotfly
Waktu	: 22 Mei s.d. 22 Agustus 2025

Demikianlah kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya Bapak/ Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur Kemenkes Poltekkes Padang,



RENIDAYATI, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa

Kementerian Kesehatan telah menerbitkan surat pengesahan digital dan tanda tangan elektronik (TTE) yang dapat diverifikasi menggunakan aplikasi HAKO KEMENKES1500567 dan Untuk verifikasi arsip digital elektronik, silakan unggah dokumen pada <https://iba.kemkes.go.id/verifyPDF>.



Dokumen ini telah diterbitkan secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Badan Penyelenggara Sertifikasi Elektronik (B2-E), Badan Sertifikasi Elektronik.

LAMPIRAN 5



Kemenkes

Kementerian Kesehatan
Poltekkes Padang

Jalan Sisingaung Pondok Rapi, Haraujatin,
Padang, Sumatera Barat 25146
(0754) 2038128
<https://poltekkes-pdg.ac.id>

**PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG**

Nama : Syavira Zahraani Putri
NIM : 211210577
Pembimbing Utama : Mukhlis, M.T
Judul : Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik

No.	Tanggal	Kegiatan atau Saran Pembimbing	Tanda tangan
1.	16 Juni 2025	Konsultasi BAB IV	
2.	17 Juni 2025	Perbaikan BAB IV	
3.	18 Juni 2025	Konsultasi BAB IV	
4.	18 Juni 2025	Perbaikan BAB IV	
5.	19 Juni 2025	Konsultasi BAB V	
6.	20 Juni 2025	Perbaikan BAB V	
7.	24 Juni 2025	Konsultasi Abstrak	
8.	26 Juni 2025	Perbaikan Abstrak dan ACC keseluruhan isi	

Menyetujui,
Ketua Prodi Sarjana
Terapan Sanitasi Lingkungan



Dr. Aidil Onasis, SKM, M.Kes
NIP. 19721106 199503 1 001

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi, silakan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500587 dan <https://halo.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman <https://ha.kemkes.go.id/verifyPDF>.



PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG

Nama : Syavira Zahran Putri
NIM : 211210577
Pembimbing Pendamping : Rahmi Hidayanti, SKM,M.Kes
Judul : Efektivitas Maggot *Black Soldier Fly* sebagai pengurai sampah organik

No.	Tanggal	Kegiatan atau Saran Pembimbing	Tanda tangan
1.	17 Juni 2025	Konsultasi BAB IV	
2.	17 Juni 2025	Perbaikan BAB IV	
3.	18 Juni 2025	Konsultasi BAB IV	
4.	18 Juni 2025	Perbaikan BAB IV	
5.	19 Juni 2025	Konsultasi BAB V	
6.	20 Juni 2025	Perbaikan BAB V	
7.	24 Juni 2025	Konsultasi Abstrak	
8.	26 Juni 2025	Perbaikan Abstrak dan ACC keseluruhan isi	

Menyetujui,
Ketia Prodi Sarjana
Terapan Sanitasi Lingkungan


Dr. Aidil Onasis, SKM, M.Kes
NIP. 197211061995031001

LAMPIRAN 6

Padang, 20 Mei 2025

Hal : Izin Peminjaman Alat Laboratorium

Kepada Yth :

Bapak Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Padang

Di Tempat

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan :

Syavira Zahrani Putri

Dengan ini mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk dapat menggunakan Alat Laboratorium Kesehatan Lingkungan (Alat – alat terlampir) untuk Penelitian Proposal Skripsi pada tanggal 20 Mei 2025- 27 Mei 2025, segala sesuatu menyebabkan kerusakan atau kehilangan alat menjadi tanggung jawab peminjam.

Demikianlah surat permohonan ini saya sampaikan, semoga Bapak/Ibu berkenan. Atas perhatian Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

Hormat Saya,



Syavira Zahrani Putri
211210577

Dosen Pembimbing



Mukhlis, MT
19680304 199203 1 003

LAMPIRAN 7

