

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH IKAN PADA
PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*
(MAGGOT)**

Disusun dan diajukan oleh:

**NURNISA
D131 19 1011**



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



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH IKAN PADA PROSES BIOKONVERSI LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (*MAGGOT*)

Disusun dan diajukan oleh

Nurnisa
D131191011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 26 September 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



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

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Nurnisa
NIM : D131191011
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Pengaruh Penambahan Limbah Ikan Pada Proses Biokonversi
Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)

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

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

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

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

Gowa, 10 Oktober 2023

Yang Menyatakan


Nurnisa



ABSTRAK

NURNISA. *Studi Pengaruh Penambahan Limbah Ikan Pada Proses Biokonversi Larva Black Soldier Fly (Maggot)* (dibimbing oleh Asiyanthi T. Lando dan Hardianti Alimuddin)

Kegiatan industri pengolahan ikan menghasilkan limbah karena yang diambil dan dimanfaatkan oleh manusia hanya daging ikan sementara kepala, jeroan (isi perut), duri, dan kulit ikan dibuang. Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran bau yang menyengat karena proses dekomposisi dari protein ikan dan dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia. Selain itu, juga dapat menyebabkan eutrofikasi pada perairan.

Terdapat beberapa upaya dalam memanfaatkan limbah perikanan, di antaranya yaitu pembuatan menjadi tepung ikan, pembuatan kolagen, pembuatan gelatin, dan pengolahan limbah ikan dengan memanfaatkan larva BSF dengan metode biokonversi. Metode biokonversi menggunakan larva BSF merupakan metode inovatif yang berkelanjutan untuk mereduksi sampah organik dengan efisiensi 55-80%. Residu yang dihasilkan dari metode ini dapat menghasilkan kompos yang lebih baik daripada pupuk yang berasal dari kotoran hewan atau residu tanaman.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah ikan terhadap pertumbuhan larva BSF, tingkat keberhasilan hidup larva BSF, dan reduksi sampah oleh larva BSF.

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian dilakukan selama 14 hari. Terdapat 4 variasi pada penelitian ini, yaitu 100% sampah organik (R1), 97% sampah organik dan 3% jeroan ikan (R2), 95% sampah organik dan 5% jeroan ikan (R3), dan 93% sampah organik dan 7% jeroan ikan (R4).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan larva paling baik yaitu pada R2 dan R3 dengan panjang larva 1.77 cm dan berat larva 0.233 gram. Kemudian untuk tingkat keberhasilan hidup larva paling tinggi pada R1 yaitu 96.4%. Sedangkan untuk persentase reduksi sampah paling tinggi pada R3 yaitu 95.4%.

Kata Kunci: Limbah Ikan, Larva BSF, Biokonversi



ABSTRACT

NURNISA. *Study of The Effect of Addition Fish Waste on the Bioconversion Process of Black Soldier Fly Larvae (Maggot)* (supervised by Asiyanthi T. Lando and Hardianti Alimuddin)

Fish processing industry activities produce waste because humans use only fish meat while the head, viscera (offal), thorns, and fish skin are discarded. Fish waste if not managed properly will cause pollution of pungent odors due to the decomposition process of fish protein and can be a source of disease for humans. In addition, it can also cause eutrophication of water.

There are several methods to utilize fish waste, including producing fishmeal, producing collagen, producing gelatin, and processing fish waste by utilizing BSF larvae with bioconversion method. The bioconversion method using BSF larvae is an innovative and sustainable method to reduce organic waste with an efficiency of 55-80%. The residue generated from this method can produce compost that is better than fertilizers derived from animal manure or crop residues.

This study aimed to determine the effect of adding fish waste on BSF larvae growth, and BSF larvae survival rate, and waste reduction by BSF larvae.

This type of research uses experimental methods. The study was conducted for 14 days. There are 4 variations in this study, namely 100% organic waste (R1), 97% organic waste and 3% fish offal (R2), 95% organic waste and 5% fish offal (R3), and 93% organic waste and 7% fish offal (R4).

The results showed that the best larva growth is at R2 and R3 with a larva length of 1.77 cm and a larva weight of 0.233 grams. Then the highest survival rate of larvae at R1 was 96.4%. As for the waste reduction is highest on R3, which is 95.4%.

Keywords: Fish Waste, BSF larvae, Bioconversion



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Sampah.....	6
2.2 Penggolongan Sampah.....	6
2.3 Sumber Sampah	7
2.4 Sampah Organik Pasar	9
2.5 Limbah Ikan	9
2.6 <i>Black Soldier Fly</i>	11
2.7 Siklus Hidup <i>Black Soldier Fly</i>	12
2.8 Biokonversi Limbah dengan Larva <i>Black Soldier Fly</i>	17
2.9 Uji Statistik	19
2.10 Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	31
3.4 Tahap Pengumpulan Data	32
3.5 Analisis Data	34
3.6 Bagan Alir Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pertumbuhan Larva BSF.....	39
4.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Larva BSF	45
4.3 Tingkat Keberhasilan Hidup Larva BSF.....	57
4.4 Reduksi Sampah Organik.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
5.3 DAFTAR PUSTAKA	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidup <i>Black Soldier Fly</i>	13
Gambar 2. Jenis Statistik Untuk Analisis Data	19
Gambar 3. Lokasi Penelitian	25
Gambar 4. Wadah Penelitian.....	26
Gambar 5. Ayakan	26
Gambar 6. Timbangan Digital.....	27
Gambar 7. Pinset	27
Gambar 8. Penggaris	27
Gambar 9. Mesin Pencacah.....	28
Gambar 10. Pisau	28
Gambar 11. <i>Thermometer</i> HTC-2.....	28
Gambar 12. <i>Thermometer Soil</i>	29
Gambar 13. Larva BSF	29
Gambar 14. Sampah Organik Pasar	30
Gambar 15. Jeroan Ikan	30
Gambar 16. Pengambilan Pakan Larva.....	32
Gambar 17. Proses Pencacahan Pakan Larva	32
Gambar 18. Desain Kandang BSF	33
Gambar 19. Tampilan Aplikasi IBM SPSS Statistic.....	35
Gambar 20. Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 21. Panjang Larva BSF Pada Setiap Reaktor	39
Gambar 22. Berat Larva BSF Pada Setiap Reaktor	40
Gambar 23. Pertumbuhan Larva Selama Penelitian	42
Gambar 24. Tingkat Keasamaan (pH) Setiap Reaktor (a) Reaktor 1, (b) Reaktor 2, (c) Reaktor 3, (d) Reaktor 4	47
Gambar 25. Suhu Setiap Reaktor (a) Reaktor 1, (b) Reaktor 2, (c) Reaktor 3, (d) Reaktor 4.....	49
Gambar 26. Suhu Lingkungan Selama Penelitian.....	51
Gambar 27. Jumlah Larva Pada Setiap Reaktor di Akhir Penelitian	57
Gambar 28. Tingkat Keberhasilan Hidup Larva Pada Setiap Reaktor.....	57
Gambar 29. Reduksi Sampah Organik Pada Tiap Reaktor	61
Gambar 30. Persentase Reduksi Sampah Organik Pada Setiap Reaktor	61
Gambar 31. <i>Waste Reduction Index</i> Pada Setiap Reaktor.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Beberapa Jenis Ikan	10
Tabel 2. Klasifikasi Koefisien Korelasi	22
Tabel 3. Penelitian Terdahulu	22
Tabel 4. Komposisi Pakan Larva BSF	31
Tabel 5. Uji Normalitas Panjang Larva BSF	42
Tabel 6. Mean Rank Panjang Larva	43
Tabel 7. Uji Kruskal-Wallis Pada Panjang Larva	43
Tabel 8. Uji Normalitas Berat Larva BSF.....	44
Tabel 9. Mean Rank Berat Larva	45
Tabel 10. Uji Kruskal-Wallis Pada Berat Larva	45
Tabel 11. Tingkat Keasamaan (pH) Pada Setiap Reaktor.....	46
Tabel 12. Suhu Pada Setiap Reaktor	48
Tabel 13. Suhu Lingkungan Selama Penelitian	50
Tabel 14. Uji Normalitas pH Reaktor	52
Tabel 15. Mean Rank pH Reaktor.....	52
Tabel 16. Uji Kruskal-Wallis Pada pH Reaktor.....	52
Tabel 17. Uji Normalitas Suhu Reaktor	53
Tabel 18. Mean Rank Suhu Reaktor	54
Tabel 19. Uji Kruskal-Wallis Pada Suhu Reaktor	54
Tabel 20. Uji Spearman's rho pH dengan Panjang Larva.....	55
Tabel 21. Uji Spearman's rho Suhu dengan Panjang Larva	55
Tabel 22. Uji Spearman's rho pH dengan Berat Larva.....	56
Tabel 23. Uji Spearman's rho Suhu dengan Berat Larva.....	56
Tabel 24. Mean Rank <i>Survival Rate</i>	60
Tabel 25. Uji Kruskal-Wallis Pada <i>Survival Rate</i>	60
Tabel 26. Reduksi Sampah Organik Pada Setiap Reaktor	61
Tabel 27. <i>Waste Reduction Index</i> Pada Setiap Reaktor	63
Tabel 28. Uji Normalitas Reduksi Sampah.....	64
Tabel 29. Uji Homogenitas Reduksi Sampah	65
Tabel 30. Mean Rank Reduksi Sampah	65
Tabel 31. Uji One Way Anova Pada Reduksi Sampah.....	66
Tabel 32. Uji Spearman's rho Pada Panjang Larva dengan Reduksi Sampah.....	66
Tabel 33. Uji Spearman's rho Pada Berat Larva dengan Reduksi Sampah.....	67
Tabel 34. Uji Spearman's rho Pada <i>Survival Rate</i> dengan Reduksi Sampah	68



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
BPTP	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
KKP	Kementerian Kelautan dan Perikanan
SR	<i>Survival Rate</i>
WRI	<i>Waste Reduction Index</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Persiapan Media Pakan Larva BSF	77
Lampiran 2 Kondisi Reaktor Selama Penelitian	84



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir Laporan dengan judul “Studi Pengaruh Penambahan Limbah Ikan Pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi dan meraih gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin dan tentunya dengan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM. selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim S.T., M.T. selaku Kepala Lab Riset Sanitasi dan Persampahan
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
6. Ibu Hardianti Alimuddin, S.T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terimakasih kepada Ibu Sumiati, Pak Olan dan Kak Tami sebagai staf S1 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis selama perkuliahan



8. Bapak Amin selaku penanggung jawab TPS 3R Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang membantu penulis selama penelitian
9. Teman-teman seperjuangan maggot Danti, Shanin, Viona, dan Thalia yang telah membantu dan kebersamai penulis dari persiapan penelitian hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
10. Teman-teman dekat penulis Ila, Adnin, Fika, Jihan, Arba, Mawaddah, Atika, dan Dhea yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis
11. Teman-teman PORTLAND 2020 yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan
12. Teman-teman Kabinet Rekonstruksi HMTL FT-UH yang telah membantu dan kebersamai penulis selama masa perkuliahan
13. Teman-teman Teknik Lingkungan 2019 yang membantu dan mendukung penulis selama masa penelitian
14. Semua pihak yang namanya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima banyak atas bantuan dan dukungan yang diberikan

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan ilmu dan manfaat terhadap pembaca.

Gowa, 20 Juli 2023

Penulis



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) pada tahun 2020 menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan 17.499 pulau dan memiliki luas lautan mencapai 3,25 juta km². Berdasarkan hal tersebut, Indonesia memiliki potensi di sektor kelautan dan perikanan yang sangat besar. KKP (2022) menyebutkan bahwa jumlah produksi perikanan tangkap di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 6,1 juta ton dan pada tahun 2019 mencapai hingga 7,8 juta ton.

Perekonomian masyarakat pesisir banyak terbantu oleh produksi hasil olahan perikanan. Tumbuhnya industri pengolahan ikan, dari skala kecil hingga industri dengan skala besar di Indonesia berasal dari potensi sumber daya ikan yang berlimpah. Kegiatan industri pengolahan ikan selalu menghasilkan limbah karena yang diambil dan dimanfaatkan oleh manusia hanya daging ikan sementara kepala, jeroan (isi perut), duri, dan kulit ikan dibuang. Bagian ikan yang dibuang ini disebut dengan limbah ikan (Apriani, dkk, 2023).

Dalam salah satu industri pengolahan ikan, yaitu industri pengolahan ikan patin di Provinsi Riau dihasilkan limbah ikan yang cukup banyak yaitu sekitar 67% dari total ikan patin. Berdasarkan data dari Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Riau tahun 2008 bahwa jumlah produksi ikan patin tahun 2007 mencapai 1.751,3 ton. Sehingga dalam satu tahun, limbah industri ikan patin dapat mencapai lebih dari 1.000 ton untuk provinsi riau (Harahap, dkk, 2013). Selain itu, limbah ikan diperkirakan memiliki proporsi 37,9% dari total bahan baku yang terdiri dari bagian kepala sekitar 12,0%; tulang 11,7%; sirip 3,4%; kulit 4,0%; duri 2,0%; bagian isi perut sekitar 4,8% turut serta di dalamnya gelembung renang, hati, dan gonad (Nurhayati, 2009).

Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran

; menyengat karena proses dekomposisi dari protein ikan. Penyebab a bau busuk pada limbah ikan adalah karena terjadi proses penguraian maupun hasil-hasil peruraian protein dalam proses autolisis serta substansi-



substansi non nitrogen oleh bakteri. Proses ini menghasilkan pecahan-pecahan protein sederhana dan berbau busuk seperti H_2S , amonia dan lain-lain (Pane, 2016). Selanjutnya Harahap (2013) menjelaskan bahwa kandungan amonia yang tinggi dalam air sungai dapat berasal dari pembusukan protein hewan dan tanaman, ataupun dalam kotorannya. Selain itu dapat terbentuk dari sisa rabuk atau pupuk yang mengandung amonia atau senyawanya. Hal tersebut dapat menjadi sumber penyakit terhadap manusia yang ditularkan lewat lalat misalnya diare. Selain bau yang menyengat dan dapat menimbulkan penyakit, limbah perikanan yang berada di perairan juga dapat menyebabkan eutrofikasi karena limbah ikan mengandung nutrien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan ganggang, menyebabkan organisme air mati, dan dapat menyebabkan pendangkalan (Wicaksono, 2022).

Pemanfaatan limbah ikan menjadi suatu produk akan mengurangi pencemaran lingkungan serta dapat meningkatkan nilai tambah hasil perikanan (Atma, 2016). Terdapat beberapa upaya dalam memanfaatkan limbah perikanan, di antaranya yaitu pembuatan menjadi tepung ikan, pembuatan kolagen, pembuatan gelatin, dan menjadikan limbah ikan sebagai pakan untuk budidaya maggot BSF. Berdasarkan penelitian Nurhayati (2009) limbah perikanan memiliki nilai tambah yang tinggi karena dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kolagen. Limbah perikanan ini menghasilkan kolagen dengan rendemen yang bervariasi antara 11-63%. Penggunaan kolagen pada industri telah meluas khususnya pada bidang medis, pangan, farmasi, dan kosmetik. Selain itu, nutrien yang terdapat pada limbah ikan seperti C-organik, Nitrogen, Fosfor, dan Kalium berperan penting dalam penyusunan komponen kompos sehingga dapat dimanfaatkan menjadi kompos (Apriani, dkk, 2023).

Limbah ikan merupakan salah satu jenis limbah padat yang termasuk dalam sampah sisa makanan. Sampah sisa makanan (*food waste*) merupakan isu global yang sedang menjadi pusat perhatian di dunia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah sisa makanan terbanyak di dunia. Sebagaimana yang

diungkapkan oleh Economist Intelligence Unit (EIU) pada tahun 2016 bahwa Indonesia merupakan negara yang berada di peringkat kedua dari 25 negara sebagai



penghasil *food waste* terburuk setelah Saudi Arabia dengan jumlah *food waste* yang mencapai 300 kg per orang per tahun dari total 1,3 miliar ton *food waste* di dunia.

Selain itu, merujuk pada Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2020) bahwa timbulan sampah di Kota Makassar mencapai 363,8 ton dengan komposisi sampah yaitu 58,4% sampah sisa makanan, 8,34% sampah kertas/karton, 21,5% sampah plastik, 6,8% sampah logam, 2,9% sampah kain, dan 2% sampah kaca. Dari data di atas akan diperoleh timbulan sampah sisa makanan yang sangat besar apabila langsung dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Untuk meminimalisir timbulan sampah di TPA, maka diperlukan metode pengolahan sampah.

Salah satu metode pengolahan sampah organik yaitu dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* (BSF). Larva BSF atau biasa disebut dengan maggot mampu menguraikan berbagai sampah organik, seperti sampah buah-buahan, sampah sayuran, sisa makanan, kotoran hewan, serta tulang dan daging hewan. Larva BSF merupakan metode inovatif yang berkelanjutan untuk mereduksi sampah organik dengan efisiensi 55-80%. (Buana & Alfiah, 2021). Hasil dari degradasi menggunakan larva BSF dapat menghasilkan kompos yang lebih baik daripada pupuk yang berasal dari kotoran hewan atau residu tanaman (Diener, 2010).

Larva BSF memiliki kemampuan yang baik untuk mendegradasi sampah organik diindikasikan oleh kandungan nutrisi dari larva BSF tersebut. Kualitas nutrisi yang diberikan kepada larva BSF pada saat budidaya menjadi sangat penting karena berpengaruh terhadap ukuran dan masa tubuh dari larva BSF yang dihasilkan. Hal tersebut memungkinkan untuk memaksimalkan produksi telur yang berkesinambungan dalam budidaya BSF (Widyastuti, 2021). Selain itu, larva BSF merupakan alternatif pakan hewan ternak karena memiliki nilai gizi yang baik. Larva ini memiliki kadar protein berkisar antara 30-36% sehingga dapat dikatakan bahwa larva BSF bernilai ekonomis sebagai pakan hewan (Yuwono, 2018).

Penelitian Apriani, dkk pada tahun 2023 menyatakan bahwa penambahan limbah ikan dapat mereduksi sampah organik dan menambah biomassa larva BSF.

belum didapatkan kombinasi sampah yang cocok untuk mencapai tujuan mereduksi sampah dan biomassa larva yang optimum. Berdasarkan data di atas maka diperlukan pengolahan limbah ikan dengan salah satu



caranya yaitu mengkombinasikan limbah ikan dengan jenis sampah organik sebagai media pakan larva BSF. Atas dasar inilah dipilih judul sebagai tugas akhir: "**Studi Pengaruh Penambahan Limbah Ikan Pada Proses Biokonversi Larva *Black Soldier Fly* (Maggot)**".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

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

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat ditarik tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh jenis media (sampah organik dan campuran sampah organik dengan limbah ikan) terhadap pertumbuhan larva *Black Soldier Fly* (BSF).
2. Untuk mengetahui pengaruh jenis media (sampah organik dan campuran sampah organik dengan limbah ikan) terhadap tingkat keberhasilan hidup larva *Black Soldier Fly* (BSF).
3. Untuk mengetahui persentase reduksi sampah yang dapat diperoleh dengan metode biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly* (BSF).



Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai

1. Bagi Penulis

Sebagai pemenuhan syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 (S1) dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

2. Bagi Universitas

Sebagai tambahan arsip jumlah penelitian dan referensi bagi para peneliti selanjutnya, khususnya terkait Pengolahan Persampahan.

3. Bagi Masyarakat

Sebagai bahan bacaan untuk menambah pengetahuan masyarakat mengenai pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* atau biasa disebut 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. Sampah yang digunakan sebagai sampel adalah sampah organik yang merupakan hasil dari aktifitas Pasar Terong. Jenis sampah organik yang digunakan yaitu sampah sayur dan sampah buah.
2. Limbah ikan yang digunakan sebagai sampel berupa jeroan (isi perut) yang merupakan hasil dari aktifitas Pasar Katangka. Jenis ikan yang digunakan yaitu Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)
3. Uji coba pengolahan sampah organik menggunakan larva BSF berumur 7 hari. Larva BSF diperoleh dari Bank Sampah Paccerakkang. Larva BSF yang digunakan sebanyak 500 ekor pada setiap perlakuan
4. Total berat sampah pada setiap perlakuan yaitu 1000 gram
5. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan selama 14 hari di TPS 3R Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Berdasarkan Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dijelaskan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Adapun dalam SNI 19-2454-2002 tentang Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan dijelaskan sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sedangkan World Health Organization (WHO) mengartikan *waste* atau sampah sebagai sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, ataupun sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya.

2.2 Penggolongan Sampah

Penggolongan sampah yang sering digunakan di Indonesia antara lain adalah sebagai berikut (Damanhuri, 2010):

1. Sampah organik atau sampah basah, yang terdiri dari atas daun-daunan, kayu, kertas, karton, tulang, sisa-sisa makanan ternak, sayur, buah, dan sebagainya.
2. Sampah anorganik atau sampah kering yang terdiri atas kaleng, plastik, besi, logam, gelas, dan lain sebagainya.

Selain itu, jenis sampah atau yang dianggap sejenis sampah di negara industri dikelompokkan berdasarkan sumbernya, antara lain (Damanhuri, 2010):

1. Permukiman, biasanya berupa rumah atau apartemen. Jenis sampah yang berasal dari permukiman yaitu sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, logam, barang bekas rumah tangga, limbah berbahaya, dan sebagainya.
2. Daerah komersial, meliputi pertokoan, rumah makan, pasar, perkantoran, hotel, dan sebagainya. Jenis sampah yang berasal dari daerah komersial yaitu kertas, plastik, kayu, sisa makanan, kaca, logam, limbah berbahaya dan lain-lain.



3. Institusi, meliputi sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan, dan lain-lain. Jenis sampah berasal dari institusi sama dengan jenis sampah pada daerah komersial.
4. Konstruksi dan pembongkaran bangunan, meliputi pembuatan konstruksi baru, perbaikan jalan, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain kayu, baja, beton, debu, dan lain-lain.
5. Fasilitas umum, meliputi penyapuan jalan, taman, pantai, tempat rekreasi, dan lain-lain. Jenis sampah yang berasal dari fasilitas umum yaitu *rubbish*, sampah taman, ranting, daun, dan lain-lain.
6. Pengolahan limbah domestik seperti instalasi pengolahan air minum, instalasi pengolahan air limbah, dan incinerator. Jenis sampah yang ditimbulkan berupa lumpur hasil pengolahan, debu, dan lain-lain.
7. Kawasan industri, jenis sampah yang ditimbulkan berupa sisa proses produksi, buangan non industri, dan lain-lain,
8. Pertanian, jenis sampah yang dihasilkan berupa sisa makanan busuk dan sisa pertanian.

2.3 Sumber Sampah

Menurut Damanhuri (2010) sumber sampah secara praktis dibagi menjadi dua (2) kelompok, yaitu:

1. Sampah dari permukiman atau sampah rumah tangga
2. Sampah dari non-permukiman yang sejenis sampah rumah tangga, seperti dari pasar, daerah komersil, dan sebagainya.

Sampah dari kedua jenis sumber ini dikenal sebagai sampah domestik, sedangkan sampah non-domestik adalah sampah atau limbah padat yang bukan sejenis sampah rumah tangga, misalnya limbah atau sisa dari proses industri. Sedangkan sumber sampah perkotaan dapat dibagi berdasarkan:

1. Permukiman atau rumah tangga
2. Pasar
 atau komersial seperti pertokoan
 atau perkantoran
 dan restoran



6. Kegiatan dari institusi seperti industri, rumah sakit, untuk sampah yang sejenis sampah permukiman
7. Penyapuan jalan
8. Taman-taman

Selain itu, menurut Gilbert (1996) sumber-sumber sampah terbagi atas beberapa bagian, yaitu:

1. Sampah dari permukiman penduduk

Sampah pada suatu permukiman dihasilkan oleh suatu keluarga yang tinggal di suatu bangunan. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya merupakan sampah organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, plastik, dan lainnya.

2. Sampah dari tempat-tempat umum dan perdagangan

Tempat-tempat umum merupakan tempat orang-orang berkumpul dan melakukan kegiatan. Tempat-tempat tersebut mempunyai potensi yang besar dalam memproduksi sampah, termasuk tempat perdagangan seperti toko dan pasar. Jenis sampah yang dihasilkan umumnya berupa sisa makanan, sampah kering, plastik, kaleng, abu, kertas, dan lainnya.

3. Sampah dari sarana pelayanan masyarakat milik pemerintah

Tempat-tempat seperti pantai, masjid, rumah sakit, bioskop, perkantoran, dan sarana pemerintah lainnya biasa menghasilkan sampah kering dan sampah basah.

4. Sampah dari kegiatan industri

Dalam kegiatan industri, baik yang termasuk distribusi ataupun proses produksi suatu bahan mentah biasanya menghasilkan sampah basah, sampah kering, abu, sisa bahan bangunan, dan lainnya.

5. Sampah pertanian

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



2.4 Sampah Organik Pasar

Sebagaimana yang tercantum pada SNI 3242:2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman bahwa sampah organik merupakan sampah yang mudah membusuk terdiri dari sisa makanan, sisa sayuran, kulit buah lunak, daun-daunan, dan rumput. Sampah yang mudah membusuk adalah sampah yang mudah terdekomposisi karena aktivitas mikroorganisme. Sehingga pengelolaannya menghendaki kecepatan, baik dalam pengumpulan, pembuangan, serta pengangkutannya. Pembusukan sampah organik ini dapat menghasilkan bau busuk karena disebabkan oleh gas ammonia dan asam-asam volatil lainnya. Selain itu, dihasilkan gas-gas hasil dekomposisi, seperti gas metan dan sejenisnya yang dapat membahayakan keselamatan jika tidak diolah dengan baik (Damanhuri, 2010).

Sampah pasar merupakan sisa dari berbagai macam sayur-sayuran dan buah-buahan yang telah disortir karena sudah tidak layak jual. Adanya aktivitas jual beli antara pedagang dan pembeli secara tidak langsung menyebabkan adanya timbulan sampah yang cukup besar di pasar tersebut setiap harinya. Sampah pasar akan terus bertambah dan menjadi masalah setiap hari bagi pengelolaan sampah jika hanya mengandalkan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa adanya proses pengolahan yang dilakukan sebelumnya. Keadaan ini akan menyebabkan lahan TPA cepat penuh dan kurang efektif untuk jangka panjang karena ketersediaan lahan TPA semakin terbatas (Nirmala, 2020).

Pernyataan di atas didukung oleh data Kementerian Negara Lingkungan Hidup tahun 2014 bahwa tingkat pengelolaan sampah pasar masih jauh di bawah tingkat pengelolaan sampah permukiman, Tingkat pengelolaan sampah permukiman mencapai 16,7 juta ton/tahun sedangkan tingkat pengelolaan sampah pasar hanya mencapai 7,7 juta ton/tahun.

2.5 Limbah Ikan

Perikanan adalah salah satu sektor yang diandalkan demi pembangunan Indonesia semakin maju di masa depan karena sektor perikanan memiliki potensi kontribusi dalam pemenuhan gizi masyarakat Indonesia. Produk hasil perikanan mengandung protein yang tinggi dan merupakan bahan makanan yang dikonsumsi masyarakat (Widyasari, 2013).



Tabel 1. Komposisi Beberapa Jenis Ikan

Komposisi	Satuan	Jenis Ikan				
		Tawas	Mas	Kakap	Lemuru	Bandeng
Air	%	66	80	77	76	74
Protein	%	19	16	20	20	20
Lemak	%	13	2	0.7	3	4.8
Kalsium	mg/100 g	48	20	20	20	20
Besi	mg/100 g	0.4	2	1	1	2
Fosfor	mg/100 g	150	150	200	100	150
Vitamin A	SI	150	150	30	100	150
Vitamin B	mg/100 g	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05

Sumber: Muchtadi, dkk, 2010

Pada proses produksinya, industri pengolahan perikanan menghasilkan limbah dalam jumlah yang banyak. Limbah perikanan terdiri dari limbah cair dan limbah padat. Limbah cair berupa darah, lendir, dan lemak, sedangkan limbah padat berupa kepala, sirip, kulit, tulang, dan sisik. Limbah tersebut diperkirakan memiliki proporsi 37,9% dari total bahan baku yang terdiri dari bagian kepala sekitar 12,0%; tulang 11,7%; sirip 3,4%; kulit 4,0%; duri 2,0%; bagian isi perut sekitar 4,8% turut serta di dalamnya gelembung renang, hati, dan gonad (Nurhayati, 2009).

Besarnya jumlah limbah padat perikanan tergantung pada jenis ikan dan metode preparasinya. Tuna dan cakalang merupakan jenis ikan pelagis besar yang menyisakan limbah padat dalam jumlah yang cukup besar. Limbah dari ikan tuna utuh mempunyai rendemen sebagai berikut: bagian daging 57,15%; kulit 4,9%; kepala 9,8%; tulang 23,90%; dan isi perut 14,25% (Nurhayati, 2009). Sedangkan menurut Damongilala (2021) bahwa bagian yang dapat digunakan dari ikan, hanya sekitar 70%. Bagian kepala, isi perut, sirip, dan ekor, biasanya tidak dikonsumsi, tetapi dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya sebagai makanan ternak atau hewan lain.

Limbah ikan jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran ; menyengat karena proses dekomposisi dari protein ikan. Penyebab a bau busuk pada limbah ikan adalah karena terjadi proses penguraian aupun hasil-hasil peruraian protein dalam proses autolisis serta substansi-



substansi non nitrogen oleh bakteri. Proses ini menghasilkan pecahan-pecahan protein sederhana dan berbau busuk seperti H_2S , amonia dan lain-lain (Pane, 2016). Selain bau yang menyengat dan dapat menimbulkan penyakit, limbah perikanan yang berada di perairan juga dapat menyebabkan eutrofikasi karena limbah ikan mengandung nutrien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan ganggang, menyebabkan organisme air mati, dan dapat menyebabkan pendangkalan. Padahal jika dimanfaatkan lebih lanjut limbah ikan memiliki banyak manfaat seperti digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk organik cair (Wicaksono, 2022).

2.6 *Black Soldier Fly*

Black Soldier Fly (BSF) atau *American Soldier Fly* merupakan spesies lalat yang berasal dari benua Amerika yang dapat hidup dengan baik pada iklim tropis. Lalat BSF ini memiliki nama latin *Hermetia illucens* berasal dari ordo Diptera Linnaeus, family Stratiomyidae Latreille dengan genus *Hermetia* Latreille (Saragi, 2015). Lalat BSF dapat ditemui hampir di seluruh dunia, menurut Diener (2010) penyebaran BSF antara 45° Lintang Utara dan 40° Lintang Selatan. BSF dapat bertahan hidup dengan suhu minimum $0^\circ C$ dalam waktu 4 jam dan suhu maksimum BSF dapat bertahan hidup adalah $45^\circ C$. Larva BSF menjadi tidak aktif pada temperatur di bawah $10^\circ C$ dan suhu di atas $45^\circ C$. Temperatur optimum untuk larva berkembang menjadi pupa yaitu berkisar antara $25^\circ C$ - $30^\circ C$. Temperatur untuk BSF dapat berkembang biak adalah sekitar $28^\circ C$ (Zhang, 2010).

Berdasarkan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta (20216) disebutkan bahwa lalat BSF (*Hermetia illucens* L.) tidak serupa dengan lalat rumah yang umumnya dikenal. Serangga ini lebih mirip dengan serangga tawon atau penyengat. Namun lalat BSF hanya memiliki sepasang sayap dan tidak memiliki alat penyengat seperti tawon. Meskipun diberi nama lalat, sifat lalat BSF sangat berbeda dengan lalat rumah yang umumnya dikenal. Lalat ini tidak berbahaya terhadap keselamatan dan kesehatan manusia. Lalat BSF biasa berada di luar ruangan (lalat rumah berada ruangan) dan banyak terdapat di daerah atau tempat yang mengandung organik, khususnya kandang ternak dan kumpulan limbah organik mati. SF memiliki kemampuan mendegradasi bahan organik dengan cara



mengonsumsinya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi dan mendekomposisi kotoran kandang beberapa jenis ruminansia dan juga unggas.

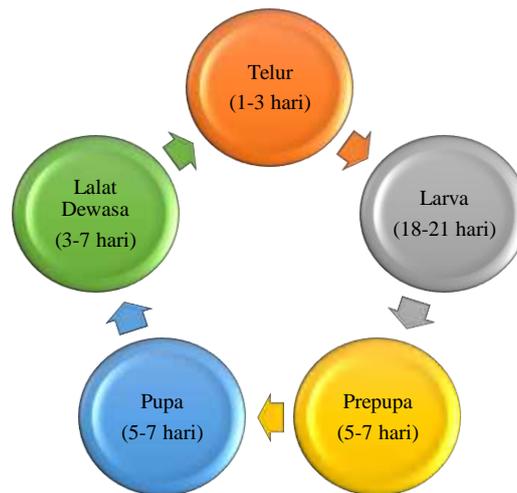
Seperti yang disebutkan dalam Fahmi (2007) bahwa lalat BSF tidak dikenali sebagai hama karena lalat ini tidak tertarik pada habitat manusia ataupun makanan manusia, sehingga lalat BSF lebih higienis jika dibandingkan dengan lalat rumah (*Musca sp*) atau lalat hijau (*Challipora sp*). Hingga saat ini BSF tidak terdeteksi sebagai penyebab penyakit. Lalat BSF tidak memerlukan makanan untuk bertahan hidup karena terdapat cadangan lemak pada tubuh yang diserap pada tahap larva. Adapun larva BSF mengonsumsi segala bahan organik termasuk sampah dapur, sampah makanan, dan kotoran hewan.

Larva BSF memiliki beberapa karakteristik yaitu sebagai berikut: (1) bersifat *dewatering* atau dapat menyerap air dan berpotensi dalam pengelolaan sampah organik; (2) dapat membuat liang untuk aerasi sampah; (3) toleran terhadap pH dan suhu; (4) melakukan migrasi jika mendekati fase pupa; (5) higienis, sebagai control lalat rumah; (6) kandungan protein yang tinggi yaitu mencapai 45%. Dengan karakteristik tersebut menunjukkan potensi larva BSF sebagai agen biokonversi dan sumber protein alternatif pakan ikan (Fahmi, 2007).

2.7 Siklus Hidup *Black Soldier Fly*

Siklus hidup *Black Soldier Fly* (BSF) memiliki empat fase, yaitu fase telur, fase larva, fase pupa, dan fase lalat dewasa. Menurut Tomberlin (2002) bahwa siklus hidup BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa akan berlangsung sekitar 40-43 hari, tergantung dari media pakan yang diberikan dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Selain itu, menurut Izzatusholekha (2022) bahwa siklus hidup BSF sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan udara (*humidity*), intensitas cahaya, serta kualitas dan kuantitas media pakan.





Gambar 1. Siklus Hidup *Black Soldier Fly*

Sumber: Rofi, 2021

a. Fase Telur

Dalam siklus hidup BSF, telur menandakan permulaan siklus hidup sekaligus berakhirnya tahap hidup sebelumnya, di mana lalat BSF menghasilkan kelompok telur (*ovipositing*). Lalat betina BSF menghasilkan hingga 500 butir telur pada masa satu kali bertelur. Telur yang dihasilkan berbentuk oval dengan panjang kurang dari 1 mm dan memiliki bobot rata-rata 0,003 mg (Booth dan Sheppard, 1984). Telur berwarna putih pucat dan berubah secara berangsur-angsur menguning sampai waktu tetas tiba.

Lalat BSF betina meletakkan sekitar 400 hingga 800 telur di dekat bahan organik yang membusuk dan memasukkannya ke dalam rongga-rongga yang kecil, kering, dan terlindungi. Betina tersebut akan mati tidak lama setelah bertelur. Telur-telur tersebut diletakkan dekat dengan bahan organik yang membusuk supaya jika telur tersebut menetas menjadi larva, larva-larva tersebut akan menemukan sumber makanan dengan mudah di sekitarnya. Selain itu, karena ditempatkan dalam rongga-rongga yang terlindungi dari pengaruh lingkungan, larva tersebut terjaga dari ancaman predator, serta sinar matahari langsung yang dapat menghilangkan kadar air pada telur. Pada umumnya, telur-telur tersebut menetas setelah empat hari (Dortmans, dkk, 2017). Lalat BSF betina tidak akan meletakkan telurnya di atas sumber pakan secara langsung serta tidak mudah terusik apabila sedang bertelur. Sehingga, umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus yang berongga merupakan media pertumbuhan telur BSF (Wardhana, 2016).



Adapun berdasarkan penelitian Rachmawati (2010) bahwa telur BSF akan menetas dalam waktu 3 hari pada suhu 24°C. Suhu optimum pemeliharaan telur BSF yaitu sekitar 28-35°C. Pada suhu kurang dari 24°C telur akan menetas dalam 102 sampai 105 jam atau 4 hari (Booth dan Sheppard, 1984). Di Argentina, telur BSF menetas dalam waktu 4-6 hari. Sedangkan di New Zealand telur menetas dalam 5 hari di bulan Februari dan 7 sampai 14 hari di bulan April (Sheppard, 2002). Perbedaan waktu perkembangan tersebut disebabkan oleh faktor suhu dan kelembapan udara, karena suhu lingkungan dan kelembapan berkorelasi negatif dengan waktu inkubasi telur dan perkembangan embrio (Chapman, 1998). Kelembapan udara optimum untuk perkembangan telur BSF sekitar 30%-40%. Jika kelembapan kurang dari 30%, telur akan mengering dan embrio di dalamnya akan mati. Kondisi ini akan memicu pertumbuhan jamur jenis *Ascomycetes* yang dapat mempercepat kematian telur lainnya sebelum menetas menjadi larva. Telur BSF juga tidak dapat bertahan di tempat yang kurang oksigen ataupun tempat yang tinggi tingkat gas karbondioksida (Saragi, 2015).

b. Fase Larva

Larva BSF berbentuk oval, pipih, dengan panjang 12-17 mm, dan memiliki sebelas segmen tubuh dengan sejumlah rambut melintang (Chu dan Cutkomp, 1992). Adapun larva yang baru menetas dari telur berukuran sangat kecil yaitu sekitar 1,8 mm dan hampir tidak terlihat dengan mata telanjang. Larva BSF bersifat photofobia, hal ini terlihat ketika larva sedang makan, larva lebih aktif dan lebih banyak berada di bagian yang kurang dari cahaya. Pada umur 7 hari, larva BSF memiliki toleransi yang jauh lebih baik terhadap suhu yang lebih rendah. Ketika cadangan makanan yang tersedia cukup banyak, larva muda dapat hidup pada suhu kurang dari 20°C dan lebih tinggi daripada 45°C. Adapun suhu optimum larva BSF untuk tumbuh yaitu sekitar 30-36°C (Saragi, 2015).

BSF memenuhi semua nutrisinya pada tahap larva, karena pada tahap pupa alat dewasa BSF tidak lagi makan. Larva BSF sangat rentan terhadap suhu, oksigen yang rendah, jamur, kandungan air, dan bahan beracun, makanan larva BSF akan meningkat setelah berumur sekitar 7 hari (berukuran



sekitar 5-10 mg). Setelah berumur 10 hari, larva-larva ini akan mampu bersaing dengan larva lainnya yang lebih tua di dalam inkubator pengembangbiakan. Larva BSF akan mencapai masa prepupa pada umur 14 hari. Selama masa pertumbuhannya larva BSF mengalami enam fase pergantian kulit (instar) dengan perubahan warna dari putih krem sampai dengan berwarna cokelat kehitaman pada instar terakhir (Popa dan green, 2012). Pertumbuhan larva BSF dipengaruhi oleh suhu, kualitas makanan, kelembaban udara, dan adanya zat kimia yang tidak cocok bagi larva. Larva BSF dapat mencapai ukuran panjang 27 mm dan lebar 6 mm (Saragi, 2015).

Dalam kondisi optimum, dengan kualitas dan kuantitas makanan yang ideal, pertumbuhan larva akan berlangsung selama 14-16 hari. Namun, larva BSF memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, yang mampu memperpanjang siklus hidupnya dalam kondisi yang kurang menguntungkan sekalipun. BSF hanya makan saat masih di fase larva. Sehingga pada tahap perkembangan larva inilah larva menyimpan cadangan lemak dan protein hingga cukup untuk menjadi pupa sampai menjadi lalat (Dortmans, dkk, 2017).

c. Fase Pupa

Larva BSF akan menyimpan makanan dalam tubuhnya sebagai cadangan untuk persiapan proses metamorfosa menjadi pupa setelah larva tersebut mencapai ukuran maksimal, ukuran maksimum larva yaitu sekitar 2,5 cm. Jika larva telah mendekati fase pupa, larva akan bergerak menuju tempat yang agak kering. Pupa ini mulai terbentuk pada larva yang berumur kurang lebih 1 bulan (Fahmi, 2007).

Setelah larva BSF berganti kulit hingga instar yang keenam, larva akan memiliki kulit yang lebih keras daripada kulit sebelumnya, yang disebut sebagai puparium yaitu larva mulai memasuki fase prepupa. Mendekati fase pupa, prepupa akan bergerak menuju tempat yang agak kering. Pupa berukuran sekitar dua pertiga dari prepupa dan merupakan tahap di mana BSF dalam keadaan pasif ataupun diam serta memiliki tekstur kasar berwarna cokelat

aman. Bagian mulut prepupa BSF yang disebut labrum akan membengkok awah seperti paruh elang, yang kemudian berfungsi sebagai kait bagi



kepompong. Pada tahap prepupa dan pupa, BSF tidak lagi makan (Diener, 2010).

d. Fase Lalat

Lalat dewasa (imago) merupakan fase terakhir dalam siklus hidup BSF. Lalat memiliki ukuran tubuh berkisar antara 15-20 mm dan memiliki variasi tampak dalam warna kuning, hijau, hitam, atau biru dengan warna *metallic* (Saragi, 2015). Sebelum menjadi lalat, BSF akan melewati tahap pupasi. Pupasi merupakan proses transformasi dari pupa menjadi lalat (imago). Tahap pupasi dimulai saat prapupa menemukan tempat yang cocok untuk berhenti beraktivitas dan menjadi kaku. Tempat yang selalu hangat, kering, dan teduh merupakan tempat yang untuk proses pupasi. Pupasi memakan waktu sekitar 2-3 minggu. Berakhirnya tahap pupasi ditandai dengan keluarnya lalat dari dalam pupa. Proses keluarnya lalat ini berlangsung singkat yaitu dalam kurun waktu kurang lebih 5 menit, lalat sudah berhasil membuka bagian pupa yang dulunya merupakan bagian kepala yang kemudian merangkak keluar dan mengeringkan sayapnya, kemudian mengembakannya dan terbang (Dortmans, dkk, 2017).

Lalat BSF betina yang telah melewati tahap pupasi belum memiliki telur yang matang. Kopulasi terjadi setelah hari kedua BSF keluar dari pupa. Proses kopulasi tergantung pada ukuran kandang dan intensitas cahaya matahari (Rachmawati 2010). BSF betina dan BSF jantan memiliki tampilan yang tidak jauh berbeda, dengan ukuran tubuh BSF betina yang lebih besar dan ukuran ruas kedua pada perutnya yang lebih kecil dibanding pada BSF jantan. Ketika BSF telah menjadi lalat, BSF tidak lagi banyak makan seperti saat menjadi larva. Seluruh hidupnya akan dikonsentrasikan untuk kawin dan menghasilkan telur (Saragi, 2015).

Meskipun BSF ketika menjadi lalat sudah tidak memerlukan pakan, tetapi pemberian air dan madu dilaporkan dapat memperpanjang lama hidup juga meningkatkan produksi telur. Dalam penelitian Rachamawati (2010)

atakan bahwa puncak kematian lalat dewasa yang diberi pakan madu di kematian pada hari ke-10 dan ke-11, sedangkan pada lalat dewasa yang i pakan air terjadi kematian pada hari kelima, ke-10 hingga ke-12.



Kemudian apabila ditinjau dari waktu bertelur, lalat betina yang diberi pakan madu mencapai puncak bertelur pada hari kelima, sedangkan lalat betina yang diberi pakan air mencapai puncak bertelur pada hari ketujuh.

Lalat dewasa dapat hidup sekitar 1-2 minggu, hal ini bergantung pada pakan larva serta pakan tambahan yang diberikan pada tahapan lalat dewasa (Rachmawati, 2010). Dalam masa hidupnya, lalat akan mencari pasangan untuk kawin kemudian bertelur (lalat betina). Saat menjadi lalat, BSF tidak makan dan hanya membutuhkan sumber air serta permukaan yang lembap untuk menjaga tubuhnya agar tetap terhidrasi. Dalam fase lalat dewasa, yang terpenting yaitu adanya cahaya alami yang cukup dan suhu yang hangat (25-35°C). Lingkungan yang lembap dapat memperpanjang lama hidup lalat sehingga dapat meningkatkan jumlah telur yang diproduksi (Dortmans, dkk, 2017).

2.8 Biokonversi Limbah dengan Larva *Black Soldier Fly*

Biokonversi diartikan sebagai proses penguraian sampah organik menjadi sumber energi makan melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup. Proses biokonversi ini biasanya dikenal sebagai penguraian secara anaerob. Umumnya organisme yang berperan dalam proses biokonversi ini adalah bakteri, jamur, dan larva serangga. Biasanya proses ini sering ditemukan pada proses pembuatan tempe yang memanfaatkan jamur (ragi), proses pembusukan sampah organik atau pembuatan pupuk kompos yang memanfaatkan bakteri, dan proses degradasi limbah organik dengan memanfaatkan larva *Hermetia illucens* atau *Black Soldier Fly* yang lebih dikenal dengan istilah maggot (Fahmi, 2007).

Pemanfaatan larva BSF dalam mengurangi sampah organik merupakan teknologi daur ulang yang sangat menguntungkan karena dianggap larva BSF dapat mereduksi sampah organik baik dari hewan, tumbuhan, kotoran hewan ataupun manusia yang dijadikan sebagai makanannya dan meningkatkan nilai *recycle* dari sampah organik. Selain itu, larva BSF juga dapat dikonversi menjadi protein yang unakan sebagai pakan ternak. Beberapa penelitian menunjukkan larva BSF reduksi sampah organik, baik dari hewan maupun tumbuhan yang dinilai < dibanding serangga lainnya yang pernah diteliti (Kim, 2011).



Potensi pengelolaan sampah organik dengan memanfaatkan larva BSF ini dapat dilihat dari beberapa penelitian yang telah dilakukan. Pada Diener (2011) dinyatakan bahwa larva BSF mampu mengurai 68% untuk sampah perkotaan, 50% untuk kotoran ayam, 39% untuk kotoran babi, serta 25% untuk campuran kotoran ayam dan sapi. Sedangkan pada Saragi (2015) dinyatakan bahwa larva BSF dapat mendekomposisi sampah organik pasar dengan tingkat reduksi 39-52%. Menurut Diener (2011), tingkat reduksi sampah dan pertumbuhan larva BSF dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

- a. Tingginya tingkat kematian larva yang disebabkan oleh naiknya konsentrasi Zn pada sampah yang diberikan serta kondisi anaerobik pada reaktor
- b. Sedikitnya jumlah telur BSF yang subur akibat keracunan yang ditimbulkan konsentrasi Zn yang tinggi di dalam reaktor
- c. Terbatasnya akses untuk mencapai makanan yang disebabkan oleh penyumbatan cairan lindi yang terjadi di dalam reaktor

2.8.1 Tingkat Reduksi Sampah

Tingkat reduksi sampah atau *Waste Reduction Index* (WRI) merupakan perhitungan untuk mengetahui kemampuan larva BSF mengonsumsi pakan dalam waktu yang ditentukan. Nilai WRI mencerminkan palatabilitas atau kemampuan larva BSF dalam memilih makanannya. Kuantitas pemberian pakan yang tidak seimbang dengan jumlah larva akan mempengaruhi tingkat reduksi sampah. Tingkat reduksi sampah dapat diketahui dari hasil perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut (Rofi, dkk, 2021)

$$D = \frac{W-R}{W} \quad (1)$$

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

D = Penurunan pakan total (g)

W = Jumlah pakan total (g)

R = sisa pakan total setelah waktu tertentu (g)

t = total waktu larva mengonsumsi pakan (hari)

WRI = *Waste Reduction Index* (%/hari)



2.8.2 Tingkat Keberhasilan Hidup Larva

Tingkat keberhasilan hidup atau *survival rate* (SR) menggambarkan kemampuan larva BSF untuk hidup dalam reaktor selama hari yang ditentukan. *Survival rate* dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu kecocokan makanan, kelembapan makanan yang diberikan, dan suhu lingkungan larva. Kematian massal yang terjadi pada perkembangbiakan larva BSF biasanya disebabkan oleh terperangkapnya NH_3 dan gas metana dalam media tumbuh, sehingga kekurangan oksigen dan menciptakan suhu lebih dari 45°C . *Survival rate* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Buana & Alfiah, 2021).

$$\text{SR} = \frac{y}{z} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

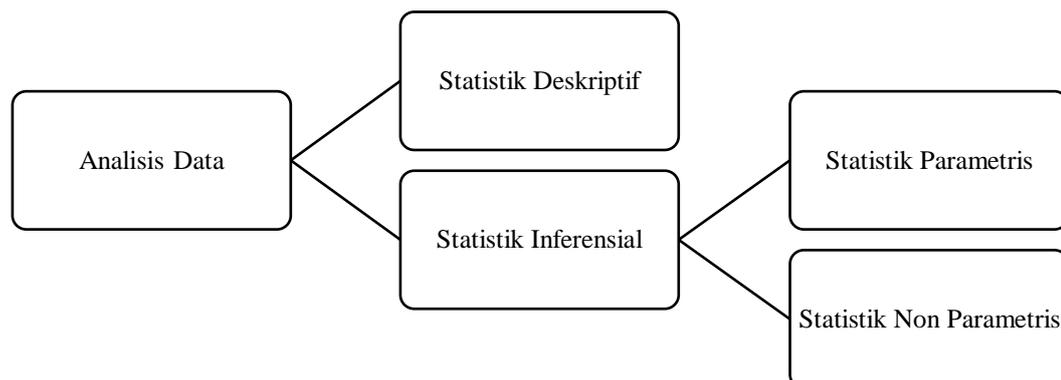
SR = *Survival rate* (%)

y = Jumlah total larva yang hidup di akhir pemeliharaan (larva)

z = Jumlah total larva yang hidup di awal pemeliharaan (larva)

2.9 Uji Statistik

Menurut Sugiyono (2013) bahwa dalam penelitian kuantitatif, analisis data merupakan kegiatan yang dilakukan setelah semua data terkumpul. Teknik analisis data dalam penelitian kuantitatif menggunakan statistik. Jenis-jenis statistik yang digunakan untuk analisis data dalam penelitian antara lain:



Gambar 2. Jenis Statistik Untuk Analisis Data

Sumber: Sugiyono, 2013



statistik deskriptif yaitu statistik yang digunakan untuk menganalisis data an cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah dikumpul a bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau

generalisasi. Penelitian yang dilakukan pada populasi yang tidak menggunakan sampel akan menggunakan statistik deskriptif dalam analisisnya.

- 2) Statistik inferensial yaitu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data sampel dan hasilnya diberlakukan untuk populasi. Statistik jenis ini digunakan bila sampel diambil dari populasi yang jelas dan teknik pengambilan sampel dari populasi itu dilakukan secara random.
 - a. Statistik parametris, statistik jenis ini memerlukan terpenuhi banyak asumsi. Asumsi yang utama adalah data yang akan dianalisis harus berdistribusi normal, selanjutnya dalam penggunaan salah satu *test* mengharuskan data dua kelompok atau lebih yang diuji harus homogen. Statistik parametris kebanyakan digunakan untuk menganalisis data interval dan rasio.
 - b. Statistik non parametris, statistik jenis ini tidak menuntut terpenuhi banyak asumsi, misalnya data yang akan dianalisis tidak harus berdistribusi normal. Statistik non parametris kebanyakan digunakan untuk menganalisis data nominal dan ordinal.

2.9.1 Uji Normalitas

Sebelum menentukan teknik uji statistik yang digunakan, perlu diketahui terlebih dahulu data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Hal ini penting dilakukan untuk menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan. Apabila data berdistribusi normal, maka menggunakan uji statistik parametrik. Namun apabila data tidak berdistribusi normal maka harus menggunakan uji statistik non parametrik. Terdapat dua jenis uji normalitas, yaitu Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro Wilk. Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk sampel besar (> 50 data) sedangkan Shapiro-Wilk digunakan untuk sampel kecil (≤ 50 data) (Setyawan, 2021).

2.9.2 One Way Anova



Menurut Ghazali (2016) bahwa *Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan analisis statistik yang diperkenalkan oleh Ronald Fisher yang merupakan uji inferensial parametrik untuk membandingkan *mean* lebih dari 2

(dua) grup, grup di sini adalah kelompok sampel atau jenis perlakuan. Anova dapat digolongkan ke dalam beberapa kriteria, yaitu:

- 1) One Way Anova merupakan anova yang didasarkan pada pengamatan satu kriteria atau satu faktor yang menimbulkan variasi
- 2) Two Way Anova merupakan anova yang didasarkan pada pengamatan dua kriteria atau dua faktor yang menimbulkan variasi
- 3) Manova merupakan anova banyak arah yang didasarkan pada pengamatan banyak kriteria

Ghozali (2016) menjelaskan mengenai beberapa asumsi Anova yang harus dipenuhi, yaitu:

- 1) Anova merupakan bagian dari statistika parametrik karena mensyaratkan adanya distribusi normal pada variabel dependen per kelompok variabel *independent-between subject*
- 2) *Random sampling*, atas dasar syarat dari asumsi normalitas maka sampel diambil secara acak atau random dan dapat mewakili populasi agar hasil penelitian dapat digeneralisasi
- 3) *Homogeneity of variance*, variabel dependen dalam tiap kategori atau perlakuan (dari variabel independent) harus memiliki varian yang sama. Maka dari itu sebelum Uji Anova harus melakukan uji homogenitas terlebih dahulu. Uji homogenitas adalah pengujian untuk mengetahui sama tidaknya variansi-variansi dua buah distribusi data atau lebih. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data dalam variabel X dan Y bersifat homogen atau tidak.

2.9.3 Kruskal-Wallis

Statistik Kruskal Wallis adalah salah satu peralatan statistika non-parametrik dalam kelompok prosedur untuk sampel independen. Prosedur ini digunakan untuk membandingkan dua variabel yang diukur dari sampel yang tidak sama (bebas), dimana kelompok yang diperbandingkan lebih dari dua (Junaidi, 2015).



la penelitian Ramadhan (2022) menggunakan statistik non parametris metode analisis variasi Kruskal Wallis untuk mengetahui seberapa besar n dari variasi pakan atau umpan yang diberikan untuk larva BSF. Dengan

uji *test* Kruskal Wallis didapatkan hasil bahwa ada perbedaan yang signifikan antara variasi sampah organik, sampah organik fermentasi EM4, dan sampah organik fermentasi darah.

2.9.4 Korelasi Spearman

Korelasi Rank Spearman digunakan untuk mengetahui hubungan atau pengaruh antara dua variabel berskala ordinal, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Keeratan hubungan antara kedua variabel tersebut, secara sistematis berpedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi didasarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi	Tingkat Hubungan
0.00 – 0.199	Sangat Rendah
0.200 – 0.399	Rendah
0.400 – 0.599	Sedang
0.600 – 0.799	Kuat
0.800 – 1.000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2013

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemanfaatan larva BSF sebagai salah satu cara reduksi timbulan sampah organik telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Terdahulu

Judul	Metode	Hasil Penelitian
Elvita Sari Saragi, 2015. Penentuan Optimal <i>Feeding Rate</i> Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>) dalam mereduksi sampah organik pasar	Penelitian eksperimental dilakukan menggunakan sampah organik pasar dengan jenis variabel yaitu sayur:buah, ikan, dan sayur:buah:ikan. Penelitian dilakukan selama 21 hari dengan masing-masing variabel memiliki <i>feeding rate</i> yang sama yaitu 20, 40, dan 60 mg/larva.hari. Larva yang digunakan yaitu 200 ekor larva tiap reaktor.	Hasil dari penelitian ini yaitu: 1. Tingkat reduksi paling tinggi yaitu sebesar 51,91% yang didapatkan pada variabel sayur:buah. Sedangkan tingkat reduksi paling rendah yaitu sebesar 39,16% yang didapatkan pada variabel ikan. 2. Pertumbuhan larva paling optimal diperoleh pada variabel sayur:buah dengan <i>feeding rate</i> 60 mg/larva.hari
d, 2021. Penelitian eksperimental yang dilakukan selama 14 dan 21 hari	Penelitian eksperimental yang dilakukan selama 14 dan 21 hari	Hasil dari penelitian ini yaitu:



Judul	Metode	Hasil Penelitian
Sampah Organik Menggunakan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (Studi Kasus Sampah Pasar Tradisional Malindungi Sorowako)	ini menggunakan sampah organik pasar dengan 4 rasio komposisi. K1 yaitu 70% sayur; 20% buah; 10% organik daging, K2 yaitu 80% sayur; 20% buah, K3 yaitu sampah organik campuran, dan K4 yaitu 100% sayur. Larva yang digunakan sebanyak 500 ekor larva tiap reaktor dan masing-masing reaktor berisi 1 kg sampah organik.	<ol style="list-style-type: none"> Persentase reduksi sampah pada penelitian 14 hari sebesar 76% sedangkan reduksi sampah pada penelitian 21 hari sebesar 84%. Komposisi sampah tanpa organik daging memiliki tingkat reduksi yang paling tinggi yang mencapai 88%. Kualitas kompos yang dihasilkan yaitu kualitas kompos pada penelitian 21 hari relatif lebih baik dibandingkan kualitas kompos pada penelitian 14 hari.
Nur Fadillah Chaerunnisa, 2023. Efektivitas Pengolahan Limbah Organik Asrama Mahasiswa Kampus Teknik dengan Metode Biokonversi <i>Black Soldier Fly</i>	Penelitian eksperimental ini dilakukan selama 18 hari dengan sampah organik yang diberikan pada larva umur 7 hari sebanyak 500 gram pada masing-masing reaktor. Pemberian pakan pada larva dilakukan setiap hari dengan jumlah pakan 6000 gram dan 3 hari sekali dengan jumlah pakan 2000 gram.	<p>Hasil dari penelitian ini yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dengan menggunakan metode biokonversi BSF dapat mengurangi sekitar 64,2% dari sampah organik ramsis. Tingkat reduksi sampah pada pemberian pakan setiap hari mencapai 72% sedangkan tingkat reduksi sampah pada pemberian pakan 3 hari sekali mencapai 80%. Sehingga diperoleh rata-rata reduksi sebesar 76%.
Mirna Apriani, dkk, 2023. Pemanfaatan Pepaya Sebagai Biostarter dalam Pengomposan Limbah Ikan dan Daun Mangrove Menggunakan Larva <i>Black Soldier Fly</i>	Penelitian eksperimental yang dilakukan selama 21 hari ini menggunakan larva umur 5 hari. Larva yang digunakan sebanyak 2 gram untuk setiap kilogram sampah. Penelitian ini memiliki 6 variasi komposisi. K1 yaitu 100% daun mangrove; K2 yaitu 70% daun mangrove: 30% limbah ikan, K3 yaitu 50% daun mangrove: 50% limbah ikan. Untuk K4, K5, dan K6 memiliki komposisi yang sama dengan K1, K2, dan K3 namun ditambahkan dengan biostarter pepaya.	<p>Hasil dari penelitian ini yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> K2 memiliki komposisi umpan dan WRI tertinggi karena mengandung limbah ikan yang disukai larva dan tidak basah karena tanpa biostarter. Kompos yang dihasilkan dari semua variasi penelitian memenuhi kualitas fisik baku mutu SNI 19-7030-2004. Sedangkan untuk kualitas kimia, reaktor tanpa penambahan limbah ikan tidak mencapai kualitas minimal 0,1 baik dengan dan tanpa penambahan biostarter.
usufiana, 2021. si Pakan	Penelitian eksperimental selama 11 hari ini menggunakan 4 reaktor yang berisi 200 ekor larva pada	<p>Hasil dari penelitian ini yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> Nilai WRI yang diperoleh yaitu sebesar 46,25% pada



Judul	Metode	Hasil Penelitian
Larva <i>Black Soldier Fly</i> (<i>Hermetia illucens</i>) sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah dan Sayuran	setiap reaktornya. Setiap reaktor diberikan umpan larva yang berbeda yaitu sayur, sayur dikukus, buah, dan buah difermentasi dengan pengumpanan 100 mg/larva per hari. Frekuensi pemberian umpan dilakukan satu hari sekali. Larva yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larva umur 7 hari.	buah difermentasi, sebesar 42,92% pada sayuran dikukus, sebesar 42,29% pada sayuran, dan sebesar 33,75% pada buah. 2. <i>Efficiency of Conversion of Digested Food</i> oleh larva BSF pada umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi berturut-turut memiliki nilai 25%, 26%, 11%, dan 56%. 3. <i>Survival rate</i> dari umpan sayuran, sayuran dikukus, buah, dan buah difermentasi berturut-turut memiliki nilai 78,5%, 80,5%, 85,75%, dan 81,37%.

