

**KEMAMPUAN BIOKONVERSI LARVA LALAT TENTARA
HITAM (*Hermetia illucens L*) DENGAN KEPADATAN LARVA YANG BERBEDA
PADA BEBERAPA SAMPAH ORGANIK**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya**

Oleh:

SITI FATIMAH HADIATULLAH

08041281924026



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Proposal : Kemampuan Biokonversi Larva Lalat Tentara
Hitam (*Hermetia illucens* L.) dengan
Kepadatan Larva yang Berbeda pada
Beberapa Sampah Organik

Nama Mahasiswa : Siti Fatimah Hadiatullah

NIM : 08041281924026

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal Februari 2023.

Indralaya, Februari 2023

Pembimbing:

1. Dra. Syafrina Lamin, M.Si
NIP. 196211111994021001



.....

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar Hasil : Kemampuan Biokonversi Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens* L.) dengan Kepadatan Larva yang Berbeda pada Beberapa Sampah Organik
Nama Mahasiswa : Siti Fatimah Hadiatullah
NIM : 08041281924026
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 21 Maret 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia Sidang Ujian Skripsi.

Indralaya, Maret 2023

Pembimbing

1. Dr. Syafina Lamin, M.Si.
NIP. 196211111991032001

(.....)

Pembahas

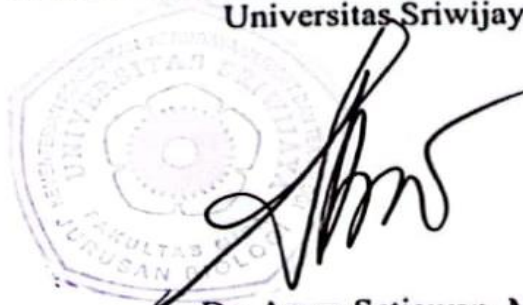
1. Dr. Mustafa Kamal, M.Si.
NIP. 196207091992031005

(.....)

2. Kamila Alawiyah, S.Si., M.Si.
NIP. 199510242022032017

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Fatimah Hadiatullah

NIM : 08041281924026

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Kemampuan Biokonversi Larva Lalat Tentara Hitam

(*Hermetia illucens* L.) dengan Kepadatan Larva yang Berbeda pada
Beberapa Sampah Organik

Saya memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing . sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*). Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2023



Siti Fatimah Hadiatullah
NIM. 08041281924026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Fatimah Hadiatullah

NIM : 08041281924026

Judul : Kemampuan Biokonversi Larva Lalat Tentara Hitam

(*Hermetia illucens* L.) dengan Kepadatan Larva yang Berbeda pada Beberapa Sampah Organik

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2023



Siti Fatimah Hadiatullah

NIM. 08041281924026

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Skripsi dan Gelar ini kupersembahkan untuk:

Allah SWT yang selalu memberikan jalan keluar dari setiap masalah dalam hidupku,

Mama dan Papa yang selalu memberikan cinta kasih yang tulus, semangat dan motivasi besar dalam hidupku,

*Tak lupa juga kepada Adik-Adikku
tersayang yang kerap kali
menghiburku ,*

Teman-teman yang senantiasa mensupport setiap langkah dalam hidupku

*(Mita, Linda, Memei, Deyak, Eka, Nurul, Ruru), Almamater kuning
kebanggaanku, Serta seseorang yang menjadi pendamping hidupku kelak*

Terima Kasih Banyak

Motto :

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Serumit apapun prosesnya selagi Allah yang jadi backingannya
yakinlah semuanya akan baik-baik saja”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “**KEMAMPUAN BIOKONVERSI LARVA LALAT TENTARA HITAM (*Hermetia illucens* L) DENGAN KEPADATAN LARVA YANG BERBEDA PADA BEBERAPA SAMPAH ORGANIK.**”

karena bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Ibu Hj. Dra. Syafrina Lamin, M.Si. yang tak lelah memberi arahan, menjawab setiap pertanyaan dan membantu membenarkan setiap kesalahan yang penulis lakukan dalam penulisan skripsi. Bapak Drs. Mustafa Kamal, M.Si dan Ibu Kamila Alawiyah S.Si., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah banyak memberi masukan kepada penulis dalam penulisan skripsi.

Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada Yth:

1. Bapak Hermansyah, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Arum Setiawan, M.Si selaku ketua jurusan Biologi dan Bapak Dr. Sarno, M.Si selaku sekretaris jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Salni, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
4. Bapak Ir. Arfan Abrar, S. Pt, M. Si, Ph. D yang telah banyak memberikan saran, bimbingan, dukungan, ilmu, dan waktunya dengan

sabar selama proses penyelesaian skripsi ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis, semoga bermanfaat di dunia dan di akhirat.
6. Seluruh staff karyawan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan yang disebabkan masih keterbatasan penulis dalam kemampuan serta pengalaman penulis. Namun demikian penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan.

Indralaya, Februari 2023



Siti Fatimah Hadiatullah
NIM. 08041281924026

**BIOCONVERSION ABILITY OF BLACK ARMY FLY
(*HERMETIA ILLUCENS* L.) LARVAE WITH DIFFERENT LARVAE
DENSITY ON SOME ORGANIC WASTE**

Siti Fatimah Hadiatullah

NIM : 08041281924026

SUMMARY

Much of Indonesia's organic waste is poorly utilized. Bioconversion using *Hermetia illucens* is an effort that can be made to reduce organic waste by 56%. The bionebulization ability of the black army fly (*Hermetia illucens*) depends largely on the density of the larvae, the quality and quantity of waste that is used as the source of its feed. A higher density of the larvae than that of the density of feed will affect such growth as the larvae' weight and body length. So the correct combination of these factors optimizes the bionebucens of the *Hermetia illucens*, counting the waste reduction index (wri), levels of ecd feed (ecd), weight, length, and survival rate of the larvae. The study was carried out from November 20, 2022 to January 20, 2023. Among the tools used in the research are writing tools, cutter, bucket, wire screen, containers of 1000 ml, board or tray, knives, ruler, meter sacs, plastic gloves, iron spoons, thermometer, analogical scales, and wipes. The ingredients used in this study are the tofu, the pug of fish, the rice husk, the *Hermetia illucens* larva, the bread waste, the sava vegetable waste, and the egg of the black army (*Hermetia illucens*). The study is experimental, using 12 treatments for variations in larvae density and kinds of organic waste each over 10 times repeated. The cultivation of the media for the black-army larva (*Hermetia illucens*) made of a mix of rice bran, tofu pulp, and pellet by 1:1:1. The media treat animals tested after seven days is made from tofu, stale bread, and cabbage. 120 grams each and included a different treatment dose of 100 larvae /cm³, 300 larvae /cm³, and 500 larvae /cm³ larvae of black army flies (*Hermetia illucens*) on a uniform size. The larvae maintenance takes up to 18 days. The measure of abiotic factors of temperature, pH, and media humidity with which animal treatment of the test is measured at the beginning of the study of the increase in weight and length of the larvae every 3 days. Variable observations on the waste reduction index (wri), oral feeds of ecd, and survival rate are made on the 18th day. Analysis shows the optimal percentage of organic waste reduction at 8.86% on the treatment of 500 larvae/cm³ and the conversion rate of biomass conversion by 70.7% on 100 larvae /cm³ treatment. Based on the percentage obtained, the type of organic waste mixed with a density of 300 larvae /cm³ is more effective to produce an optimal percentage of garbage reduction and biomass conversion.

Key words: bioconversion, *Hermetia illucens*, larva density, kind of garbage, organic waste reduction.

KEMAMPUAN BIOKONVERSI LARVA LALAT TENTARA HITAM (*HERMETIA ILLUCENS* L.) DENGAN KEPADATAN LARVA YANG BERBEDA PADA BEBERAPA SAMPAH ORGANIK

Siti Fatimah Hadiatullah

NIM : 08041281924026

RINGKASAN

Sebanyak 60% sampah organik di Indonesia sebagian besarnya belum termanfaatkan dengan baik. Biokonversi menggunakan *Hermetia illucens* merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi sampah organik mencapai 56%. Kemampuan biokonversi oleh larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sangat tergantung pada kepadatan larva, kualitas dan kuantitas sampah yang digunakan sebagai sumber pakannya. Kepadatan larva yang lebih tinggi dibandingkan dengan kepadatan pakan akan berpengaruh pada pertumbuhan seperti berat dan panjang tubuh larva. Sehingga kombinasi yang tepat diantara faktor tersebut akan mengoptimalkan kemampuan biokonversi larva *Hermetia illucens* meliputi nilai *waste reduction Index* (WRI), *efficiency of digestive feed* (ECD), berat, panjang, dan *survival rate* larva. Penelitian ini dilaksanakan 20 November 2022 sampai dengan 20 Januari 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya alat tulis, cutter, ember, kawat kasa, konteiner 1000 ml, papan atau baki, pisau, penggaris, pH meter, sarung tangan plastik, sendok besi, termometer, timbangan analitik, timbangan duduk, dan tisu. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu, konsentrat pelet ikan, dedak, larva *Hermetia illucens*, limbah roti, limbah sayur sawi, dan telur lalat tentara hitam *Hermetia illucens*. Penelitian ini eksperimental, dengan menggunakan 12 perlakuan variasi kepadatan larva dan jenis sampah organik masing-masing pengulangan sebanyak 10 kali ulangan. Pembuatan media pemeliharaan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) yang berusia 1-7 hari dibuat dari campuran dedak padi, ampas tahu, dan pelet dengan perbandingan 1:1:1. Media perlakuan hewan uji setelah 7 hari dibuat dari ampas tahu, roti kadaluarsa, dan sawi. Masing-masing sebanyak 120 gram dan dimasukkan dosis perlakuan yang berbeda yaitu 100 larva/cm³, 300 larva/cm³, dan 500 larva/cm³ larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dengan ukuran tubuh yang seragam. Pemeliharaan larva dilakukan sampai 18 hari. Pengukuran faktor abiotik suhu, pH, dan kelembaban media perlakuan hewan uji diukur pada awal penelitian. Pengukuran pertambahan berat dan panjang larva dilakukan setiap 3 hari sekali. Pengukuran variabel pengamatan *waste reduction Index* (WRI), *efficiency of digestive feed* (ECD), dan *survival rate* dilakukan pada hari ke 18. Hasil analisis menunjukkan persentase reduksi sampah organik paling optimal sebesar 8,86% pada perlakuan 500 larva/cm³ dan persentase konversi sampah untuk biomassa sebesar 70,7% pada perlakuan 100 larva/cm³. Berdasarkan persentase yang diperoleh ditentukan bahwa jenis sampah organik campuran dengan kepadatan 300 larva/cm³ lebih efektif untuk menghasilkan persentase reduksi sampah dan konversi biomassa yang optimal.

Kata Kunci : Biokonversi, *Hermetia illucens*, Kepadatan larva, Jenis sampah, Reduksi sampah organik.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR... ..	vii
RESUME.	xi
RINGKASAN	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah... ..	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Lalat Tentara Hitam (<i>Hermentia illucens</i>).....	6
2.1.1. Taksonomi Lalat Tentara Hitam (<i>Hermetia illucens</i>).....	6
2.1.2. Morfologi Lalat Tentara Hitam (<i>Hermentia illucens</i>).....	7
2.1.3. Siklus Hidup Lalat Tentara Hitam (<i>Hermentia illucens</i>)	8
2.2 Biokonversi Menggunakan (<i>Hermentia illucens</i>).....	9
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Biokonversi Menggunakan Lalat Tentara Hitam (<i>Hermentia illucens</i>).....	10
2.3.1 Pakan.....	10
2.3.2 Kepadatan Larva	11
2.3.3 Temperatur	11
2.4 Sampah Organik	12
2.4.1 Ampas Tahu.....	12
2.4.2 Sampah Sawi	12
2.4.3 Sampah Roti	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Tempat dan Waktu	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Rancangan Penelitian	14
3.3.1. Perlakuan Hewan Uji.....	15
3.4. Prosedur Penelitian.....	15
3.4.1. Pembuatan Media Pemeliharaan Larva <i>H.illucens</i> Kecil	15
3.4.2. Pembuatan Media Perlakuan Hewan Uji	16

3.4.3. Pemanenan Larva <i>H. Illucens</i>	16
3.5. Variabel Pengamatan	16
3.5.1. Pengukuran <i>Waste Reduction Index</i> (WRI).....	16
3.5.2. Pengukuran <i>Efficiency Conversion of Digestive Feed</i> (ECD).....	17
3.5.3. Pengukuran Pertumbuhan Berat dan Panjang Larva.....	18
3.5.4. Pengukuran Tingkat Keberhasilan Hidup (<i>Survival Rate</i>).....	18
3.6 Analisa Data	19
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Pengaruh Jenis Sampah dan Kepadatan Larva Terhadap WRI.....	22
4.2 Pengaruh Jenis Sampah dan Kepadatan Larva Terhadap ECD.....	24
4.3 Pengaruh Jenis Sampah dan Kepadatan Larva Terhadap Pertumbuhan Berat dan Panjang Larva.....	28
4.4 Pengaruh Jenis Sampah dan Kepadatan Larva Terhadap <i>Survival Rate</i> Larva Lalat Tentara Hitam (<i>Hermetia illucens</i>).....	31
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perlakuan Hewan Uji 13

Tabel 4.1 Rata-rata nilai *waste reduction indeks* (WRI) larva (*Hermetia illucens*) dengan pemberian sampah organik dan jumlah larva yang berbeda..... 27

Tabel 4.2 Rata-rata Nilai *Efficiency Conversion of Digestive Feed* (ECD) Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) dengan Pemberian Sampah Organik dan Jumlah Larva yang berbeda.....31

Tabel 4.3 Rata-rata Berat dan Panjang Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) dengan Pemberian Sampah Organik dan Kepadatan Larva yangberbeda 34

Tabel 4.4 Rata-rata nilai *survival rate* larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dengan pemberian sampah organik dan kepadatan larva yang berbeda.....39

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Lalat <i>Hermetia illucens</i>	6
Gambar 2.2 Siklus Hidup Lalat Tentara Hitam <i>Hermetia illucens</i>	7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu insekta yang mulai dipelajari pemanfaatannya. Kondisi iklim Indonesia yang tropis sangat ideal untuk pemeliharaan *Hermetia illucens*. Lalat ini memiliki kemampuan untuk mengolonisasi berbagai jenis sumber daya mulai dari sisa buah-buahan dan sayuran, limbah makanan (Diener *et al.* 2011), hingga kotoran hewan dan manusia. Sehingga *Hermetia illucens* sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai agen biokonversi sampah organik.

Biokonversi menurut Suciati (2017), yaitu perombakan sampah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup. Umumnya organisme yang berperandalam proses biokonversi ini diantaranya bakteri, jamur, dan larva serangga yang berasal dari famili Chaliforidae, Mucidae, dan Stratiomyidae. Lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) termasuk lalat diptera dari keluarga Stratiomyidae yang dapat ditemukan diseluruh dunia (Putra & Ariesmayana, 2020).

Biokonversi menggunakan lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dalam mengurangi sampah organik mencapai 56% (Suciati, 2017). Aktivitas makan dari *Hermetia illucens* hanya terjadi pada tahap larva. Selama fase larva, lalat ini merupakan serangga yang memiliki aktivitas makan yang sangat tinggi dalam memakan bahan organik seperti limbah sayur, buah, hewan, dan pupuk kandang yang sekaligus dijadikan sebagai habitat dari larva tersebut (Newton *et al.*, 2005).

Larva *Hermetia illucens* mampu mengonsumsi makanan sebanyak 25-500 mg materi segar perlarva setiap harinya (Hardouin and Mahoux, 2003). Kemampuan ini didukung oleh bentuk mulut larva *Hermetia illucens* yang sangat kuat dan memiliki bentuk seperti pengait (*hook*). Larva *Hermetia illucens* mencerna makanannya dibantu oleh beberapa enzim dalam sistem pencernaannya seperti enzim selulase. Enzim selulase diperoleh dari bakteri selulolitik yang bersimbiosis dalam usus (*gut*) *Hermetia illucens* (Yu *et al.*, 2011).

Pemanfaatan bakteri selulolitik sebagai penghasil enzim selulase sangat penting dalam proses konversi. Bakteri selulolitik mampu menguraikan selulosa menjadi glukosa yang akan dijadikan sumber karbon dan sumber energi. *Hermetia illucens* juga mampu bertahan dalam kondisi ekstrem dan mampu bekerjasama dengan mikroorganisme untuk mendegradasi sampah organik. Selain itu, larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) tidak berperan sebagai vektor penyakit relatif aman bagi kesehatan manusia (Wardhana, 2016).

Kelebihan metode biokonversi menggunakan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dibandingkan dengan pengolahan sampah secara konvensional yaitu prosesnya yang lebih cepat dan menghasilkan bioproduct yang bernilai ekonomis atau memiliki nilai komersial seperti dapat dijadikan sebagai pakan ternak, biofuel, pupuk organik cair, dan bahan dasar untuk pengobatan serta kosmetik.

Biokonversi dapat diukur dari perbedaan berat awal dan berat akhir sampah yang telah diberikan kepada larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*). Selain itu pertumbuhan panjang dan berat larva akan mencerminkan biokonversi sampah organik. Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada biokonversi menggunakan larva *Hermetia illucens* yaitu perentase *survival rate*, kondisi lingkungan, dan jenis makanan yang diberikan kepada larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*). Larva akan mengkonsumsi makanan yang disukai seperti sampah yang bertekstur lunak, rendah serat, dan memiliki nutrisi (Purmono *et al.*, 2021).

Pemanfaatan sampah organik seperti ampas tahu, sawi putih, dan sampah roti dapat dijadikan sebagai pakan bagi larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) karena sampah ini masih mengandung banyak nutrisi. Anggraeni & Rahmiati (2016) menjelaskan bahwa kandungan gizi dalam ampas tahu adalah protein 21,23%, lemak 16,22%, karbohidrat 19%, serat kasar 29,59%, kadar abu 5,45%, dan air 9,84%. Sedangkan Londok *et al* (2016) menyatakan bahwa sawi merupakan salah satu sumber serat dan protein yang baik dengan kandungan nutrisi yakni 23% protein, 2.55% lemak, 16.74% serat kasar, 36.59% BETN, 21.1% abu, dan energi 3133 Kkal/kg. Kandungan nutrisi pada limbah roti menurut Yamashita *et al.* (2020), serat kasar pada limbah roti tergolong rendah tetapi kandungan protein di dalamnya cukup tinggi setara dengan dedak padi sebesar 11,3-14,44%.

Selama ini banyak penelitian yang hanya berfokus pada kemampuan larva dalam meguraikan berbagai jenis sampah. Berdasarkan penelitian Suciati (2017), tentang pengaruh berbagai jenis media pertumbuhan larva, dengan parameter biomassa larva, wadah, dan kondisi media pemeliharaan larva pada sampah organik

campuran dedak, ampas tahu, ampas kelapa, dan tulang ayam. Sedangkan penelitian tentang perbandingan jumlah larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dan jenis sampah organik yang tepat terhadap kemampuannya sebagai agen biokonversi larva belum banyak dilaporkan.

Kemampuan biokonversi oleh larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sangat tergantung pada kepadatan larva, jenis dan kepadatan sampah yang digunakan sebagai sumber pakannya. Kepadatan larva yang lebih tinggi dibandingkan kepadatan pakan akan berpengaruh pada pertumbuhan seperti berat tubuh larva. Hal ini diduga karena jumlah larva yang terlalu banyak menyebabkan pakan yang didapat tiap larva berkurang. Hal ini juga akan berpengaruh pada persentase *survival rate* larva karena jumlah larva yang lebih tinggi berpotensi terjadinya persaingan nutrisi antar larva. Sebaliknya, apabila kepadatan larva yang lebih rendah dibandingkan kepadatan pakan diduga akan lebih efisien dalam mengkonversi sampah organik.

Kemampuan bertahan hidup oleh larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) ini cukup baik. Pada kepadatan yang tinggi larva cenderung akan beradaptasi untuk dapat bertahan hidup dengan makanan yang terbatas. Pada kasus ini, kualitas dan kuantitas sampah organik yang digunakan sebagai pakannya sangat berperan penting bagi pertumbuhan larva itu sendiri. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh kepadatan larva pada sampah organik yang berbeda terhadap kemampuan biokonversi dengan parameter yang diamati meliputi *Waste Reduction Index* (WRI), *Efficiency Conversion of Digestive Feed* (ECD), *Efficiency Conversion of Digestive Feed* (ECD), berat dan panjang larva, serta *Survival Rate*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut maka penting untuk mengetahui bagaimana kemampuan biokonversi larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) meliputi *Waste Reduction Index* (WRI), *Efficiency Conversion of Digestive Feed* (ECD), berat dan panjang larva serta *survival rate* dengan kepadatan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) yang berbeda pada beberapa sampah organik sebagai pakannya?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, membandingkan, dan menganalisis kemampuan biokonversi larva meliputi *Waste Reduction Index* (WRI), *Efficiency Conversion of Digestive Feed* (ECD), *Survival Rate* pada beberapa jenis sampah organik dan kepadatan larva yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini sebagai informasi ilmiah untuk peneliti dan lembaga terkait strategi pemeliharaan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) yang lebih efektif dan efisien untuk meningkatkan produktivitas massa larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sebagai agensia biokonversi sampah organik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

2.1.1 Taksonomi Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

Lalat tentara hitam dengan nama ilmiah *Hermetia illucens* mempunyai klasifikasi taksonomi dibawah ini :

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Serangga

Ordo : Diptera

Family : Stratiomyidae

Genus : *Hermetia*

Spesies : *Hermetia illucens* L. (ITIS).

Hermetia illucens merupakan spesies lalat dari ordo Diptera dan famili Stratiomyidae dengan genus *Hermetia*. Serangga jenis lalat ini sering dijumpai pada kawasan yang cukup lembab dikarenakan habitat yang sesuai dengan karakteristiknya. Ordo Diptera memiliki 16 famili dengan urutan keempat yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia. Diptera merupakan kelompok serangga yang mempunyai kapasitas reproduksi paling besar, daur hidup paling singkat, kecepatan pertumbuhan yang tinggi, serta konsumsi pakannya bervariasi dari jenis materi organik (Yuwono & Priscillia., 2018).

2.1.2 Morfologi Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)



Gambar 2.1 Lalat *Hermetia illucens* (Yuwono & Priscillia, 2018)

Lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) memiliki warna hitam dan pada bagian segmen basal abdomennya memiliki warna transparan (*wasp waist*) sehingga agak mirip abdomen lebah. Lalat memiliki panjang dengan kisaran antara 15 hingga 20 mm serta memiliki waktu hidup 5 hingga 8 hari. Lalat dewasa tidak mempunyai mulut yang berfungsi semestinya, sebab lalat dewasa beraktivitashanya untuk kawin serta berkembangbiak selama hidupnya. Ketika lalat dewasa berkembang dari pupa, keadaan sayapnya masih melipat selanjutnya mulai mengembang dengan sempurna sampai bagian torak tertutupi. Dilihat dari jenis kelamin, lalat betina biasanya mempunyai daya tahan hidup yang lebih pendek dibanding dengan lalat jantan (Darmawan *et al.*, 2017).

2.1.3 Siklus Hidup Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

Hermetia illucens merupakan salah satu serangga yang memiliki siklus metamorfosis sempurna dengan 5 (lima) fase yaitu telur, larva, pre-pupa, pupa, lalat *Hermetia illucens* muda dan dewasa, gambar 2.2 menunjukkan siklus hidup *Hermetia illucens*.



Gambar 2.2 Siklus Hidup *Hermetia illucens* (Dewantoro & Efendi, 2018)

Siklus metamorfosis *Hermetia illucens* berlangsung dalam rentang waktu kurang dari 40 hari tergantung pada kondisi lingkungan dan asupan nutrisi pada pakan. Satu ekor lalat betina biasanya dalam durasi 20-30 menit dapat menghasilkan telur dengan kisaran 185-1235 telur. Telur yang berumur 1 hari cenderung berwarna putih, sebaliknya telur yang akan menetas berwarna putih kekuningan dan yang sudah menetas warnanya menjadi kuning kecokelatan. Telur membutuhkan waktu sekitar 3-4 hari untuk menetas menjadi larva (Putra & Ariesmayana, 2020).

Telur yang sudah menetas akan berubah menjadi larva instar satu dan berkembang sampai ke instar enam dalam waktu 22 hingga 24 hari dengan rata-rata 18-21 hari. Larva yang baru menetas berukuran sekitar 2 mm, selanjutnya berkembang sampai 5 mm. Larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) yang sudah mengalami pergantian kulit menjadi lebih gelap ukuran tubuhnya berkembang mencapai 20-25 mm. Larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) memasuki tahapan prepupa pada hari ke 18 sampai 21. Larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) pada fase prepupa berhenti makan dan berubah warna menjadi hitam kemudian keluar dari media yang basa dan mencari tempat yang kering untuk proses menjadi pupa (Yuwono & Picillia, 2018).

Selama dari proses perpupa ke pupa hanya membutuhkan waktu selama 7 hari. Lamanya menjadi pupa yaitu selama 7 hari sebelum menjadi lalat. Durasi hidup pada fase lalat sangat singkat, di fase lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) tidak makan melainkan hanya minum. Lalat jantan akan mati sesudah kawin kemudian lalat betina akan mati sesudah bertelur dan telur yang dihasilkan sangat banyak. Banyak sedikitnya telur juga di pengaruhi oleh suhu, makanan larva, dan waktu kawin (Wahyuni *et al.*, 2021).

2.2 Biokonversi Menggunakan Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

Biokonversi merupakan suatu proses perombakan sampah organik fermentasi yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan larva serangga seperti larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) atau yang mampu mengurangi limbah organik hingga 56% dan sebagai agen biokonversi. Larva lalat tentara hitam

(*Hermetia illucens*) memiliki aktivitas selulolitik dengan adanya bakteri pada ususnya (Supriatna & Ukit, 2016). Keberadaan bakteri dalam usus larva tersebut membantu larva dalam mengkonversi limbah organik dalam ususnya. Selanjutnya larva tersebut mulai mengkonversi nutrisi yang terkandung di dalam sampah organik kemudian disimpan sebagai biomasnya (Diener, 2011). Terdapat tiga produk yang diperoleh dengan memberdayakan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sebagai agen biokonversi. Produk pertama adalah larva atau pre-pupa yang dapat dijadikan sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. Produk kedua adalah cairan hasil aktivitas larva yang berfungsi sebagai pupuk cair. Produk ketiga adalah sisa sampah organik kering yang dapat dijadikan sebagai pupuk (Suciati, 2017).

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Biokonversi Menggunakan Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*)

2.3.1 Pakan

Larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) akan tumbuh dan berkembang dengan baik apabila jumlah dan nutrisi pakan terpenuhi. Nutrisi pada pakan akan membantu memenuhi asupan nutrisi bagi pertumbuhan dan meningkatkan laju konsumsi larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) pada fase larva (Heuel *et al.*, 2020). Jika kandungan nutrisi terpenuhi, maka berat dan ukuran tubuh larva akan meningkat. Semakin tinggi kandungan nutrisi pada pakan atau media tumbuh seperti protein, dan karbohidrat, maka akan meningkatkan laju pertumbuhan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*).

2.3.2 Kepadatan Larva

Jumlah populasi larva pada suatu media tumbuh tentu memiliki keterikatan yang kuat terhadap pertumbuhan dan perkembangan larva. Pertumbuhan larva juga dipengaruhi oleh nutrisi dan jumlah pakannya. Jika pada suatu media tumbuh jumlah populasi larva lebih tinggi dibandingkan jumlah pakan, maka akan terjadi kompetisi antar larva yang berpotensi larva menjadi kekurangan makanan. Selain itu, nutrisi bagi larva yang digunakan untuk menunjang pertumbuhannya pun ikut berkurang, hal ini akan menyebabkan menurunnya berat larva.

Kepadatan larva yang sesuai akan meningkatkan efisiensi produktivitas larva dalam mendegradasi sampah organik. Selain itu, menurut Fatmasari (2018), ruangan dengan udara dan kepadatan jumlah lalat yang tepat merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan aktivitas kawin lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*).

2.3.3 Temperatur

Temperatur yang ideal bagi pertumbuhan larva berkisar 24°C sampai 30°C. Apabila temperatur terlampau panas larva akan berjalan keluar dari sumber pakannya guna menemukan lokasi yang lebih dingin. Apabila terlampau dingin, metabolisme larva akan menjadi lambat. Dampaknya, larva mengkonsumsi lebih sedikit dan mengakibatkan pertumbuhan melambat. Larva mampu aktif menguraikan makanan dalam waktu 21-24 hari sesuai dengan suhu lingkungan (Fahmi, 2018).

2.4 Sampah Organik

2.4.1 Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan salah satu limbah organik yang belum banyak dimanfaatkan tetapi dapat di daur ulang kembali. Limbah ampas tahu ini juga masih banyak terkandung nutrisi di dalamnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anggeraini & Rahmiati (2016) protein 23,5%, lemak 5,54%, serat kasar 16,53%, abu 17,03%, dan air 10,43. Kurangnya pemanfaatan pada ampas tahu akan mencemari lingkungan dan akan menimbulkan penyakit-penyakit bagi lingkungan.

Pada umumnya, pemanfaatan ampas tahu hanya digunakan sebagai pupuk kandang maupun biogas. Selain itu, ampas tahu juga dapat digunakan menjadi media tumbuh bagi larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*). Kandungan nutrisi yang tersisa pada ampas tahu dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*).

2.4.2 Sampah Sawi

Limbah yang banyak mengandung bahan organik biasanya berasal dari sayuran dan buah-buahan. Limbah sayuran adalah bagian dari sayuran, sayuran yang tidak dapat dijual atau dibuang. Salah satu di antara limbah sayuran adalah sawi putih. Potensi sawi putih dapat dijadikan media pertumbuhan larva dilihat dari kandungan zat-zat makanannya terutama serat dan protein sebesar 26%. Kandungan energinya sebesar 3133 kkal/kg. Kadar airnya yang tinggi (93,82%) menyebabkan secara fisik limbah sawi mudah busuk (Londok *et al.*, 2016).

2.4.3 Sampah Roti

Limbah roti merupakan roti yang tidak layak atau telah kadaluarsa menurut ketentuan waktu yang telah ditentukan sehingga ditarik dari pasaran namun masih mengandung nutrisi. Hasil penelitian Yamashita *et al* (2020), menunjukkan bahwa kandungan nutrisi limbah roti sebesar 13,56% protein kasar, 8,55% lemak kasar, 5,86% serat kasar, 46,83% bahan ekstrak tanpa nitrogen, 2,5% abu. Melihat kandungan nutrisinya, maka limbah roti dapat dikatakan sebagai bahan pakan sumber energi. Sebagai pangan, roti aman untuk dikonsumsi, tidak mengandung anti nutrisi atau racun, kecuali jika tumbuh jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. 2001 Dietary compensatory feeding in *Man duca sexta* (Lepidoptera : Sphingidae) Larvae. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*.
- Ali, M., Sriasih, M., Rosyidi, A., Wariata, I. W., Suryadi, M. A. F. F., Fajri, N. A., & Depamede, S. N. 2022. Penggunaan Probiotik Dan Magot Untuk Mereduksi Lalat di Peternakan Ayam Pedaging Muara Selayar Desa Pijot. *Jurnal Gema Ngabdi*, 4(2), 131-137.
- Alvarez, L. 2012. A.Dissertation: *The Role of Black Soldier Fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Management in Northern Climates*. University of Windsor: Ontario.
- Anggraeni, D. N., & Rahmiati, R. 2016. Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Pakan Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Organik. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(1), 53-57.
- Caruso, D., Devic, E., Subamia, IW, Talamond, P., & Baras, E. 2014. Buku Universitas Sriwijaya

Pedoman Teknis Domestikasi dan Produksi Diptera Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae. Edisi IRD, Bogor .

Darmawan, M., Sarto., Prasetya, A. 2017. I111 - Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*.) dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong). Simposium Nasional RAPI XVI. Hal. 208-213.

Dewantoro., Mahmud Efendi. 2018. *Berternak Maggot Black Soldier Fly*. Jakarta Selatan: PT. Agro Media Pustaka.

Diclaro, J. W. , P. E.Kaufman. 2009. Black Soldier Fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae). Entomology And Nematology Departement. UF/IFAS Extension. Florida.

Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. 2009. Konversi bahan organik oleh larva lalat prajurit hitam: menetapkan tingkat makan yang optimal. *Pengelolaan & Penelitian Limbah* , 27 (6), 603-610.

Diener, S., M. Nandayure, S. Solano, F. R. Gutiérrez, C. Zurbrügg, & K. Tockner. 2011. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste. Biomass. Valor.* 2:357–363.

Eawag, 2017. Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF).

Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology : 87.

Fahmi, M. R. 2018. *Maggot Pakan Ikan Protein tinggi & Biomesin Pengolahan Sampah Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Fahmi, M, R. 2015. Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-Maggot *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.* 1(1): 139- 144.
- Fatmasari, L. 2018. *Tingkat Densitas Populasi, Berat, Dan Panjang Maggot (Hermetia illucens) Pada Media Yang Berbeda* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Gobbi, P., Martinez-Sanchez, A., & Rojo, S. 2013. Efek diet larva pada ciri-ciri riwayat hidup dewasa lalat prajurit hitam, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Jurnal Entomologi Eropa* , 110 (3), 461.
- Heuel, M., Sandrock, C., Mathys, A., Gold, M., Zurbrügg, C., Kreuzer, M., & Terranova, M. 2020. Black soldier fly larvae as a substitute for soybean in the diets of laying hens. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6, 25.
- Hakim, R, A., Prasetya, A., dan Petrus, M, B, T, H. 2017. Studi Laju Umpan pada Proses Biokonservasi Limbah Pengelolaan Tuna menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *JPB Kelautan dan Perikanan.* 12 (2): 181-182.
- Harahap, E. M. 2020. *Biokonversi sampah organik menggunakan Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens) studi kasus di TPS Pasar Astana Anyar* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- Hartami, P., Rizki, N, S., dan Erlangga. 2015. Tingkat Densitas Populasi Maggot pada Media yang Berbeda. *Berkala Perikanan Terubuk.* 43 (2): 14-20.
- Hastuti, D., Rusbana, T. B., & Hidayatullah, D. N. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi*, 9(1).
- [ITIS] Integrated Taxonomic Information System. 2003. *Tenebrio molitor* L. <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?searchtopic=TSN&search-value=187243#null>. Diakses pada tanggal 1 November 2022.
- Kahar, A., Busyairi, M., Sariyadi, S., Hermanto, A., & Ritanti, A. 2020. Biokonversi sampah organik perkotaan menggunakan larva lalat tentara hitam menjadi kompos dan pupuk organik cair. *Konversi* , 9 (2).
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 2017. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2017. KLHK: Jakarta (ID).
- Londok, J. J., Rompis, J. E., & Mangelep, C. 2016. Kualitas karkas ayam pedaging yang diberi ransum mengandung limbah sawi. *Zootec*, 37(1), 1-7.

- Madu, A. S. T. M. M., Hendriarianti, E., & Wulandari, C. D. R. 2022. Teknologi Black Soldier Fly (BSF) Dengan Variasi Pakan Sampah Organik. *Jurnal Mahasiswa" ENVIRO"*, 1(1).
- Mentari, P. D. 2018. Karakteristik Dekomposisi Sampah Organik Pasar Tradisional dengan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.).
- Mizana, D. K., Suharti, N., & Amir, A. 2016. Identifikasi pertumbuhan jamur aspergillus sp pada roti tawar yang dijual di kota padang berdasarkan suhu dan lama penyimpanan. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(2).
- Newton L, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure, Directo of the Animal and Poultry Waste Management CenterNorth Carolina State University, Raleigh, NC, Report for Mike Williams. www.cals.Nesu.edu (diakses tanggal 13 Maret 2023).
- Nugraha, F. A. 2019. *Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Sayur dengan Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Nursaid, A. A. 2019. Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Buah dengan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*).
- Opore, LO, Holm, S., & Esperk, T. 2022. Efek kepadatan yang dimodifikasi suhu pada lalat prajurit hitam: kepadatan larva yang rendah menyebabkan ukuran besar, waktu pengembangan yang singkat, dan kandungan lemak yang tinggi. *Jurnal Serangga sebagai Pangan dan Pakan* , 8 (7), 783-802.
- Pathiassana, M. T. 2020. Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Dengan Variasi Jenis Sampah Yang Dikelola PT. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*).
- Parra Paz, AS, Carrejo, NS, & Gómez Rodríguez, CH. 2015. Pengaruh Kepadatan Larva dan Laju Makan Terhadap Biokonversi Limbah Sayuran Menggunakan Larva Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (L.), (Diptera: Stratiomyidae). *Valorisasi limbah dan biomassa* , 6 (6), 1059-1065.
- Permana, A. D., Susanto, A., & Giffari, F. R. 2022. Kinerja Pertumbuhan Larva Lalat Tentara Hitam *Hermetia illucens* Linnaeus (Diptera: Stratiomyidae) pada Substrat Kulit Ari Kedelai dan Kulit Pisang. *Agrikultura*, 33(1), 13-24.
- Porretta, D., Mastrantonio, V., Crasta, G., Bellini, R., Comandatore, F., Rossi, P., Favia, G., Bandi, C. dan Urbanelli, S., 2016. Intra- instar kanibalisme larva

Anopheles gambiae (ss) dan Anopheles stephensi (Diptera: Culicidae).
Parasit dan Vektor 9: 566. [https:// doi.org/10.1186/s13071-016-1850-5](https://doi.org/10.1186/s13071-016-1850-5)

- Purnamasari, L., Agus, A., Noviandi, C. T. 2019. Effects of Methionine-Cysteine Amino Acid Supplementations in the Aflatoxin B1 Contaminated Diet on Broiler Production Performance. *Buletin Peternakan*. 43(4). doi: 10.21059/buletinpeternak.v43i4.31150
- Purnamasari, L., Sucipto, I., Muhlison, W., & Pratiwi, N. 2020. Komposisi nutrisi larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dengan media tumbuh, suhu dan waktu pengeringan yang berbeda. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* (pp. 687-692).
- Purnomo, B. C., Nurjazuli, N., & Suhartono, S. 2021. Pengaruh Luas Penampang Wadah Terhadap Besarnya Reduksi Volume Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Larva Lalat Bsf (Black Soldier Fly). *Jurnal Sehat Mandiri*, 16(2), 99-108.
- Putra, Y., & Ariesmayana, A. 2020. Efektifitas penguraian sampah organik menggunakan Maggot (BSF) di pasar Rau Trade Center. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 3(1), 11-24.
- Rahmawati, D. A. 2022. *Reduksi limbah organik industri ampas tahu dan ampas kelapa menggunakan Larva Black Soldier Fly (Hermetia sp)* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., Oktorina, S., & Yusrianti, Y. 2021. Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai upaya percepatan reduksi sampah buah dan sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 130-137.
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. 2020. Pengaruh dan efektivitas maggot sebagai proses alternatif penguraian sampah organik kota di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1).
- Saragi, E. S. 2015. *Penentuan optimal feeding rate larva black soldier fly (Hermetia illucens) dalam mereduksi sampah organik pasar* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Sari, A. A., Kinasih, I., Sari, D. A., & Putra, R. E. (2021). Effect of Macronutrient Combination on Survivorship, Growth, and Nutritional Content of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*). *Jurnal ILMU DASAR*, 22(2), 137-146.
- Sastro, Y. 2016. *Teknologi Pengomposan Limbah Organik Kota Menggunakan Black Soldier Fly*. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).

- Schmitt, E., & de Vries, W. 2020. Potensi manfaat penggunaan *Hermetia illucens* frass sebagai pembenah tanah pada produksi pangan dan untuk pengurangan dampak lingkungan. *Opini Terkini dalam Kimia Hijau dan Berkelanjutan*, 25, 100335.
- Scriber, J. M. 1981. Sequential diets, metabolic costs, and growth of Spodoptera eridania (Lepidoptera: Noctuidae) feeding upon dill, lima bean, and cabbage. *Oecologia*, 51, 175-180.
- Suciati, R. 2017. Efektifitas media pertumbuhan maggots *Hermetia illucens* (lalat tentara hitam) sebagai solusi pemanfaatan sampah organik. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 8-13.
- Sipayung, P. Y. E. 2015. Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Sebagai salah satu Teknologi Reduksi Sampah di Daerah Perkotaan. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya*.
- Supriyatna, A. dan Ramadhani, E. P. 2017. Estimasi Pertumbuhan Larva Lalat Black Soldier (*Hermetia illucens*) Dan Penggunaan Pakan Jerami Padi Yang Difermentasi Dengan Jamur P. Chrysosporium. *Jurnal Biodjati*. 2 (2) : 160-163.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in relation to temperature. *Environmental Entomology*. 38:930-934.
- Wahyuni., Dewi, K, R., Ardiansyah, F., dan Fadhill, C, R. 2021. *Maggot BSF Kualitas Fisik dan Kimianya*. Lamongan: Lembaga Penelitian, Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Lamongan.
- Wardhana A.H. 2016. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. *Jurnal wartazoa*. 26(2) : 70 - 75.
- Yamashita, S. A., Rachmat, R. D., Tarmidi, A. R., Ayuningsih, B., & Hernaman, I. 2020. Kecernaan ransum yang mengandung limbah roti pada domba. *J. Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(1), 47-51.
- Yuwono, A. S., Priscillia D M., 2018. Penggunaan Larva (Maggot) Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengolahan Limbah Organik. Bogor: Seameo Biotrop.
- Yu, G., Cheng, P., Chen, Y., Li, Y., Yang, Z., Chen, Y., dan Tomberlin, J.K. 2011. Inoculation of Poultry Manure With Companion Bacteria Influences Growth and Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Environmental Entomology*, 40(1), 30-35. <https://doi.org/10.1603/EN10126>