

**BLACK SOLDIER FLY (BSF) SEBAGAI PEREDUKSI LIMBAH
RUMAH PETERNAKAN SAPI SERTA ALTERNATIF PAKAN
TERNAK AYAM**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa
Timur**



OLEH

ILHAM LACTA PRADITYA
NPM. 19034010065

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**BLACK SOLDIER FLY (BSF) SEBAGAI PEREDUKSI LIMBAH RUMAH
PETERNAKAN SAPI SERTA ALTERNATIF PAKAN TERNAK AYAM**

Disusun Oleh:

ILHAM LACTA PRADITYA
NPM. 19034010065

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING


Ir. Yayok Survo Purnomo, M.S.
NIP. 19600601 198703 1 001

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**BLACK SOLDIER FLY (BSF) SEBAGAI PEREDUKSI LIMBAH RUMAH
PETERNAKAN SAPI SERTA ALTERNATIF PAKAN TERNAK AYAM**

Disusun Oleh:

ILHAM LACTA PRADITYA

NPM. 19034010065

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Serambi
Engineering (Terakreditasi SINTA 4)
Volume IX, Nomor 2, April 2024

PEMBIMBING



Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S.
NIP. 19600601 198703 1 001

Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua



Dr. Okik Hendriyanto C., S.T. M.T.
NIPPPK. 19750717-202121 1 007

2. Anggota



Ir. Tuhu Agung Rachimanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**BLACK SOLDIER FLY (BSF) SEBAGAI PEREDUKSI LIMBAH RUMAH
PETERNAKAN SAPI SERTA ALTERNATIF PAKAN TERNAK AYAM**

Disusun Oleh:

ILHAM LACTA PRADIYA
NPM. 19034010065

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 22 Mei 2024

TIM PENILAI

KETUA



Dr. Okik Hendriyanto C., S.T. M.T.
NIPPPK. 19750717 202121 1 007

ANGGOTA



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan
Email : lactailham26@gmail.com
Judul Skripsi : *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Pereduksi Limbah Rumah
Pernakan Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya, sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 23 Mei 2024



(ILHAM LACTA PRADITYA)

BIODATA

IDENTITAS DIRI PENELITIAN

Nama Lengkap	Ilham Lacta Praditya	
Fakultas/Program Studi	Fakultas Teknik/Teknik Lingkungan	
N.P.M	19034010065	
Tempat, Tanggal Lahir	Madiun, 26 Oktober 1999	
Alamat	Jl. Bina Karya 6 RT/RW 48/11 Kelurahan Mojorejo Kecamatan Taman Kota Madiun	
Nomor Telepon/HP	082140860545	
E-mail	Lactailham26@gmail.com	

PENDIDIKAN

No.	Jenjang Edukasi	Institusi	Program Studi	Tahun Kelulusan
1.	SD	MI Islamiyah 03	-	2012
2.	SMP	SMPN 4 Kota Madiun	-	2015
3.	SMA	SMAN 1 Kota Madiun	IPA	2018
4.	Universitas	UPN "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2024

TUGAS AKADEMIK

No.	Tugas/Kegiatan	Judul/Tempat Pelaksanaan	Tahun
1.	Kuliah Kerja Nyata	Konversi Magang Studi Independent Bersertifikat (MSIB)	2022
2.	Kerja Praktik	PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional III Subregional Jawa Kota Surabaya	2022
3.	Tugas Perencanaan	Perencanaan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Minum (Sumber: Air Sungai Pucang)	2022
		Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Minuman Ringan	
4.	Skripsi	<i>Black Soldier Fly</i> (BSF) Sebagai Pereduksi Limbah Rumah Peternakan Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam	2024

IDENTITAS ORANG TUA

Nama Lengkap	Yun Muhartono
Alamat	Jl. Bina Karya 6 RT/RW 48/11 Kelurahan Mojorejo Kecamatan Taman Kota Madiun
Nomor Telepon	08123446783
Pekerjaan	Pensiun

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “***Black Soldier Fly (BSF) Sebagai Pereduksi Limbah Rumah Peternakan Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam***” ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran selama proses pengerjaan.
4. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, ST., MT., dan Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT., selaku Dosen Penguji Program Studi Teknik Lingkungan yang membimbing serta memberi saran dalam pelaksanaan Sidang Tugas Akhir.
5. Semua dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu berharga selama studi di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 2 April 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama pengerjaan skripsi ini, berbagai pihak telah memberikan dukungan yang sangat berharga. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Manusia hebat kedua orang tua yang saya sayangi dan cintai, Bapak Yun Muhartono dan Ibu Dwi Juniananingsih, dengan tulus memberikan doa, dukungan dan usaha dalam mendampingi seluruh tahap awal studi hingga menyelesaikan skripsi ini. Serta kakak tersayang Hanifa Septa Gisella yang senantiasa memberikan bantuan dalam bentuk apapun.
2. Naufal, Madkoso, Felix, Rey, dan Bimo, selaku teman-teman kos yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini dan menolong saat dibutuhkan.
3. Teman seperjuangan Teknik Lingkungan 2019 dan teman satu dosen pembimbing yang telah memberi dukungan untuk melakukan bimbingan skripsi.
4. Teman dalam segala hal Teknik Lingkungan Boys 2019 yang telah mensupport dan memberi bantuan satu sama lain agar cepat dalam menyelesaikan tugas skripsi agar mendapatkan gelar Sarjana Teknik.
5. Untuk Perempuan yang saat ini bersama saya yang telah memberikan dukungan serta dorongan untuk cepat menyelesaikan skripsi ini, dia merupakan salah satu manusia yang sangat berperan dalam penyusunan skripsi.
6. Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas bantuannya secara langsung dan tidak langsung.

Semoga seluruh dukungan, bantuan dan doa yang telah diberikan kepada penulis akan memberikan berkah bagi semua pihak.

Penulis

DAFTAR ISI

LAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRAC	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Peternakan Sapi	4
2.1.1 Karakteristik Limbah Peternakan Sapi	4
2.1.2 Pengolahan Limbah Kotoran Sapi	5
2.2 Gambaran Umum <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	6
2.2.1 Karakteristik Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	7
2.2.2 Siklus Hidup dan Morfologi <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	8

2.2.3 Makanan <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	11
2.2.4 Media Pertumbuhan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	11
2.2.5 Kandungan Nutrisi Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	12
2.2.6 Pemanfaatan Larva <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	13
2.3 Reduksi Sampah Dengan <i>Black Soldier Fly</i> (BSF).....	14
2.3.1 Indeks Reduksi Sampah.....	15
2.3.2 Konversi Efisiensi Konsumsi Sampah.....	15
2.3.3 Tingkat Keberhasilan Hidup	16
2.4 Bioaktivator	16
2.4.1 Mikroorganisme Lokal (MOL).....	17
2.4.2 Efektif Mikroorganisme-4 (EM4).....	18
2.5 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB 3	22
METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Kerangka Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Cara Kerja.....	25
3.4 Variabel Penelitian.....	28
4.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian	29
4.6 Analisis Data	30
4.7 Jadwal Kegiatan	31
4.8 Matrik Penelitian.....	31
BAB 4	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Karakteristik Awal Limbah Kotoran Sapi	33

4.2	Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi.....	35
4.2.1	Pengaruh Rasio Variasi Pakan terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi	37
4.2.2	Pengaruh Modifikasi Pakan terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi	37
4.2.3	Hubungan Suhu dan pH terhadap Reduksi Limbah Kotoran Sapi	39
4.3	Pertumbuhan Larva BSF.....	41
4.3.1	Pertambahan Panjang Larva BSF	41
4.3.2	Pertambahan Berat Larva BSF	44
4.4	Karakteristik Larva BSF sebagai Pakan Ayam.....	47
4.5	Perlakuan Pemberian Pakan Ayam dengan BSF atau Pakan Konvensional....	51
BAB 5		53
KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN A HASIL ANALISA		58
LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....		63
LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....		65
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peternakan Sapi	4
Gambar 2. 2 Lalat Black Soldier Fly	6
Gambar 2. 3 Siklus Hidup Lalat BSF	8
Gambar 2. 4 Telur Lalat BSF	9
Gambar 2. 5 Larva di hari 3-5	9
Gambar 2. 6 Pupa BSF Siap Panen	10
Gambar 2. 7 Lalat BSF Dewasa	11
Gambar 2. 8 MOL Nasi Basi	18
Gambar 2. 9 Jenis EM4	18
Gambar 3. 1 Reaktor Penelitian wadah plastik	25
Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara reduksi limbah kotoran sapi dengan pemberian rasio campuran.....	36
Gambar 4. 2 Grafik pertambahan panjang akhir larva BSF dengan pemberian berbagai sampel campuran pakan	42
Gambar 4. 3 Grafik pertambahan berat pada larva BSF dengan pemberian berbagai campuran pakan.....	45
Gambar 4. 4 Grafik hasil uji kadar kandungan protein lemak dan karbohidrat pada larva BSF	48

Gambar 4. 5 Grafik Pertambahan berat ayam dengan pemberian pakan menggunakan larva
BSF dan pellet konvensional52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Nutrisi Lalat	13
Tabel 2. 2 Syarat Pakan Ayam Ras Pedaging (Broiler Starter) SNI 01-3931- 2006.....	14
Tabel 2. 3 Kandungan yang terdapat dalam EM4	19
Tabel 2. 4 Hasil Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3. 1 Variasi Kombinasi.....	27
Tabel 3. 2 RAB Penelitian.....	29
Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan	31
Tabel 3. 4 Matrik Bobot Larva	31
Tabel 3. 5 Matrik Reduksi Limbah	31
Tabel 3. 6 Matrik Suhu dan pH	32
Tabel 4. 1 pH Awal Limbah Kotoran Sapi.....	33
Tabel 4. 2 Suhu Awal Limbah Kotoran Sapi	34
Tabel 4. 3 Pengaruh Variasi EM4 dan Rasio Pemberian MOL Terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi.....	35
Tabel 4. 4 Perbandingan panjang awal larva dan panjang akhir larva	42
Tabel 4. 5 Perbandingan berat awal larva dan berat akhir larva.....	44
Tabel 4. 6 Hasil Uji Kadar Kandungan Protein Lemak dan Karbohidrat Larva BSF	47
Tabel 4. 7 Perbandingan Kadar Kandungan Protein dan Lemak Larva BSF dengan SNI Pakan Ayam	50
Tabel 4. 8 Perbandingan Berat Ayam	51

ABSTRAK

***BLACK SOLDIER FLY* (BSF) SEBAGAI PEREDUKSI LIMBAH RUMAH PETERNAKAN SAPI SERTA ALTERNATIF PAKAN TERNAK AYAM**

ILHAM LACTA PRADITYA

NPM. 19034010065

Limbah peternakan sapi menjadi perhatian utama karena dampaknya yang merugikan pada lingkungan dan masyarakat. Metode pengolahan limbah, seperti produksi pupuk organik, biogas, dan penggunaan *Black Soldier Fly* (BSF), telah diusulkan sebagai solusi untuk mengurangi dampak negatif limbah peternakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi larva BSF dalam mengatasi limbah kotoran sapi dan memanfaatkannya sebagai sumber pakan alternatif. Penelitian melibatkan variasi pemberian pakan dengan kombinasi mikroorganisme lokal (MOL) dan Efektif Mikroorganisme-4 (EM4) serta analisis efisiensi dekomposisi limbah kotoran sapi oleh larva BSF. Pengamatan awal menunjukkan bahwa limbah kotoran sapi memiliki pH basa dan suhu optimal untuk pertumbuhan larva BSF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pemberian pakan limbah kotoran sapi dengan MOL EM4 Peternakan pada rasio 5:1 memberikan persentase reduksi limbah tertinggi (59%) dan pertumbuhan larva BSF yang optimal. Variasi bioaktivator dan rasio pemberian MOL juga berpengaruh signifikan terhadap efisiensi dekomposisi limbah dan pertumbuhan larva BSF. Larva BSF yang diberi pakan dengan campuran EM4 Peternakan menunjukkan kandungan protein dan lemak yang tinggi, menjadikannya sumber pakan alternatif yang baik untuk ternak. Hasil ini menegaskan potensi larva BSF dalam mengurangi limbah peternakan sapi.

Kata Kunci: Larva BSF, Limbah Sapi, Bioaktivator, Pengolahan Limbah, Reduksi limbah

ABSTRACT

BLACK SOLDIER FLY (BSF) AS A REDUCTION OF CATTLE FARM HOUSE WASTE AS WELL AS AN ALTERNATIVE FOR CHICKEN ANIMAL FEED

ILHAM LACTA PRADITYA

NPM. 19034010065

Cattle farming waste is a major concern because of its detrimental impact on the environment and society. Waste processing methods, such as organic fertilizer production, biogas, and the use of Black Soldier Fly (BSF), have been proposed as solutions to reduce the negative impacts of livestock waste. This research aims to explore the potential of BSF larvae in dealing with cow dung waste and using it as an alternative feed source. The research involved variations in feeding with a combination of local microorganisms (MOL) and Effective Microorganisms-4 (EM4) as well as analysis of the efficiency of decomposition of cow dung waste by BSF larvae. Initial observations show that cow dung waste has an alkaline pH and optimal temperature for the growth of BSF larvae. The research results showed that the combination of feeding cow manure waste with MOL EM4 Animal Husbandry at a ratio of 5:1 provided the highest percentage of waste reduction (59%) and optimal growth of BSF larvae. Variations in bioactivators and MOL feeding ratios also had a significant effect on waste decomposition efficiency and BSF larvae growth. BSF larvae fed with EM4 Livestock mixture show high protein and fat content, making it a good alternative feed source for livestock. These results confirm the potential of BSF larvae in reducing livestock waste and providing an alternative feed source that is useful for agriculture and livestock.

Keywords: BSF larvae, cow waste, bioactivators, waste processing, waste reduction

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kotoran sapi merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang serius. Dalam industri peternakan, limbah kotoran sapi sering kali menjadi masalah besar karena jumlah sapi yang dipelihara secara massal. Kotoran sapi mengandung bahan organik yang tinggi dan dapat menghasilkan gas metana yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, kotoran sapi juga dapat mengandung patogen dan bakteri yang berpotensi menyebabkan penyakit. Peternakan dan pertanian merupakan sebagian besar komoditi yang berdampingan di daerah pedesaan maupun perkotaan. Karena peternakan ialah salah satu sarana berinvestasi serta meningkatkan perekonomian masyarakat di pedesaan (Simatupang, 2020).

Black soldier fly (BSF) atau lalat tentara hitam telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah limbah kotoran sapi. BSF adalah serangga yang mampu mengkonversi bahan organik, termasuk kotoran sapi, menjadi produk yang berguna seperti larva BSF yang kaya akan protein dan lemak. Metode ini dikenal sebagai reduksi kotoran sapi menggunakan BSF. Larva lalat tentara hitam (BSF), adalah konsumen kotoran sapi yang rakus (Westerman dan Bicudo, 2005).

Keberhasilan dalam produksi serta kualitas larva ditentukan dari media tumbuh serta dipengaruhi oleh kelembapan sumber larva (Fatchurochim et al. 1989). (Fajri, 2020) menyatakan bahwa reduksi sampah kotoran sapi sebesar 2026,33 serta reduksi sampah kotoran ayam sebesar 2013,33 serta bobot yang dihasilkan dari larva BSF yang mengonsumsi kotoran ayam sebesar 0,173 gram dan larva kotoran sapi sebesar 0,167 gram.

Hal inilah yang menjadi dasar dalam penelitian yang akan dilakukan dengan melakukan variasi terhadap limbah kotoran sapi dan laju umpan. Limbah kotoran sapi divariasi dengan pemberian EM4 dan mikroorganisme lokal (MOL) yang dihasilkan nasi basi (Royaeni et al., 2014). Pemberian pakan diberikan dengan lima rasio

kombinasi umpan, yaitu 5:1, 10:1, 20:1, 30:1. Penelitian dilakukan dengan hasil akhir untuk mengetahui efisiensi kemampuan larva BSF (besar persentase) dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi dengan modifikasi pakan serta pemberian rasio kombinasi umpan yang telah ditentukan serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan larva BSF. Selain itu, penelitian juga memanfaatkan larva BSF yang telah selesai pada proses penguraian untuk dijadikan sebagai pakan ternak atau ikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Bagaimana persentase kemampuan larva BSF dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi dengan modifikasi pakan serta rasio kombinasi umpan?
- 2 Bagaimana pengaruh modifikasi pakan serta rasio kombinasi umpan terhadap pertumbuhan larva BSF?
- 3 Bagaimana karakteristik larva BSF yang akan dijadikan pakan ternak?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Menganalisa persentase kemampuan larva BSF dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi dengan modifikasi pakan serta rasio kombinasi umpan
- 2 Menganalisa pengaruh modifikasi pakan serta rasio kombinasi umpan terhadap pertumbuhan larva BSF
- 3 Menganalisa karakteristik larva BSF yang akan digunakan sebagai umpan ternak sesuai dengan SNI

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu pemilik peternakan untuk mengolah limbah kotoran sapi sebagai salah satu alternatif pakan
2. Memberikan informasi modifikasi pakan serta laju umpan yang berpersentase tinggi untuk pakan ternak

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup kegiatan penelitian ini adalah:

1. Penelitian menggunakan limbah kotoran sapi yang berasal dari peternakan rumahan yang berada di Dusun Panjen Kabupaten Ngawi.
2. Penelitian dilakukan dengan melihat persentase larva BSF dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi dengan modifikasi pakan serta rasio kombinasi umpan serta pengaruh terhadap pertumbuhan larva BSF.
3. Pengambilan data primer dilakukan pada hari ke-5 sampai hari ke-15.
4. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium.
5. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kandungan protein, lemak, dan kadar air yang sesuai dengan SNI pakan ayam ras petelur

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Peternakan Sapi



Gambar 2. 1 Peternakan Sapi

Limbah peternakan adalah semua kotoran yang dihasilkan dari kegiatan usaha peternakan baik berupa padat, cairan, gas, maupun sisa pakan. Limbah ini telah berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan, karena kotoran sapi sering menimbulkan masalah lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan hidup masyarakat di peternakan (Hidayatullah., *et al.*, 2005). Dengan bertambahnya permintaan akan kebutuhan sapi di Indonesia akan menimbulkan juga masalah limbah yang akan berdampak pada lingkungan. Masalah lingkungan yang dihasilkan oleh meningkatnya industri peternakan adalah limbah cair maupun padat yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan (Sumiarsa., *et al.*, 2011).

2.1.1 Karakteristik Limbah Peternakan Sapi

Karakteristik limbah peternakan sapi adalah biomassa yang banyak mengandung protein, lemak serta karbohidrat. Slurry dari limbah kotoran sapi terdapat 1,8-2,4% nitrogen, 50 – 70% bahan organik dan 1,0 – 1,2% fosfor, 0,6 – 0,8% potassium. Kandungan air kotoran ternak antara 27 – 85% dapat dijadikan media yang optimal

guna tempat bertelur lalat, serta baik untuk perkembang biakan larva lalat (Tangkas, Trihadiningrum., 2016).

2.1.2 Pengolahan Limbah Kotoran Sapi

Pupuk organik dan biogas merupakan contoh alternatif yang digunakan sebagai pengolahan kotoran ternak sapi dikarenakan mempunyai kemampuan untuk menanggulangi empat MDG's, seperti poin 1 MDG untuk meminimalisir kelaparan kemiskinan, poin 2 MDG guna menciptakan pendidikan dasar bagi seluruh orang, poin 3 untuk pensejahteraan gender dan pemberdayaan perempuan, dan poin 7 sebagai penjamin kehidupan lingkungan (Wahyudi, 2013). Terdapat beberapa cara pengolahan limbah kotoran sapi :

1. Pupuk organik

Pupuk cair yang dihasilkan dari proses pembusukan bahan organik seperti kotoran hewan, sampah tumbuhan, dan kotoran manusia serta memiliki banyak kandungan hara disebut pupuk organik cair (Hadisuwito, 2007). Kotoran ternak sapi menjadi salah satu pilihan yang tepat sebagai pembuatan pupuk organik (Budiyanto, 2011). Limbah dari hasil peternakan sapi mempunyai potensi untuk diolah menjadi pupuk organik dapat dimanfaatkan sebagai daya dukung lingkungan, meningkatkan hasil tanaman, serta mengurangi kerusakan lingkungan (Nugraha & Andini, 2013).

2. Biogas

Biogas didapatkan melalui fermentasi bahan organik yang ditambahkan bakteri anaerob (hanya hidup didalam keadaan tanpa udara) serta hanya bahan organik yang cocok dijadikan sebagai biogas sederhana (Hastuti, 2009). Penggunaan kotoran sapi dan kotoran kambing lebih efisien untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas (Biyatmoko & Wijongkongko, 2011). Selain pupuk organik sebagai salah satu pengolahan kotoran ternak sapi, terdapat juga

pengolahan kotoran ternak sapi sebagai bahan baku biogas untuk membantu menangani kelangkaan serta kenaikan bahan bakar yang kebanyakan digunakan di daerah pedesaan (Huda, 2017).

3. BSF (*Black Soldier Fly*)

Larva BSF memiliki kemampuan yang luar biasa dalam mencerna bahan organik yang kompleks, termasuk kotoran sapi. Kandungan nutrisi yang tinggi dalam kotoran sapi menjadi sumber makanan yang sangat baik bagi larva BSF. Larva BSF mampu mengkonversi bahan organik dalam kotoran sapi menjadi larva yang kaya akan protein dan lemak. Nilai Survival Rate sebesar 85%, hal ini dapat diartikan kotoran sapi cocok digunakan sebagai pakan larva BSF (Buana, 2021).

2.2 Gambaran Umum *Black Soldier Fly* (BSF)



Gambar 2. 2 Lalat Black Soldier Fly

Black Soldier Fly yang memiliki nama ilmiah *Hermetia illucens* merupakan salah satu jenis lalat yang dapat dijumpai di tempat-tempat yang mengandung sampah organik. *Black Soldier Fly* atau yang biasa dikenal dengan BSF termasuk dalam golongan ordo *Diptera*. BSF jenis serangga yang banyak ditemukan di benua Amerika dan Eropa dan dapat bertahan dalam kondisi suhu 30-36 derajat celsius.

Black Soldier Fly (BSF) merupakan salah satu hewan yang memiliki efisiensi dalam mereduksi sampah organik sekitar 55-80% (Buana, 2021). Pembudidayaan BSF

yang dapat dimanfaatkan seperti larva atau yang sering disebut maggot, fase pupa dan prepupa dan kepompong yang memiliki nutrisi paling tinggi. Beberapa keuntungan yang dihasilkan dari larva BSF diantaranya :

1. Sebagai pakan hewan ternak
2. Mudah dalam pemeliharaan
3. Mereduksi sampah organik yang timbul dari sisa pakan

2.2.1 Karakteristik Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

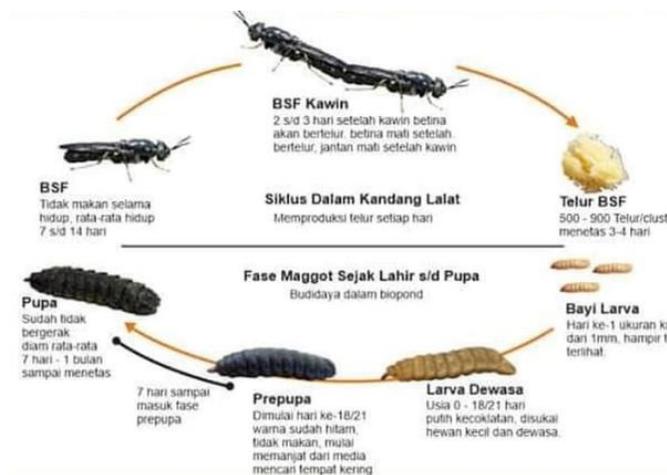
Larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang biasa masyarakat menyebutnya dengan istilah “belatung” atau dalam Bahasa Inggris dikenal dengan *maggot* merupakan istilah yang digunakan untuk serangga Diperta. Larva *Black Soldier Fly* (BSF) memiliki beberapa karakteristik seperti: Bersifat *dewatering* (dapat menyerap air), dan berpotensi dalam pengelolaan sampah organik. Berikut klasifikasi taksonomi larva *Black Soldier Fly* sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Fillum	: Arthropoda
Kelas	: Serangga
Ordo	: Diptera
Famili	: Stratiomyidae
Subfamili	: Hermetiinae
Genus	: <i>Hermetia</i>
Spesies	: <i>Hermetia illucens</i>

Ordo Diptera merupakan kelompok serangga yang memiliki tingkat reproduksi terbesar, siklus hidup tergolong singkat, pertumbuhan yang cepat dan dapat mengonsumsi pakan variatif dari jenis organik (Fajri, dkk, 2020).

2.2.2 Siklus Hidup dan Morfologi *Black Soldier Fly* (BSF)

Siklus hidup dari BSF berupa telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung kisaran 40-43 hari, tergantung oleh media pakan yang akan dikonsumsi hingga kondisi lingkungan pemeliharaan. Siklus hidup lalat BSF (*Hermetia illucens*) memiliki empat fase: yaitu fase dewasa, fase telur, fase prepupa dan fase pupa (Sucianti dan Faruq, 2017).



Gambar 2. 3 Siklus Hidup Lalat BSF

a. Fase Telur

Induk dewasa BSF dapat bertelur sekitar 320 sampai 1000 butir yang diletakkan pada substrat kering dan disembunyikan diantara celah atau tumpukan media untuk menjaga kelembapan telur sebelum menetas dan untuk menghindari ancaman predator, seperti semut. Induk menaruh telurnya yang dekat dari sumber makanan. Telur BSF berbentuk oval dan panjang kisaran 1 mm, berwarna coklat muda kekuningan dan akan semakin gelap ketika mendekati masa penetasan. Telur BSF akan menetas pada hari ke-4.



Gambar 2. 4 Telur Lalat BSF

b. Fase Larva

Setelah tiga hari, telur BSF akan menetas memiliki ukuran kisaran 0,7 mm dan bergerak menuju ke sumber makanan. Larva yang baru menetas akan tampak di permukaan media dan membentuk seperti awan putih. Setelah berumur 3 hari, larva akan mulai bergerak memasuki media pertumbuhan. Larva BSF atau maggot akan mencari tempat yang tidak terkena cahaya atau masuk ke dalam media pemeliharaan. Umur larva maggot dapat mencapai 4-5 minggu, tergantung suhu yang terdapat disekitar media. Setelah fase larva, maggot akan mengalami pergantian kulit sebelum memasuki fase prepupa atau proses ini sering disebut dengan istilah *moulting*.



Gambar 2. 5 Larva di hari 3-5

c. Fase Pupa

Tahap pupa sepenuhnya dicapai pada hari ke-24 setelah menetas. Pada fase ini larva BSF akan mencari tempat yang kering dan gelap dikarenakan untuk proses menjadi pupa sempurna. Tahap pupa akan berlangsung kurang lebih 8 hari tergantung kondisi suhu lingkungan. Pada tahap ini, serangga bermetamorfosis menjadi serangga dewasa. Karakter yang cukup terlihat dari fase pupa ialah warna larva akan semakin menghitam dan tidak berkilau, dan akan menjadi kaku salah satu ujung pupa akan menekuk membentuk bulan. Delapan hari kemudian atau pada hari ke 32, pupa akan menjadi serangga dewasa setelah bermetamorfosis atau biasa disebut dengan istilah *imago*.



Gambar 2. 6 Pupa BSF Siap Panen

d. Fase Lalat Dewasa

Fase lalat dewasa merupakan fase dengan waktu yang sangat singkat yaitu 6-8 hari. Fokus utama dari lalat dewasa ialah pertumbuhan dan aktivitas reproduksi. Selama fase lalat dewasa, BSF tidak membutuhkan makanan, hanya air. Lalat dewasa BSF sangat mengandalkan cadangan lemak dalam tubuh yang didapatkan ketikan tahap larva. Fisiologi BSF yang tidak membutuhkan makanan selama tahap dewasa menjadi bukti nyata bahwa lalat ini tidak menyebarkan penyakit. Proses kawin atau *mating* serangga BSF 85% terjadi di siang hari. Pada umumnya, perkawinan terjadi dengan paparan sinar matahari langsung. Serangga dewasa akan bertelur di suhu kisaran 24-

40 Celcius dengan kadar kelembapan 30-90%. Kualitas dan kuantitas dari telur serangga dewasa dapat dipengaruhi dari jenis makanan yang dikonsumsi pada fase larva. Setelah melakukan perkawinan, serangga betina akan meletakkan telurnya di sela sela media atau biasanya di tumpukan kayu untuk melindungi telur. Kemudian serangga yang telah mengeluarkan telurnya akan mati.



Gambar 2. 7 Lalat BSF Dewasa

2.2.3 Makanan *Black Soldier Fly* (BSF)

Black Soldier Fly (BSF) hanya akan mengonsumsi makanan pada tahap larva atau sering disebut maggot. Dimana larva BSF tergolong “kuat” dan dapat tetap tumbuh dalam kondisi lingkungan yang cukup ekstrim, seperti pada media sampah yang terkandung didalamnya garam, alkohol, asam dan amonia (Diener *et al.*, 2011). Larva BSF mampu mengonsumsi dengan cepat sekitar 25-500mg bahan segar perhari. Larva BSF dapat tetap hidup dalam berbagai bahan-bahan organik dengan kisaran pH yang tinggi maupun rendah (Gangdhar *et al.*, 2018).

2.2.4 Media Pertumbuhan Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Larva BSF memerlukan media yang kaya akan bahan organik untuk berkembangbiak. Jumlah nutrisi pada media akan mempengaruhi perkembangan larva. Apabila nutrisi dalam media tidak cukup untuk perkembangan larva maka larva

dapat berkembang dalam kurun waktu mencapai 4 bulan, tetapi apabila nutrisi tercukupi maka larva hanya memerlukan waktu 2 minggu untuk berkembang (Hem, dkk, 2008). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan media pertumbuhan Larva *Black Soldier Fly* (BSF) antara lain :

- Jumlah Nutrien
- Kandungan Air
- Kemudahan dalam mendapatkan media
- Ketersediaan media; serta
- Akomodasi dalam pengangkutan media

Berbagai media yang pernah digunakan sebagai media pertumbuhan larva BSF, diantaranya sebagai berikut:

1. Feses Ayam
2. Ampas Tahu

2.2.5 Kandungan Nutrisi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Nutrisi merupakan kebutuhan organik makhluk hidup yang berfungsi untuk pertumbuhan dan pemeliharaan kesehatan. Nutrisi didapat dari makanan dan cairan yang selanjutnya diasimilasikan oleh tubuh. Beberapa komponen nutrisi diantaranya protein, karbohidrat dan lemak.

Larva dari Black Soldier Fly telah disarankan sebagai alternatif sumber protein makanan jagung dan kedelai, dimana bahan-bahan tersebut berpotensi untuk pakan ternak (Kawasaki et al, 2019). Black Soldier Fly adalah salah satu insekta yang mulai dipelajari karakteristik dan kandungan nutrisinya. Kandungan Nutrisi yang ada pada Black Soldier Fly juga dipengaruhi oleh makanan yang diberikan pada saat fase larva.

Newton et al.,(2005) melakukan penelitian dengan larva BSF yang menggunakan media atau pakan kotoran hewan dengan hasil kandungan nutrisi larva BSF sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Kandungan Nutrisi Lalat

Asam amino (%)		Mineral dan lainnya (%)	
Methionine	0,83	P	0,88
Lysine	2,21	K	1,16
Leucine	2,61	Ca	5,36
Isoleucine	1,51	Mg	0,44
Histidine	0,96	Mn	348 ppm
Phenylalanine	1,49	Fe	776 ppm
Valine	2,23	Zn	271 ppm
I-Arginine	1,77	Crude protein	43,2
Threonine	1,41	Ether extract	28,0
Tryptophan	0,59	ash	16,6

Menurut Simanjutak (1982) kotoran sapi mengandung 15,47% kadar air, 45,89% bahan organik, 4,38% protein kasar. Sedangkan sesuai penelitian Yunilas dkk, (2023) limbah sayur sawi hijau, kol dan kembang kol memiliki kandungan 89,02% kadar air, 20,32% protein kasar, 10,89% bahan kering.

2.2.6 Pemanfaatan Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Larva BSF dapat diberi berbagai macam pakan, diantaranya adalah sampah dapur, buah-buahan, sayuran, hati, limbah ikan, limbah perkotaan, limbah manusia, dan kotoran hewan. Hal tersebut menjadikan larva BSF dapat dimanfaatkan dalam beberapa hal diantaranya:

- a. Maggot dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak berprotein tinggi
- b. Sisa lalat yang sudah mati dapat menjadi bahan tambahan dalam pembuatan kompos
- c. Sisa pakan *maggot* dapat diolah menjadi pupuk organik cair

BSF dapat dimanfaatkan pada fase prepupa dikarenakan pada fase ini larva BSF memiliki timbunan lemak yang maksimal sebagai cadangan makanan saat larva

memasuki fase metamorfosis. Pada fase ini larva BSF dapat dijadikan alternatif pakan unggas maupun pakan ikan (Nurhidayah, 2022).

Keuntungan larva BSF sebagai pakan ternak memiliki keuntungan secara langsung maupun tidak langsung. Pemanfaatan larva BSF dalam pengolahan limbah organik tidak menimbulkan bau yang menyengat, keuntungan lain yaitu larva BSF tidak membawa penyakit (Wardhana, 2016). Berikut merupakan syarat pakan ternak unggas ayam sesuai dengan SNI yang berlaku:

Tabel 2. 2 Syarat Pakan Ayam Ras Pedaging (Broiler Starter) SNI 01-3931- 2006

Kadar Air (maksimum)	14,0 %
Protein Kasar	18,0 – 23,0 %
Lemak Kasar	2,5 – 7,0 %
Serat Kasar (maksimum)	7,0 %
Abu	5,0 – 8,0 %
Calcium (Ca)	0,9 – 1,2 %
Phospor (P)	0,7 – 1,0 %
Aflatoksin (maksimum)	50 ppb
L-Lysine (maksimum)	1,10 %
DL-Methionine (Maksimum)	0,50 %

2.3 Reduksi Sampah Dengan Black Soldier Fly (BSF)

BSF merupakan hewan pereduksi sampah organik yang baik dinyatakan dalam penelitian (Azka, 2022) mengungkapkan bahwa pemberian pakan dengan beberapa kombinasi sampah organik mendapatkan hasil maksimal sebesar 87,5% untuk kombinasi pakan campuran kotoran ayam dengan sampah buah. Serta pemberian pakan

ayam menggunakan larva BSF, dapat mempengaruhi berat yang lumayan signifikan namun dalam kasus pemberian pakan konvensional dengan pakan larva BSF, ayam lebih condong memakan pakan konvensional dikarenakan belum terbiasa dengan pakan BSF.

Secara umum, pakan sampah organik yang akan diberikan terhadap larva BSF harus memenuhi karakteristik sebagai berikut (Dortmans et al, 2017):

1. Kandungan air dalam pakan diharuskan mengandung air sebanyak 60%-90% agar mudah dicerna oleh larva BSF.
2. Bahan-bahan yang kaya akan protein dan karbohidrat sangatlah bagus bagi pertumbuhan larva.
3. Ukuran partikel makanan berupa partikel kecil atau bahkan dalam bentuk cair dikarenakan larva yang tidak memiliki mulut untuk mengunyah.

2.3.1 Indeks Reduksi Sampah

Untuk mereduksi sampah, bukan hanya mengenai total penurunan pakan secara total, tetapi juga pengaruh waktu yang dibutuhkan larva BSF dalam mengonsumsi jumlah makanan. Reduksi sampah dapat dihitung menggunakan dekomposisi makanan secara menyeluruh dibagi dengan waktu (Diener, 2010).

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

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

dengan:

- WRI = *Waste Reduction Index* (Indeks Reduksi Sampah) (%hari)
 D = Penurunan pakan total (g)
 t = Total waktu yang dibutuhkan larva (hari)
 R = Sisa pakan total (g)
 W = Jumlah pakan yang diberikan (g)

2.3.2 Konversi Efisiensi Konsumsi Sampah

Efisiensi konsumsi sampah atau *Efficiency of Conversion Digested Feed* (ECD) yang dapat dicerna oleh larva dapat dihitung menggunakan persamaan

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

dengan :

- ECD = *Efficiency of Conversion Digested Feed* (Konversi efisiensi konsumsi sampah) (%)
- B = Pertambahan berat larva (berat akhir-berat awal) (mg)
- I = Jumlah sampah yang diberikan (mg)
- F = Berat sisa sampah organik dan hasil ekskresi (mg)

2.3.3 Tingkat Keberhasilan Hidup

Survival Rate atau sering disebut tingkat keberhasilan hidup adalah total jumlah larva yang masih hidup diakhir dibandingkan dengan jumlah total awal larva, dapat ditentukan menggunakan perbandingan total hidup larva awal dengan larva sisa diakhir penelitian seperti persamaan berikut

$$SR = \frac{y}{z} \times 100 \quad \dots\dots\dots (III)$$

dengan:

- SR = *Survival Rate* (Tingkat keberhasilan hidup) (%)
- y = Total larva yang hidup diakhir
- z = Total larva yang hidup diawal

2.4 Bioaktivator

Mikroba efektif atau yang sering disebut bioaktivator ialah pengaktivasi jasad renik yang akan bekerja dalam proses perubahan fisio-kimia agar menjadi ukuran yang lebih kecil (Sukanto, 2013). Bioaktivator berupa larutan dengan campuran dari beberapa mikroorganisme. Bioaktivator juga digunakan dalam proses pengomposan dengan dekomposisi menggunakan aktivasi mikroba, oleh karena itu kecepatan dekomposisi dan kualitas jenis kompos tergantung jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan (Nuryani & Sutanto, 2002).

2.4.1 Mikroorganisme Lokal (MOL)

Mikroorganisme Lokal (MOL) adalah mikroorganisme yang terbuat dari bahan-bahan alami media berkembangnya mikroorganisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik (proses dekomposisi menjadi kompos atau pupuk organik) (Wahyuni, 2019). Menurut Wicaksono, 2020 Bahan-bahan utama pembuatan MOL terdiri dari tiga jenis komponen dasar yaitu:

1. Karbohidrat didapatkan dari air cucian beras, nasi basi, singkong dan bahan-bahan lainnya.
2. Glukosa didapatkan dari gula merah yang diencerkan dengan air, air kelapa dengan air gula.
3. Sumber bakteri didapatkan dari kulit buah-buahan, sayuran berklorofil, atau bahan-bahan lainnya yang mengandung sumber bakteri.

Peranan MOL dalam proses fermentasi ialah untuk menyuplai nutrisi dan berperan sebagai komponen bioreaktor yang bertugas menjaga proses tumbuh maggot secara optimal agar menjadikan pertumbuhan maggot dapat tumbuh ideal dan kontrol terhadap penyakit yang menyerang maggot (Ali et al., 2019). Pembuatan MOL yang berasal dari limbah rumah tangga, tentu akan mengurangi limbah yang dihasilkan dari rumah tangga dan jenis variasi MOL yang banyak dapat dihasilkan dari limbah rumah tangga, seperti:

1. MOL nasi basi, didapatkan dari sisa nasi basi yang telah berjamur. Lalu ditambah dengan larutan gula cair serta air kelapa dan didiamkan satu minggu atau lebih guna mendapatkan hasil yang maksimal. MOL ini dapat digunakan sebagai pengurai bahan organik. (Manora, 2019).



Gambar 2. 8 MOL Nasi Basi

Beberapa manfaat yang didapat dari penggunaan MOL sebagai berikut:

1. Mikroorganisme local membantu peningkatan kadar klorofil daun penumbuhan bintil akar pada tanaman *leguminosae*. Meningkatnya kadar klorofil akan memicu kemampuan fotosintesis tanaman serta penyerapamn kadar nitrogen di udara.
2. Meningkatkan daya tahan tanaman dalam cuaca ekstrim serta penyakit yang timbul.
3. MOL juga dapat merangsang pertumbuhan buah serta bakal buah.
4. Mengurangi gugurnya daun bunga dan bakal buah.

2.4.2 Efektif Mikroorganisme-4 (EM4)

Efektif Mikroorganisme-4 atau yang lebih sering disebut EM4 merupakan mikroorganisme (bakteri) pengurai yang dapat mempercepat pembusukan sampah organik. EM4 memiliki 80 genus mikroorganisme fermentasi, seperti *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, dan ragi. EM4 dipergunakan untuk pengomposan modern dan dipakai sebagai inokulan untuk memperbanyak jenis mikroorganisme dan populasinya di dalam tanah. Keuntungan dalam penggunaan EM4 sebagai salah satu bioaktivator dapat meningkatkan produktivitas tanah serta menyeimbangkkn kadar mikroorganisme dalam tanah (Fitria et al., 2017).



Gambar 2. 9 Jenis EM4

Kriteria EM-4 berdasarkan warna serta kegunaannya:

Perbedaan EM4 kuning, coklat, pink dan biru terletak pada kegunaannya EM4 kuning digunakan dalam bidang pertanian yang mengandung mikroorganisme *Lactobacillus* 1.09×10^7 , sedangkan untuk EM4 berwarna coklat dipergunakan untuk peternakan dengan kandungan mikroorganisme *Lactobacillus* $1,5 \times 10^6$, untuk EM4 berwarna pink digunakan dalam bidang perikanan dengan kandungan mikroorganisme *Lactobacillus* 2×10^6 , dan yang terakhir EM4 berwarna biru digunakan dalam pengolahan limbah untuk mempercepat penguraian limbah padat cair dan untuk menekan pertumbuhan bakteri pathogen.

Tabel 2. 3 Kandungan yang terdapat dalam EM4

EM4 Pertanian	EM4 Peternakan	EM4 Perikanan	EM4 Limbah/Toilet
<i>Lactobacillus</i> 1.09×10^6	<i>Lactobacillus</i> 1.5×10^6	<i>Lactobacillus</i> 2×10^6	<i>Lactobacillus</i>
<i>Saccharomyces</i> 4.03×10^6	<i>Saccharomyces</i> 1.5×10^6	<i>Saccharomyces</i> 3.5×10^5	<i>Saccharomyces</i>
	<i>Rhodopseudomonas</i> <i>Palustris</i> 1.0×10^6		

Beberapa manfaat yang didapatkan dari penggunaan EM4 seperti:

1. EM4 memperbaiki tanah yang diberi campuiran EM4 dalam sifat biologis, fisik dan tanah.
2. Meningkatkan jumlah nutrisi dan senyawa organik dalam tanah
3. Dapat mempercepat pengomposan dalam limbah bahan organik seperti kotoran hewan
4. Meningkatkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman
5. Membantu meningkatkan produksi tanaman seta menjaga tanaman dari penyakit yang timbul akibat keadaan lingkungan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 4 Hasil Penelitian Terdahulu

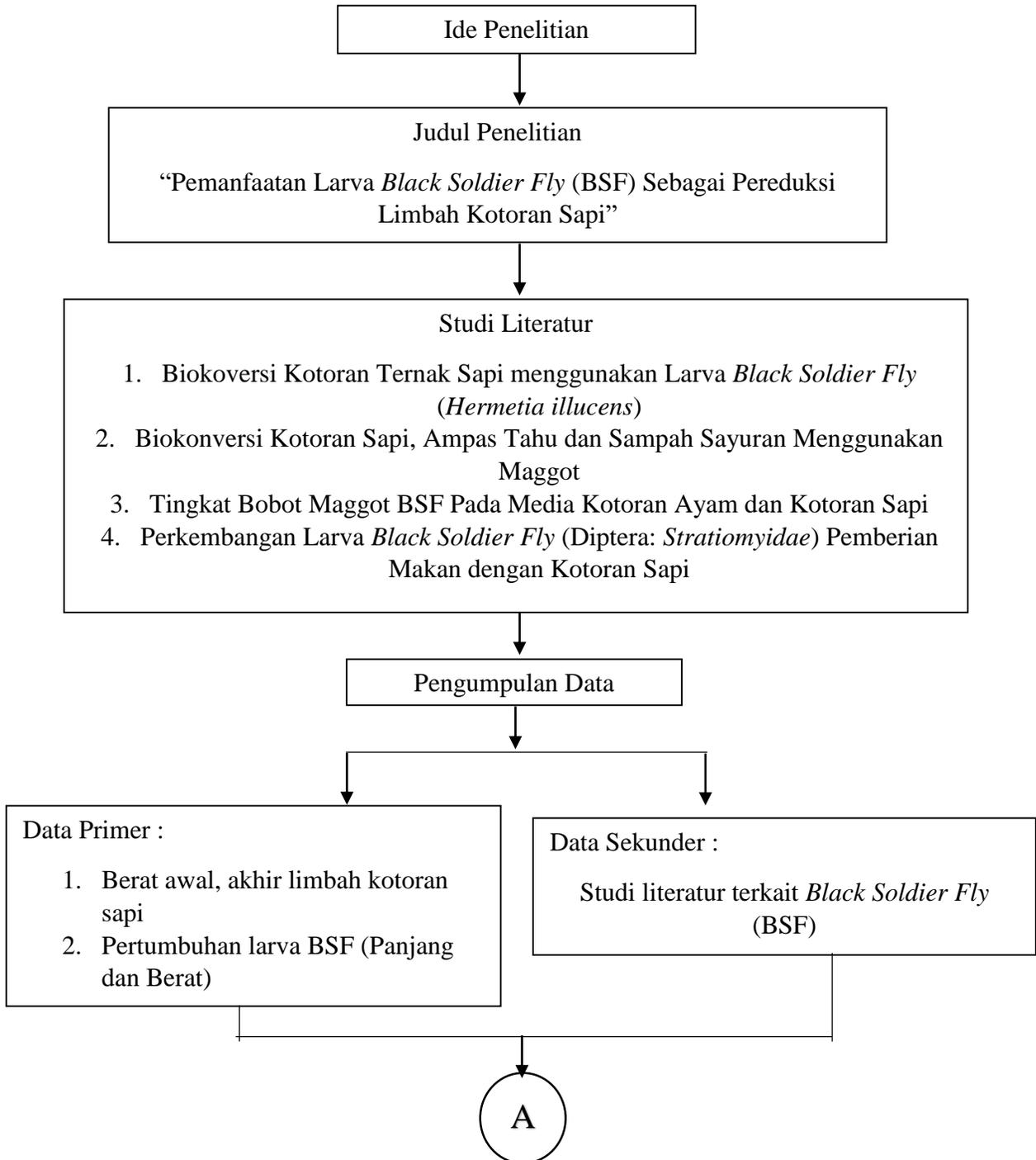
Penulis	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian
Nefi Andriana Fajri, Ni Made Andri Kartika, dan Yuni Mariani	Tingkat bobot maggot BSF pada media kotoran ayam dan kotoran sapi.	2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan yang diukur dari bobot badan maggot dari kedua jenis kotoran yang berbeda hampir tidak ada perbedaan dari segi berat maggot. 2. Produksi yang signifikan ditunjukkan pada maggot dengan pemberian pakan kotoran sapi yang memiliki nilai rata rata produksi sebesar 2026,33.
Mahargiyan Swapentha Buana, dan Taty Alfiah	Biokonversi kotoran ternak sapi menggunakan larva <i>Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)</i>	2021	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil penelitian menunjukkan nilai <i>Survival Rate</i> diatas 85% yang berarti bahwa kotoran sapi cocok digunakan sebagai pakan larva BSF. 2. Rata rata reduksi tertinggi sebesar 36,4% dengan pakan larva BSF kotoran sapi yang telah difermentasi
Arif Rahman Hakim, Agus Prasetya, dan Himawan T. B. M. Petrus	Studi laju umpan pada biokonversi limbah pengolahan tuna menggunakan larva <i>hermetia illunces</i>	2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada biokonversi optimum terjadi pada pakan kepala tuna dengan 60 mg.
M. Helmi Fakhrieza, Devita Sari, dan Tiwi Yuniastuti	Biokonversi kotoran sapi, ampas tahu, dan sampah sayuran menggunakan maggot	2023	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks reduksi sampah (WRI) atau pengurangan sampah tertinggi terdapat pada pemberian pakan kotoran sapi sebesar 6,58%. 2. Aspek pertumbuhan maggot yang optimal ditunjukkan pada perlakuan ampas tahu yang memiliki panjang 1,67 cm serta memiliki bobot 31,83 gram.
Qiang Li, Longyu Zheng, Ning Qiu, Hao Cai,	Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera:	2011	<ol style="list-style-type: none"> 1. 15,8 g biodiesel dapat diolah dari 1248,6 g kotoran sapi segar sebanyak 1200 BSF dalam 21 hari.

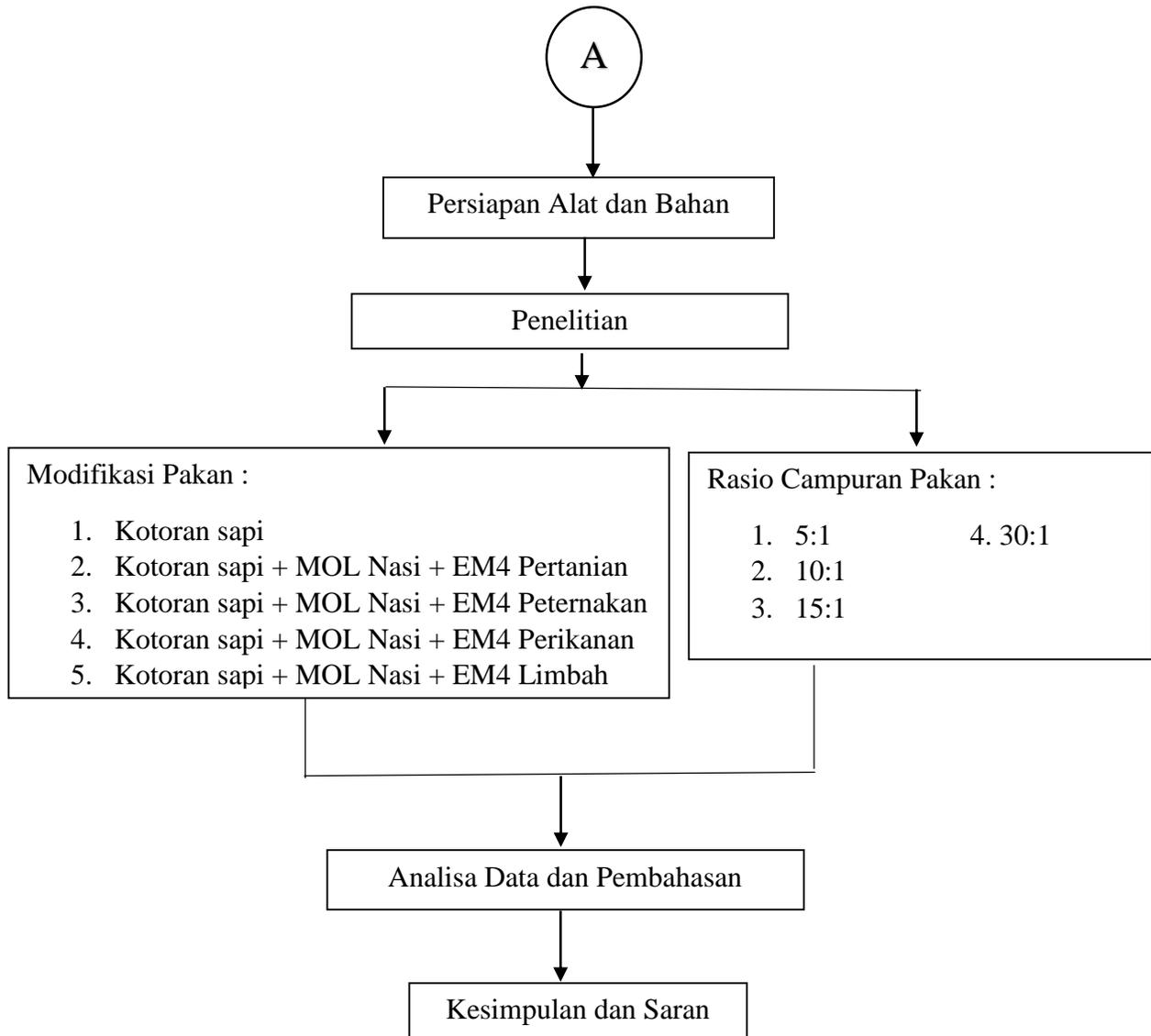
Jeffery K. Tomberlin, dan Ziniu Yu.	Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production		<ol style="list-style-type: none"> 2. Sisa larva sebanyak 54,4 g dapat digunakan sebagai pakan ternak 3. BSF dapat mendaur ulang sampah menjadi energy bersih, dan mengurangi pencemaran lingkungan akibat kotoran hewan.
Putri Mareta Cahyani, Delima Engga Maretha, dan Asnilawati	UJI KANDUNGAN PROTEIN, KARBOHIDRAT DAN LEMAK PADA LARVA MAGGOT (<i>Hermetia illucens</i>) YANG DI PRODUKSI DI KALIDONI KOTA PALEMBANG DAN SUMBANGSIHNYA PADA MATERI INSECTA DI KELAS X SMA/MA	2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada pengujian protein terdapat 49,67%, dengan karbohidrat sebesar 0,18%, serta kandungan lemak sebesar 21,17% yang dimiliki maggot BSF. 2. Larva maggot dapat dijadikan pakan alternative baru.
Jack Y.K. Cheng, Sam L.H. Chiu, Irene M.C. Lo	Effects of moisture content of food waste on residue separation, larval growth and larval survival in black soldier fly bioconversion.	2017	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kadar air pada sampah dari dapur restoran yang baik berada pada kisaran 70-75% untuk diolah larva BSF. residu turun secara bertahap menjadi 50%, dimana pada keadaan ini menghasilkan residu halus yang mudah dipisahkan. 2. Sampah dengan kadar air 80% (baik pada sampah dapur restoran dan sampah sisa makanan) mempercepat pertumbuhan larva hingga tahap maksimum dibandingkan dengan sampah dengan kadar air 70-75%.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Tahapan pada penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir pada gambar berikut :





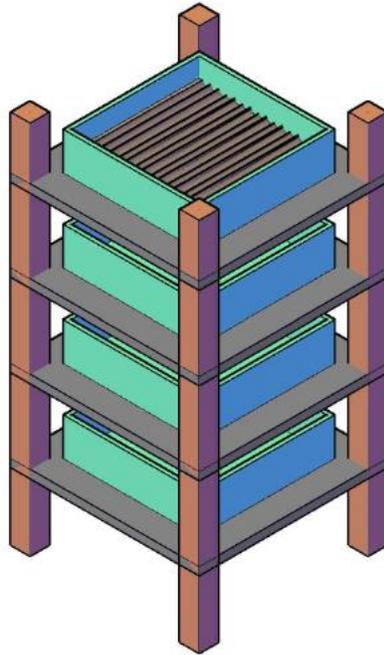
3.2 Alat dan Bahan

Persiapan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan segala alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian. Alat yang dipersiapkan yakni seluruh keperluan dalam pembuatan reaktor dan keperluan selama dilakukannya penelitian ini. Bahan yang digunakan merupakan limbah kotoran sapi dengan penambahan variasi

bioaktivator atau starter berupa MOL nasi basi EM4. Berikut merupakan rincian alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian.

- a. Alat yang diperlukan
 1. Wadah berukuran berukuran 1L sebanyak 17 buah sebagai reaktor
 2. Ember berukuran 10L sebanyak 1 buah sebagai wadah penyimpanan limbah kotoran sapi
 3. Pinset
 4. Timbangan digital
 5. Thermohigrometer untuk mengetahui suhu dan kelembapan
 6. Kawat kasa untuk menutup reaktor agar larva tidak keluar
 7. Sendok
 8. Spidol
 9. Kertas label
- b. Bahan yang dipersiapkan
 1. Larva *Black Soldier Fly* (BSF) berumur 5 hari
 2. Limbah kotoran sapi
 3. Mikroorganisme Lokal
 - EM4
 - MOL Nasi basi

Berikut merupakan rancangan reaktor yang dilakukan pada penelitian



Gambar 3. 1 Reaktor Penelitian wadah plastik

3.3 Cara Kerja



Dalam penelitian kali ini menggunakan subject kotoran sapi sebagai bahan utama yang akan diteliti dengan menggunakan larva BSF sebagai pendekomposisi kotoran sapi. Sebelum dilakukannya pemberian makanan terhadap larva BSF akan terlebih dahulu kotoran sapi didiamkan untuk mengurangi kadar gas amonia yang terkandung didalam kotoran sapi baru. Dalam pendiaman kotoran sapi ini dapat digantikan dengan proses kotoran sapi diolah menjadi biogas.

Penelitian ini akan dilakukan dengan pemberian makanan terhadap 100 ekor larva BSF di setiap reaktor yang dimulai pada usia 5 hari hingga larva BSF berumur 15 hari. Dalam penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi pakan dengan menambahkan bioaktivator seperti EM4 pada jenis MOL pada limbah kotoran sapi. Sebelum dilakukan pencampuran limbah kotoran sapi didiamkan diruang terbuka untuk mengurangi kadar ammonia yang terkandung dalam limbah kotoran sapi. Pencampuran limbah kotoran sapi dengan bioaktivator dilakukan satu minggu sebelum pakan siap dipakai untuk dikonsumsi larva BSF agar mendapatkan hasil yang maksimal dalam proses fermentasi mikroorganisme. Limbah kotoran sapi yang telah dicampur akan disimpan dalam wadah yang tertutup. Kemudian akan diberikan ke larva BSF sesuai dengan laju umpan yang telah ditentukan.

a. Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL)

- MOL Nasi Basi

- Bahan

1. Nasi basi (25 gram)
2. Gula merah cair (50 ml)
3. Air cucian beras (tajan) (250 ml)
4. Air Kelapa (60 ml)
5. EM4 berbagai jenis (25 ml)

- Cara Kerja

1. Hancurkan nasi basi hingga lembut dapat dibantu dengan menggunakan blender
2. Campurkan nasi basi yang telah halus beserta gula merah cair, air kelapa dan air cucian beras kedalam wadah yang telah disiapkan
3. Biarkan selama 7 hari hingga tercium bau hasil fermentasi seperti alkohol dan MOL nasi basi siap digunakan

Dibawah ini tabel kombinasi pakan serta laju umpan yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

Tabel 3. 1 Variasi Kombinasi

Reaktor	Pakan (P)	Rasio Kombinasi Umpan
S	Kotoran Sapi	1 = 30 gram
SA1	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Pertanian	5:1
SA2	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Pertanian	10:1
SA3	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Pertanian	15:1
SA4	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Pertanian	30:1
SB1	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Peternakan	5:1
SB2	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Peternakan	10:1
SB3	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Peternakan	15:1
SB4	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Peternakan	30:1
SC1	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Perikanan	5:1
SC2	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Perikanan	10:1
SC3	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Perikanan	15:1
SC4	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Perikanan	30:1
SD1	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Limbah	5:1

SD2	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Limbah	10:1
SD3	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Limbah	15:1
SD4	Kotoran Sapi + MOL Nasi + EM4 Limbah	30:1

Pengambilan data dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahap diantaranya:

1. Total reduksi limbah kotoran sapi yang diberikan diawal dibandingkan diakhir penelitian. Pengambilan data ditujukan untuk menghitung presentasi reduksi limbah yang telah dihasilkan larva BSF.
2. Pertambahan berat dan panjang. Pengambilan data terhadap larva BSF ditujukan untuk mengetahui pertumbuhan tubuh larva yang telah diberikan modifikasi pakan serta laju umpan. Pengambilan data dilakukan setiap hari untuk melakukan kontrol dan akan digunakan 1% atau 10 ekor dari total larva BSF disetiap reaktor.

3.4 Variabel Penelitian

Berikut merupakan kriteria variabel-variabel berpengaruh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel bebas:

1. Modifikasi pakan

- Kotoran sapi + MOL Nasi + EM4 Pertanian
- Kotoran sapi + MOL Nasi + EM4 Peternakan
- Kotoran sapi + MOL Nasi + EM4 Perikanan
- Kotoran sapi + MOL Nasi + EM4 Limbah/toilet

2. Rasio Kombinasi umpan, pemberian divariasi dengan rasio 5:1, 10:1, 15:1, 30:1.

- b. Variabel terikat:
1. Persentase reduksi limbah kotoran sapi
 2. Efisiensi konsumsi larva BSF
 3. Pertumbuhan larva BSF
 4. Waktu selama 10 hari
- c. Variabel kontrol:
1. Limbah kotoran sapi tanpa campuran bioaktivator
- d. Parameter yang diamati
- Bobot Larva
 - Reduksi Limbah
 - Suhu dan pH

4.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian

Rencana anggaran biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3. 2 RAB Penelitian

Nama Barang	Jumlah	Satuan	Total Harga
Dedak	1	plastik	Rp 5.000
Kotoran Sapi	6	kg	Rp 0
Telur BSF	33	mg	Rp 90.000
Jaring Nyamuk Kain	1	m	Rp 15.000
Wadah 1L	20	pcs	Rp 85.000
Botol Aqua 600ml	4	pcs	Rp 12.000
Ember	1	pcs	Rp 10.000
EM4	4	pcs	Rp 107.945
Alat Ukur Temperatur	1	pcs	Rp 57.900
Batu Baterai 9V	1	pcs	Rp 7.900
Timbangan 1 gram	1	pcs	Rp 27.900

4.6 Analisis Data

Pada tahap analisis ini dilakukan pengolahan data yang didapatkan selama penelitian. Pengolahan data dilakukan terhadap percepatan reduksi limbah kotoran sapi oleh larva BSF dengan modifikasi penambahan bioaktivator. Data yang didapatkan akan disusun dalam laporan menggunakan rumusan dan dijelaskan dengan media gambar, tabel serta grafik.

1. Persentase Reduksi Limbah

Berikut merupakan perhitungan persentase reduksi limbah sampah organik dengan larva:

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

dengan:

D = Penurunan pakan total (g)

W = Jumlah pakan total (g)

R = Sisa pakan total (g)

WRI = Waste Reduction Index (% perhari)

t = Waktu total pakan larva (hari)

4.7 Jadwal Kegiatan

Berikut merupakan jadwal pelaksanaan penelitian:

Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	November (Minggu ke-)				Desember (Minggu ke-)				Januari (Minggu ke-)	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Persiapan Alat dan Bahan										
Pemberian Pakan										
Pengumpulan Data										
Analisis Data										

4.8 Matrik Penelitian

Tabel 3. 4 Matrik Bobot Larva

Rasio Kombinasi Pakan	Modifikasi Pakan			
	KS + MOL EM4 Pertanian	KS + MOL EM4 Peternakan	KS + MOL EM4 Perikanan	KS + MOL EM4 Limbah
5 : 1				
10 : 1				
15 : 1				
30 : 1				

Tabel 3. 5 Matrik Reduksi Limbah

Rasio Kombinasi Pakan	Modifikasi Pakan			
	KS + MOL EM4 Pertanian	KS + MOL EM4 Peternakan	KS + MOL EM4 Perikanan	KS + MOL EM4 Limbah
5 : 1				
10 : 1				
15 : 1				
30 : 1				

Tabel 3. 6 Matrik Suhu dan pH

Rasio Kombinasi Pakan	Modifikasi Pakan			
	KS + MOL EM4 Pertanian	KS + MOL EM4 Peternakan	KS + MOL EM4 Perikanan	KS + MOL EM4 Limbah
5 : 1				
10 : 1				
15 : 1				
30 : 1				

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Awal Limbah Kotoran Sapi

Larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang biasa masyarakat menyebutnya dengan istilah “belatung” atau dalam Bahasa Inggris dikenal dengan *maggot* merupakan istilah yang digunakan untuk serangga Diperta. Dimana lalat BSF (*Hermetia illucens*) memiliki empat fase: yaitu fase dewasa, fase telur, fase prepupa dan fase pupa (Suciati dan Faruq, 2017).

Pada fase larva, BSF tidak membutuhkan media tumbuh tetapi menggunakan makanannya untuk dijadikan tempat tinggal. Diketahui dalam penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebagai media pakan larva BSF. Sebelum diberikan terhadap larva BSF, kotoran sapi ini diukur untuk nilai pH dan suhu limbahnya untuk mengetahui bahwa limbah kotoran sapi ini layak diberikan untuk larva BSF.

Pengukuran pH dan suhu dilakukan untuk mengetahui kelayakan kotoran sapi yang akan digunakan pakan larva BSF. Pengukuran awal pH dan suhu dilakukan dengan menggunakan pH meter tanah. Hasil pengukuran pH awal limbah kotoran sapi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 pH Awal Limbah Kotoran Sapi

Sampel	pH Awal
Kotoran Sapi	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Pertanian	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Peternakan	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Perikanan	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Limbah	9,0

Dari Tabel 4.1, Hasil pengukuran pH awal limbah kotoran sapi menunjukkan bahwa pH berada di suhu 9,0 atau berada pada kondisi basa pH >7. Menurut (Suciati dan Faruq, 2017), larva BSF dapat berkembang dalam pH yang cukup ekstrim. Pada penelitian (Alattar, 2012), menyatakan bahwa larva BSF memiliki toleransi hidup dalam pH 0,7 hingga 13,7. Sehingga dapat dilihat dari pengukuran pH awal limbah kotoran sapi yang berikisar pada pH 9,0 bisa disebut layak diberikan sebagai pakan larva BSF untuk media pertumbuhan larva BSF.

Suhu merupakan salah satu factor yang mempengaruhi pertumbuhan larva BSF. Suhu yang diukur dalam penelitian ini berasal dari limbah kotoran sapi yang akan digunakan sebagai pakan larva BSF. Hasil pengukuran suhu diawal diperoleh pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Suhu Awal Limbah Kotoran Sapi

Sampel	Suhu Awal (°C)
Kotoran Sapi	31
Kotoran Sapi + MOL EM4 Pertanian	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Peternakan	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Perikanan	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Limbah	30

Hasil pengukuran awal pada suhu limbah kotoran sapi didapatkan nilai sekitar 30 °C sampai 31 °C. Menurut (Holmes dkk., 2012), bahwa larva BSF dapat hidup optimum pada suhu kisaran 28-35 °C.

Suhu awal media pakan larva BSF akan semakin tinggi yang diakibatkan dari terus Bergeraknya larva BSF untuk mengonsumsi makanan. Menurut (Tomberlin, 2009), maggot BSF atau *Hermetica illucens* BSF akan hidup lebih lambat jika berada pada suhu media pakan kisaran 27 °C dibandingkan dengan larva BSF yang hidup pada suhu 30 °C dan jika suhu media mencapai 36 °C tidak dapat digunakan untuk menjadi pakan larva BSF atau larva BSF akan mati pada keadaan suhu tersebut.

Diketahui bahwa limbah kotoran sapi merupakan sisa hasil pencernaan yang mengandung ammonia, urea serta protein yang tinggi. Kandungan protein yang tinggi mengakibatkan tingginya kandungan suhu pada kotoran sapi. Maggot BSF tidak dapat diberikan langsung media pakan dengan suhu tinggi, sehingga harus divariasikan campuran media pakannya untuk menurunkan suhu (Katayane, dkk. 2014).

4.2 Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi

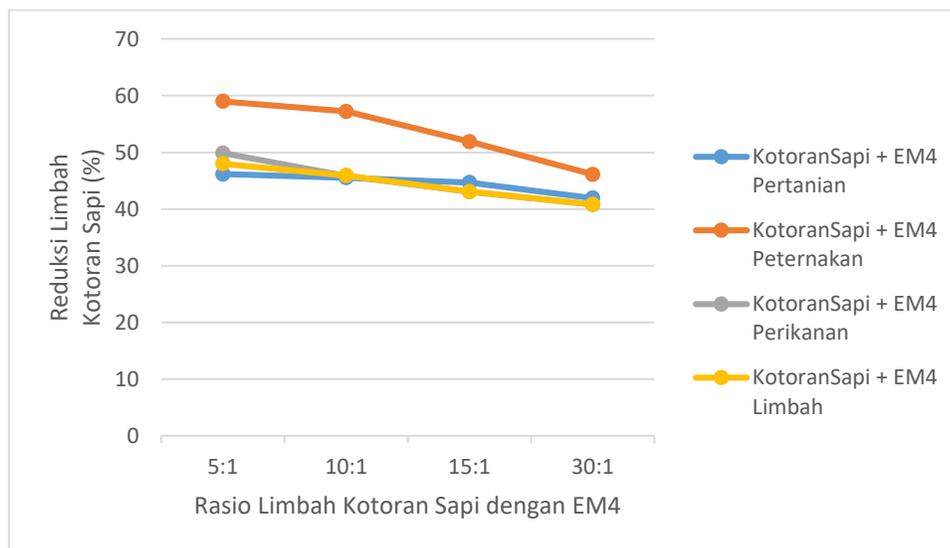
Efektivitas pemanfaatan larva BSF dalam mereduksi kotoran sapi menggunakan campuran berbagai macam EM4 dapat dilihat dari persentase reduksinya. Reduksi sampah organik berbanding lurus dengan pertumbuhan bobot larva BSF. Semakin tinggi reduksi limbah kotoran sapi yang digunakan sebagai pakan juga akan meningkatkan pertumbuhan larva BSF. Menurut (Diener, 2011) Perhitungan reduksi sampah organik dapat dihitung melalui pemberian pakan total dikurangi dengan pakan sisa. Hasil Perhitungan jumlah reduksi limbah kotoran sapi dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Pengaruh Variasi EM4 dan Rasio Pemberian MOL Terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi

Sampel	Kode	Rasio	Berat Media (gram)		Susut Media (%)
			Total	Sisa	
Kotoran Sapi	S	1	300	180,31	39,89
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Pertanian	SA1	5:1	300	161,52	46,16
	SA2	10:1	300	163,45	45,52
	SA3	15:1	300	166	44,67
	SA4	30:1	300	174,21	41,93
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Peternakan	SB1	5:1	300	122,99	59
	SB2	10:1	300	128,32	57,22
	SB3	15:1	300	144,3	51,9
	SB4	30:1	300	161,67	46,11
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Perikanan	SC1	5:1	300	150,31	49,89
	SC2	10:1	300	162,4	45,86
	SC3	15:1	300	170,84	43,05
	SC4	30:1	300	177,63	40,79
	SD1	5:1	300	156,61	48
	SD2	10:1	300	162,22	45,92

Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Limbah	SD3	15:1	300	170,71	43,09
	SD4	30:1	300	177,56	40,81

Grafik persentase reduksi limbah kotoran sapi dengan campuran berbagai MOL dengan larva sebanyak 300 ekor dengan berat 0,9 gram dalam 10 hari dapat dilihat pada gambar grafik 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara reduksi limbah kotoran sapi dengan pemberian rasio campuran

Dari hasil perhitungan, reduksi limbah kotoran sapi tertinggi terdapat pada pemberian limbah kotoran sapi yang dicampurkan EM4 Peternakan dengan variasi rasio 5:1 dengan hasil reduksi kotoran sapi sebesar 59% dengan jumlah pemberian pakan total 300 mg/0,9 gr larva/10 hari. Hal ini karena adanya aktivitas dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*) yang terdapat dalam EM4 bertugas untuk memfermentasikan senyawa organik dalam limbah menjadi senyawa asam laktat yang berfungsi untuk mempercepat perombakan fosfat. Adanya kerjasama bakteri asam laktat dan jamur yang terkandung dalam EM4 dapat mempercepat proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana (Munawaroh, 2013). Sedangkan reduksi terendah terdapat pada limbah kotoran sapi tanpa pencampuran

apapun dengan reduksi sebesar 39,89% dengan jumlah pemberian pakan 300 mg/0,9 gr larva/10 hari.

4.2.1 Pengaruh Rasio Variasi Pakan terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi

Hasil perhitungan persentase reduksi limbah kotoran sapi diperoleh bahwa larva dengan pemberian limbah kotoran sapi yang dicampurkan dengan MOL EM4 apapun dengan rasio 5:1 memiliki persentase reduksi limbah yang lebih tinggi dibandingkan dengan larva dengan pemberian campuran rasio 10:1, 15:1, dan 30:1. Nilai tertinggi persentase reduksi limbah kotoran sapi sebesar 59% pada larva dengan rasio pemberian pakan 5:1 pada pencampuran EM4 Peternakan. Berbanding terbalik dengan nilai tertinggi, dimana nilai terendah persentase reduksi limbah kotoran sapi terdapat pada larva BSF dengan rasio pemberian pakan 30:1.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, dimana semakin lembab media pakan yang diberikan terhadap larva BSF akan semakin optimal pada pertumbuhan larva BSF (Dorman dkk., 2017). Dimana semakin sedikit kadar kandungan air yang terdapat pada media pakan larva BSF akan menurunkan optimalisasi konsumsi yang dilakukan oleh larva BSF. Nilai persentase reduksi limbah dipengaruhi oleh banyaknya limbah serta kandungan air yang diberikan kepada larva BSF untuk direduksi dan waktu untuk mereduksinya. Perhitungan dilakukan setelah 10 hari larva BSF mereduksi limbah kotoran sapi. Jika dilihat dari nilai reduksi yang dihasilkan larva BSF dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi, pemberian limbah kotoran sapi dengan rasio 5:1 merupakan jumlah yang optimal diberikan kepada larva BSF dalam kurun waktu 10 hari masa panen.

4.2.2 Pengaruh Modifikasi Pakan terhadap Persentase Reduksi Limbah Kotoran Sapi

Pada penelitian ini dilakukan pencampuran bioaktivator sebagai variasi pakan atau media pertumbuhan yang akan diberikan kepada larva BSF. Variasi bioaktivator berupa MOL yang telah dicampurkan dengan variasi EM4 Pertanian, EM4 Peternakan,

EM4 Perikanan, dan EM4 Limbah. Masing-masing bioaktivator dicampur dengan limbah kotoran sapi dengan bervariasi jumlah pencampurannya. Pencampuran bioaktivator MOL dengan EM4 dilakukan satu minggu sebelum diberikan kepada larva BSF. Hal ini dikarenakan dalam waktu satu minggu setelah pencampuran, MOL mengalami proses fermentasi yang diharapkan mampu membantu proses reduksi yang dilakukan oleh larva BSF (Lubis, 2017).

Kandungan dalam limbah organik kotoran sapi yang memiliki nutrisi yang baik bagi banyak organisme seperti serangga, jamur, dan bakteri. Segala macam limbah organik dapat menjadi bahan makanan bagi banyak makhluk hidup (Mokolensang dkk., 2018). Hasil reduksi ini dapat dipengaruhi karena perbedaan campuran bioaktivator EM4 pada limbah kotoran sapi yang diberikan pada larva BSF.

Pada larva dengan pemberian limbah kotoran sapi tanpa adanya campuran bioaktivator, tidak terdapat bakteri tambahan yang berasal dari bioaktivator seperti pada campuran lainnya. Sehingga pada larva dengan pemberian kotoran sapi tanpa adanya campuran memiliki pertumbuhan yang kurang maksimal dibandingkan dengan larva yang diberikan kotoran sapi dengan penambahan bioaktivator, diakibatkan karena proses degradasi yang dibantu dari mikroorganisme EM4 tidak terdapat di kotoran sapi tanpa campuran bioaktivator. Diketahui bahwa larva dengan pemberian kotoran sapi yang dicampurkan dengan bioaktivator MOL EM4 memiliki nilai reduksi yang maksimal, proses reduksi kotoran sapi dibantu dari mikroorganisme EM4 sebagai starter untuk degradasi limbah kotoran sapi oleh larva BSF. Hal ini bisa terjadi karena EM4 mengandung bakteri seperti *Lactobacillus sp.*, Ragi, bakteri fotosintetik, dan juga *Actinomyces* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen atau biasa dikenal dengan bakteri pembawa penyakit. Bakteri pada EM4 juga membantu mempercepat degradasi bahan organik, dimana hal ini juga dilakukan oleh larva BSF (Suciati & Faruq, 2017). Sehingga keberadaan EM4 mampu meningkatkan kerja larva BSF dalam mendekomposisi limbah kotoran sapi.

Pada larva dengan pemberian kotoran sapi tanpa adanya campuran bioaktivator memiliki nilai yang tidak lebih tinggi dari larva dengan pemberian kotoran sapi yang dicampurkan dengan bioaktivator EM4. Namun, limbah kotoran sapi tanpa adanya

campuran bioaktivator masih dapat dikonsumsi oleh larva BSF. Dapat dilihat persentase reduksi limbah kotoran sapi tanpa adanya campuran bioaktivator memiliki nilai reduksi 39,89%, persentase reduksi limbah kotoran sapi dengan campuran MOL EM4 Pertanian memiliki nilai reduksi tertinggi sebesar 46,16%, persentase reduksi limbah kotoran sapi dengan campuran MOL EM4 Peternakan memiliki nilai reduksi tertinggi sebesar 59%, persentase reduksi limbah kotoran sapi dengan campuran MOL EM4 Perikanan memiliki nilai reduksi tertinggi sebesar 49,89%, dan persentase reduksi limbah kotoran sapi dengan campuran MOL EM4 Limbah memiliki nilai reduksi tertinggi sebesar 48%. Hasil persentase reduksi yang mampu dilakukan oleh larva BSF pada setiap limbah kotoran sapi dengan berbagai campuran yang diberikan masih berada pada kisaran 50%, dimana angka ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan reduksi yang dilakukan oleh larva BSF dengan pemberian limbah dapur daun singkong (Darmawan dkk., 2017).

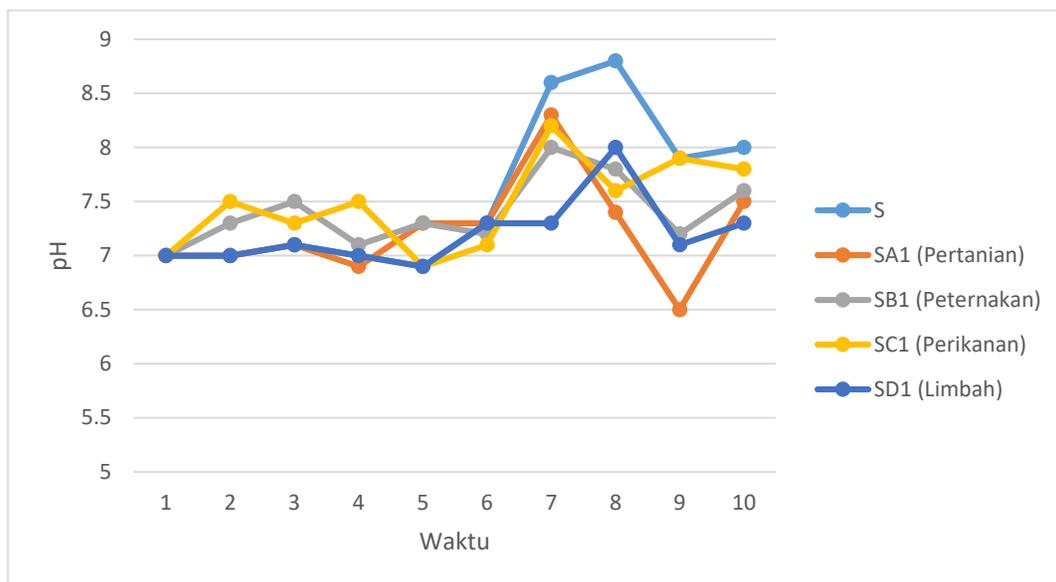
Penyebab hasil reduksi limbah kotoran sapi tanpa adanya campuran dari MOL EM4 memiliki nilai yang rendah dibandingkan dengan limbah kotoran sapi yang dicampurkan dengan berbagai macam bioaktivator MOL EM4. Diketahui bahwa EM4 ialah suatu larutan yang mengandung berbagai macam mikroorganisme yang berfungsi sebagai pengurai bahan organik secara alami (Akmal, 2004).

4.2.3 Hubungan Suhu dan pH terhadap Reduksi Limbah Kotoran Sapi

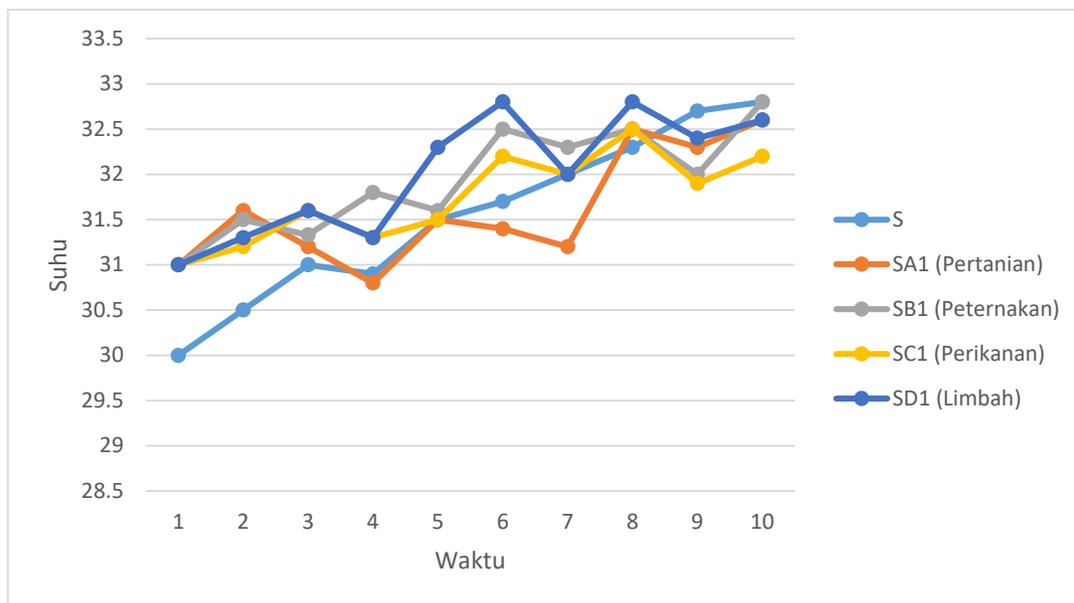
Berdasarkan hasil pengamatan suhu pada media tumbuh larva BSF berupa limbah kotoran sapi diperoleh rata-rata pada suhu 30°C. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa media pertumbuhan larva BSF dapat dikatakan cukup baik karena masih mendekati suhu optimum pertumbuhan larva, yaitu antara 30°C sampai dengan 36°C (Popa dan Green, 2012). Suhu media pertumbuhan larva BSF semakin lama akan semakin meningkat dikarenakan larva BSF yang terus bergerak untuk mengonsumsi makanannya. Jika suhu media pertumbuhan terlalu panas, larva akan keluar dari sumber makanannya dan jika media pertumbuhan terlalu tinggi akan mengakibatkan pertumbuhan larva yang kurang optimal.

Tabel 4. 4 Pertambahan pH tiap sampel pemberian pakan selama 10 hari

SUHU KE-										
Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	7,0	7,0	7,1	7,0	6,9	7,3	8,6	8,8	7,9	8,0
SA1 (Pertanian)	7,0	7,0	7,1	6,9	7,3	7,3	8,3	7,4	6,5	7,5
SB1 (Peternakan)	7,0	7,3	7,5	7,1	7,3	7,2	8,0	7,8	7,2	7,6
SC1 (Perikanan)	7,0	7,5	7,3	7,5	6,9	7,1	8,2	7,6	7,9	7,8
SD1 (Limbah)	7,0	7,0	7,1	7,0	6,9	7,3	7,3	8,0	7,1	7,3

**Gambar 4. 2** Grafik pertambahan pH terhadap waktu pemberian pakan**Tabel 4. 5** Pertambahan suhu setiap sampel pemberian pakan selama 10 hari

SUHU KE-										
Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	30	30,5	31	30,9	31,5	31,7	32	32,3	32,7	32,8
SA1 (Pertanian)	31	31,6	31,2	30,8	31,5	31,4	31,2	32,5	32,3	32,6
SB1 (Peternakan)	31	31,5	31,3	31,8	31,6	32,5	32,3	32,5	32	32,8
SC1 (Perikanan)	31	31,2	31,6	31,3	31,5	32,2	32	32,5	31,9	32,2
SD1 (Limbah)	31	31,3	31,6	31,3	32,3	32,8	32	32,8	32,4	32,6



Gambar 4. 3 Grafik pertambahan suhu terhadap waktu reduksi limbah kotoran sapi

Pada pengukuran suhu dari hari ke 1 sampai hari ke 10 didapatkan rata-rata suhu kisaran 30-32,8 dan pH sebesar 7,0 – 8,0. Hal ini sejalan dengan penelitian Septiawati (2021), untuk keberhasilan hidup larva sangat dipengaruhi oleh kondisi media pertumbuhannya. Suhu media untuk pertumbuhan maggot yaitu 27-30°C dan larva tidak bertahan hidup pada suhu diatas 36°C. Nilai pH media untuk pertumbuhan maggot berkisar antara 6,5 – 7,5. Kondisi media yang lembab namun tidak basah (berair) sesuai untuk pertumbuhan maggot.

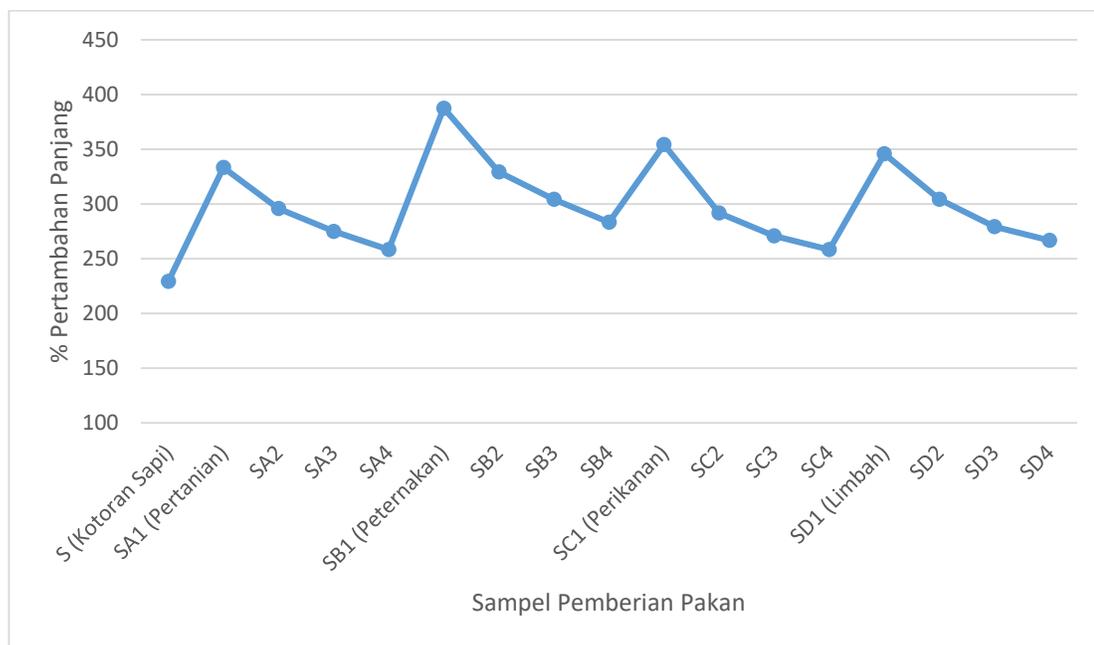
4.3 Pertumbuhan Larva BSF

4.3.1 Pertambahan Panjang Larva BSF

Maggot BSF atau biasa disebut larva BSF akan terus bertumbuh kembang selama kebutuhan pakannya terpenuhi. Pertumbuhan larva BSF dapat dilihat dari pengukuran panjang serta berat dari larva tersebut. Diketahui panjang awal larva awal pada penelitian ini memiliki panjang kurang lebih 2 mm dan akan berkembang hingga 14 mm. Pada penelitian kali ini pengukuran dapat dilihat pertambahan panjang larva BSF seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4. 6 Perbandingan panjang awal larva dan panjang akhir larva

Jenis Limbah	Panjang awal larva (cm)	Panjang akhir larva (cm)	% Pertambahan
S (Kotoran Sapi)	0,24	0,79	229,17
SA1 (Pertanian)	0,24	1,04	333,33
SA2	0,24	0,95	295,83
SA3	0,24	0,90	275
SA4	0,24	0,86	258,33
SB1 (Peternakan)	0,24	1,17	387,5
SB2	0,24	1,03	329,17
SB3	0,24	0,97	304,17
SB4	0,24	0,92	283,33
SC1 (Perikanan)	0,24	1,09	354,17
SC2	0,24	0,94	291,67
SC3	0,24	0,89	270,83
SC4	0,24	0,86	258,33
SD1 (Limbah)	0,24	1,07	345,83
SD2	0,24	0,97	304,17
SD3	0,24	0,91	279,17
SD4	0,24	0,88	266,67

**Gambar 4. 4** Grafik % pertambahan panjang akhir larva BSF dengan pemberian berbagai sampel campuran pakan

Pengukuran panjang maggot diukur menggunakan jangka sorong dengan skala terkecil 0,01 cm atau 0,1 mm. Jumlah yang diambil untuk pengukuran ini digunakan 5 ekor maggot tiap reaktornya selama 10 hari. Dari tabel diatas diperoleh bahwa setiap larva BSF pada tiap reactor mengalami pertumbuhan yang signifikan. Dimana pertumbuhan panjang tiap reactor memiliki pertambahan panjang yang berbeda berdasarkan variasi media yang diberikan serta rasio pemberian bioaktivator EM4 berbagai jenis. Larva BSF memiliki pertumbuhan panjang tubuh pada pemberian rasio bioaktivator 5:1. Hal ini terjadi karena semakin banyak pemberian bioaktivator MOL sebagai mikroorganisme yang mempercepat reduksi limbah kotoran sapi. Pada saat fase larva merupakan fase paling efektif konsumsi media pertumbuhan oleh larva BSF.

Larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi yang dicampurkan dengan bioaktivator MOL EM4 Peternakan dengan rasio 5:1 memiliki pertambahan panjang terbesar, yaitu sebesar 0,93 cm yang menjadikan tubuh larva memiliki panjang akhir 1,17 cm. Larva dengan pemberian limbah kotoran sapi tanpa adanya pencampuran bioaktivator memiliki pertambahan panjang terkecil, hanya bertambah 0,55 cm yang memiliki panjang akhir hanya 0,79 cm. Larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi dengan pencampuran bioaktivator MOL EM4 Pertanian dengan rasio 5:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,8 cm dengan panjang akhir 1,04 cm; rasio 10:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,71 cm dengan panjang akhir 0,95 cm; rasio 15:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,66 cm dengan panjang akhir 0,90 cm; dan rasio 30:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,62 cm dengan panjang akhir 0,86 cm. Larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi dengan pencampuran bioaktivator MOL EM4 Peternakan dengan rasio 5:1 memiliki pertambahan panjang sebesar sebesar 0,93 cm dengan panjang akhir 1,17 cm; rasio 10:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,79 cm dengan panjang akhir 1,03 cm; rasio 15:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,73 cm dengan panjang akhir 0,97 cm; rasio 30:1 memiliki pertambahan panjang 0,68 cm dengan panjang akhir sebesar 0,92 cm. Larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi dengan pencampuran bioaktivator MOL EM4 Perikanan dengan rasio 5:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,85 cm dengan panjang akhir sebesar 1,09 cm; rasio 10:1 memiliki pertambahan panjang

sebesar 0,7 cm dengan panjang akhir sebesar 0,94 cm; rasio 15:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,65 cm dengan panjang akhir sebesar 0,89 cm; rasio 30:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,62 cm dengan panjang akhir sebesar 0,86 cm. Larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi dengan pencampuran bioaktivator MOL EM4 Limbah dengan rasio 5:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,83 cm dengan panjang akhir sebesar 1,07 cm; rasio 10:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,73 cm dengan panjang akhir sebesar 0,97 cm; rasio 15:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,67 cm dengan pertambahan panjang akhir sebesar 0,91 cm; rasio 30:1 memiliki pertambahan panjang sebesar 0,64 cm dengan panjang akhir sebesar 0,88 cm. Pertambahan panjang tubuh larva BSF ini terjadi pada semua media pakan dengan berbagai campuran dan rasio pemberian bioaktivator. Larva mengalami pertambahan panjang karena larva merupakan makhluk hidup yang akan terus bertumbuh, selama larva BSF terpenuhi konsumsi pakannya.

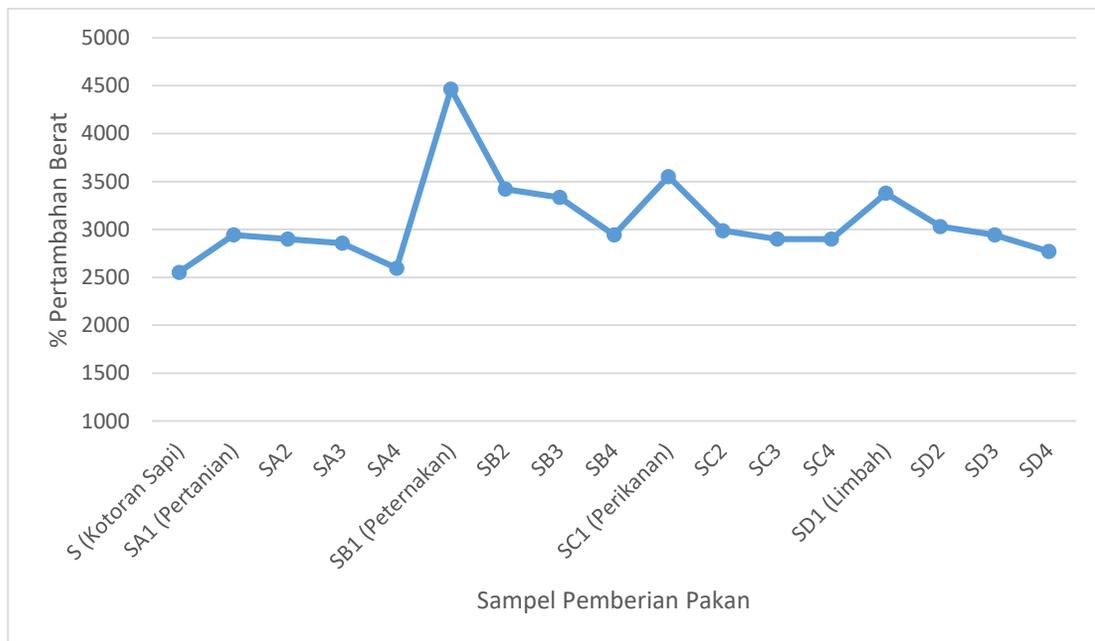
4.3.2 Pertambahan Berat Larva BSF

Data pertambahan berat larva untuk mengetahui pengaruh jenis pakan dan rasio campuran bioaktivator yang diberikan terhadap larva BSF. Larva BSF yang dihitung diambil 10 ekor pada tiap perlakuan yang telah siap dipanen selama 10 hari. Pengukuran berat larva dilakukan menggunakan neraca analitik. Larva yang ditimbang sebelumnya diletakan pada tisu untuk mengurangi air yang menempel pada badan larva serta sisa pakan yang masih menempel. Sehingga perhitungan lebih valid tanpa pengaruh sisa media pakan. Besar pertambahan berat larva dapat dilihat berdasarkan persentase selisih pertambahan berat larva pada akhir masa panen. Data pengukuran penambahan berat larva BSF dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 7 Perbandingan berat awal larva dan berat akhir larva

Jenis Limbah	Berat awal larva (gr)	Berat akhir larva (gr)	% Pertambahan
S (Kotoran Sapi)	0,0023	0,061	2552,17
SA1 (Pertanian)	0,0023	0,070	2943,48
SA2	0,0023	0,069	2900
SA3	0,0023	0,068	2856,52
SA4	0,0023	0,062	2595,65

SB1 (Peternakan)	0,0023	0,105	4465,52
SB2	0,0023	0,081	3421,74
SB3	0,0023	0,079	3334,78
SB4	0,0023	0,070	2943,48
SC1 (Perikanan)	0,0023	0,084	3552,18
SC2	0,0023	0,071	2986,96
SC3	0,0023	0,069	2900
SC4	0,0023	0,069	2900
SD1 (Limbah)	0,0023	0,080	3378,26
SD2	0,0023	0,072	3030,43
SD3	0,0023	0,070	2943,48
SD4	0,0023	0,066	2769,56



Gambar 4.5 Grafik % pertambahan berat pada larva BSF dengan pemberian berbagai campuran pakan

Hasil penelitian didapatkan bahwa larva BSF mengalami pertumbuhan berat tubuhnya pada tiap perlakuan. Pada larva BSF dengan pemberian limbah kotoran sapi tanpa campuran bioaktivator memiliki nilai pertambahan berat yang paling kecil dibandingkan dengan larva yang diberikan kotoran sapi dengan campuran bioaktivator EM4. Pertambahan berat pada larva BSF tanpa campuran bioaktivator memiliki pertambahan berat sebesar 0,0587 gram yang menjadikan larva BSF dengan berat akhir sebesar 0,061 gram. Pemberian pakan limbah kotoran sapi pada larva BSF dengan

campuran MOL EM4 Pertanian memiliki pertambahan berat larva terbesar terdapat pada pemberian rasio campuran pakan 5:1 dengan penambahan 0,0677 gr dengan rata-rata berat larva BSF sebesar 0,070 gr. Pemberian pakan limbah kotoran sapi pada larva BSF dengan campuran MOL EM4 Peternakan memiliki pertambahan berat larva paling besar daripada pemberian perlakuan lainnya dengan berat terbesar terdapat pada pemberian rasio campuran pakan 5:1 dengan penambahan 0,1027 gr dengan rata-rata berat larva BSF sebesar 0,105 gr. Pemberian pakan limbah kotoran sapi pada larva BSF dengan campuran MOL EM4 Perikanan memiliki pertambahan berat larva terbesar terdapat pada pemberian rasio campuran pakan 5:1 dengan penambahan 0,0817 gr dengan rata-rata berat larva BSF sebesar 0,084 gr. dan Pemberian pakan limbah kotoran sapi pada larva BSF dengan campuran MOL EM4 Limbah memiliki pertambahan berat larva terbesar terdapat pada pemberian rasio campuran pakan 5:1 dengan penambahan 0,0777 gr dengan rata-rata berat larva BSF sebesar 0,080 gr.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa larva yang memiliki pertambahan berat terbesar terdapat pada perlakuan pemberian kotoran sapi yang dicampur dengan bioaktivator mol EM4 Peternakan dengan rasio 5:1. Pertambahan berat ini merupakan yang terbesar diantara lainnya, yaitu dengan pertambahan berat 0,1027 gr. Jika dilihat dengan pertambahan panjang tubuh, maka didapatkan hasil yang paling maksimal dalam pertambahan berat dan pertambahan panjang terdapat pada perlakuan larva BSF dengan pemberian kotoran sapi yang dicampurkan dengan MOL EM4 rasio 5:1. Hal ini sejalan dengan penelitian (Djuanarni, 2018), yang membahas bahwa bakteri *Rhodopseudomonas* (Fotosintetik) dapat memanfaatkan kandungan bahan organik, sekresi gas-gas berbahaya dari sinar matahari dan energy panas bumi dimanfaatkan bakteri fotosintesis ini sebagai sumber energy guna menghasilkan berbagai macam unsur yang dibutuhkan dalam proses mikroorganisme dan mampu mempercepat proses pertumbuhan.

Kandungan pada MOL EM4 Peternakan yang lebih banyak nutrisi yang baik bagi pertumbuhan ternak atau larva BSF. sehingga tercukupinya nutrisi larva BSF membuat pertumbuhan larva BSF lebih optimal dibandingkan dengan campuran MOL lainnya (Azizi et al., 2018). Selain itu, pada kandungan EM4 terdapat bakteri fotosintetik yang

langsung diserap oleh larva BSF yang akan berdampak pada pertumbuhannya (Lubis, 2017).

4.4 Karakteristik Larva BSF sebagai Pakan Ayam

Segala sesuatu yang dapat diberikan kepada ternak baik yang berupa pakan organik maupun anorganik yang sebagian atau semuanya dapat dicerna tanpa mengganggu kesehatan ternak dapat dikatakan sebagai bahan pakan (Anonim, 2009).

Pakan mengandung bahan organik, protein, lemak, serat kasar, bahan ekstrak bebas nitrogen, sedangkan pakan mengandung bahan anorganik seperti kalsium, fosfor, magnesium, kalium, dan natrium. Kandungan bahan organik dapat diketahui melalui analisis tepat yang dilakukan di laboratorium dan analisis vitamin dan mineral setiap komponen bahan tersebut dengan menggunakan teknik dan alat tertentu.

Pemanfaatan larva BSF sebagai pakan ternak mempunyai manfaat langsung dan tidak langsung. Larva BSF merupakan organisme fagositik yang memakan tumbuhan dan hewan yang membusuk, sehingga mampu menguraikan sampah organik secara efektif. Dibandingkan dengan larva lalat lain yang ditemukan di lingkungan umum, larva ini tidak mengeluarkan bau yang menyengat saat menguraikan sisa makanan, sehingga dapat dibudidayakan di rumah dan pemukiman.

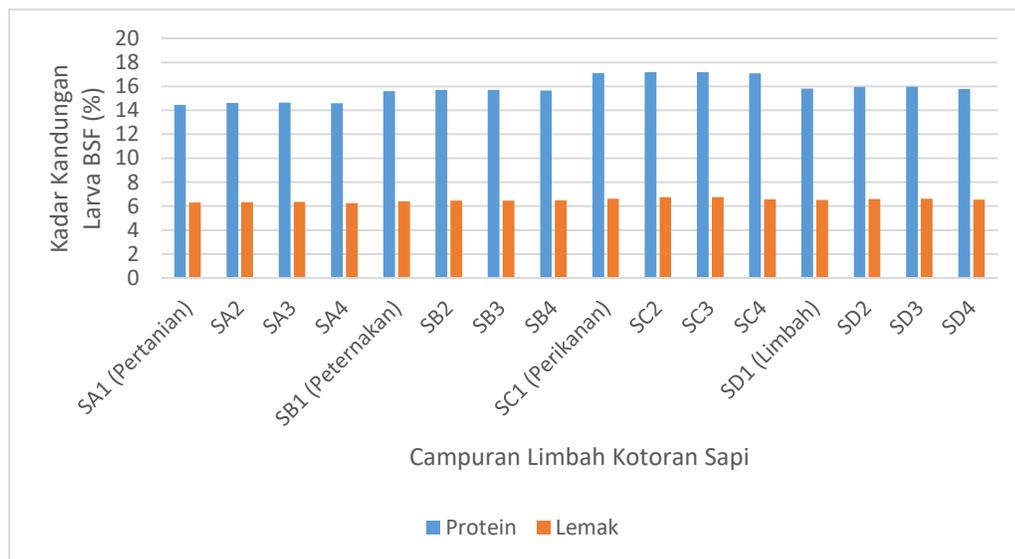
Larva BSF yang telah melewati 10 hari dilakukan uji di laboratorium terkait kandungan protein, lemak, dan karbohidrat. Pada SNI (8290.3:2016) Tentang pakan ayam ras petelur, kebutuhan pakan ayam yang memenuhi standar harus mengandung protein minimal 15,5% dan lemak minimal 3%. Hasil uji lab pada tiap larva BSF dengan pemberian kotoran sapi beserta campurannya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Kadar Kandungan Protein Lemak dan Karbohidrat Larva BSF

No	Larva BSF	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
1	S (Kotoran Sapi)	13,60	6,10	2,10
2	SA1 (Pertanian)	14,45	6,29	2,48
3	SA2	14,61	6,34	2,49

4	SA3	14,65	6,35	2,56
5	SA4	14,60	6,24	2,50
6	SB1 (Peternakan)	15,60	6,42	2,30
7	SB2	15,70	6,46	2,58
8	SB3	15,71	6,45	2,56
9	SB4	15,65	6,48	2,50
10	SC1 (Perikanan)	17,10	6,63	2,39
11	SC2	17,20	6,75	2,42
12	SC3	17,18	6,76	2,50
13	SC4	17,09	6,58	2,50
14	SD1 (Limbah)	15,80	6,51	2,28
15	SD2	15,95	6,60	2,30
16	SD3	15,98	6,62	2,36
17	SD4	15,78	6,55	2,28

Sumber : Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya, 2023



Gambar 4. 6 Grafik hasil uji kadar kandungan protein lemak dan karbohidrat pada larva BSF

Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa rata-rata kandungan protein yang didapatkan sebesar 15% dan rata-rata nilai kandungan lemak sebesar 19%. Nilai kandungan yang terbaik dapat dilihat pada perlakuan pemberian kotoran sapi yang dicampurkan dengan mol EM4 Peternakan. Nilai protein yang dihasilkan sebesar 15% dan nilai lemak sebesar 6%. Diketahui pada limbah kotoran sapi dengan campuran EM4 Peternakan memiliki kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi diantara yang lain. Ini disebabkan karena EM4 Peternakan memiliki kandungan bahan yang berkarbohidrat tinggi yang baik untuk hewan ternak. Kandungan protein yang terdapat pada kotoran sapi yang diberikan ini kemudian yang akan dimanfaatkan oleh larva BSF untuk membentuk protein pada tubuhnya (Katayane et al., 2014). Peningkatan protein kasar ini sejalan dengan penelitian Ardiansyah (2018) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi campuran EM4 yang diberikan untuk fermentasi, maka semakin tinggi pula terjadi peningkatan protein kasar.

Peningkatan kadar protein kasar dan menurunnya serat kasar disebabkan oleh aktivitas *Lactobacillus casei*, bakteri fotosintesa dan ragi yang terdapat dalam EM4 (Gede Ngurah Widiana, 2017). Menurut EM4 Indonesia untuk protein yang tidak memenuhi SNI pakan ayam dikarenakan penggunaan EM4 yang tidak sesuai dengan kegunaannya, seluruh EM4 dapat dipergunakan untuk pengolahan apapun namun akan menjadi kurang efisien jika tidak dipergunakan sesuai bidang. Perbedaan kandungan nutrisi pada pakan dapat menyebabkan perbedaan kandungan nutrisi larva BSF sangat dipengaruhi oleh media pertumbuhannya. Bila media tumbuhnya tersebut kaya protein maka larva BSF akan mengandung protein yang tinggi, demikian juga jika media tumbuhnya kaya akan lemak maupun serat (Tschimer dan Simon, 2014). Kandungan pada limbah kotoran sapi potong mengandung protein kasar sebesar 11,46%, serat kasar 18,84%, lemak 2,15% dan BETN 22,53% (Nurcholis dan Yunus, 2000), selain dari pakan pertumbuhan lemak didukung dari kandungan EM4 berupa asam laktat yang dapat meningkatkan pertumbuhan kandungan dari larva BSF tersebut.

Penggunaan insecta sebagai sumber protein telah banyak dilakukan pada Negara lain. Protein yang didapatkan dari insecta jauh lebih murah, ramah lingkungan dan mempunyai peran penting secara alamiah. Budidaya insecta dapat mengurangi limbah

organic yang dapat mencemari lingkungan. Factor lain yang menguntungkan adalah sumber protein dari insekta sangat sesuai digunakan untuk bahan pakan ternak, termasuk unggas dan ikan (Veldkamp et al., 2012).

Pakan harus terjaga kualitasnya agar sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Kelayakan bahan yang akan dijadikan pakan harus mengikuti uji kelulusan mutu dan keamanan yang telah ditentukan oleh pemenuhan kandungan nutrisi yang telah dipersyaratkan dalam SNI. Pada tabel 4.7 dapat dilihat perbandingan kandungan larva BSF dengan SNI pakan ayam ras petelur.

Tabel 4. 9 Perbandingan Kadar Kandungan Protein dan Lemak Larva BSF dengan SNI Pakan Ayam

No	Larva BSF	Protein (%)	Lemak (%)
	SNI Pakan Ayam (min)	15,5	3
1	S (Kotoran Sapi)	13,60	6,10
2	SA1 (Pertanian)	14,45	6,29
3	SA2	14,61	6,34
4	SA3	14,65	6,35
5	SA4	14,60	6,24
6	SB1 (Pternakan)	15,60	6,42
7	SB2	15,70	6,46
8	SB3	15,71	6,45
9	SB4	15,65	6,48
10	SC1 (Perikanan)	17,10	6,63
11	SC2	17,20	6,75
12	SC3	17,18	6,76
13	SC4	17,09	6,58
14	SD1 (Limbah)	15,80	6,51
15	SD2	15,95	6,60
16	SD3	15,98	6,62

17	SD4	15,78	6,55
----	-----	-------	------

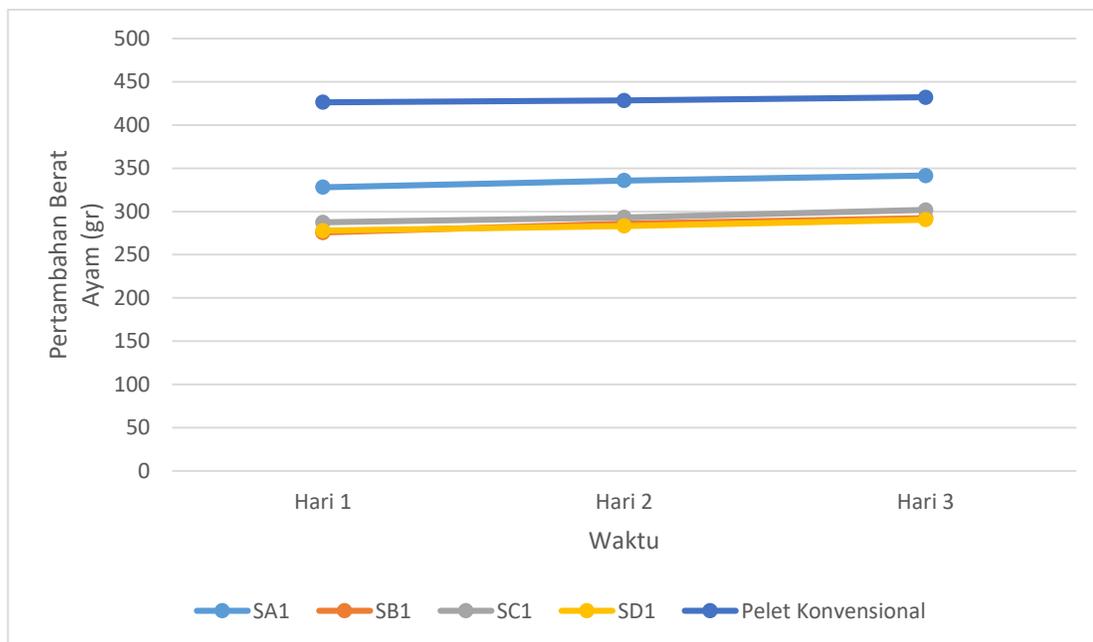
Kadar protein tertinggi terdapat pada pemberian pakan dengan campuran EM4 Perikanan dengan rata-rata kandungan protein pada larva BSF sebesar 17% lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pakan dengan campuran EM4 jenis lainnya. Ini sesuai dengan penelitian (Ningrumsari dan Herlinawati, 2019), yang menyatakan penambahan bakteri *lactobacillus* (asam laktat) dengan konsentrasi tinggi dalam pakan ayam dapat meningkatkan kandungan protein dalam daging ayam. Bakteri *lactobacillus* dapat juga menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan dalam pertumbuhan dan bakteri *lactobacillus* dapat mempercepat dekomposisi bahan organik serta memfermentasi tanpa menimbulkan senyawa beracun (Djuarnani, 2018).

4.5 Perlakuan Pemberian Pakan Ayam dengan BSF atau Pakan Konvensional

Pada penelitian ini dilakukan percobaan langsung ke ayam dengan cara, pemberian pakan ayam dengan larva BSF. Larva yang dipakai ialah larva yang telah diberi pakan berupa limbah kotoran sapi dengan berbagai campuran dan sebagai perbandingan sebagian ayam diberi pakan dengan pellet ayam konvensional tanpa pemberian larva. Tabel 4.7 dibawah menunjukkan pertumbuhan ayam dengan pemberian larva BSF dan pemberian pellet ayam konvensional.

Tabel 4. 10 Perbandingan Berat Ayam

Pemberian Pakan Ayam Hari ke-			
Pakan	1	2	3
SB1	275,7	285,9	292,2
SA1	328,2	335,8	341,6
SC1	287,4	293,2	301,8
SD1	277,8	283,3	290,5
Pelet Konvensional	426,4	428,4	432,2



Gambar 4. 7 Grafik Pertambahan berat ayam dengan pemberian pakan menggunakan larva BSF dan pellet konvensional

Grafik diatas menjelaskan tentang pertumbuhan berat ayam selama 3 hari dengan pemberian 5 macam pakan yang berbeda dengan berat pakan 40 gr/hari. Jika dilihat dari gambar grafik diatas untuk penambahan berat ayam pada 5 perlakuan diatas cukup memberikan peredaan pada pertumbuhan ayam. Pertambahan berat ayam selama 3 hari yang paling signifikan terdapat pada perlakuan pemberian pakan ayam berupa SA1 yang mengandung lemak dan karbohidrat yang paling tinggi dan telah memenuhi kebutuhan standar pakan ayam sesuai SNI. Jadi pemberian pakan ayam dengan menggunakan larva BSF bisa dibilang cukup signifikan untuk menjadi pengganti pellet ayam konvensional.

Uji coba pada ayam dapat dilakukan dengan uji palatabilitas yaitu derajat kesukaan pada makanan tertentu yang terpilih dan dimakan dengan adanya respon yang diberikan oleh ternak baik ruminansia maupun mamalia (Church dan Pond, 1988). Berdasarkan tingkat keaktifan ternak pada saat pemberian pakan. Dengan kriteria sebagai berikut: 1) pertumbuhan pada ayam; 2) frekuensi patukan pada saat ayam diberikan pakan; 3) istirahat makan yaitu selang waktu ternak ayam

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian reduksi limbah kotoran sapi menggunakan larva BSF, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Persentase kemampuan larva BSF dalam mereduksi limbah kotoran sapi oleh larva BSF paling optimal mencapai angka 59% pada perlakuan pemberian pakan limbah kotoran sapi yang dicampurkan dengan EM4 Peternakan dengan pencampuran 5:1. Perhitungan reduksi limbah kotoran sapi dilakukan dengan menghitung selisih pemberian pakan total dikurangkan sisa pakan pada hari ke-10.
2. Pertumbuhan larva BSF dilihat dari pertambahan panjang dan berat dari larva BSF. Pertumbuhan panjang dan berat larva BSF paling signifikan terdapat pada SB1 dengan perlakuan pemberian pakan limbah kotoran sapi dicampur dengan EM4 Peternakan rasio 5:1 dengan pertambahan panjang sebesar 0,93 cm dengan panjang akhir 1,17 cm. Pertambahan berat larva BSF paling besar dengan nilai 0,013 gr dengan berat akhir larva BSF 0,105 gr.
3. Karakteristik larva BSF yang memenuhi SNI Pakan Ayam Ras Petelur pada nilai protein hanya pada larva dengan pemberian EM4 (Peternakan, Perikanan dan Limbah) dan untuk lemak yang memenuhi syarat pada seluruh pencampuran EM4 berbagai jenis.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti sebagai berikut:

1. Dilakukan variasi rasio yang lebih kecil pada jumlah MOL yang dicampurkan dengan limbah kotoran sapi untuk mengetahui pengaruh reduksi limbah kotoran sapi.

2. Dilakukan pengolahan sisa pakan limbah kotoran sapi yang tidak tereduksi oleh larva BSF untuk dijadikan kompos organik.

DAFTAR PUSTAKA

Alattar, M. (2012). Biological Treatment of Leachates of Microaerobic Fermentation [Portland State University]. In Dissertations and Theses. <http://archives.pdx.edu/ds/psu/7959>.

Akmal, S 2004. Fermentasi jerami padi dengan probiotik sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Agrista*. Vol. 5(3) :280-283

Anonim. 2009. Standar Mutu Pakan Ternak. Badan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

Azizi, A., Mohd Hanafi, N., Basiran, M. N., dan Teo, C. H. (2018). “Evaluation of disease resistance and tolerance to elevated temperature stress of the selected tissue-cultured *Kappaphycus alvarezii* Doty 1985 under optimized laboratory conditions”. *3 Biotech*, 8(8), 321. doi:10.1007/s13205-018-1354-4.

Buana, S. M. And Alfiah, T. (2021). ‘Biokonversi Kotoran Ternak Sapi Menggunakan Larva Black Soldierfly (*Hermetia Illucens*)’, Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan Ix 2021, Pp. 406–412.

Budiyanto, Krisno. (2011). Tipologi Pendayagunaan Kotoran Sapi dalam Upaya Mendukung Pertanian Organik di Desa Sumbersari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal GAMMA* 7 (1) 42-49.

Dadan Sumiarsa, Roni Jatnika, Tb. Benito A. Kurnani, dan M. Wahyudin Lewaru, (2011). Perbaikan Kualitas Limbah Cair Peternakan Sapi Perah Oleh *Spirulina SP*. *Jurnal Akuatika* Vol. 2, No. 2, September 2011.

Darmawan, M. dkk. 2017. Budidaya Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*.) Dengan Pakan Limbah Dapur (Daun Singkong).

Dewi, Hastuti. (2009). *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*. *Jurnal Mediagro* Vol. 5, No. 1, 2009 : 20-26.

Diener, S. (2010). Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, in Low and Middle - Income Countries. Dissertation. 19330, 80.

Djuarnani, D. (2018). Pengomposan sampah organik (Kubis dan kulit pisang) dengan menggunakan EM4. TEDC Vol.12(1): 38-43.

Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF): Panduan Langkah-Langkah Lengkap.

Fajri, N. A. And Harmayani, R. (2020). Biokonversi Limbah Organik Menjadi Magot Sebagai Sumber Protein Pengganti Tepung Ikan. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 6(2), Pp. 223– 231.

Fitria, E. L., Yamika, W. S. D., & Santosa, M. (2017). Pengaruh Biourin, EM4 Dan Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (*Allium Ascalonicum L.*) Pada Kondisi Ternaungi. *Produksi Tanaman*, 5(3), 475–483.

G. P. Tangkas and Y. Trihadiningrum. (2016). Kajian Pengelolaan Limbah Padat Peternakan Sapi Simantri Berbasis 2R (Reduce dan Recycle) di Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng. *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. D86–D91, Dec. 2016.

Hadisuwito, S. (2007). *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.

Hidayatullah, Gunawan, Kooswardhono Mudikdjo, dan Erlina, (2005). Pengelolaan Limbah Cair Usaha Peternakan Sapi Perah Melalui Penerapan Konsep Produksi Bersih. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* Vol. 8, no. 1, Maret 2005 : 124-136.

Hem S, Toure S, Sagbla C, Legendre M. (2008). Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: Experience from the forest region (Republic Of Guinea). *African J Biotechnol* 7(8): 1192-1198.

Holmes, L.A., Vanlaerhoven, S.L., Tomberlin, J.K. (2012). Relative humidity effects on the life history of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environ Entomol* 41(4): 971-978.

Huda, Sholihul. Wikanta, Wiwik. (2017). *Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik Sebagai Upaya Mendukung Usaha Peternakan Sapi Potong di Kelompok Tani Ternak Mandiri Jaya Desa Moropelang Kec. Babat Kab. Lamongan*. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol. 1, No. 1, Februari 2017 : 26-35.

Katayane, A., & Falicia. 2014. Produksi dan Kandungan Protein Maggot (*Hermetia illucens*) Dengan Menggunakan Media Tumbuhan Berbeda. Jakarta.

Kawasaki, K., Yuka, H., Akihiro, H., Toshiya, K., Hirofumi, H., Shun-ichiro, I., Atsushi, H., Atsushi, I., Chiemi, M., Takeshi, M., Satoshi, N., Tomohiro, S., Yoshiki, M., Koji K., & Yasuhiro, F. (2019). Evaluation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae and PrePupae Raised on Household Organic Waste, as Potential Ingredients For Poultry Feed. *Animals*, 9, 98.

Lubis, A. T. (2017). Efektifitas Penambahan Mikroorganisme Lokal (MOL) Nasi, Tapai Singkong, dan Buah Pepaya dalam Pengomposan Limbah Sayuran. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.

Mokolensang, J.F. et al. 2018. Maggot (*Hermetia illucens* L.) sebagai Pakan Alternatif pada Budidaya Ikan. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 6(3), pp. 32–37.

Munawaroh, Ulum, 2013, Penyisihan parameter pencemar lingkungan pada limbah cair industri tahu menggunakan efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional* Vol.1 No.2 [September 2013] 9-11. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 13 No. 1 [April 2012] 27-33. Jurusan Keteknikaan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Newton, G.L., Sheppard, D.C., Watson, D.W., Burtle, G.J., Dove, C.R., Tomberlin, J.K., Thelen, E.E., (2005). The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a

manure management/resource recovery tool. State of the Science. Animal Manure and Waste Management, January 5–7, San Antonio, TX.

Ningrumsari, I., & Herlinawati, L. (2019). Peranan *Lactobacillus acidophilus* Dalam Pakan Terfermentasi Untuk Meningkatkan Kualitas Daging Ayam Broiler (Protein, Kolestrol). *Jurnal Pertanian*, 10(2).

Nugraha, P. & Amini, N. (2013). Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*. 2, 193–197.

Nuryani, S. H. U., & Sutanto, R. (2002). Pengaruh Sampah Kota terhadap Hasil dan Tahana Hara Lombok. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 3 (1): 24-28.

Popa, R. and Green, T. 2012. *Dipterra LCC e-Book 'Biology and Ecology of the Black Soldier Fly'*. DipTerra LCC.

Royaeni, Pujiono, & Pudjowati, D. T. (2014). Pengaruh Penggunaan Bioaktivator Mol Nasi dan Mol Tapai Terhadap Lama Waktu Pengomposan Sampah Organik Pada Tingkat Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan*, 13(1), 1–9.

Suciati, R., & Faruq, H. (2017). EFEKTIFITAS MEDIA PERTUMBUHAN MAGGOTS *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) SEBAGAI SOLUSI PEMANFAATAN SAMPAH. 2(1), 8–13.

Sukanto. (2013). Pembuatan Agen Bioaktivator Untuk Pengolahan Kotoran Ternak Menjadi Pupuk Organik Majemuk Secara Fermentasi. Makalah. Disampaikan dalam kegiatan penyuluhan dalam rangka Desa Binaan Fakultas Biologi UNSOED 2013/2014.

Sriharti dan Takiyah, S. (2008). Pemanfaatan Limbah Pisang untuk Pembuatan Kompos Menggunakan Komposer Rotary Drum. Yogyakarta: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI.

Standar Nasional Indonesia1. 2016. Pakan Ayam Ras Petelur Bagian 5: Masa Produksi (Layer). SNI 8290:5:2016. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Tomberlin JK and Sheppard DC. 2002. Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *J Entomology Sci.* 37:345-352.

Veldkamp, T.G. Van, D.A. Van, H.A. Lakemond, C.M.M. Ottevanger, E. Bosch, G. Van, B. 2012. *Insects As A Sustainable Feed Ingredient In Pig And Poultry Diets- A Feasibility Study.* Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research.

Wahyudi, J. (2013). Strategi Pengembangan Biogas Pada Peternakan Sapi Perah. *Jurnal Litbang*, Vol IX (2): 121-127.

Wardhana, A. (2016). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as an Alternative Protein Source for Animal Feed. *WARTAZOA. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 26(2), 069–078.

Westerman, P.W., Bicudo, J.R., (2005). Management considerations for organic waste use in agriculture. *Bioresour. Technol.* 96, 215–221.

LAMPIRAN A
HASIL ANALISA

A.1 Hasil Uji Awal pH

Sampel	pH Awal
Kotoran Sapi	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Pertanian	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Peternakan	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Perikanan	9,0
Kotoran Sapi + MOL EM4 Limbah	9,0

A.2 Hasil Uji Awal Suhu

Sampel	Suhu Awal (°C)
Kotoran Sapi	31
Kotoran Sapi + MOL EM4 Pertanian	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Peternakan	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Perikanan	30
Kotoran Sapi + MOL EM4 Limbah	30

A.3 Persentase Reduksi

Sampel	Kode	Rasio	Berat Media (gram)		Susut Media (%)
			Total	Sisa	
Kotoran Sapi	S	1	300	180,31	39,89
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Pertanian	SA1	5:1	300	161,52	46,16
	SA2	10:1	300	163,45	45,52
	SA3	15:1	300	166	44,67
	SA4	30:1	300	174,21	41,93

Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Peternakan	SB1	5:1	300	122,99	59
	SB2	10:1	300	128,32	57,22
	SB3	15:1	300	144,3	51,9
	SB4	30:1	300	161,67	46,11
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Perikanan	SC1	5:1	300	150,31	49,89
	SC2	10:1	300	162,4	45,86
	SC3	15:1	300	170,84	43,05
	SC4	30:1	300	177,63	40,79
Kotoran Sapi + MOL Nasi EM4 Limbah	SD1	5:1	300	156,61	48
	SD2	10:1	300	162,22	45,92
	SD3	15:1	300	170,71	43,09
	SD4	30:1	300	177,56	40,81

A.4 Pertambahan Berat Tubuh Pada Larva BSF

Jenis Limbah	Berat awal larva (gr)	Berat akhir larva (gr)
S (Kotoran Sapi)	0,0023	0,061
SA1 (Pertanian)	0,0023	0,070
SA2	0,0023	0,069
SA3	0,0023	0,068
SA4	0,0023	0,062
SB1 (Peternakan)	0,0023	0,105
SB2	0,0023	0,081
SB3	0,0023	0,079
SB4	0,0023	0,070
SC1 (Perikanan)	0,0023	0,084
SC2	0,0023	0,071
SC3	0,0023	0,069
SC4	0,0023	0,069
SD1 (Limbah)	0,0023	0,080
SD2	0,0023	0,072
SD3	0,0023	0,070
SD4	0,0023	0,066

A.5 Pertambahan Panjang Tubuh Pada Larva BSF

Jenis Limbah	Panjang awal larva (cm)	Panjang akhir larva (cm)
S (Kotoran Sapi)	0,24	0,79
SA1 (Pertanian)	0,24	1,04
SA2	0,24	0,95
SA3	0,24	0,90
SA4	0,24	0,86

SB1 (Peternakan)	0,24	1,17
SB2	0,24	1,03
SB3	0,24	0,97
SB4	0,24	0,92
SC1 (Perikanan)	0,24	1,09
SC2	0,24	0,94
SC3	0,24	0,89
SC4	0,24	0,86
SD1 (Limbah)	0,24	1,07
SD2	0,24	0,97
SD3	0,24	0,91
SD4	0,24	0,88

A.6 Kandungan Larva BSF

No	Limbah Kotoran Sapi	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
1	SA1 (Pertanian)	14,45	6,29	2,48
2	SA2	14,61	6,34	2,49
3	SA3	14,65	6,35	2,56
4	SA4	14,60	6,24	2,50
5	SB1 (Peternakan)	15,60	64,20	64,20
6	SB2	15,70	64,60	64,62
7	SB3	15,71	64,50	64,38
8	SB4	15,65	64,48	64,35
9	SC1 (Perikanan)	17,10	6,63	2,39
10	SC2	17,20	6,75	2,42
11	SC3	17,18	6,76	2,50
12	SC4	17,09	6,58	2,50
13	SD1 (Limbah)	15,80	6,51	2,28
14	SD2	15,95	6,60	2,30
15	SD3	15,98	6,62	2,36
16	SD4	15,78	6,55	2,28

A.7 Rata-rata Hasil Pengukuran Berat Larva

BOBOT LARVA HARI KE-										
Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S (Kotoran Sapi)	0,0023	0,007	0,010	0,015	0,021	0,029	0,036	0,041	0,052	0,061
SA1 (Pertanian)	0,0023	0,010	0,019	0,022	0,034	0,044	0,051	0,060	0,065	0,070
SA2	0,0023	0,007	0,012	0,027	0,034	0,042	0,049	0,056	0,063	0,069
SA3	0,0023	0,005	0,015	0,025	0,031	0,038	0,043	0,051	0,061	0,068
SA4	0,0023	0,006	0,013	0,021	0,029	0,036	0,041	0,049	0,058	0,062
SB1 (Peternakan)	0,0023	0,014	0,018	0,032	0,042	0,055	0,061	0,071	0,087	0,105
SB2	0,0023	0,008	0,012	0,025	0,036	0,044	0,056	0,063	0,072	0,081
SB3	0,0023	0,009	0,014	0,024	0,036	0,042	0,052	0,060	0,071	0,079
SB4	0,0023	0,006	0,010	0,021	0,031	0,042	0,051	0,060	0,069	0,070
SC1 (Perikanan)	0,0023	0,013	0,018	0,022	0,036	0,046	0,054	0,068	0,073	0,084
SC2	0,0023	0,008	0,011	0,020	0,031	0,041	0,049	0,054	0,063	0,071
SC3	0,0023	0,010	0,012	0,021	0,033	0,039	0,046	0,051	0,060	0,069
SC4	0,0023	0,008	0,009	0,017	0,028	0,034	0,044	0,051	0,058	0,069
SD1 (Limbah)	0,0023	0,011	0,015	0,020	0,032	0,044	0,052	0,063	0,071	0,080
SD2	0,0023	0,010	0,010	0,019	0,026	0,032	0,046	0,051	0,063	0,072
SD3	0,0023	0,009	0,012	0,021	0,029	0,033	0,043	0,051	0,062	0,070
SD4	0,0023	0,007	0,010	0,019	0,025	0,030	0,041	0,048	0,057	0,066

A.8 Rata-rata Hasil Pengukuran Panjang Larva

PANJANG LARVA HARI KE-										
Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	0,24	0,35	0,37	0,42	0,47	0,54	0,61	0,68	0,73	0,79
SA1 (Pertanian)	0,24	0,53	0,67	0,71	0,76	0,82	0,85	0,91	0,97	1,04
SA2	0,24	0,47	0,57	0,63	0,70	0,73	0,81	0,85	0,89	0,95
SA3	0,24	0,42	0,55	0,60	0,67	0,70	0,78	0,81	0,87	0,90
SA4	0,24	0,4	0,52	0,59	0,64	0,68	0,73	0,77	0,82	0,86
SB1 (Peternakan)	0,24	0,53	0,62	0,75	0,87	0,92	0,98	1,06	1,12	1,17
SB2	0,24	0,48	0,58	0,63	0,70	0,76	0,82	0,90	0,97	1,03
SB3	0,24	0,45	0,55	0,61	0,68	0,72	0,80	0,88	0,91	0,97
SB4	0,24	0,43	0,53	0,59	0,65	0,72	0,78	0,84	0,89	0,92
SC1 (Perikanan)	0,24	0,52	0,68	0,71	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03	1,09
SC2	0,24	0,38	0,45	0,53	0,61	0,68	0,72	0,79	0,85	0,94
SC3	0,24	0,35	0,43	0,50	0,59	0,64	0,70	0,77	0,82	0,89
SC4	0,24	0,4	0,43	0,49	0,57	0,62	0,68	0,73	0,80	0,86
SD1 (Limbah)	0,24	0,58	0,62	0,69	0,75	0,81	0,89	0,94	1,01	1,07
SD2	0,24	0,43	0,47	0,53	0,60	0,68	0,74	0,82	0,90	0,97
SD3	0,24	0,4	0,45	0,51	0,58	0,63	0,70	0,78	0,86	0,91
SD4	0,24	0,37	0,41	0,48	0,54	0,60	0,66	0,73	0,81	0,88

LAMPIRAN B PERHITUNGAN

a. Kebutuhan limbah kotoran sapi

Diketahui:

- Pemberian 100 mg/larva/hari
- 300 larva BSF (0,9 gr)
- Pemberian limbah kotoran sapi selama 10 hari

Ditanya: berapa kebutuhan limbah kotoran sapi?

Hitung:

Kebutuhan limbah kotoran sapi per hari

$$\begin{aligned}
 &= \text{porsi pakan per larva} \times \text{jumlah larva per reactor} \\
 &= 100 \text{ mg/larva/hari} \times 300 \text{ ekor larva} \\
 &= 30000 \text{ mg/hari} \\
 &= 30 \text{ gr/hari}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan limbah kotoran sapi 10 hari

$$\begin{aligned}
 &= 30 \text{ gr/hari} \times 10 \text{ hari} \\
 &= 300 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Sehingga, kebutuhan total limbah kotoran sapi yang diperlukan sebesar 300 gram dalam 10 hari untuk tiap reaktor.

b. Kebutuhan bioaktivator

Diketahui:

- Kebutuhan limbah kotoran sapi selama 10 hari dengan pemberian 30 mg/larva/hari: 300 gr
- Perbandingan bioaktivator dengan limbah kotoran sapi: 1:5

Ditanya: berapa kebutuhan bioaktivator?

Hitung:

Kebutuhan bioaktivator

$$X = \frac{300 \text{ gr}}{5}$$

$$X = 60 \text{ ml}$$

Kebutuhan bioaktivator yang diperlukan untuk limbah kotoran sapi sebesar 300 gr adalah 60 ml bioaktivator.

c. Persentase reduksi limbah kotoran sapi

Diketahui:

- Limbah awal: 300 gr
- Limbah akhir: 122,9 gr

Ditanya: berapa persentase reduksi?

Hitung:

$$\begin{aligned} \text{Persentase reduksi} &= \frac{\text{limbah awal} - \text{limbah sisa}}{\text{limbah awal}} \times 100\% \\ &= \frac{300 - 122,9}{300} \times 100\% \\ &= 59,03\% \end{aligned}$$

Persentase reduksi limbah kotoran sapi pada pemberian pakan 30 mg/hari selama 10 hari sebesar 59,03%

LAMPIRAN C DOKUMENTASI

C.1 Pengumpulan Sampah



C.2 Penimbangan Berat Sampah



C.1 Pengukuran pH



C.2 Pengukuran Suhu



C.3 Bioaktivator





C.4 Penelitian



C.5 Pengukuran larva BSF



C.6 Pemberian Pakan Ayam Berupa Larva BSF dan Pelet Konvensional



C.7 Penimbangan Berat Ayam



LAMPIRAN D

DATA PENDUKUNG

D.1 Hasil uji kandungan larva BSF

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
 PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
 SURABAYA – JAWA TIMUR

REPORT

Certificate of Analysis

No. : 08856/KI/XII-2023

Code : Penelitian

Sample Sender : Mhs. TL UPN Sby

Sample Name : Magot-kot. Sapi

Test : Protein-Lemak Karbo.

Sample Brand :

Sample Identity : Padatan kehitaman..

Sample Accepted : 13 Des. 2023

Chemical laboratory test result is :

Kode	Protein, %	Lemak, %	Karbo. %	Kode	Protein, %	Lemak, %	Karbo. %
SA 1.	14,45	6,29	2,48	SC 1.	17,10	6,63	2,39
2.	14,61	6,34	2,49	2.	17,20	6,75	2,42
3.	14,65	6,35	2,56	3.	17,18	6,76	2,50
4.	14,60	6,24	2,50	4.	17,09	6,58	2,50
SB 1.	15,60	6,42	2,30	SD 1.	15,80	6,51	2,28
2.	15,70	6,46	2,58	2.	15,95	6,60	2,30
3.	15,71	6,43	2,56	3.	15,98	6,62	2,36
4.	15,65	6,31	2,50	4.	15,78	6,55	2,28
Kontrol S	13,60	6,10	2,10				

Surabaya, 15. Des. 2023.....
 Head of Chemical Laboratory Researcher

Drs. M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII No. 14
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

TUGAS : Tugas Akhir (Skripsi)
NAMA : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
PEMBIMBING : Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.

No.	Hari / Tanggal	Uraian	TTD
1	26 Februari 2023	Pengajuan judul belum ACC.	
2	28 Mei 2023	BSF - Cari teori BSF bisa digunakan degea dasi kotoran sapi - Cari teori bahwa BSF bisa digunakan yg mengandung gas tersebut Gua 2kw - Perbandingan Gua 2kw dengan metode lainnya	
3	15 Juni 2023	- Bab 1 kurang tajam - Masalah pengajuan MOL & EM4 - Tujuan (menghilangkan diganti) - Mencari 5 Jurnal tentang Maggot dekomposisi limbah ternak sapi	
4	11 Juli 2023	- Tujuan penbitran - Lanjutkan bab 2 sampai mol (mikroorganisme lokal)	
5		- Penjelasan kotoran sapi uraian gas - Uraian dan manfaat MOL - Gambar Alat	
6	30 Agustus 2023	- Pergantian laju umpan diganti variasi perbandingan kotoran sapi + MOL - Gambar alat dari sapi → biogas → Reaktor	
7	15 September 2023	Perombahan judul Alternatif Pakan ayam	



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

TUGAS : Tugas Akhir (Skripsi)
NAMA : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
PEMBIMBING : Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.

No.	Hari / Tanggal	Uraian	TTD
8	Senin, 18 September 2023	1. Revisi Judul penambahan sebagai alternatif pakan ayam 2. Acc Sempro	
9	Selasa, 31 Oktober 2023	Langutkan untuk penelitian	
10	Selasa, 5 Desember 2023	2. Lanjut bab 9	
11	Selasa, 27 Februari 2024	1. Penambahan Judul grafik 2. Alasan kenapa EMA Peternakan lebih tinggi	
12	Senin, 4 Maret 2024	1. Judul grafik menyesuaikan Axis X & Y 2. Alasan / Pembaca mikroorganisme di jenis EMA 3. Saran kelemahan penelitian + Penggunaan Sisa pakan	
13	Selasa, 5 Maret 2024	1. label Judul diganti disesuaikan 2. Saran 1 dan 2 diganti	
14	Selasa, 19 Maret 2024	1. Perlu dicoba untuk yang kurang dari 5:1 (saran) 2. Sisa kotoran sapi dapat jadi kompos 3. Saran suhu ph	
15	Selasa, 26 Maret 2024	1. Lanjut Jurnal 2. Acc Sempro	



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

TUGAS : Tugas Akhir (Skripsi)
NAMA : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
PEMBIMBING : Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.

No.	Hari / Tanggal	Uraian	TTD
16	Selasa, 9 April 2024	1) Berkas Seminar hasil 2) lanjut mengerjakan Jurnal serta publish	
17	Selasa, 16 April 2024	1) ACC seminar hasil 2) Publish Jurnal	



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR PROPOSAL

LRSP

NAMA MAHASISWA : ILHAM LACTA PRADITYA
N . P . M : 19034010065
EMAIL : lactailham26@gmail.com
NO HP : 082140860545
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Cek kembali pemakaian bioaktivator U/ disesuaikan dg bioaktivator yg terbaik	
2.	perlu dilakukan uji pakan pd ternak secara langsung → pengaruh pertumbuhan hewan ternak	25/10 '23.

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan di atas selama _____ hari
(maksimal 30 hari)

SURABAYA, 29 SEPTEMBER 2023

DOSEN PENGUJI 1



(OKIK HENDRIYANTO C., ST. MT)



**LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR PROPOSAL**

LRSP

NAMA MAHASISWA : ILHAM LACTA PRADITYA
N . P . M : 19034010065
EMAIL : lactailham26@gmail.com
NO HP : 082140860545
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	<p>↳ R. → Rotor SS/filler, jenis fiber, T, PTL, 20mm!</p> <p>↳ lakukan pembastihan agar proses aerob CO_2, H_2O → Eng.</p> <p>- celi sumbu serap, - kempis maca perlu difarmenentasi</p> <p>- parameter yg diamati</p> <p>- mbnt (apa, limbah)</p> <p>- jenis EM4</p>	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan di atas selama _____ hari
(maksimal 30 hari)

Acc 17/8 2023

SURABAYA, 29 SEPTEMBER 2023

DOSEN PENGUJI 2

(Ir. TUHU AGUNG RACHMANTO, M.T.)



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWATIMUR

FORMULIR PELAKSANAAN PENELITIAN (FPP 01)

Nama : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
Judul Skripsi : *Black Soldier Fly* (BSF) Sebagai Pereduksi Limbah Kotoran Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam
Tanggal Mulai Penelitian* : 12 November 2023
Lokasi Penelitian** 1. Dusun Panjen Kabupaten Ngawi
2. Kos Perumahan Kosagrha Surabaya

Nama diatas telah mendapat persetujuan proposal untuk melanjutkan ke tahappenelitian.

Surabaya, 12 November 2023

Menyetujui,

Koor. Prodi
Teknik Lingkungan

Firra Rosariawari, ST, MT
NIP./NPT.19750409 202121 2 004

Pembimbing

Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS
NIP. 19600601 198703 1 001

Penguji 1

Dr. Okik Hendriyanto C, ST, MT
NIP. 19750717 202121 1 007

Penguji 2

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT
NPM. 19620501 198803 1 001

* Tanggal pelaksanaan penelitian dihitung semenjak mendapat persetujuan revisi proposal dari penguji

**Lokasi Penelitian merupakan lokasi pelaksanaan penelitian seperti lab riset, lab mikro ataupun lokasi lain yang digunakan penelitian

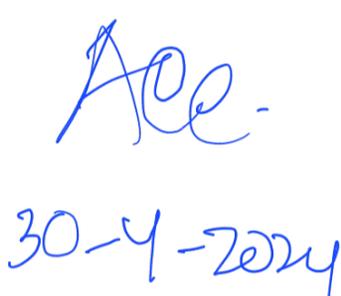


LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : ILHAM LACTA PRADITYA

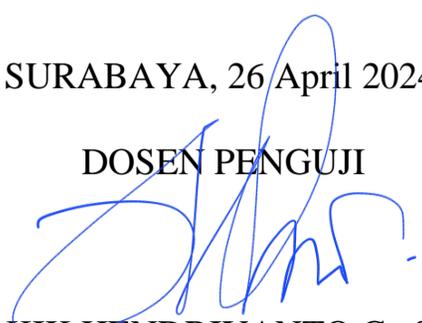
N . P . M : 19034010065

PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Perbaiki tujuan penelitian	
2.	Perbaiki gambar 4.3 terkait % Pertambahan berat	
3.	Seluruh grafik dibuat dalam bentuk garis bukan batang	
4.	Beri penjelasan terkait pertambahan protein, lemak dan berat larva	

SURABAYA, 26 April 2024

DOSEN PENGUJI


(Dr. OKIK HENDRIYANTO C., ST. MT)



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : ILHAM LACTA PRADITYA
N . P . M : 19034010065
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	<p>Perdalam pembahasan - pengaruh beban thd parameter yg diamati / dianalisa</p>	

2/5/2024
Ic. Praditya

SURABAYA,

DOSEN PENGUJI

(Ir. TUHU AGUNG RACHMANTO, M.T.)



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : ILHAM LACTA PRADITYA
N . P . M : 19034010065
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN

SURABAYA,

DOSEN PEMBIMBING

(Ir. YAYOK SURYO PURNOMO M.S)



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA
TIMUR

FORMULIR LULUS SEMINAR HASIL (FLSH 01)

Nama : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
Jurusan : Teknik Lingkungan
Hari, Tanggal Seminar Hasil : Rabu, 24 April 2026
Judul Skripsi : *Black Soldier Fly (BSF)* Sebagai Pereduksi
Limbah Kotoran Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam

Nama diatas telah menyelesaikan Seminar Hasil beserta revisi dari penguji dan
mendapat persetujuan untuk melanjutkan ke tahap Ujian Lisan.

Surabaya, 30 April 2024

Menyetujui,

Koor. Prodi
Teknik Lingkungan

Firra Rosariawari, S.T., M.T
NIP./NPT.19750409 2021211 2 004

Pembimbing

Ir. Yayok Suryo Pumomo, MS.
NIP./NPT. 19600601 198703 1 001

Penguji 1

Dr. Okik Hendriyanto C., ST.,MT.
NIP/NPT. 19750717 202121 1 007

Penguji 2

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT
NIP./NPT. 19620501 198803 1 001



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

LRUL 01

NAMA MAHASISWA : Ilham Lacta
Praditya N . P . M : 19034010065
PROGDI : Teknik Lingkungan
EMAIL : lactailham26@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	penjelasan protein yg tdk memenuhi → 4g	Ate 20-5-2024.
2.	penjelasan lemak pd penambahan berat ayam. → 4g	

SURABAYA, 15 Mei 2024

DOSEN PENGUJI

(Dr. Okik Hendriyanto C., ST. MT)



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

LRUL 01

NAMA MAHASISWA : Ilham Lacta
Praditya N . P . M : 19034010065
PROGDI : Teknik Lingkungan
EMAIL : lactailham26@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1 *	Etyimologi - penomoran halaman	
*	Judul	
*	Teori kelahiran pengiraan sayur / kor sapi	

SURABAYA, 15 Mei 2024

DOSEN PENGUJI

(Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.)



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

LRUL 01

NAMA MAHASISWA : Ilham Lacta
Praditya N . P . M 19034010065
PROGDI : Teknik Lingkungan
EMAIL : lactailham26@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	<i>tidak ada revisi</i>	

SURABAYA, 15 Mei 2024

DOSEN PEMBIMBING



(Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ilham Lacta Praditya
NPM : 19034010065
Program Studi : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan / Teknik Lingkungan / Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA-RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode Mei, TA 2023/2024.

Dengan judul : *Black Soldier Fly (BSF)* Sebagai Pereduksi Limbah Rumah Peternakan Sapi Serta Alternatif Pakan Ternak Ayam

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Dr. Okik Hendriyanto C. ST, MT

2. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT

Surabaya, 20 Mei 2024

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS

Catatan: *) coret yang tidak perlu