

**EFEKTIVITAS KOMPOSISI LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP
POTENSI NUTRISI LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (*Hermetia illucens*)
SEBAGAI BAHAN PAKAN IKAN MELALUI TEKNIK BIOKONVERSI**

PUTRI KHAIRUNNISA RAMLI

H031 19 1059



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EFEKTIVITAS KOMPOSISI LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP
POTENSI NUTRISI LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (*Hermetia illucens*)
SEBAGAI BAHAN PAKAN IKAN MELALUI TEKNIK BIOKONVERSI**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu
syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh:

PUTRI KHAIRUNNISA RAMLI

H031 19 1059



MAKASSAR

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EFEKTIVITAS KOMPOSISI LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP
POTENSI NUTRISI LARVA *BLACK SOLDIER FLY* (*Hermetia illucens*)
SEBAGAI BAHAN PAKAN IKAN MELALUI TEKNIK BIOKONVERSI**

Disusun dan diajukan oleh:

**PUTRI KHAIRUNNISA RAMLI
H031191059**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal **25 Januari 2024** dan dinyatakan
telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si
NIP. 19740319 200801 1 010

Pembimbing Pertama



Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si
NIP. 19811209 200604 2 003

Ketua Program Studi



Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19720202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Khairunnisa Ramli

NIM : H031191059

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Efektivitas Komposisi Limbah Organik Pasar Terhadap Potensi Nutrisi Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Sebagai Bahan Pakan Ikan Melalui Teknik Biokonversi” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 26 Januari 2024

Yang Menyatakan,



Putri Khairunnisa Ramli

PRAKATA

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, penulis panjatkan puji syukur kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “**Efektivitas Komposisi Limbah Organik Pasar Terhadap Potensi Nutrisi Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai Bahan Pakan Ikan Melalui Teknik Biokonversi**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis berterima kasih kepada bapak **Dr. Djabal Nur Basir S.Si., M.Si** sebagai pembimbing utama dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasi, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan solusi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua dan Sekretaris Departemen Kimia, Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan Ibu **Dr. Nur Umriani Permatasi, M.Si** serta seluruh Dosen dan Staf Departemen Kimia yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si** dan Bapak **Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si** selaku tim penguji yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu **Riska Mardiyanti, S.Si., M.Si.** selaku koordinator seminar 1 dan Ibu **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** selaku koordinator seminar 2 yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh Kepala Laboratorium di Departemen Kimia FMIPA Unhas, serta Kepala Laboratorium Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika dasar.
5. Seluruh Analis di Departemen Kimia FMIPA Unhas, terkhusus Analis pada Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia FMIPA Unhas, ibu **Fibiyanti, M.Si** yang telah banyak memberi bimbingan, saran, fasilitas dan kemudahan semasa penelitian.

6. Keluarga tercinta, terkhusus kepada ayahanda **Ramli, SH.** dan Ibunda **Sahiyah, S.Sos** yang senantiasa menyayangi, mencintai dan mendukung serta mendoakan penulis. Terima kasih yang sebesar-besarnya teruntuk kedua orang tua penulis yang selalu mendukung penuh penulis hingga dapat menyelesaikan jenjang pendidikan perguruan tinggi tanpa kekurangan sesuatu apapun.
7. Kakak tercinta **Chusnul Qhatimah Ramli** dan **Muh. Fadhail Barkah** yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta keponakan saya **Humayra Barkah** yang paling menggemaskan dan selalu menjadi *moodbooster* bagi penulis.
8. Adik-adik yang saya sayangi **M. Rafly Ramli** dan **Raisyah Ramli**, terima kasih karena selalu hadir memberikan banyak warna dalam hidup penulis.
9. Rekan penelitian saya **Jequaline Nathalia Christine Ruitan**, terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat yang terbangun dari awal hingga kita dapat menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman **Analitik Pride** terkhusus **Kiswan Setiawan Majid**, terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
11. Teman-teman **Konfigurasi 2019** dan **Posko 8 Somba Palioi** yang senantiasa menjadi teman seperjuangan di kampus.
12. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu, semoga segala kebaikan yang telah diberikan senantiasa dibalas oleh Allah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun serta skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak- pihak yang berkepentingan.

Makassar, 20 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Pengolahan limbah organik masih kurang menjadi perhatian besar dikarenakan rendahnya nilai produk yang dihasilkan pada proses pengolahannya sehingga diperlukan inovasi upaya pemanfaatan limbah organik tersebut melalui teknik biokonversi oleh larva *black soldier fly* (BSF). Nutrisi dan kemampuan biokonversi larva BSF ditentukan oleh jenis limbah organik yang dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan mempelajari efektivitas komposisi media limbah organik pasar terhadap nutrisi dan performa biokonversi larva BSF serta potensinya sebagai bahan pakan ikan. Parameter yang diukur yaitu analisis proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar), analisis fosfor menggunakan metode spektrofotometri dan indeks reduksi limbah. Penelitian ini menggunakan rancangan optimasi RSM dan hasilnya dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Limbah yang digunakan pada penelitian ini yaitu jeroan ikan tongkol dan ampas kelapa dengan empat perlakuan yaitu A (kontrol), B (0% ikan tongkol dan 30% ampas kelapa), C (25% ikan tongkol dan 28% ampas kelapa), dan D (1% ikan tongkol dan 30% ampas kelapa). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan C memberikan nutrisi terbaik dengan kandungan protein tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 37,1%. Indeks reduksi limbah yang paling maksimal diperoleh pada perlakuan D dengan nilai sebesar 7,5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi media pakan limbah organik berpengaruh signifikan dan efektif terhadap peningkatan nutrisi serta kemampuan biokonversi larva BSF.

Kata Kunci: ANOVA, biokonversi, larva BSF, limbah, RSM

ABSTRACT

Organic waste processing is still not a big concern due to the low value of the products produced in the processing process, so innovation is needed in efforts to utilize organic waste through bioconversion techniques by black soldier fly (BSF) larvae. The nutrition and bioconversion ability of BSF larvae is determined by the type of organic waste consumed. This research aims to study the effectiveness of the composition of market organic waste media on the nutrition and bioconversion performance of BSF larvae and their potential as fish feed ingredients. The parameters measured are proximate analysis (moisture, ash, protein, fat, crude fiber content), phosphorus analysis using the spectrophotometric method and waste reduction index. This research uses an RSM optimization design and the results are analyzed using analysis of variance (ANOVA). The waste used in this research was tuna innards and coconut dregs with four treatments, namely A (control), B (0% tuna and 30% coconut dregs), C (25% tuna and 28% coconut dregs), and D (1% tuna and 30% coconut dregs). The results showed that treatment C provided the best nutrition with the highest protein content compared to other treatments, namely 37.1%. The maximum waste reduction index was obtained in treatment D with a value of 7.5%. The results of this research indicate that the composition of organic waste feed media has a significant and effective effect on increasing the nutrition and bioconversion ability of BSF larvae.

Keywords: ANOVA, bioconversion, BSF larvae, waste, RSM

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Limbah Organik.....	7
2.2 <i>Black Soldier Fly</i>	10
2.2.1 Tinjauan Umum <i>Black Soldier Fly</i>	10
2.2.2 Larva <i>Black Soldier Fly</i>	13
2.3 Pakan Ikan.....	14
2.4 Biokonversi oleh Larva BSF.....	15
	viii

2.5 Uji Proksimat	17
2.6 Fosfor pada Pakan Ikan.....	18
2.7 <i>Response Surface Method</i>	19
BAB III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Bahan Penelitian	20
3.2 Alat Penelitian	20
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.4.1 Uji Pendahuluan.....	21
3.4.2 Rancangan Optimasi <i>Waste Food Synegy</i>	21
3.4.3 Biokonversi Limbah Organik oleh Larva BSF	22
3.4.4 Analisis Indeks Pengurangan Limbah	22
3.4.5 Pembuatan Tepung Larva BSF	23
3.4.6 Uji Proksimat	23
3.4.6.1 Analisis Kadar Air.....	23
3.4.6.2 Analisis Kadar Abu	24
3.4.6.3 Analisis Kadar Protein.....	24
3.4.6.4 Analisis Kadar Lemak	25
3.4.6.5 Analisis Kadar Serat Kasar.....	26
3.4.7 Analisis Fosfor	26
3.4.7.1 Preparasi Sampel	26
3.4.7.2 Pembuatan Larutan Baku Induk	27
3.4.7.3 Pembuatan Larutan Intermediet 100 mg/L.....	27
3.4.7.4 Pembuatan Larutan Intermediet 10 mg/L.....	27
3.4.7.5 Pembuatan Larutan Baku Standar	27

3.4.7.6 Pembuatan Larutan Sampel	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Rancangan Optimasi dan Pemberian Pakan	29
4.2 Biokonversi Limbah Organik oleh Larva BSF	35
4.3 Analisis Proksimat Larva BSF.....	38
4.3.1 Analisis Kadar Air	38
4.3.2 Analisis Kadar Abu.....	39
4.3.3 Analisis Kadar Protein	40
4.3.4 Analisis Kadar Lemak	42
4.3.5 Analisis Kadar Serat Kasar	43
4.4 Analisis Kadar Fosfor	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi ampas kelapa.....	9
2. Kandungan gizi ikan tongkol per 100 gram.....	9
3. Kandungan nutrisi larva BSF.....	13
4. Syarat mutu pakan ikan menurut SNI 01-7242-2006	15
5. Data hasil rancangan optimasi media pakan larva BSF.....	30
6. <i>Analysis of Variance</i> optimasi protein dalam limbah media pakan larva BSF	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi larva, pupa dan BSF dewasa.....	11
2. Siklus hidup BSF	12
3. Plot kontur.....	34
4. Kurva plot optimasi protein media pakan larva BSF.....	35
5. Reaksi kimia biokonversi oleh larva BSF.....	36
6. Hasil indeks reduksi limbah oleh larva BSF.....	36
7. Hasil analisis kadar air larva BSF.....	38
8. Hasil analisis kadar abu larva BSF	39
9. Reaksi kimia pada analisis protein.....	41
10. Hasil analisis kadar protein larva BSF.....	41
11. Hasil analisis kadar lemak larva BSF	42
12. Hasil analisis kadar serat kasar larva BSF	43
13. Grafik kurva standar fosfor	45
14. Reaksi pada proses destruksi sampel fosfor.....	45
15. Reaksi pembentukan kompleks fosfomolibdat	45
16. Hasil analisis kadar fosfor larva BSF.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema kerja penelitian	54
2. Bagan kerja	55
3. Pembuatan larutan.....	64
4. Perhitungan	68
5. Peta lokasi pengambilan sampel larva BSF	77
6. Data pendukung	78
7. Dokumentasi	80

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
BSN	Badan Standarisasi Nasional
CCD	<i>Central Composite Design</i>
°C	Celcius
DOL	<i>Day Old Larvae</i>
PP	<i>Phenolptalein</i>
RSM	<i>Response Surface Methodology</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SWI	<i>Susitanable Waste Indonesia</i>
TPA	Tempat Pembuangan Akhir
UV-Vis	<i>Ultraviolet Visible</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk dunia dari tahun ke tahun semakin meningkat baik secara global maupun lokal. Dampak dari peningkatan jumlah penduduk salah satunya yaitu meningkatnya konsumsi bahan pangan serta kebutuhan lainnya. Melalui peningkatan konsumsi bahan pangan, maka masalah yang timbul adalah semakin bertambahnya limbah, baik limbah organik maupun anorganik. Peningkatan jumlah limbah tersebut menjadi masalah yang krusial untuk diselesaikan (Rohmadi dkk, 2022). Limbah organik atau limbah makanan ini merupakan bahan sisa aktivitas manusia dari berbagai sumber antara lain pasar, pabrik pengolahan makanan, dapur domestik (rumah tangga), dapur komersial, kantin, dan restoran (Kiran dkk., 2014).

Berdasarkan data SWI (*sustainable waste indonesia*), Indonesia memproduksi 65 juta ton limbah padat setiap harinya dengan jenis limbah padat yang paling banyak dihasilkan adalah limbah padat organik yaitu sebesar 60% dari total limbah (Litbang Kemendagri, 2018). Pada tahun 2021, tercatat sebesar 40,2% komposisi limbah jenis organik dari total keseluruhan limbah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2022). Limbah organik yang utama berasal dari limbah makanan baik hewani maupun nabati seperti buah, sayuran, limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah makanan, dan limbah ikan (Hartati dkk., 2022). Limbah terbesar yang dihasilkan di pasar dan tempat

pembuangan limbah sementara adalah limbah organik, mulai dari sisa sayuran, buah dan makanan (Rohmadi dkk, 2022).

Limbah organik bersifat *biodegradable*, yaitu dapat terurai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh aktivitas mikroorganisme. Penguraian dari limbah organik ini akan menghasilkan materi yang kaya akan nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan (Gustiarta, 2021). Sinergi dari beberapa jenis limbah organik ini disebut dengan istilah *waste food synergy*. Jenis limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak karena ketersediaanya melimpah, memiliki nilai ekonomis, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Dariati dkk., 2017). Limbah dari pasar atau domestik (rumah tangga) sebagian besar masih mengandung kadar air yang cukup tinggi. Limbah tersebut juga masih mengandung nutrisi berupa karbohidrat, protein, dan lemak yang merupakan bahan-bahan organik (Latifah dkk., 2012). Jumlah limbah padat organik yang kian meningkat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti (1) berkurangnya lahan akibat tumpukan limbah padat, (2) berkontribusi dalam penyebaran penyakit, patogen dan bau yang tidak sedap, serta (3) berkontribusi dalam meningkatkan CO₂ dunia (terutama limbah padat dari makanan) (FAO 2013).

Bila dibandingkan dengan limbah anorganik, pengolahan limbah organik tidak menjadi perhatian besar dikarenakan rendahnya nilai produk yang dihasilkan pada proses pengolahannya. Menanggapi kondisi tersebut, perlu dilakukan suatu upaya pemanfaatan limbah organik yang juga memiliki nilai ekonomis. Salah satu upaya yang ditawarkan adalah menggunakan proses biokonversi oleh agen hayati yaitu BSF atau *Hermetia illucens* (Popa dan Green, 2012).

Black soldier fly (BSF) atau lalat tentara hitam adalah salah satu insekta yang mulai banyak dipelajari karakteristik dan kandungan nutriennya. Lalat ini berasal dari Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia (Cickova dkk., 2015). Kondisi iklim tropis Indonesia sangat ideal untuk budidaya BSF. Pada aspek budidaya, BSF sangat mudah untuk dikembangkan dalam skala produksi massal dan tidak memerlukan peralatan yang khusus (Li dkk., 2011). Lalat ini memiliki kemampuan untuk mengonsumsi berbagai jenis sumber daya limbah organik mulai dari sisa buah-buahan dan sayuran, limbah makanan, hingga kotoran hewan dan manusia (Awasthi dkk., 2020).

Larva BSF menurut Silmina dkk. (2011) dapat tumbuh dan berkembang pada media yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Budidaya larva BSF dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping dari kegiatan agroindustri. Menurut Fahmi (2015), larva BSF memiliki kandungan protein yang mencapai 45-50% dan lemak yang mencapai 24-30%. Kandungan protein tinggi inilah yang membuat beberapa produsen pakan menjadikan larva BSF sebagai bahan pakan ikan (Rambet dkk., 2016).

Biokonversi adalah proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi melalui proses fermentasi yang melibatkan organisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga. Proses biokonversi oleh larva BSF terjadi secara alamiah, larva memakan dan mengubah kandungan nutrisi limbah organik menjadi biomassa larva BSF (Fahmi, 2015). Pada penelitian yang dilakukan Muhayyat dkk. (2016) menjelaskan bahwa biokonversi sebagai upaya peningkatan efektivitas pengolahan limbah organik dengan memanfaatkan limbah menjadi sumber protein bahan pakan ikan.

Keunggulan dari pemanfaatan larva BSF sebagai agen biokonversi yaitu larva dari lalat BSF diketahui mampu mengonversi 50% limbah yang diberikan menjadi biomassa tubuh yang tinggi protein dan lemak sebagai bahan baku bagi pakan ternak (Onsongo dkk., 2018). Residu hasil biokonversi dapat berperan sebagai pupuk organik bagi tanaman (Liu dkk., 2020). Larva BSF dapat menurunkan kemungkinan limbah menjadi lokasi pertumbuhan bakteri patogen karena tidak berperan sebagai vektor penyakit dan relatif aman bagi kesehatan manusia (Wardhana, 2016).

Beberapa penelitian terdahulu melaporkan bahwa kualitas, pertumbuhan dan kemampuan biokonversi dari larva BSF ditentukan oleh jenis makanan yang dikonsumsi oleh larva (Lalander dkk., 2019). Penelitian yang umum dilakukan di Indonesia terkait dengan pemanfaatan larva BSF sebagai agen biokonversi masih menggunakan satu jenis limbah saja atau homogen. Peningkatan jumlah, jenis dan karakteristik limbah menjadi tantangan tersendiri dalam pengolahan limbah domestik yang bersifat heterogen dengan variasi komposisi nutrisi limbah yang sangat ditentukan oleh pola konsumsi masyarakat (Nguyen dkk., 2015).

Peluang nyata dalam pengolahan limbah dengan biokonversi telah ditunjukkan oleh penelitian Lalander dkk. (2014) bahwa larva BSF mengonsumsi serta mendegradasi sejumlah bahan organik yang terkandung dalam suatu limbah sampai sebesar 70%. Kandungan protein tinggi pada larva BSF, ketersediaan yang melimpah, serta media tumbuh sekaligus pakan larva yang mudah dibuat menunjukkan potensi yang baik untuk dijadikan sebagai bahan pakan ikan. Larva BSF diharapkan dapat menjadi salah satu solusi sebagai bahan pakan yang murah dan mudah didapatkan serta tidak menimbulkan pencemaran lingkungan sehingga dapat meningkatkan ketersediaan pakan (Fajri dan Harmayani, 2020).

Keberhasilan pengembangbiakan lalat BSF juga sangat ditentukan oleh media tumbuhnya (Katayane dkk., 2014). Perbedaan komposisi dan sumber nutrisi utama pada media limbah akan mempengaruhi performa biokonversi larva BSF dalam menguraikan limbah organik serta kandungan nutrisi larva BSF yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas komposisi limbah organik pasar sebagai sumber nutrisi pakan larva BSF dan potensi nutrisi larva BSF sebagai bahan pakan ikan melalui teknik biokonversi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana komposisi sinergi pakan limbah (*waste food synergy*) ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) dan ampas kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi lama waktu penyimpanan yang paling efektif dalam menghasilkan nutrisi larva BSF tertinggi?
2. bagaimana efektivitas dari pemberian pakan dengan komposisi penggabungan limbah (*waste food synergy*) ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) dan ampas kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi lama waktu penyimpanan terhadap performa biokonversi oleh larva BSF?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan dan mempelajari efektivitas komposisi penggabungan pakan limbah (*waste food synergy*) ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) dan ampas kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi lama waktu

penyimpanan terhadap potensi nutrisi larva BSF sebagai bahan pakan ikan melalui teknik biokonversi.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini diantaranya adalah:

1. menentukan komposisi penggabungan pakan limbah (*waste food synergy*) ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) dan ampas kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi lama waktu penyimpanan yang paling efektif dalam menghasilkan nutrisi larva BSF tertinggi;
2. menentukan efektivitas dari pemberian pakan dengan komposisi penggabungan limbah (*waste food synergy*) ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) dan ampas kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi lama waktu penyimpanan terhadap performa biokonversi limbah organik oleh larva BSF.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai bahan informasi mengenai komposisi pakan larva BSF menggunakan beberapa jenis limbah organik pasar serta dapat menjadi sumber referensi untuk penelitian dan riset selanjutnya. Larva BSF diharapkan dapat menjadi solusi pemanfaatan limbah organik dengan berperan sebagai agen biokonversi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Organik

Pengertian limbah menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Menurut Yuwono dan Mentari (2018) limbah adalah sisa bahan yang telah mengalami beberapa perlakuan, baik karena telah diambil bagian utamanya atau karena sudah tidak ada manfaatnya. Limbah seringkali tidak dikehendaki kehadirannya karena sudah tidak memiliki nilai ekonomis dan keberadaannya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Limbah padat adalah jenis bahan padat yang dihasilkan dari gabungan perumahan, industri dan kegiatan komersial di daerah tertentu. Pengelolaan limbah padat perkotaan saat ini menjadi tantangan besar, bukan hanya karena faktor kesehatan namun juga faktor lingkungan karena banyaknya limbah yang dihasilkan. Limbah padat terdiri dari berbagai unsur penyusun dalam proporsi dan komposisi yang berbeda. Limbah padat juga dapat mengandung bahan atau produk yang dapat dimanfaatkan kembali. Limbah mudah terurai terdiri dari limbah dapur sebesar 44%, dan berasal dari limbah non-dapur sebesar 56% (Yuwono dan Mentari, 2018).

Berdasarkan sifatnya limbah dapat dibedakan menjadi limbah organik dan anorganik. Limbah organik terdiri dari bahan-bahan yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan, dan lainnya. Limbah organik mudah diuraikan melalui proses alami. Sebagian besar limbah pasar merupakan bahan organik yang dihasilkan dari

aktivitas jual beli seperti limbah pengolahan ikan, sisa makanan, dan sayuran (Andari dkk., 2021).

Limbah pasar merupakan salah satu kontributor terbesar limbah organik dalam satu wilayah. Limbah organik merupakan hasil dari kegiatan manusia yang banyak mengandung bahan organik seperti sayur-mayur, buah, atau ikan dengan kandungan organik rata-rata sebesar 95%. Kondisi ini memungkinkan limbah pasar lebih mudah ditangani (Yuwono dan Mentari, 2018).

Besarnya limbah organik yang ditimbulkan di lingkungan pasar tiap harinya semakin menumpuk tanpa adanya pengolahan secara teratur dapat mengakibatkan potensi penyebaran vektor penyakit, bau busuk dan mengurangi estetika. Perlu dilakukan upaya pemanfaatan limbah organik secara cepat, efisien dan bernilai ekonomi tinggi (Andari dkk., 2021). Limbah organik yang banyak ditemukan di pasar contohnya yaitu ampas kelapa dan sisa pengolahan ikan.

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu tanaman serbaguna karena seluruh bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Tanaman kelapa memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dalam kehidupan masyarakat. Salah satu hasil samping dari pengolahan kelapa adalah ampas kelapa. Limbah pertanian ini dapat ditemukan dalam jumlah banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal (Nofiyanti dkk., 2022).

Ampas kelapa merupakan hasil samping dari daging kelapa yang di parut kemudian diperas untuk mendapatkan sari dari kelapa parut tersebut. Pembuatan santan yang diambil dari sari kelapa menghasilkan limbah ampas kelapa yang masih kurang dalam pemanfaatannya. Ampas kelapa yang sudah diperas sarinya sebagian besar dibuang dan dijadikan pakan ternak dengan harga jual yang rendah (Nofiyanti dkk., 2022). Ampas kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan

untuk menggantikan penggunaan bahan pakan yang harganya tinggi sehingga dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam ampas kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi ampas kelapa (Karina dkk., 2019)

Komposisi	Kadar (%)
Protein	5,78
Lemak	38,24
Serat kasar	15,07

Ikan merupakan bahan makanan yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia selain sebagai komoditi ekspor. Ikan juga merupakan sumber protein yaitu sebagai pangan fungsional yang mempunyai arti penting bagi kesehatan karena mengandung asam lemak tidak jenuh (omega-3), vitamin serta makro dan mikro molekul (Nuraini, 2013). Ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) adalah salah satu jenis ikan yang selalu ada di setiap musim dan melimpah. Ikan tongkol merupakan komoditas yang memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai ekspor perikanan Indonesia setelah udang. Kebanyakan orang hanya memanfaatkan daging ikan untuk dikonsumsi tetapi tidak memanfaatkan sisa pembuangan dari ikan tersebut (Melantina dkk., 2022). Kandungan gizi ikan tongkol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi ikan tongkol per 100 g (Sanger, 2010)

Komposisi	Kadar (%)
Air	69,40
Protein	25,00
Lemak	1,50
Karbohidrat	0,03
Abu	2,25

Penelitian Dortmans (2015) menyimpulkan bahwa rasio limbah terhadap larva BSF yang terlalu tinggi cenderung menghambat pergerakan larva BSF

sehingga mengurangi performa biokonversinya. Penambahan sejumlah kecil limbah ikan (5-15%) berupa sisa pakan, kotoran, dan bangkai ikan terhadap limbah organik dapat meningkatkan kinerja larva BSF dalam mendegradasi limbah organik, sekaligus meningkatkan kualitas larva dan kasgot (residu hasil biokonversi oleh larva BSF).

Limbah yang bersifat lunak dan berukuran kecil lebih mudah dikonsumsi oleh larva BSF (Suciati dan Faruq 2017). Kandungan protein dari larva BSF yang diberi makanan campuran limbah sayur, buah dan ikan dapat mencapai 60% dari bobot larva (Iva dkk., 2020). Kadar air limbah organik sangat mempengaruhi kinerja larva BSF. Limbah yang terlalu basah atau terlalu kering kurang diminati oleh larva BSF. Penelitian Sri dan Sardin (2021) menemukan bahwa limbah organik pasar yang dikeringkan selama 2 hari di bawah terik matahari terdegradasi lebih baik dibandingkan limbah pasar segar atau limbah pasar yang dikeringkan selama tiga hari.

2.2 *Black Soldier Fly*

2.2.1 Tinjauan Umum *Black Soldier Fly*

Black soldier fly (BSF) merupakan lalat asli dari benua Amerika dan juga dapat ditemukan di Indonesia. BSF adalah salah satu serangga yang memiliki kandungan nutrisi yang dapat dikembangkan sebagai pakan ternak. Larva BSF yang diolah sebagai pakan ikan memiliki kandungan protein sekitar 40-50% dengan kandungan lemak berkisar 29-32% (Maulana dkk., 2021).

Black soldier fly atau dalam nama ilmiah yaitu *Hermetia illucens* memiliki klasifikasi taksonomi menurut Morales-Ramos dkk. (2014) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Serangga
Ordo : Diptera
Famili : Stratiomyidae
Subfamili : Hermetiinae
Genus : *Hermetia*
Spesies : *Hermetia illucens*



Gambar 1. Morfologi larva, pupa dan lalat dewasa (Yuwono dan Mentari, 2018)

Black soldier fly berwarna hitam dengan bagian segmen basal abdomen berwarna transparan, sekilas memiliki bentuk abdomen yang sama dengan lebah. Panjang BSF berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari. BSF dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional karena hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Pada waktu BSF dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap dalam keadaan terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Berdasarkan jenis kelaminnya, BSF jantan akan mati segera setelah kawin namun BSF betina akan mati setelah bertelur (Tomberlin dan Sheppard, 2009).



Gambar 2. Siklus hidup BSF (Wahyuni dkk., 2021)

Pada saat telur BSF menetas, larva muncul dan langsung memasuki tahap makan. Laju pertumbuhan larva relatif sangat pesat hingga hari ke-8. Bobot tubuh larva BSF juga terus bertambah sampai ketika hendak memasuki tahap prepupa. Tahap prepupa adalah ketika larva BSF tidak lagi melakukan aktivitas makan, maka ada kecenderungan ketika hendak memulai inisiasi pupa, bobot tubuh prepupa menjadi sedikit berkurang. Tahapan larva BSF yang berkulit putih berlangsung selama 12 hari. Selanjutnya larva BSF mulai berubah warna menjadi coklat dan semakin gelap seminggu kemudian. Prepupa sejak hari ke-19. Pupa 100% dicapai pada hari ke-24. Tahapan pupa berlangsung berikutnya selama 8 hari kemudian, Imago (lalat) mulai muncul pada hari ke-32. Imago yang muncul dari pupa kemudian diberi perlakuan pakan tambahan air dan madu, menunjukkan sedikit perbedaan lama hidup dan jumlah telur (Yuwono dan Mentari, 2018).

2.2.2 Larva *Black Soldier Fly*

Larva BSF disebutkan dalam Yuwono dan Mentari (2018) bahwa memiliki kemampuan mengurai limbah organik selama 12-13 hari. Larva BSF mampu mendegradasi limbah organik, baik limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Kemampuan mendegradasi limbah oleh larva BSF dilaporkan lebih baik dibanding serangga lainnya. Keberadaan larva BSF juga dinilai cukup aman bagi kesehatan manusia karena bukan termasuk hewan pembawa vektor penyakit (Rukmini dkk., 2020).

Tabel 3. Kandungan nutrisi larva BSF (Oliver, 2004)

Komposisi	Kadar (%)
Protein	42,10
Lemak	34,80
Abu	14,60
Serat kasar	7
NFE	1,40
Kadar air	7,90
Fosfor	1,50
Kalsium	5

Menurut Dortmunds dkk. (2017), kondisi lingkungan yang optimal bagi larva BSF adalah sebagai berikut:

1. Iklim hangat: suhu idealnya adalah antara 24-30 °C. Jika terlalu panas, larva BSF akan keluar dari sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika terlalu dingin, metabolisme larva akan melambat. Akibatnya, larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat.
2. Lingkungan yang teduh: larva BSF menghindari cahaya dan selalu mencari lingkungan yang teduh. Jika sumber makanannya terpapar cahaya, larva BSF akan berpindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.

Larva BSF dapat mengonsumsi berbagai jenis makanan mulai dari limbah dapur rumah tangga, buah-buahan, sayuran, jeroan ikan, hingga kotoran hewan. Fleksibilitas pakan dari larva BSF menjadikan serangga ini ideal dalam pemanfaatannya sebagai sumber protein. Namun perbedaan komposisi dan jenis pakan akan mempengaruhi proses perkembangan dan nutrisi dari larva BSF sehingga dibutuhkan komposisi dan pemilihan pakan yang tepat untuk memaksimalkan produksi dan efisiensi (Wahyuni dkk., 2021).

Menurut Dortmans dkk. (2017), karakteristik umum pakan yang efektif diberikan kepada larva adalah sebagai berikut:

- a. Kandungan air dalam makanan: sumber makanan harus cukup lembap dengan kandungan air 60-90% agar dapat dicerna oleh larva,
- b. Kebutuhan nutrisi pada makanan: bahan-bahan yang kaya protein dan lemak akan menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi larva,
- c. Ukuran partikel makanan: karena larva BSF tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka nutrisi akan mudah diserap jika substratnya berupa bagian-bagian kecil atau bahkan dengan tekstur seperti bubur.

2.3 Pakan Ikan

Peraturan menteri kelautan dan perikanan Republik Indonesia Nomor 02 Tahun 2010 tentang pengadaan dan peredaran pakan ikan menjelaskan bahwa pakan ikan adalah bahan makanan tunggal atau campuran baik yang diolah maupun tidak yang diberikan pada ikan untuk kelangsungan hidup, berproduksi, dan berkembang biak. Bahan baku pakan ikan adalah bahan-bahan nabati maupun hewani yang layak dipergunakan baik yang telah diolah maupun yang belum diolah, serta mengandung nutrisi yang diperlukan untuk melengkapi komposisi

pakan ikan. Berikut ini standar mutu pakan ikan yang ditetapkan oleh badan standarisasi nasional (BSN):

Tabel 4. Syarat mutu pakan ikan menurut SNI 01-7242-2006 (BSN, 2009)

Parameter	Persyaratan (%)
Kadar air	Maksimal 12
Kadar abu	Maksimal 13
Kadar protein	Minimal 30
Kadar lemak	Maksimal 14
Serat kasar	Maksimal 6
Total fosfor	Maksimal 1,7

Larva BSF banyak dipakai untuk bahan pakan pada ikan air tawar seperti ikan patin, nila, dan lele. Larva BSF yang diberikan bisa dalam kondisi utuh ataupun dalam bentuk yang telah dihaluskan. Tepung larva BSF dapat dijadikan sebagai bahan pengganti tepung ikan dalam pembuatan pelet (pakan buatan). Kelebihan tepung larva BSF sebagai pakan ikan beberapa diantaranya yakni tidak sulit dalam pembudidayaannya karena dapat memanfaatkan limbah organik sebagai makanannya. Pembudidayaan larva BSF juga bisa dilakukan secara massal, memiliki kandungan antimikroba, antijamur, serta tidak mengandung penyakit (Wahyuni dkk., 2021).

2.4 Biokonversi oleh Larva BSF

Biokonversi adalah proses pelibatan mikro dan makroorganisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga untuk melakukan perombakan limbah organik menjadi sumber energi. Salah satu produk aplikasi biokonversi yang sering dijumpai adalah proses pembuatan tempe yang memanfaatkan jamur sebagai organisme perombak. Biokonversi dilakukan sebagai upaya peningkatan

nutrisi limbah organik khususnya dalam meningkatkan kandungan protein untuk memberi nilai tambah pada limbah (Hakim, 2017).

Proses biokonversi melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrisi dari limbah organik menjadi biomassa larva serangga. Larva dijadikan sebagai sumber protein hewani dan lemak hewani yang dibutuhkan untuk pakan. Budidaya larva BSF dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping kegiatan agroindustri. Proses ini dikatakan sebagai bentuk degradasi limbah. Hasil degradasi dapat menghasilkan beberapa nilai tambah dengan menjadikannya sebagai pakan ternak, bahan stabil seperti kompos, dan biofuel. Potensi ini membuat pengolahan limbah menggunakan larva BSF memiliki manfaat yang tinggi (Fahmi, 2015).

Salah satu agen biokonversi limbah organik adalah larva BSF. Pada usus larva BSF terdapat bakteri selulolitik yang dapat mengonversi senyawa organik yang dapat menghasilkan produk yang berguna seperti pupuk organik (Supriyatna dan Putra, 2017). Biokonversi yang dilakukan oleh larva BSF mampu mengurangi limbah organik hingga 56% dan produk yang dihasilkan berupa telur, larva maupun prepupa yang dapat dijadikan bahan pakan ternak, kasgot yang merupakan residu hasil biokonversi limbah organik dapat digunakan sebagai media tanam budidaya sayuran, serta lindi atau cairan yang didapat dari media biokonversi oleh larva BSF dapat digunakan sebagai pupuk cair (Rukmini dkk., 2020).

Pengolahan limbah organik menggunakan biokonversi oleh larva BSF merupakan salah satu bentuk pengolahan yang baru dalam pengelolaan limbah organik. Selain mudah dan murah, teknik ini dapat menghasilkan nilai tambah

ekonomi, dimana larva yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah tersebut dapat dijadikan sebagai pakan ternak karena memiliki kandungan protein tinggi. Kandungan protein maggot dilaporkan 30-60% dari berat basahnya sehingga berpotensi menjadi pakan ikan (Iva dkk., 2020).

Larva BSF dinyatakan dalam Suciati dan Faruq (2017) memiliki beberapa karakter yaitu dapat mereduksi limbah organik, mudah dibudidayakan, memiliki protein yang tinggi, serta tidak membawa gen penyakit. Larva BSF juga diketahui dapat memakan berbagai jenis makanan yang sangat variatif. Larva BSF dapat memakan berbagai macam jenis limbah baik yang segar maupun yang sudah membusuk seperti daging, kotoran hewan, buah, limbah restoran, limbah dapur, dan berbagai jenis limbah organik lainnya. Keberadaan larva BSF juga tidak mengganggu kesehatan lingkungan dan manusia (Alvarez, 2012).

Penelitian Newton dkk. dalam Farid (2021) menyebutkan bahwa larva BSF dapat mengurangi populasi lalat rumah dan mereduksi kontaminasi limbah terhadap bakteri patogenik *Escherichia coli*. Larva BSF juga dapat digunakan sebagai pakan ternak atau untuk menghasilkan produk seperti biodiesel dan produk kecantikan. Limbah residu hasil dekomposisi dapat menjadi kompos yang berharga dengan nilai manfaat yang tinggi oleh karena itu penggunaan larva BSF dalam mereduksi limbah organik dianggap lebih memungkinkan dibanding organisme lain.

2.5 Uji Proksimat

Uji proksimat adalah suatu metode analisa kimia untuk mengetahui kandungan nutrisi pada bahan pangan dan pakan seperti protein, karbohidrat,

lemak dan serat. Uji proksimat meliputi analisis kadar air, abu, protein, lemak, dan serat kasar. Salah satu penilaian kualitas bahan pakan ikan dilakukan melalui uji proksimat. Keunggulan uji proksimat yaitu termasuk metode umum yang digunakan untuk mengetahui komposisi kimia suatu bahan pangan, tidak membutuhkan instrumen yang canggih dalam pengujiannya, memberikan hasil analisis secara garis besar, serta dapat memberikan penilaian umum dari pemanfaatan suatu bahan pangan. Uji proksimat memiliki kekurangan diantaranya tidak dapat menghasilkan kadar dari suatu komposisi kimia secara tepat, tidak dapat menjelaskan tentang daya cerna serta tekstur dari suatu bahan pangan (Suparjo, 2010).

2.6 Fosfor pada Pakan Ikan

Kualitas makanan yang mempengaruhi pertumbuhan selain protein dan energi adalah mineral. Mineral yang banyak menyusun rangka tubuh dan diperlukan untuk pembentukan telur adalah fosfor. Fosfor adalah unsur kimia nonlogam dengan lambang P dan nomor atom 15. Kekurangan fosfor pada ternak akan menyebabkan kelumpuhan pada ternak karena fosfor berperan penting dalam pembentukan tulang (Barus dkk., 2022).

Pakan bukan saja harus mengandung fosfor dalam tingkat minimum tetapi harus dalam keseimbangan yang optimum. Fosfor merupakan bahan pembentuk utama tulang dan juga sangat dibutuhkan hampir dalam setiap proses metabolisme dalam tubuh. Kelebihan dan kekurangan fosfor akan berdampak kurang baik terhadap pertumbuhan ternak, maka sangat penting untuk mengetahui jumlah kebutuhan fosfor pada masa pertumbuhan ternak (Barus dkk., 2022).

2.7 Response Surface Method

Response Surface Method (RSM) adalah metode statistik untuk menemukan kondisi optimal dalam sistem multivariat dengan visualisasi respons permukaan. Teknik ini berguna untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses, di mana respon dipengaruhi oleh beberapa faktor (variabel bebas). Metode RSM tidak hanya mendefinisikan pengaruh variabel bebas, tetapi juga menghasilkan model matematis yang menjelaskan proses kimia atau biokimia. Tujuan utama metode ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap respon, mendapatkan model hubungan antara variabel bebas dan respon serta mendapatkan kondisi proses yang menghasilkan respon terbaik. Keunggulan metode RSM ini di antaranya tidak memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar dan tidak membutuhkan waktu lama (Nurmiah dkk., 2013). Perhitungan matematis telah terbukti akurat dan dapat mewakili skenario yang sebenarnya (Sartika dan Firmansyah, 2022).

Salah satu rancangan desain percobaan yang umum digunakan pada RSM adalah *central composite design* (CCD). Metode CCD dapat digunakan untuk menentukan jumlah percobaan yang kemudian dievaluasi untuk optimasi respon dan variabel. Pada metode CCD mempunyai tiga titik yang berbeda yaitu titik faktorial, titik aksial (*star points*), dan titik pusat (*central point*) (Sartika dan Firmansyah, 2022).