

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

JEQUALINE NATHALIA CHRISTIN RUITAN

H031191042



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

**EFEKTIVITAS KOMPOSISI LIMBAH ORGANIK RUMAH TANGGA
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 :

JEQUALINE NATHALIA CHRISTIN RUITAN

H031191042



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

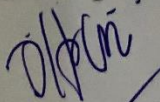
Disusun dan diajukan oleh:

**JEQUALINE NATHALIA CHRISTIN RUITAN
H031191042**

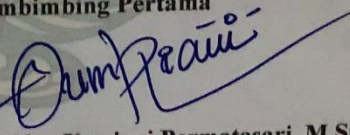
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal **25 Januari 2024** dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui


Pembimbing Utama


Dr. Diabal 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 : Jequaline Nathalia Christin Ruitan

NIM : H031191042

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “ Efektivitas Komposisi Limbah Organik Rumah Tangga 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,



Jequaline Nathalia Christin Ruitan

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala hikmat dan berkat-Nya, sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul "**Efektivitas Komposisi Limbah Organik Rumah Tangga Terhadap Potensi Nutrisi Larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* Sebagai Bahan Pakan Ikan Melalui Teknik Biokonversi**" yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Universitas Hasanuddin guna meraih gelar sarjana.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Meskipun banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi dalam perjalanan penyusunan skripsi ini, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis berhasil menyelesaikannya.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si., M.Si.**, selaku pembimbing utama, dan Ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si.**, sebagai pembimbing pertama. Keduanya telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan solusi sejak awal penyusunan hingga selesainya penulisan ini. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut berkontribusi, antara lain:

1. Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** selaku ketua dan sekretaris departemen kimia yang telah memberikan banyak kemudahan dan bantuan kepada penulis dalam menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.

2. Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, M.Si** dan Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Sc**, selaku tim penguji yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu **Riska Mardiyanti, S.Si., M.Si** dan **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** selaku koordinator seminar 1 dan 2 yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen Departemen Kimia Universitas Hasanuddin, yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, serta masukan selama masa studi.
5. Seluruh staf pegawai Fakultas MIPA Unhas maupun Departemen Kimia FMIPA Unhas, yang memberikan bantuan dan kerjasamanya.
6. Seluruh Kepala Laboratorium di departemen Kimia FMIPA Unhas, serta Kepala Laboratorium Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika dasar.
7. 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.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta **Hendrik Ruitan** dan **Nely** yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-cita. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan perlindungan kepada beliau.
9. Adek tercinta **Michelle, Vivian, Gilbert** terima kasih atas doa, dukungan dan semangat selama masa kuliah hingga proses pengerjaan tugas akhir ini.
10. Rekan penelitian terbaik **Putri Khairunnisa Ramli** terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
11. Sahabat terkasih selama menempuh kuliah Anak Pakbal Squad (**Agnes,**

Marhama, Dila, Yola, Sherly, dan Khusnul) terima kasih atas dukungan, bantuan, dan kebersamaannya menghabiskan masa-masa dikampus yang membuat penulis terus semangat dalam menyelesaikan penelitian ini, semoga kita semua sukses.

12. Teman-teman Analitik Pride terkhusus **Kiswan Setiawan Majid** terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.

13. Seluruh teman-teman seperjuangan **Kimia 2019** yang telah senantiasa sabar, memberikan cerita baru yang begitu berarti, serta senantiasa membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

14. Teman-teman KKN posko La'bo terkhusus **Gaby, Adel, dan Monik** terimakasih atas dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

15. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung ataupun tidak langsung, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu disini atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan membalasnya.

Penulis mengakui bahwa skripsi ini memiliki beberapa kelemahan. Oleh karena itu, masukan kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan agar dapat meningkatkan kualitasnya di masa mendatang. Terakhir, penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan manfaat bagi para pihak yang memiliki kepentingan terkait.

Makassar, Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Larva BSF dipelihara selama 12 hari, dengan variasi formulasi berdasarkan rancangan optimasi (RSM) yang melibatkan dua variasi limbah dan waktu penyimpanan. Formulasi pakan B ditemukan pada 0% limbah kulit ayam dan 30% limbah tempe, sementara formulasi pakan D dan C masing-masing adalah 26% limbah tempe dan 4% limbah kulit ayam, serta 24% limbah kulit ayam dan 6% limbah tempe. Parameter yang diamati melibatkan pengujian proksimat diantaranya kadar air, abu, serat kasar, protein, lemak dan mineral fosfor menggunakan metode spektrofotometri terhadap kandungan nutrisi dalam tubuh larva BSF. Data proksimat dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi dengan 30% limbah tempe dan 0% limbah kulit ayam memberikan kadar nutrisi terbaik, khususnya protein yang lebih tinggi bernilai 38,26% dibandingkan dengan formulasi lainnya. Variasi formulasi pakan memiliki pengaruh signifikan terhadap kandungan nutrisi larva BSF serta hasil biokonversi yang baik. Agen biokonversi optimum diperoleh pada formulasi 30% limbah tempe dan 0% limbah kulit ayam, dengan nilai indeks pengurangan limbah sebesar 6,55%.

Kata kunci : biokonversi, larva BSF, protein, RSM

ABSTRACT

Black Soldier Fly (BSF) larvae were reared for 12 days, employing a formulation variation based on Response Surface Methodology (RSM) involving two waste variations and storage time. Feed formulation B was found to consist of 0% chicken skin waste and 30% tempeh waste, while feed formulations D and C were composed of 26% tempeh waste and 4% chicken skin waste, and 24% chicken skin waste and 6% tempeh waste, respectively. Observed parameters included proximate testing, including water content, ash, crude fiber, protein, fat, and phosphorus mineral content using spectrophotometry methods to analyze the nutritional content in the BSF larvae body. Proximate data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). The research results showed that the formulation with 30% tempeh waste and 0% chicken skin waste provided the best nutritional content, particularly with a higher protein value of 38.26% compared to other formulations. Variation in feed formulations significantly influenced the nutritional content of BSF larvae and resulted in good bioconversion outcomes. The optimum bioconversion agent was obtained in the formulation with 30% tempeh waste and 0% chicken skin waste, with a waste reduction index value of 6.55%.

Keywords: bioconversion, BSF larvae, protein, RSM

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar belakang.....	17
1.2 Rumusan masalah.....	20
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	20
1.3.1 Maksud Penelitian.....	20
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	20
1.3 Manfaat penelitian.....	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1. Limbah.....	22
2.2. Pakan.....	23
2.3. <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	24
2.3.2 Pemanfaatan BSF Sebagai Biokonversi Sampah Organik.....	26
2.3.3 Pemanfaatan BSF Sebagai Pakan Ternak.....	27
2.4 Limbah Kulit Ayam.....	28

2.5	Limbah tempe.....	29
2.6	Proksimat.....	31
2.6.1	Air.....	32
2.6.2	Abu.....	33
2.6.3	Serat kasar.....	33
2.6.4	Protein.....	34
2.6.5	Lemak.....	35
2.7	Fosfor.....	35
2.8	Spektrofotometer UV-VIS.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1	Bahan.....	39
3.2	Alat.....	39
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	39
3.4	Prosedur Penelitian.....	40
3.4.1	Uji Pendahuluan.....	40
3.4.2	Penentuan Rancangan Optimasi.....	40
3.4.3	Biokonversi Limbah Organik oleh Larva BSF.....	40
3.4.4	Indeks Pengurangan Limbah (<i>Waste Reduction Index</i>)	41
3.4.5	Pembuatan Tepung Larva <i>Black Soldier Fly</i>	41
3.4.6	Analisis Proksimat.....	42
3.4.6.1	Analisis Kadar Air.....	42
3.4.6.2	Analisis Kadar Abu.....	42
3.4.6.3	Analisis Kadar Serat Kasar.....	43
3.4.6.4	Analisis Kadar Protein.....	44
3.4.6.5	Analisis Kadar Lemak.....	44
3.4.7	Analisis Fosfor.....	45

3.4.7.1 Preparasi Sampel Analisis Fosfor.....	45
3.4.7.2 Pembuatan Larutan Induk KH_2PO_4 1000 mg/L.....	45
3.4.7.3 Pembuatan Larutan Intermediet KH_2PO_4 100 mg/L.....	45
3.4.7.4 Pembuatan Larutan Intermediet KH_2PO_4 10 mg/L.....	46
3.4.7.5 Pembuatan Larutan Standar.....	46
3.4.7.6 Pembuatan Larutan Sampel.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Rancangan Optimasi Media Pakan.....	47
4.2 Biokonversi Limbah.....	58
4.3 Pengujian Proksimat.....	60
4.3.1 Pengujian Kadar Air.....	60
4.3.2 Pengujian Kadar Abu.....	62
4.3.3 Pengujian Kadar Serat Kasar.....	63
4.3.4 Pengujian Kadar Protein.....	64
4.3.5 Pengujian Kadar Lemak.....	66
4.4 Pengujian Kadar Fosfor.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Limbah organik.....	22
2. Morfologi larva.....	24
3. Siklus hidup lalat BSF.....	24
4. Limbah tempe.....	28
5. Skema Spektrofotometer UV-Vis <i>Double Beam</i>	35
6. <i>Contour Plot</i> pengaruh waktu penyimpanan dari limbah kulit ayam terhadap kadar protein(a) dan pengaruh waktu penyimpanan dari limbah tempe terhadap kadar protein(b)	50
7. Komposisi optimum limbah tempe dan limbah kulit ayam.....	53
8. Reaksi biokonversi larva BSF.....	57
9. Hasil data indeks pengurangan limbah larva BSF.....	57
10. Hasil data kadar air dalam tepung larva.....	58
11. Hasil data kadar abu dalam tepung larva.....	59
12. Hasil data serat kasar dalam tepung larva.....	60
13. Reaksi Protein.....	61
14. Hasil data kadar protein dalam tepung larva.....	61
15. Hasil data kadar lemak dalam tepung larva.....	62
15. Grafik kurva standar fosfor.....	64
16. Reaksi fosfor.....	65
17. Hasil pengukuran kadar fosfor dalam tepung larva.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 . Kandungan nutrien BSF tahap larva prepupa.....	23
2 . Hasil Data Rancangan Optimasi Media Pakan.....	46
3. <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) respon optimasi protein dalam limbah kulit ayam dan limbah tempe.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir.....	72
2. Bagan kerja.....	73
3. Perhitungan pembuatan larutan.....	83
4. Perhitungan analisis nutrisi larva <i>black soldier fly</i>	87
5. Peta Lokasi Pengambilan Larva BSF	102
6. Data dan tabel pendukung.....	103
7. Dokumentasi penelitian.....	105

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
APHA	<i>American Public Health Association</i>
.C	Celsius
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
BETN	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen
UV-VIS	<i>Ultraviolet Visible</i>
ppm	<i>Part per Million</i>
fk	Faktor Konversi
P	Fosfor
PP	<i>phenolphthalein</i>
DOL	<i>Days Old Larvae</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan manusia terhadap nutrisi yang didapatkan merupakan persoalan penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Nutrisi yang didapatkan dapat berasal dari produk hewani dan nabati, produk hewani merupakan makanan yang paling favorit untuk dikonsumsi pada perkembangan zaman, karena itu usaha peternakan maupun budidaya saat ini sangat digemari. Banyak usaha peternakan dan budidaya saat ini menimbulkan masalah baru yaitu ketersediaan pakan yang terbatas. Usaha peternakan dan budidaya pakan merupakan kebutuhan terbesar dimana total biaya produksi yang dikeluarkan untuk pakan dapat mencapai kadar 60-70% (Mudeng, dkk., 2018). Pengurangan pengeluaran biaya pakan dalam kegiatan usaha peternakan dan budidaya maka solusi pakan alternatif yang harganya lebih terjangkau, memiliki banyak nutrisi, ramah lingkungan, tidak menyebabkan penyakit serta mudah untuk diproduksi. Salah satu pakan alternatif yang dapat digunakan adalah larva.

Maggot merupakan larva lalat tentara hitam atau biasa dikenal dengan lalat BSF (*Black Soldier Fly*). Nutrisi larva pada umur 6-7 hari adalah protein (40,2%), lemak (13,3%), abu (7,7%) dan karbohidrat (18,8%) (Fahmi dkk., 2009). Pemilihan larva sebagai pakan alternatif untuk peternakan dan budidaya karena dapat diberikan secara langsung pada ternak maupun dilakukan pengolahan lain menjadi sinergi bahan pakan buatan, untuk mendapatkan larva juga tidak susah, lalat BSF mudah ditemukan di alam serta mudah dikembangbiakan. Selain itu larva BSF juga mengandung antimikroba dan anti jamur, sehingga dipastikan

ternak yang mengonsumsi larva akan tahan terhadap penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur. Larva BSF memiliki organ penyimpanan yang disebut *trophocytes* yang berfungsi untuk menyimpan kandungan nutrisi yang terdapat pada media kultur yang dimakannya (Azir dan Haris., 2017) .

Larva BSF juga berperan sebagai agen biokonversi, larva dari lalat BSF diketahui mampu mengonversi 50% limbah yang diberikan menjadi biomassa tubuh yang tinggi protein dan lemak sebagai bahan baku bagi pakan hewan, maka larva BSF dipilih sebagai agen biokonversi lebih efektif dibandingkan dengan proses konversi limbah lainnya (Cummins dkk., 2017). Kemampuan *waste food synergy* dalam menyediakan pakan yang optimal untuk larva BSF dikenal sebagai pemakan limbah organik dan memiliki potensi besar sebagai sumber pakan alternatif. *Waste food synergy* yang merupakan kombinasi limbah makanan dari berbagai sumber, diyakini dapat meningkatkan kualitas nutrisi pakan untuk larva BSF. Metode ini melibatkan pengumpulan limbah makanan dari rumah tangga yang kemudian diolah dan dijadikan pakan untuk larva BSF. Diharapkan wawasan tentang potensi penggunaan *waste food synergy* sebagai pakan yang efektif dan berkelanjutan untuk larva BSF sebagai agen degradasi limbah.

Degradasi limbah organik oleh larva BSF mulai berkembang dimasyarakat dan cukup menjanjikan sehingga dapat pengurangan limbah melalui budidaya larva BSF. Keberhasilan produksi dan kualitas larva sangat ditentukan oleh media tumbuh, misalnya jenis lalat BSF menyukai aroma media yang khas maka tidak semua media dapat dijadikan tempat bertelur bagi lalat BSF.

Performa pertumbuhan dan kemampuan biokonversi dari larva lalat BSF ditentukan oleh jenis makanan yang dikonsumsi oleh larva (Faliccia dan Katayane, 2014). Indonesia umumnya dilakukan penelitian terkait dengan pemanfaatan larva

BSF sebagai agen biokonversi limbah padat organik hanya menggunakan limbah homogen (satu jenis limbah). Tantangan tersendiri dalam pengolahan limbah domestik perkotaan yang bersifat heterogen dengan variasi komposisi nutrisi limbah (karbohidrat, protein, dan lemak) pada limbah padat akibat pola konsumsi dari masyarakat (Sari dkk., 2021). Sekian banyaknya limbah yang ada limbah kulit ayam dan dapat digunakan sebagai media karena banyak dihasilkan setiap harinya di masyarakat. Berdasarkan dari hasil pengujian beberapa sumber yang akhirnya dipilih untuk mewakili masing-masing limbah berdasarkan kandungan tertinggi didalam limbah tersebut seperti limbah kulit ayam sebagai sumber lemak dan limbah tempe sebagai sumber protein.

Pengujian nutrisi pada larva terlebih dahulu dilakukan rancangan optimasi. Rancangan optimasi merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan limbah organik. Penelitian ini akan merancang optimasi komposisi untuk dua jenis limbah organik yang berbeda. Pengujian limbah untuk menjadi pakan perlu dilakukan dengan harapan limbah tersebut dapat menjadi pakan larva BSF yang memiliki makronutrien sebagai pakan ternak hewan. Parameter yang akan diamati meliputi pertumbuhan larva serta kandungan nutrisi dan mineral dalam pakan yang dihasilkan. Proksimat merupakan pengujian kimiawi untuk mengetahui kandungan nutrisi suatu bahan pakan. Metode analisis proksimat pertama kali dikembangkan oleh Henneberg dan Stohman pada tahun 1860 di sebuah laboratorium penelitian di *Weende*, Jerman (Saroh, Sulistiyanto dan Charles, 2019) menjelaskan bahwa analisis proksimat dibagi menjadi enam fraksi nutrisi yaitu kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan bahan ekstrak

tanpa nitrogen (BETN).

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik melakukan penelitian tentang pemberian pakan limbah kulit ayam dan tempe sehingga dapat diketahui pakan terbaik dengan kandungan nutrisi dan performa biokonversi paling optimal sebagai makronutrien pakan.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana komposisi sinergi pakan limbah kulit ayam dan tempe dengan variasi waktu penyimpanan yang paling efektif dalam menghasilkan nutrisi larva BSF tertinggi?
2. bagaimana efektivitas dari pemberian pakan dengan komposisi limbah kulit ayam dan tempe dengan variasi waktu penyimpanan terhadap performa biokonversi oleh larva BSF?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari efektivitas komposisi pakan limbah kulit ayam dan tempe terhadap potensi nutrisi larva BSF sebagai bahan pakan ikan melalui teknik biokonversi.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan diantaranya adalah:

1. menentukan komposisi sinergi pakan limbah kulit ayam dan tempe dengan variasi waktu penyimpanan yang paling efektif dalam menghasilkan nutrisi larva BSF tertinggi;

2. menentukan pengaruh komposisi pakan limbah kulit dan tempe dengan variasi waktu penyimpanan terhadap performa biokonversi limbah organik oleh larva BSF.

1.3 Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi jenis pakan yang tepat untuk mendapatkan nutrisi dan performa biokonversi yang optimal yang diberikan pada larva BSF agar dapat memenuhi makronutrien sebagai pakan. Selain itu, diharapkan penelitian ini menjadi pedoman atau sumber referensi untuk peningkatan riset selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah

Pertumbuhan penduduk dirasakan di Indonesia memiliki efek meningkatnya timbunan limbah. Limbah padat yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi yang biasanya dibuang, walaupun seharusnya dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan tidak merugikan (Kahfi, 2017). Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan limbah Sejenis Sampah Rumah Tangga sebagai aturan mengelola permasalahan sampah yang semakin mengganggu. Kebijakan ini bertumpu pada dua sektor yaitu pengurangan dan penanganan limbah rumah tangga dan sampah sejenis limbah rumah tangga.

Bank Sampah Dunia pada tahun 2018 memperkirakan Indonesia menghasilkan 85.000 ton limbah setiap harinya. Jika diasumsikan kenaikan 150.000 ton dihasilkan per hari pada tahun 2025, maka jumlah kenaikan ini mencapai 76% hanya dalam kurun waktu 10 tahun. Berdasarkan jumlah tersebut, diketahui sekitar 40% limbah padat dihasilkan oleh rumah tangga, sisanya dari pasar (20%), jalan raya (9%), sarana publik (9%), perkantoran (8%), dan industri (6%). Kondisi ini menuntut adanya solusi penanganan sampah dan dicari jalan keluarnya dengan melakukan daur ulang atau biokonversi terhadap limbah organik (Andina, 2019).

Limbah organik merupakan suatu jenis sampah yang dapat membusuk, dan mengalami reaksi kimia untuk berubah bentuk dan terurai. Contoh dari limbah organik seperti Gambar 1 yaitu sisa makanan dari sayuran, daun atau buah-buahan. Proses daur ulang merupakan salah satu cara menanggulangi masalah sampah tersebut (Nugraha dkk., 2020).



Gambar 1. Limbah organik (Nugraha dkk., 2020)

2.2. Pakan

Peningkatan penduduk selain menimbulkan masalah penimbunan sampah juga menimbulkan masalah lain, yaitu makin banyaknya kebutuhan akan makanan. Pada zaman sekarang makanan hewani seperti daging ayam dan ikan menjadi makanan kegemaran sehari-hari di Indonesia. Meningkatnya permintaan pasar akan produk hewani membuat banyak pengusaha beralih mengembangkan budidaya dan ternak. Banyaknya usaha ternak dan budidaya saat ini juga menimbulkan masalah baru bagi peternak. Seperti halnya manusia ternak juga memerlukan nutrisi yang baik agar dapat hidup dengan sehat. Ternak perlu diberi makan dengan makana

yang mengandung kadar nutrisi yang memadai. Nutrisi yang harus ada pada ternak adalah protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin (Manik dan Arleston, 2021). Pakan merupakan sumber materi dan energi yang menopang kelangsungan hidup dan pertumbuhan ternak, namun di lain sisi pakan merupakan komponen terbesar (50-70%) dari biaya produksi (Nurfitasari dkk., 2020). Diharapkan kedepannya didapatkan pakan yang murah, mudah didapatkan, tidak menimbulkan penyakit, serta ramah lingkungan.

2.3. *Black Soldier Fly* (BSF)

Lalat tentara hitam (nama ilmiah: *Hermetia illucens*) adalah salah satu jenis lalat yang banyak ditemukan di tempat-tempat yang terdapat limbah organik. *Black Soldier Fly* (BSF) atau yang sering dikenal juga BSF adalah termasuk kedalam golongan ordo : *Diptera*, family : *Stratiomyidae*, genus : *Hermetia*. Lalat ini berasal dari benua Amerika dan tersebar hampir ke seluruh dunia lalat BSF merupakan sebuah karunia yang seharusnya dimanfaatkan dengan baik, beruntungnya kita mempunyai iklim tropis yang amat menunjang budidaya BSF (Wahyuni dkk., 2021).

2.3.1 Morfologi

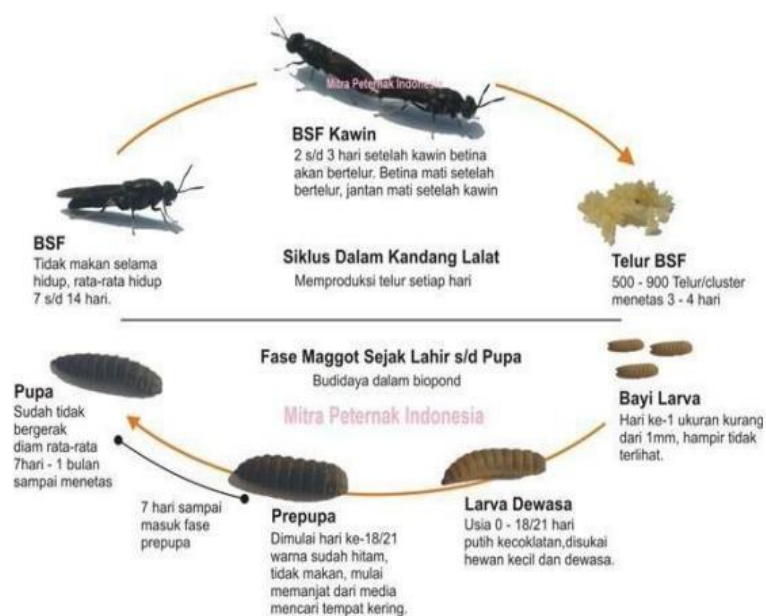
Ciri morfologi dari larva BSF dewasa berukuran sekitar 16 mm yang didominasi warna hitam, dengan refleksi metalik mulai dari biru hingga hijau di dada dan terkadang warna ujung perut yang kemerahan pada Gambar 2. Kepalanya lebar dengan antena yang panjangnya dua kali panjang kepalanya. Kakinya berwarna hitam dengan tarsi keputihan. Sayapnya memiliki membran pada waktu istirahat, mereka dilipat secara horizontal di perut dan tumpang tindih (Wahyuni dkk., 2021).



Gambar 2. Morfologi larva BSF, pupa dan lalat dewasa *Black Soldier Fly* (BSF)

(Ula dkk., 2018)

Lalat BSF memiliki siklus hidup dengan cara bermetamorfosa. Siklus hidup BSF sangat berbeda dengan siklus hidup lalat hijau. BSF mempunyai fase lalat yang lebih pendek dibandingkan fase larvanya, dimana fase hidup lalat hijau kebalikannya. Siklus hidup BSF dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini (Salman dkk., 2019).



Gambar 3. Siklus hidup lalat BSF (Ula dkk., 2018)

Berdasarkan dari gambar siklus diatas, lalat BSF hanya hidup 7-14 hari, tidak makan dan hanya melakukan perkawinan lalu mati, Fase larva merupakan fase hidup paling lama dari lalat BSF ini, dan menjadi fase hidup paling bermanfaat bagi kehidupan manusia.

2.3.2 Pemanfaatan BSF Sebagai Biokonversi Sampah Organik

Budidaya larva dari lalat BSF sedang ramai dibicarakan khususnya dikalangan peternak dan juga tidak sedikit masyarakat mulai melirik larva BSF untuk dijadikan usaha, karena cukup mudah dibudidayakan. BSF adalah larva dari jenis lalat besar berwarna hitam. Larva dari BSF adalah bentuk dari siklus pertama. Larva ini dapat mengurai berbagai jenis sampah organik termasuk limbah dari pasar-pasar dan limbah agroteknologi yang biasanya ditimbun di tanah atau dibuang begitu saja oleh masyarakat dan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan seperti pencemaran air maupun udara (Juniar dan Nuzula, 2022). Kandungan nutrisi yang tinggi larva juga dapat digunakan sebagai pakan ternak yang murah, tinggi makronutrien, tahan terhadap penyakit, dan mudah didapatkan. Beberapa kelebihan larva BSF sebagai pakan lainnya seperti baunya tidak amis seperti pakan yang lain, tidak kotor, pengambilan serta penyimpanannya mudah, mudah dicerna oleh hewan ternak. Larva BSF disamping itu harganya murah serta hemat, amat sehat untuk hewan ternak, metode pembudidayaannya mudah serta tidak rumit, dan panen jelas dan teratur (Wahyuni dkk., 2021).

Sepanjang kehidupannya larva BSF memakan limbah organik. Indonesia menghasilkan limbah organik melimpah, sehingga pembudidayaan larva lalat super akan membantu dalam mengurangi banyaknya limbah organik yang telah lama menjadi persoalan warga serta pemerintah. Kemampuan BSF dalam mengkonsumsi

limbah organik membuatnya banyak digunakan sebagai salah satu agen dekomposer (Popa dan Green, 2012), larva BSF dapat mencerna sampah organik dengan pengurangan bahan organik sebesar 65,5-78,9% per hari. Sebanyak 15 ribu larva BSF dapat mengkonsumsi kurang lebih 2 kg makanan dan limbah organik hanya dengan durasi 24 jam saja (Wahyuni dkk., 2021).

2.3.3 Pemanfaatan BSF Sebagai Pakan Ternak

Menurut Fahmi, Hem dan Subamia (2009) nilai nutrisi larva pada umur 6-7 hari adalah protein (60,2%), lemak (13,3%), abu (7,7%), karbohidrat (18,8%). Nilai yang sangat baik dan penuh dengan nutrisi merupakan alasan mengapa larva BSF dijadikan pakan alternatif bagi ternak. Kadar air pada tubuh larva BSF menurun seiring pertumbuhannya dan paling rendah pada fase pupa. Kulit kering dari BSF dan larva mati yang diperoleh kemudian dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan pakan ternak. Hasil analisis kimia menunjukkan BSF kaya akan protein dan lemak yang bernilai ekonomi untuk pembuatan pakan ternak (Popa dan Green, 2012).

Tabel 1. Kandungan nutrisi BSF tahap larva prepupa (Rachmawati dkk., 2015)

Umur (hari)	Kadar (%)			
	Bahan kering	Protein kasar	Lemak Kasar	Abu kasar
5	26,61	61,42	13,37	11,03
10	36,66	44,44	14,60	8,62
15	37,94	44,01	19,61	7,65
20	39,20	42,07	23,94	11,36
25	39,97	45,87	27,50	9,91
Rata-rata	36,28	47,56	19,80	9,71
SD	5,48	7,86	6,02	1,58

Tingginya kandungan lemak dan karbohidrat berdampak pada tingginya energi hewan ternak sehingga ternak dapat memanfaatkan energi dari lemak dan karbohidrat guna memaksimalkan fungsi protein untuk pertumbuhan (Cummins dkk., 2017) . Kandungan nutrisi pada larva dapat dilihat pada Tabel 1.

2.4. Limbah Kulit Ayam

Limbah ternak termasuk limbah organik yang mudah terurai menjadi partikel-partikel yang bermanfaat untuk lingkungan. Limbah ternak merupakan seluruh sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti feses, urin, sisa makanan dan sebagainya. Kulit ayam belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan sering dibuang sebagai limbah potongan hewan. Pemanfaatan limbah kulit ayam dapat menanggulangi pencemaran lingkungan sehingga bernilai ekonomis. Berdasarkan penelitian tentang analisa karakterisasi lemak hewani, bahwa kadar lemak ayam sekitar $\pm 10\%$ (Aziz, 2014).

Kulit ayam memiliki kandungan lemak bervariasi tergantung jenis ayamnya, seperti ayam kampung yang memiliki 7,67% dan ayam boiler sekitar 10,60%. Lemak pada ayam lebih banyak terdapat di bawah kulit daripada di bawah daging, karena dipengaruhi oleh faktor seperti jenis kelamin, umur, strain ayam, kualitas pakan, lingkungan (suhu, kelembapan, musim), dan pakan. Sumber utama dari lemak dalam tubuh ayam berasal dari karbohidrat dan lemak dalam pakan. Tingkat lemak pada bagian tubuh ayam dipengaruhi oleh tingkat energi yang dikonsumsi. Semakin banyak asupan energi, semakin tinggi kandungan lemak yang ada dalam tubuh

2.5. Limbah tempe

Tempe merupakan makanan yang digemari masyarakat, baik masyarakat kalangan bawah hingga atas. Keberadaannya sudah lama diakui sebagai makanan yang sehat, bergizi dan harganya murah. Setiap kota dapat ditemukan industri tempe. Umumnya industri tempe termasuk ke dalam industri kecil yang dikelola oleh rakyat (Sayow dkk., 2020). Industri kecil seperti industri pembuatan tahu banyak berkembang di pedesaan dan perkotaan. Umumnya industri kecil memiliki peralatan dan pengolahan yang sederhana. Ditinjau dari segi lingkungan, berkembangnya industri kecil pada tingkat rumah tangga sangat membahayakan kehidupan masyarakat, karena setiap industri rumah tangga ternyata tidak memperhatikan tata letak pabrik maupun sistem pembuangan limbah (Sayow dkk., 2020).

Menjaga lingkungan sekitar dapat dilakukan dengan cara meminimalisir limbah, upaya meminimalisir limbah dan menjadikannya sebagai suatu olahan merupakan salah satu penerapan dalam bidang *sustainable development* yaitu *green manufacturing*. *Green manufacturing* ini merupakan metode dalam manufaktur untuk mencegah kerusakan lingkungan dengan cara meminimalisir limbah melalui *recycle* dengan tujuan utama adalah untuk kehidupan yang lebih baik (Mahardika dan Hadi, 2022).

Bahan pakan merupakan komponen yang sangat vital dalam meningkatkan kualitas produksi terutama dalam era globalisasi ini. Pemanfaatan bahan pakan alternatif yang mensubsidi bahan pakan konvensional, merupakan salah satu cara untuk mengatasi tingginya biaya produksi yang bersumber dari biaya pakan. Kendala utama dalam penggunaan bahan pakan alternatif sebagai pakan unggas

adalah tingginya kandungan serat kasar bahan tersebut. Alternatif bahan pakan yang menarik diamati adalah pemanfaatan limbah industri rumah tangga pembuatan tempe yaitu kulit biji kacang kedelai. Bahan pakan ini ketersediaannya cukup banyak (Wirawan dan partama, 2016).



Gambar 4. Limbah tempe (Sayow dkk., 2020)

Permasalahan harga pakan ternak masih didominasi oleh tingginya harga bahan pakan sumber protein. Alternatif bahan pengganti sumber protein telah banyak dikaji oleh para peneliti dengan hasil yang bervariasi tergantung kualitas bahan. Proses pembuatan tempe dihasilkan banyak limbah, baik yang berupa limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat berupa kulit kedelai yang rusak dan kedelai yang busuk dapat dijadikan sumber serat untuk pakan ruminansia. Limbah tersebut masih mengandung protein yang cukup tinggi yaitu sekitar 16% (Astuti dan Laconi, 2019). Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan dijual dan diolah menjadi tempe gembus dan pakan ternak (Sayow dkk., 2020).

Pemanfaatan limbah tempe ini sangat menguntungkan bagi pelaku usaha dan peternak. Limbah ini menjadi penting, mengingat rata-rata konsumsi tempe per orang per hari di pulau Jawa berkisar antara 30-120 g per hari, sehingga untuk mencukupi hal tersebut, maka kacang kedelai yang diperlukan sekitar 5000 ton/hari. Kulit biji kacang kedelai yang dihasilkan adalah 20% dari biji kacang kedelai merupakan potensi yang sangat besar sebagai pakan alternatif yang kompetitif (Wirawan dan partama, 2016) .

Limbah tempe dengan kandungan protein merupakan salah satu limbah yang masih memiliki nilai ekonomis, karena kandungan senyawa organik dan nutrien yang terdapat di dalamnya masih relatif tinggi jika dibandingkan dengan *yeast extract* (Sayow dkk., 2020). Kulit ari kedelai sangat potensial dimanfaatkan sebagai pakan ternak mengingat kandungan protein dan energinya yang cukup tinggi. Menurut Iriyani (2001) bahwa kulit ari biji kedelai ini mengandung protein kasar (17,98%), lemak kasar (5,5%), serat kasar (24,84%) dan energi metabolis 2898 kkal/kg. Limbah industri tempe memiliki kandungan nutrisi yaitu 17,98% protein kasar, 24,84% serat kasar dan 5,5% lemak kasar. Meskipun demikian, komposisi nutrien limbah industri tempe ini mungkin saja bervariasi sebagai akibat varietas dan umur kacang kedelai serta akibat pengolahan (Auza dkk., 2017).

2.6 Proksimat

Limbah yang beredar sekarang dapat diolah dengan beberapa metode, yaitu secara fisik, kimiawi, biologis maupun gabung. Larva BSF pengolahan secara gabungan biokonversi dapat dilakukan. Larva ini pun kemudian dapat dijadikan

pakan alternatif bagi hewan ternak. Analisis proksimat perlu dilakukan analisis proksimat agar diketahui apa saja kandungan di dalamnya.

Analisis proksimat merupakan merupakan salah satu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi nutrisi yang ada pada bahan pangan. Kandungan nutrisi pada larva BSF dapat dipengaruhi oleh pakan dan media hidup dari BSF dan larva itu sendiri, karena itu beberapa kombinasi pakan dapat menjadi solusi agar larva dapat menjadi makronutrien bagi pakan hewan.

2.6.1 Air

Air yang terdapat dalam bentuk bebas dapat membantu terjadinya proses kerusakan bahan makanan misalnya proses mikrobiologis kimiawi, enzimatis bahkan oleh aktivitas serangga perusak. Air dalam bentuk lainnya tidak menginduksi proses kerusakan tersebut. Kadar air tidak bersifat mutlak sebagai parameter untuk meramalkan laju kerusakan bahan makanan. Pengertian aktivitas air berguna untuk menilai kemampuan air dalam mempengaruhi proses kerusakan pada bahan makanan (Sudarmadji, 2010).

Kadar air adalah jumlah persentase air yang terdapat dalam suatu substansi dan dapat diukur sebagai perbedaan antara berat substansi sebelum dan setelah pemanasan. Ketika suatu substansi ditempatkan di udara terbuka, kadar airnya akan mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara sekitarnya, yang dikenal sebagai kadar air seimbang. Kehadiran air memiliki dampak signifikan dalam karakteristik bahan pakan, mempengaruhi penampilan, tekstur, kesegaran, dan daya tahan bahan pakan tersebut. Kadar air juga memfasilitasi pertumbuhan bakteri,

kapang, dan khamir, yang dapat menyebabkan perubahan pada bahan pakan (Marela, 2016).

2.6.2 Abu

Abu merupakan hasil anorganik dari proses pembakaran sempurna suatu bahan pada suhu 500-600 °C (Agustono dkk., 2011). Kandungan mineral dalam abu menjadi sumber pencemaran atau kotoran dalam suatu bahan. Meskipun abu, sebagai komponen pada analisis proksimat, tidak memberikan nilai makanan penting karena tidak mengalami pembakaran dan tidak menghasilkan energi, kandungan abu dalam bahan pakan tetap penting untuk menghitung bahan ekstrak tanpa nitrogen. Meskipun abu terdiri dari komponen mineral, variasi kombinasi unsur mineral dalam bahan pakan membuatnya tidak dapat dijadikan indeks untuk menentukan jumlah unsur mineral tertentu. Kandungan abu dalam suatu bahan pakan diukur dengan melakukan pembakaran pada suhu tinggi (500-600 °C), bahan organik akan terbakar, dan sisaannya adalah abu (Suparjo, 2010).

2.6.3 Serat kasar

Serat kasar merupakan residu organik dari karbohidrat yang dipisahkan melalui proses ekstraksi menggunakan larutan asam dan basa. Serat kasar terbentuk dari tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa, sebuah polisakarida karbohidrat, membentuk rantai polimer panjang dari beta-glukosa. Selulosa sebagai komponen struktural utama tidak dapat dicerna oleh manusia. Mikroba khususnya jenis fungi, memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa melalui aktivitas selulase yang dimilikinya. Selulosa

berperan dalam pemutusan ikatan *p-1,4* glukosida di dalam struktur selulosa (Salma dan Gunarto pada tahun 1999).

2.6.4 Protein

Protein adalah salah satu kategori bahan makronutrien yang memainkan peran krusial dalam pembentukan biomolekul, lebih daripada sekadar sebagai sumber energi. Sebagai senyawa organik kompleks dengan berat molekul tinggi, serupa dengan karbohidrat dan lipid, protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Komposisi dasar protein melibatkan karbon sekitar 51-55%, hidrogen 6,5-7,3%, nitrogen 15,5–18%, oksigen 21,5-23,5%, sulfur 0,5–2%, dan fosfor 0–1,5%. Efisiensi penggunaan protein dalam pakan sangat bergantung pada kandungan asam amino esensial dan non-esensial yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan metabolik (Chotimah, 2001).

Protein kasar didefinisikan sebagai zat-zat yang mengandung nitrogen sebesar 16%, dengan rentang kisaran antara 13-19%. Metode analisis protein yang umum digunakan adalah metode Kjeldhal, yang melibatkan proses destruksi, destilasi, titrasi, dan perhitungan. Unsur yang dianalisis adalah nitrogen dalam bahan pakan, dan hasilnya dikalikan dengan faktor protein ($N \times 6,25$) untuk mendapatkan nilai protein kasar. Faktor protein umumnya menggunakan nilai 6,25 jika jenis pakan yang dianalisis tidak diketahui secara spesifik (Suprijatna dkk., 2008).

Ikan memiliki kebutuhan protein dalam kisaran yang bervariasi, biasanya antara 20-60%, dengan kebutuhan optimum berkisar antara 30-36%. Protein yang

diserap oleh ikan digunakan sebagai sumber energi untuk memperbaiki protein jaringan dan mendukung pertumbuhannya (Khairuman dan Amri, 2002).

2.6.5 Lemak

Lemak, suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), memiliki peran dalam metabolisme dan keseimbangan energi. Kandungan utama lemak adalah unsur C dan H, dengan proporsi yang lebih tinggi daripada O. Saat mengalami metabolisme, lemak memberikan kontribusi energi sebanyak 2,25 kali lebih banyak dibandingkan dengan karbon. Lemak kasar larut dalam eter, fraksi ini tidak hanya mengandung lemak, tetapi juga zat lain seperti lilin. Lipid kompleks, seperti fosfolipid, dan turunannya, seperti sterol, pigmen, hormon, dan hidrokarbon memiliki peran penting dalam menurunkan kadar kolesterol (Astuti, 2019). Penentuan kandungan lemak dapat dilakukan menggunakan metode soklet dengan larutan heksan sebagai pelarut (Danuarsa, 2006).

Ikan memerlukan lemak sebagai sumber energi krusial. Lemak juga mendukung penyerapan mineral tertentu dan vitamin larut lemak seperti A, D, E, dan K. Keberadaan lemak juga berkontribusi pada proses metabolisme dan menjaga keseimbangan daya apung ikan di dalam air (Herawati, 2005). Lemak bukan hanya sebagai penyedia energi, tetapi juga memiliki peran multifungsi dalam pemeliharaan kesehatan dan fungsi tubuh.

2.7 Fosfor

Fosfor adalah salah satu unsur yang memiliki lambang P dengan nomor atom 15. Fosfor merupakan non logam, bervalensi banyak, termasuk golongan

nitrogen, banyak ditemui dalam batuan fosfat anorganik dan dalam semua sel hidup tetapi tidak pernah ditemui dalam bentuk unsur bebasnya. Fosfor memiliki sifat sangat reaktif dan spontan terjadi bila menyatu di udara, memancarkan cahaya yang lemah ketika bergabung dengan oksigen, ditemukan dalam berbagai bentuk, dan merupakan unsur penting dalam makhluk hidup. Berdasarkan bentuk fosfor berada dalam empat bentuk yaitu putih (atau kuning), merah, dan hitam (atau ungu) yang paling umum adalah fosfor merah dan putih (Syamsidar, 2013).

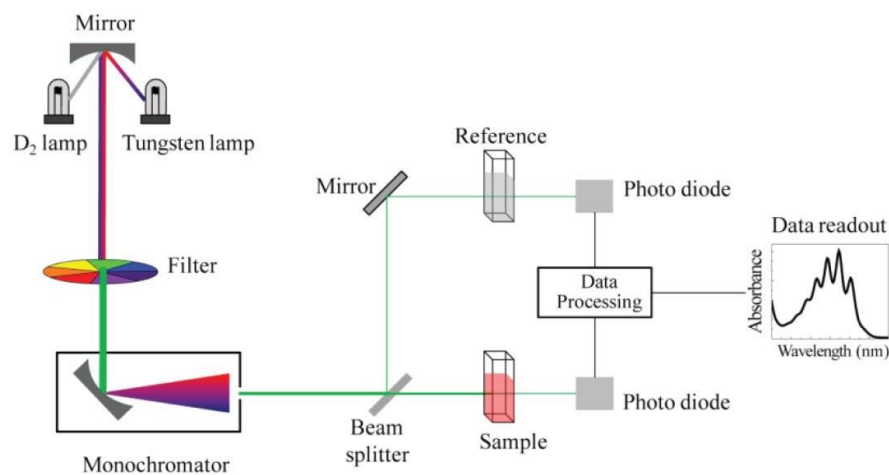
Fosfor Sebagian besar berperan dalam proses metabolisme, seperti sintesis dan perombakan karbohidrat, protein dan asam-asam nukleat sehingga unsur fosfor ini sangat dibutuhkan pada bidang peternakan, pertanian, dan lainnya. Fosfor juga salah satu penyusun mineral terpenting yang merupakan bagian dari mineral esensial elemen makro untuk menunjang produktivitas nutrisi pada pakan ternak (Permana, Sunarso, dan Surono., 2019).

2.8 Spektrofotometri Ultraviolet-Visible

Spektrofotometer UV-Vis merupakan instrumen yang banyak digunakan dalam analisis untuk mendeteksi senyawa cair (larutan) berdasarkan serapan foton. Sampel dapat menyerap foton dalam rentang UV-Vis (panjang gelombang foton 200 nm - 700 nm), sampel biasanya harus diberi perlakuan atau diderivatisasi, misalnya dengan menambahkan reagen untuk membentuk garam kompleks, dll. Unsur-unsur diidentifikasi oleh senyawa kompleksnya (Irawan, 2019).

Interaksi antara zat organik dengan sinar ultraviolet dan sinar tampak dapat digunakan untuk menentukan struktur molekul zat organik. Bagian molekul yang paling cepat bereaksi dengan cahaya adalah elektron ikatan dan elektron tidak

terikat (elektron bebas). Sinar ultraviolet dan cahaya tampak adalah energi yang, setelah menumbuk elektron-elektron ini, tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Eksitasi elektron ini dicatat dalam bentuk spektrum, dinyatakan sebagai panjang gelombang. dan penyerapan sesuai dengan jenis elektron yang ada dalam molekul yang dianalisis. Semakin mudah elektron tereksitasi, semakin tinggi panjang gelombang yang diserap, semakin banyak elektron tereksitasi, semakin tinggi penyerapannya (Suhartati, 2017).



Gambar 5. Skema Spektrofotometer UV-Vis *Double Beam* (Suhartati, 2017).

Proses kerja alat spektrofotometer UV-Vis melibatkan beberapa langkah yang kompleks. Pertama-tama, dalam proses spektrofotometer UV-Vis, sampel yang akan dianalisis disiapkan. Sampel tersebut dapat berupa cairan, padatan, atau gas. Sampel cair biasanya dilakukan pengenceran atau pelarutan terlebih dahulu agar konsentrasi analit yang akan diukur dapat sesuai dengan rentang linear instrumen sedangkan untuk sampel padat, seringkali dilakukan penghancuran atau ekstraksi untuk memperoleh senyawa yang ingin dianalisis.

Langkah selanjutnya dalam proses spektrofotometer UV-Vis adalah pengaturan parameter instrumen. Ini meliputi pemilihan panjang gelombang yang sesuai, pemilihan jenis sel atau kuvet, dan pengaturan kecepatan pemindaian. Panjang gelombang yang dipilih tergantung pada sifat senyawa yang ingin diamati, karena setiap senyawa memiliki spektrum serapan yang unik. Sel atau kuvet dipilih berdasarkan sifat fisik sampel dan kebutuhan pengukuran.

Pengaturan parameter instrumen selesai, sampel dimasukkan ke dalam sel atau kuvet yang sesuai, dan diatur di dalam spektrofotometer UV-Vis. Sel atau kuvet biasanya terbuat dari bahan transparan seperti kaca *quartz* atau plastik khusus yang tidak menyerap radiasi UV-Vis. Sampel ditempatkan di antara sumber cahaya, biasanya berupa lampu deuterium untuk UV dan lampu tungsten untuk Vis, serta detektor yang dapat mengukur intensitas cahaya yang lewat, kemudian, dalam proses spektrofotometer UV-Vis, instrumen akan memancarkan cahaya melalui sampel dan mendeteksi intensitas cahaya yang tertransmisikan atau diserap oleh sampel. Detektor akan menghasilkan sinyal listrik berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi, dan sinyal ini akan dikonversi menjadi nilai absorbansi atau transmisi melalui perhitungan matematis. Data yang diperoleh dari proses spektrofotometer UV-Vis biasanya direpresentasikan dalam bentuk grafik spektrum serapan, yang menunjukkan intensitas absorbansi atau transmisi sebagai fungsi panjang gelombang. Dari spektrum ini, informasi tentang keberadaan dan konsentrasi senyawa yang diukur dapat diperoleh. Metode ini digunakan secara luas dalam berbagai bidang seperti analisis farmasi, kimia lingkungan, biokimia, dan banyak lagi (Suhartati, 2017).