

Received Gumbur  
menengah Gumbur dengan  
perlindungan maksimal, sub-chor  
pada bursa minimal



# MAGGOT

## BAHAN PAKAN SUMBER PROTEIN UNTUK UNGGAS

**Istna Mangisah, S.Pt., M.P.**

**Dr. Ir. Mulyono, M.Si.**

**Prof. Ir. Vitus Dwi Yunianto B.I., M.S., M.Sc., Ph.D, IPU.**

**MAGGOT**  
**BAHAN PAKAN SUMBER PROTEIN**  
**UNTUK UNGGAS**

**Disusun oleh:**

**Istna Mangisah, S.Pt., M.P.**

**Dr. Ir. Mulyono, M.Si.**

**Prof. Ir. Vitus Dwi Yunianto B.I., M.S., M.Sc., Ph.D, IPU.**



**UNDIP PRESS**  
**SEMARANG**  
**2022**

# **MAGGOT BAHAN PAKAN SUMBER PROTEIN UNTUK UNGGAS**

Disusun oleh:

Istna Mangisah, S.Pt., M.P.

Dr. Ir. Mulyono, M.Si.

Prof. Ir. Vitus Dwi Yuniyanto B.I., M.S., M.Sc., Ph.D, IPU.

Uk. 15,5cm x 23cm (xii + 72 hlm)

ISBN : 978-623-417-088-7



diterbitkan oleh :  
**UNDIP PRESS  
SEMARANG**

Anggota APPTI 003.151.1.3.2022

Anggota IKAPI 246/Anggota Luar Biasa/JTE/2022

Cetakan Pertama, November 2022

Dicetak oleh:

UNDIP Press Semarang

Isi di luar tanggung jawab percetakan

*Hak Cipta dilindungi Undang-undang*

*Dilarang mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan bentuk apapun tanpa seijin penulis dan penerbit*

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar  
terdapat pelajaran bagimu.”  
(QS An Nahl : 66)”

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat untuk  
manusia  
(H.R. Ahmad, at-Thabrani, ad-Daruqutni)”

Buku ini kami persembahkan untuk:  
Ayah, Ibu, Suami dan dan Anak-anakku tercinta  
(Salma Fatimatuzzahra, Yusuf Rausyan Fikri dan Daffa  
Zakiyudin Hanafi)  
Mahasiswa Fakultas Peternakan dan Pertanian  
Universitas Diponegoro



## KATA PENGANTAR

Pada kurun waktu 10 tahun terakhir, harga bahan pakan mengalami kenaikan cukup signifikan, terutama bahan pakan sumber protein. Bungkil kedelai dan tepung ikan merupakan bahan pakan sumber protein yang banyak digunakan dalam industri perunggasan dan saat ini sebagian besar masih impor. Oleh karena itu perlu dicari bahan pakan alternatif sebagai sumber protein, diantaranya maggot *black soldier fly* (BSF). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa maggot dapat menjadi alternatif untuk substitusi bahan pakan sumber protein konvensional, yaitu bungkil kedelai dan tepung ikan, karena mengandung protein kasar yang tinggi berkisar 30-45% dan asam amino yang cukup lengkap.

Dalam buku referensi ini, dikupas mengenai taksonomi dan siklus hidup maggot BSF, Media Pertumbuhan Maggot BSF, Kandungan Nutrien Maggot BSF, Teknik Budidaya Maggot BSF, Pemanfaatan Maggot sebagai Bahan Pakan Ayam Petelur, Pemanfaatan Maggot sebagai Bahan Pakan Ayam Broiler, Pemanfaatan Maggot sebagai Bahan Pakan Puyuh dan Pemanfaatan Maggot sebagai Bahan Pakan Unggas Lokal. Sasaran pengguna buku referensi ini adalah mahasiswa, para pebisnis pakan ternak, para peternak serta praktisi bidang peternakan.

Penulis bersyukur kepada Allah, atas curahan nikmat dan petunjuk dari Allah, sehingga buku referensi ini dapat diselesaikan. Terimakasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UNDIP atas kesempatan dan pendanaan yang diberikan melalui program PKUM, RPP dan RPI kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan, para Guru Besar dan para dosen di

Fakultas Peternakan dan Pertanian, atas arahan dan dorongan yang diberikan sehingga penyusunan buku ini terselesaikan.

Penulis berharap semoga buku sederhana ini bermanfaat bagi para peternak, mahasiswa, dosen dan praktisi di industri pakan unggas. Kami mengharap saran perbaikan dari pembaca guna penyempurnaan buku ini.

Semarang, November 2022

Hormat kami,

Penulis

Email: [istnamangisah@yahoo.co.id](mailto:istnamangisah@yahoo.co.id)

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I. MAGGOT BSF .....</b>	<b>1</b>
1.1. Taksonomi .....	1
1.2. Siklus Hidup .....	2
<b>BAB II. MEDIA TUMBUH MAGGOT BSF .....</b>	<b>9</b>
<b>BAB III. KANDUNGAN NUTRIEN .....</b>	<b>15</b>
<b>BAB IV. BUDIDAYA MAGGOT .....</b>	<b>23</b>
<b>BAB V. MAGGOT BSF SEBAGAI PAKAN .....</b>	<b>37</b>
5.1. Maggot BSF sebagai Pakan Ayam Petelur .....	40
5.2. Maggot BSF sebagai Pakan Ayam Broiler .....	46
5.3. Maggot BSF sebagai Pakan Puyuh.....	54
5.4. Maggot BSF sebagai Pakan Unggas Lokal .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kandungan Nutrisi Maggot BSF.....	17
Tabel 2.	Perbandingan kandungan asam amino Maggot BSF, Bungkil Kedelai dan Tepung Ikan (Lu <i>et al.</i> , 2022) .....	19
Tabel 3.	Kandungan Nutrisi Maggot Segar dan Tepung Maggot (Natsir <i>et al.</i> , 2020).....	20
Tabel 4.	Hasil Proksimat, Asam amino, Asam Lemak dan Mineral Maggot BSF.....	21
Tabel 5.	Performa Ayam Petelur yang Mendapat Pakan mengandung Maggot BSF.....	44
Tabel 6.	Profil Darah Ayam Petelur Akibat Pemberian Maggot BSF (Marono <i>et al.</i> , 2017).....	45
Tabel 7.	Produktivitas Ayam Broiler CP707.....	47
Tabel 8.	Performa Ayam Broiler Akibat Pemberian Maggot BSF (Cheng <i>et al.</i> , 2022) .....	48
Tabel 9.	Kandungan Nutrisi Larva BSF Menurut Vilela <i>et al.</i> , 2021 .....	50
Tabel 10.	Susunan Ransum Puyuh Periode Layer Mengandung Maggot BSF .....	57
Tabel 11.	Kecernaan Nutrisi, Retensi Nitrogen dan Energi Metabolis Ransum (Mulyono <i>et al.</i> , 2021 .....	58
Tabel 12.	Asupan pakan, QDP, FCR dan mortalitas (Mulyono <i>et al.</i> , 2021).....	60
Tabel 13.	Kualitas Organoleptik Telur Itik Akibat Pemberian Maggot (Gunawan, 2019) .....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Siklus Hidup Lalat BSF .....	4
Gambar 2.	Telur Maggot BSF .....	25
Gambar 3.	Baby Maggot.....	26
Gambar 4.	Biopond Biopond untuk Pembesaran Maggot .....	27
Gambar 5.	Kandang Lalat BSF.....	32
Gambar 6.	Tempat Bertelur Lalat BSF.....	33
Gambar 7.	Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap retensi nitrogen.....	59
Gambar 8.	Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap asupan energi metabolis .....	60
Gambar 9.	Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap asupan pakan .....	61
Gambar 10.	Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap produksi telur .....	61



# BAB I

## MAGGOT BSF

### 1.1. Anatomi Lalat BSF

*Black Soldier Fly* (BSF) memiliki nama latin *Hermetia illucens* (HI) adalah jenis lalat besar berwarna hitam yang terlihat seperti tawon. Lalat BSF berasal dari Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia. Lalat BSF adalah spesies hitam besar dan ramping dengan tiga segmen kepala, dada, dan perut dengan sayap dan tentakel kecoklatan menonjol dari kepala. Ada lima ruas di perut dengan bintik-bintik putih. Lalat jantan lebih panjang dari lalat betina tetapi memiliki alat kelamin dan sayap ujung yang lebih kecil. Betina memiliki panjang tubuh antara 12 dan 20 mm dan sayap antara 8 dan 14,8 mm Lalat BSF berwarna hitam dan bagian segmen abdomennya berwarna transparan sehingga sekilas menyerupai abdomen lebah. Lalat BSF mempunyai waktu hidup 5 sampai 8 hari. Pupa akan berkembang menjadi lalat dewasa. Lalat dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional, karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya.

Kebutuhan nutrisi lalat dewasa tergantung pada kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Ketika simpanan lemak habis, maka lalat akan mati. Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin, 2009). Taksonomi lalat BSF adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Animalia*  
Filum : *Arthropoda*  
Kelas : *Insecta*  
Ordo : *Diptera*  
Family : *Stratiomyidae*

Subfamily : *Hermetiinae*  
Genus : *Hermetia*  
Spesies : *Hermetia illucens*

## 1.2. Siklus Hidup Lalat BSF

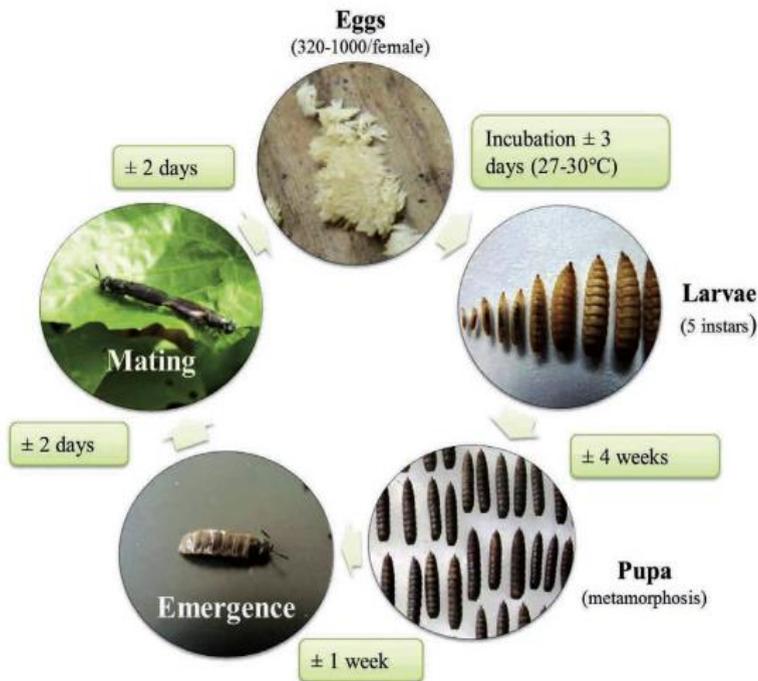
*Hermetia illucens* adalah serangga saprofit yang terutama memakan limbah organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan limbah, makanan limbah, produk sampingan pertanian dan lain-lain. sumber protein manusia dan hewan, dan pemanfaatan limbah organik dapat membantu mengurangi polusi. Dalam proses penguraian sampah, BSFL mengubah sampah organik menjadi asam amino, peptida, protein, minyak, kitin, dan vitamin, sehingga mengendalikan tertentu bakteri berbahaya (seperti *Salmonella* dan *Escherichia coli*) dan hama, dan juga digunakan dalam obat-obatan dan kimia dan berbagai pakan ternak (terutama hewan peliharaan, babi dan unggas).

BSFL berasal dari sabana Amerika Selatan dan tersebar luas di daerah beriklim sedang, subtropis, dan tropis, dengan kisaran suhu optimal 25°C hingga 30°C. Siklus hidup BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-45 hari, tergantung dari kondisi lingkungan dan media pakan yang diberikan. Terdapat beberapa tahapan dalam siklus hidup lalat BSF yakni diawali dengan fase telur, kemudian telur itu menetas dan menjadi larva yang disebut *Black Soldier Fly Larvae* (BSFL) maggot, maggot berkembang menjadi pupa dan kemudian berkembang menjadi lalat BSF.

Lalat betina akan meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran unggas atau ternak dan limbah organik lainnya. Lalat betina tidak akan meletakkan telur di atas sumber pakan secara langsung dan tidak akan mudah terusik apabila sedang bertelur. Umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus atau potongan kayu yang

berongga diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat telur. Guna memancing lalat BSF untuk bertelur, biasanya diberikan rangsangan aroma dari fermentasi bahan pakan atau limbah buah-buahan. Lalat betina tertarik dengan bau senyawa aromatik dari limbah organik (atraktan) sehingga akan datang ke lokasi tersebut untuk bertelur. Atraktan diperoleh dari proses fermentasi dengan penambahan air ke limbah organik, seperti limbahbungkil inti sawit, limbah sayuran atau buah-buahan atau penambahan starter bakteri dan mikroba rumen. Jumlah lalat betina yang meletakkan telur pada suatu media umumnya lebih dari satu ekor. Keadaan ini dapat terjadi karena lalat betina akan mengeluarkan penanda kimia yang berfungsi untuk memberikan sinyal ke betina-betina lainnya agar meletakkan telur di tempat yang sama. Telur BSF berwarna putih dan berbentuk lonjong dengan panjang sekitar 1 mm terhimpun dalam bentuk koloni. Seekor lalat betina memerlukan waktu 20-30 menit untuk bertelur dengan jumlah produksi telur berkisar 500-1505 butir. Jumlah telur berbanding lurus dengan ukuran tubuh lalat dewasa. Lalat betina yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dengan ukuran sayap lebih lebar cenderung lebih subur dibandingkan dengan lalat jantan yang bertubuh dan sayap kecil (Gobbi *et al.*, 2013). Jumlah telur yang diproduksi oleh lalat berukuran tubuh besar lebih banyak dibandingkan dengan lalat berukuran tubuh kecil. Selain itu, menurut beberapa peneliti kelembaban udara berpengaruh terhadap kemampuan bertelur lalat BSF. Sekitar 80% lalat betina bertelur pada kondisi kelembaban > 60% dan hanya 40% lalat betina yang bertelur ketika kondisi kelembaban <60%. Berat massa telur berkisar 15,8 - 19,8 mg dengan berat individu telur antara 0,026-0,030 mg. Waktu puncak bertelur terjadi sekitar pukul 14.00-15.00. Lalat betina hanya bertelur satu kali selama masa hidupnya, setelah itu mati. Telur menetas menjadi larva (sering disebut *baby maggot*) dalam waktu 2-4

hari. Ditinjau dari ukurannya, *baby maggot* yang baru menetas dari telur berukuran kurang lebih 2 mm, kemudian berkembang hingga 5 mm. *Baby maggot* berkembang menjadi larva yang biasa disebut maggot. Siklus hidup lalat BSF dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidup Lalat BSF (Caruso *et al.*, 2014).

Maggot BSF adalah bentuk dari siklus pertama (larva) *Black Soldier Fly*. Maggot dikembangkan di biopond (tempat pembesaran maggot) selama 21 hari dan diberi pakan sampah organik, panjang tubuh mencapai 20-25 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva yang dipelihara pada pakan ternak berkembang paling cepat, 18 hari, diantara substrat ( $p < 0,05$ ). Substrat pakan ternak juga menghasilkan kandungan asam lemak tak jenuh ganda tertinggi pada larva 18,81%, khususnya C18:2n6

19,93% dan C18:3n3 1,82% dari bahan kering. Profil asam amino dan mineral larva serupa di antara substrat. Pengaruh berbagai substrat terhadap performa dan nutrisi larva bervariasi, substrat pakan ternak memiliki performa dan profil nutrisi terbaik di antara substrat-substrat yang digunakan untuk media dan pakan maggot BSF (Fitriana *et al.*, 2022). Maggot mengunyah makanannya dengan mulutnya yang berbentuk seperti pengait (*hook*). Maggot akan memasuki fase selanjutnya yaitu prepupa. Selama 14 hari maggot tidak makan untuk menjadi pupa.

Pertumbuhan pada stadia pupa dipengaruhi oleh media/substrat. Dilaporkan bahwa penggunaan substrat berupa serbuk gergaji, tanah, humus, pasir dan tidak menggunakan substrat menghasilkan masa pupa yang berbeda. Stadia pupa yang dipelihara pada substrat pasir dan humus lebih lama dibandingkan pada substrat tanah dan serbuk gergaji. Stadia pupa tanpa substrat berjalan paling cepat karena untuk mengurangi risiko dari predator atau ancaman lingkungan. Namun, kondisi ini menyebabkan daya tetas pupa menjadi *imago* (lalat dewasa) lebih rendah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini diduga karena energi yang tersimpan selama menjadi larva banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Bobot pupa betina rata-rata 13% lebih berat dibandingkan dengan bobot pupa jantan (Tomberlin *et al.*, 2009). Setelah 14 hari, pupa berkembang menjadi lalat dewasa (*imago*). Setelah memasuki fase pupa, maggot memerlukan waktu 3 sampai 7 hari untuk bermetamorfosis menjadi lalat BSF.

Lalat tentara hitam (BSF) rata-rata hidup sekitar 7 hari. Ketika sudah menjadi lalat BSF, para pejantan hanya memiliki waktu 3 hari untuk melakukan perkawinan dengan lalat betina. Selanjutnya, lalat jantan akan mati dan lalat betina akan masuk ke fase pembibitan atau bertelur selama 3 hari ke depan. Lalat

betina akan mati setelah menyelesaikan proses bertelur. Begitu pula seterusnya siklus tersebut berulang.

Siklus hidup lalat BSF dipengaruhi oleh banyak factor, diantaranya suhu. Suhu di atas 30°C atau suhu hangat menyebabkan lalat dewasa menjadi lebih aktif dan produktif. Suhu optimal larva untuk dapat tumbuh dan berkembang adalah 30°C, tetapi pada suhu 36°C menyebabkan pupa tidak dapat mempertahankan hidupnya sehingga tidak mampu menetas menjadi lalat dewasa. Pemeliharaan larva dan pupa BSF di bawah suhu optimal dapat memperlambat perkembangan lalat. Pemeliharaan pada suhu 27°C berkembang empat hari lebih lambat dibandingkan dengan suhu 30°C (Tomberlin *et al.*, 2009). Suhu kandang lalat juga berpengaruh terhadap masa inkubasi telur. Suhu yang hangat cenderung memicu telur menetas lebih cepat dibandingkan dengan suhu yang rendah.

Lalat BSF ini hanya minum, dan tidak memakan apapun. Meskipun lalat dewasa tidak memerlukan pakan sepanjang hidupnya, tetapi pemberian air dan madu dilaporkan mampu memperpanjang masa hidup dan meningkatkan produksi telur. Rachmawati *et al.* (2010) membuktikan bahwa puncak kematian lalat dewasa yang diberi minum madu terjadi pada hari ke-10 hingga 11, sedangkan pada lalat yang diberi minum air terjadi kematian tertinggi pada hari kelima hingga kedelapan dan berlanjut pada hari ke-10 hingga 12. Ditinjau dari waktu bertelurnya, lalat betina yang diberi minum madu mencapai puncak waktu bertelur pada hari kelima, sedangkan pada perlakuan pemberian air terjadi pada hari ketujuh (Wardhana, 2016).

Lalat *Black Soldier Fly* umumnya melakukan perkawinan pada pukul 8.30 dan mencapai puncaknya pada pukul 10.00 di lokasi suhu lingkungan mencapai 27°C dan dipenuhi tanaman. Selama masa hidupnya, lalat betina hanya kawin dan bertelur

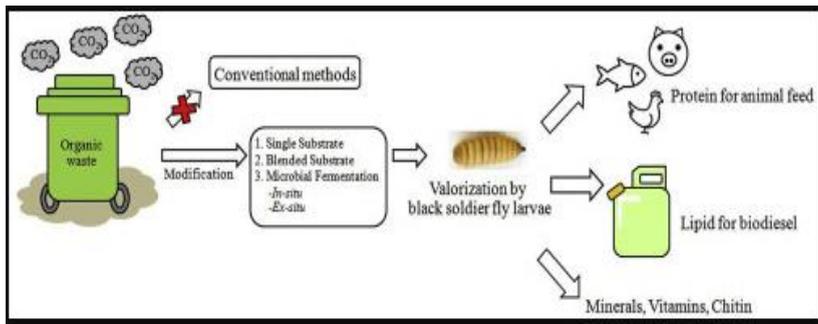
sekali. Perkawinan BSF terjadi di tanah dengan posisi jantan dan betina berlawanan (saling membelakangi) atau di daerah yang penuh dengan vegetasi (Wardhana, 2016). Intensitas cahaya dan suhu sangat berpengaruh terhadap kesuksesan aktivitas kawin lalat BSF (Gobbi *et al.*, 2013). Lalat dewasa membutuhkan penerangan yang tinggi. Bila lingkungan kandang lalat kurang penerangan atau kondisi mendung maka untuk memicu terjadinya aktivitas kawin BSF diperlukan penerangan buatan. Faktor lainnya yang berpengaruh terhadap tingkah laku kawin lalat BSF adalah panjang gelombang. Pada panjang gelombang 450-700 nm berpengaruh meningkatkan tingkah laku kawin lalat BSF, sedangkan pada panjang gelombang 350-450 nm tidak menstimulasi terjadinya aktivitas kawin BSF.



## BAB II

### MEDIA TUMBUH MAGGOT BSF

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya maggot. Hal yang mempengaruhi produksi maggot pada media yang disediakan yaitu kondisi lingkungan budidaya maggot dan kandungan nutrisi dari media tumbuh. Dilihat dari kondisi lingkungannya, maggot menyukai kondisi lingkungan yang lembab. Perlu mengontrol kadar air yang tepat dalam menumbuhkan maggot. Begitu juga dengan kandungan nutrisi pada media tumbuh maggot. Kandungan nutrisi yang optimum sangat penting bagi pertumbuhan biomassa maggot. Bahan yang cocok bagi pertumbuhan maggot adalah bahan yang banyak mengandung bahan organik.



Konversi Limbah Organik menjadi Larva BSF (Raksasat *et al.*, 2020)

Media tumbuh maggot sangat penting untuk kualitas maggot yang dihasilkan. Media tumbuh yang berbeda akan menghasilkan maggot dengan kandungan nutrisi yang berbeda. Kandungan protein yang tinggi pada media akan berpengaruh baik terhadap protein maggot. Berbagai limbah industri maupun limbah pertanian dapat digunakan untuk media tumbuh maggot.

Limbah dari industri pengolahan hasil pertanian dapat dimanfaatkan adalah ampas tahu, kulit kedelai (limbah pembuatan tempe), ampas kelapa dan pelepah sawit. Limbah tersebut memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Ampas tahu mempunyai protein sebesar 26,82% dan lemak kasar 13,72%. Ampas kelapa merupakan limbah dengan kadar protein 11,35% serta serat kasar 14,97%. Pelepah sawit mengandung zat-zat nutrisi bahan kering 48,78%, protein kasar 5,3%, hemiselulosa 21,1%, selulosa 27,9%, serat kasar 31,09%, abu 4,48%, BETN 51,87%, lignin 16,9% dan silika 0,6%.

Berdasarkan hasil penelitian Maulana *et al.* (2021) menunjukkan bahwa media tumbuh mempengaruhi kandungan kualitas maggot BSF yang dihasilkan. Keseimbangan antara kandungan air, kadar lemak, kadar protein dan nutrisi lainnya penting untuk tumbuh kembang maggot. Jika di dalam media tumbuh maggot mengandung protein yang tinggi sedangkan kandungan lemaknya rendah maka maggot BSF yang dihasilkan tidak maksimal begitupun sebaliknya jika di dalam media tumbuh maggot mempunyai kandungan lemak yang tinggi sedangkan kandungan proteinnya rendah maka maggot BSF yang dihasilkan juga tidak maksimal. Kandungan protein yang tinggi tidak menjamin kandungan protein maggot yang dihasilkan tinggi jika kandungan lemak medianya rendah. Kadar air, protein dan lemak dari maggot yang ditumbuhkan pada media yang berbeda menghasilkan kualitas yang berbeda. Hasil penelitian Maulana *et al.* (2021) selengkapnya tersaji pada Tabel berikut :

Tabel Kadar Air Maggot pada Berbagai Media Tumbuh  
(Maulana *et al.*, 2021)

Media	Ulangan (%)			Rataan-SD
	1	2	3	
Lumpur Sawit	80,60	78,49	77,94	79,01 ± 1,40 <sup>ab</sup>
Ampas Tahu	77,66	76,61	77,26	77,14 ± 0,53 <sup>a</sup>
Ampas Kelapa	78,01	79,71	77,17	78,30 ± 1,29 <sup>ab</sup>
Pelepah Sawit	80,04	79,77	80,97	80,26 ± 0,63 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Menurut Raksasat *et al.* (2020), di antara semua substrat tunggal sebagai media tumbuh maggot yang sejauh ini dipelajari, penggunaan pakan ayam telah menghasilkan waktu perkembangan larva tersingkat dibandingkan dengan kotoran hewan, limbah restoran, dan residu buah serta limbah sayuran. Total biomassa larva maggot tertinggi dicapai saat menggunakan pakan ayam untuk menumbuhkan maggot BSF. Pakan ayam mengandung nutrisi yang cukup untuk meningkatkan pertumbuhan maggot BSF. Namun, penggunaan pakan ayam untuk menumbuhkan maggot BSF bukanlah pendekatan yang ekonomis, kecuali, biomassa larva yang dipanen memiliki kegunaan komersial lainnya.

Tabel Kadar Protein Maggot pada Berbagai Media Tumbuh  
(Maulana *et al.*, 2021)

Perlakuan	Ulangan (%)			Rataan-SD
	1	2	3	
Lumpur Sawit	32,49	31,07	27,53	30,36 ± 2,55 <sup>b</sup>
Ampas Tahu	31,19	32,93	39,27	34,46 ± 4,25 <sup>ab</sup>
Ampas Kelapa	37,99	38,05	37,09	37,71 ± 0,54 <sup>a</sup>
Pelepah Sawit	1,25	3,31	2,68	2,41 ± 1,06 <sup>c</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Kadar lemak Maggot pada Berbagai Media Tumbuh (Maulana *et al.*, 2021)

Perlakuan	Ulangan (%)			Rataan-SD	Keterangan
	1	2	3		
Lumpur Sawit	28,10	37,47	30,92	32,16 ± 4,81	<i>Non-significant</i>
Ampas Tahu	43,13	39,47	40,24	40,95 ± 1,93	<i>Non-significant</i>
Ampas Kelapa	36,99	36,31	41,01	38,10 ± 2,54	<i>Non-significant</i>
Pelepah Sawit	62,46	12,61	36,04	37,04 ± 24,94	<i>Non-significant</i>

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan maggot antara lain: a) Suhu lingkungan b) Tingkat Keasaman (pH) media. Maggot *Hermetia illucens* yang dikembangkan di media dengan suhu 27°C pertumbuhannya lebih lambat, dibandingkan suhu 30°C dan jika suhu media mencapai 36°C tidak akan ada maggot yang dapat bertahan hidup. Tingkat keasaman (pH) menunjukkan banyaknya ion hidrogen pada suatu bahan. Suatu mikrobia membutuhkan suatu kondisi pH tertentu untuk dapat tumbuh, ini berkaitan dengan permeabilitas membran sitoplasma dan metabolisme mikrobia. Setiap mikrobia memiliki tingkat toleransi terhadap lingkungan pH yang berbeda-beda tergantung permeabilitas membran sitoplasma.

Kemampuan larva BSF hidup dalam berbagai media terkait dengan karakteristiknya yang memiliki toleransi pH yang luas. Selain itu, kemampuan larva dalam mengurai senyawa organik ini juga terkait dengan kandungan beberapa bakteri yang terdapat di dalam saluran pencernaannya kualitas dan kuantitas media perkembangan larva lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrisi tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya (Gobbi *et al.*, 2013). Pertumbuhan larva lalat BSF menurut Monita *et al.* (2017) panjang tubuh kisaran dari 15.85-16.44 mm, lebar 4.05-4.22 mm dan bobot tubuh 0.09-0.11 mg. Dijelaskan lebih lanjut bahwa ada 3 perlakuan yang diberikan sebagai media tumbuh larva lalat BSF, yaitu perlakuan A terdiri dari 300 kg sampah organik restoran ditambah 6% silase ikan, Perlakuan B 300 kg

sampah organik restoran ditambah 6% darah sapi dan Perlakuan C 300 kg sampah organik restoran tanpa penambahan. Secara statistik menunjukkan bahwa panjang, lebar dan bobot larva pada perlakuan A dan B berbeda nyata dengan perlakuan C. Dijelaskan lebih lanjut bahwa kualitas media perkembangan larva berkorelasi positif dengan panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa. Jumlah dan jenis media yang kurang mengandung nutrisi dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (Wardhana, 2016).

Larva BSF yang dikoleksi dari alam dan ditumbuhkan pada media organik dengan kualitas cukup memiliki performan yang lebih baik dibandingkan dengan larva dari koloni laboratorium (Tomberlin *et al.*, 2009). Bobot larva BSF yang diberi pakan dalam jumlah terbatas tidak berbeda nyata dengan yang diberi pakan melimpah. Namun, lalat dewasa yang menetas dari kelompok larva dengan pakan terbatas memiliki umur yang lebih pendek (tiga sampai empat hari). Kualitas media pertumbuhan larva juga berpengaruh terhadap jumlah rasio antara lalat jantan dan betina yang menetas dari pupa. Lalat dewasa jantan akan banyak menetas dari larva yang dipelihara pada jumlah media yang terbatas. Studi lain menyatakan bahwa substrat yang berkualitas rendah akan menghasilkan larva BSF yang lebih sedikit karena media pertumbuhannya mengandung komponen gizi yang kurang atau terbatas. Apabila kandungan nilai gizi pada media pertumbuhan berkurang, maka fase larva dapat mencapai empat bulan, tetapi apabila nutrisinya cukup, maka fase larva hanya memerlukan waktu dua minggu.



### **BAB III**

### **KANDUNGAN NUTRIEN**

Konversi limbah organik padat menjadi biomassa BSFL, menghasilkan larva BSF yang mengandung lipid, protein, kitin, dan segudang mineral organik penting. Larva BSF mengandung lipid sebesar 28,0%. Lemak dari larva BSF bisa menjadi solusi menjanjikan yang berfungsi sebagai bahan baku baru dan berkelanjutan untuk industri biofuel, di mana berbagai metode untuk mengoptimalkan proses transesterifikasi lipid larva saat ini sedang diselidiki untuk memaksimalkan dan menyesuaikan kualitas biodiesel berbasis BSFL (Wong *et al.*, 2019). Pemanfaatan lipid dalam bentuk lemak tubuh dari BSFL untuk produksi biodiesel mendapat perhatian lebih di kalangan peneliti akhir-akhir ini. Lipid BSFL ditemukan memiliki jumlah lemak jenuh yang lebih tinggi (67%) dibandingkan dengan minyak kedelai (11%) dan minyak sawit (37%). Lipid BSFL merupakan sumber lemak yang baik untuk pengganti tepung ikan dan minyak kedelai. Kim *et al.* (2020) membuktikan bahwa lipid BSFL dapat secara signifikan meningkatkan asam lemak tak jenuh, yaitu asam linoleat, yang mengakibatkan melimpahnya asam lemak omega-3 yang terkandung dalam daging ayam yang dapat dimakan dibandingkan dengan penggunaan minyak kelapa. Selain itu, asam lemak rantai menengah dalam lipid BSFL dapat meningkatkan aktivitas antibakteri dan memacu kinerja pertumbuhan ayam broiler ketika sarat sebagai sumber lipid dalam pakan ayam.

Biomassa BSFL mengandung protein kasar yang tinggi, yakni mencapai 43,2%. Sedangkan BSFL yang dihilangkan lemaknya mengandung 56,9% protein kasar. Karena kandungan proteinnya yang tinggi menyebabkan BSFL sering digunakan sebagai pengganti tepung ikan dan bungkil kedelai dalam pakan

unggas dan ikan. Substitusi biomassa BSFL yang dihilangkan lemaknya direkomendasikan sebanyak 50%, karena peningkatan lebih lanjut dari biomassa BSFL yang dihilangkan lemaknya, sampai 75% dapat merusak usus histopatologis dan berkontribusi pada stres diet (Li *et al.*, 2017).

Selain lipid dan protein larva, biokimia lain yang dapat diekstraksi dari biomassa *Black Soldiers Fly Larvae* (BSFL) adalah abu, mineral, vitamin, kitin, dll. Kadar abu pada larva BSF adalah 16,6%. Kandungan mineral terutama kalsium pada BSFL juga cukup tinggi, yakni 5,36%, sedangkan kandungan fosfor sebesar 0,88%. Mineral kalsium dan fosfor yang tinggi dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan ternak karena kalsium dan fosfor merupakan komponen penting untuk massa otot, aktivitas enzimatik, pensinyalan, reaksi metabolisme, sintesis protein, pemeliharaan keseimbangan osmotik dan asam-basa serta konstruksi membran pada sel hewan. Kekurangan kalsium secara keseluruhan akan mengakibatkan gangguan kerangka, kekebalan tubuh dan sistem kardiovaskular, pengeroposan tulang, retardasi pertumbuhan dan postur tubuh yang tidak normal. Namun demikian, adanya kelebihan kalsium dapat menjadi batasan untuk memanfaatkan BSFL sebagai pakan ternak karena akan meningkatkan pH lambung hewan ternak. Dengan demikian, dapat menghambat pencernaan pakan pada ternak yang diberi BSFL (Raksasat *et al.*, 2020).

Vitamin dari biomassa BSFL juga dianggap penting untuk disajikan dalam pakan ternak karena dapat memperkuat sistem kekebalan tubuh dan membantu proses pencernaan untuk menghasilkan lebih banyak energi untuk metabolisme dan pertumbuhan. Biomassa BSFL dapat digunakan sebagai prebiotik potensial untuk ayam petelur. Kandungan kitin dari BSFL dapat mengubah mikroflora usus dan pada akhirnya menyeimbangkan mikroflora usus, yang mengarah pada

pengurangan penggunaan antibiotik dalam industri unggas saat ini sudah dilarang penggunaannya karena menimbulkan efek buruk pada kesehatan manusia. Kitin dalam tepung BSFL dapat menurunkan jumlah trigliserida dan kolesterol, sehingga bermanfaat bagi kesehatan ayam petelur. Kitin dari BSFL juga ditemukan meningkatkan ketebalan cangkang telur dan nilai keanekaragaman mikrobiota pada unggas. Meskipun kitin dari BSFL memiliki efek positif secara umum pada unggas, namun pada hewan monogastrik tidak dapat mencerna kitin BSFL dengan mudah, sehingga dapat menimbulkan efek negatif pencernaan protein pakan. Kadar abu yang tinggi dalam tepung BSFL perlu menjadi perhatian jika BSFL diberikan dalam jumlah banyak, karena dapat menghambat proses pencernaan hewan terutama hewan monogastrik dan menurunkan pertumbuhan. Kelemahan maggot BSF (BSFL) diantaranya adalah kandungan kitin, kalsium dan abu yang berlebihan dalam biomassa BSFL dapat menghambat pertumbuhan hewan. Kandungan nutrisi maggot BSF dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Maggot BSF

Umur (hari)	Kadar (%)			
	Bahan kering	Protein kasar	Lemak kasar	Abu kasar
5	26,61	61,42	13,37	11,03
10	37,66	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

**Sumber:** Rachmawati et al. (2010)

Jika dibandingkan dengan tepung ikan, Kandungan gizi maggot tak kalah dengan tepung ikan, tepung maggot mengandung asam amino dengan kadar yang sedikit lebih rendah daripada tepung ikan. Kandungan asam lemak linoleat (n-6) tepung maggot lebih tinggi daripada tepung ikan. Hasil analisa proksimat maggot mengandung protein 43.42%, lemak 17.24%, serat kasar 18.82%, abu 8.70% dan kadar air 10.79% (Rachmawati dan Samidjan, 2013).

Tepung ikan diperoleh dari penggilingan ikan dan merupakan sumber protein utama dalam ransum unggas. Kualitas tepung ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis dan kesegaran ikan dan teknik atau cara pengolahannya. Kualitas tepung ikan dapat dinilai secara fisik, kimia, mikrobiologi. Secara fisik, kriteria yang dinilai adalah bentuk dan keseragaman ukuran partikel tepung. Kualitas tepung ikan dapat dibagi menjadi empat golongan, sebagai berikut: 1) Kandungan protein tinggi yaitu mengandung protein lebih dan 680 g/kg dan kurang dan 90 g minyak/kg. 2) Kandungan protein reguler yaitu mengandung protein antara 640-679 g/kg dan kandungan minyak cukup banyak yaitu 130 g/kg. 3) Protein regular dengan kandungan minyak rendah yaitu 640-679 g protein/kg dan kandungan minyak 60 g/kg. 4) Protein standar yaitu kandungan protein 600-639 g/kg. Di samping mempunyai kandungan protein yang tinggi, tepung ikan juga merupakan sumber mineral, misalnya kandungan unsur kalsium yang cukup tinggi yaitu 80 g/kg, kemudian fosfor 35 g/kg dan juga sejumlah mineral lainnya seperti magnesium, besi dan iodin. Kemudian tepung ikan juga sebagai sumber vitamin misalnya vitamin B kompleks, khususnya koline, B-12 dan riboflavin. Penggunaan tepung ikan untuk dicampurkan dalam pakan unggas sekitar 3-10%.

Menurut Lu *et al.* (2022), BSFL yang dihilangkan lemaknya maupun yang penuh lemak memiliki profil asam

amino yang kaya dan karenanya sangat potensial sebagai sumber protein yang lebih berkelanjutan, dibandingkan bungkil kedelai atau tepung ikan.

Tabel 2. Perbandingan kandungan asam amino Maggot BSF, Bungkil Kedele dan Tepung Ikan (Lu *et al.*, 2022)

		BSFL					CSBM	FM
Indispensable amino acids								
Type	FF	DF	FF	FF	FF	FF	FF	
Arginine	19.9	20.7	21.1	54.7	62.0	21.9	18.7	35.7
Histidine	13.8	16.3	13.5	32.5	48.0	9.8	13.7	14.2
Isoleucine	19.1	24.0	17.7	47.3	48.0	19.1	20.6	22.1
Leucine	30.6	36.7	27.8	78.3	77.0	32.1	29.4	38.6
Lysine	23.0	25.2	28.1	68.2	74.0	27.2	25.9	31.1
Methionine	7.1	8.56	8.0	21.2	6.0	6.0	7.1	6.8
Phenylalanine	16.4	21.8	16.4	77.6	62.0	18.3	18.7	25.5
Threonine	16.2	21.8	16.3	44.3	45.0	26.5	16.7	19.8
Tryptophan	5.4					5.6	6.3	6.6
Valine	28.2	34.5	25.0	67.9	67.0	28.7	28.8	21.7
Dispensable amino acids								
Alanine	27.8	43.7	25.6	82.1	62.0		26.6	21.6
Aspartic acid	36.9	48.8	38.7	73.0	103.0		35.6	55.0
Cysteine	2.2	0.2	3.5	7.6	5.0	4.2	3.2	7.7
Glycine	25.2	30.3	24.6	61.5	54.0	26.8	24.8	21.3
Glutamic acid	45.8	63.7	46.1	131.0	102.0		38.4	88.6
Proline	25.1	32.7	23.6	66.8	62.0		23.1	27.4
Serine	15.9	26.8	17.6	48.8	41.0	19.2	15.2	24.1
Tyrosine		34.1		67.1	60.0	26.5	26.9	15.5
References	[23]	[18]	[68]	[75]	[78]	[79]	[80]	[67]

CSBM = conventional soybean meal, DF = defatted, FM = fish meal, FF = full fat.

Maggot BSF kaya akan nutrisi yang memberi manfaat pada ternak. Penggunaan maggot BSF untuk dicampurkan dalam pakan unggas bersama dengan bahan pakan lainnya. Beberapa kelebihan dari maggot BSF, diantaranya :

- 1) Maggot BSF memberi kontribusi pada perbaikan lingkungan.

Maggot BSF mengonsumsi segala limbah organik untuk pertumbuhannya. Membudidayakan maggot BSF ini akan membantu menekan jumlah limbah organik yang sudah lama menjadi permasalahan masyarakat dan pemerintah.

Kemampuan maggot BSF dalam memakan limbah organik sangat besar, yakni larva Black Fly Soldier sebanyak 15 ribu dapat menghabiskan sekitar 2 kg makanan (limbah organik) hanya dalam waktu 24 jam saja. Jika satu ekor betina BSF dapat menghasilkan sekitar 600 telur, maka hanya dibutuhkan sekitar 20 ekor lalat super betina untuk menghasilkan 10 ribu larva.

- 2) Maggot Lalat BSF Digunakan untuk Pakan Kaya Nutrien  
Kelebihan maggot BSF sebagai bahan pakan ternak antara lain: tidak bau amis, tidak jorok, mudah diambil dan disimpan, mudah dicerna oleh ternak, mudah mendapatkannya dan murah harganya, budidayanya mudah dan murah, serta memberikan efek positif bagi ternak.

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Maggot Segar dan Tepung Maggot (Natsir *et al.*, 2020).

Parameter	Sampel	
	Maggot Segar	Tepung Maggot
Kadar air (%)	66.21	25.92
Kadar abu (%BK)	13.26	16.84
Protein kasar (%BK)	47.14	49.12
Lemak kasar (%BK)	27.30	17.89
Serat kasar (%BK)	8.53	9.28

Kendala penggunaan maggot BSF adalah adanya kitin sebagai komponen eksoskeleton serangga, dimana kitin tidak bisa dicerna oleh unggas. Kandungan kitin pada tepung ikan 0% dan pada HI adalah 9,6% (Lu *et al.*, 2022). Kandungan kitin larva HI lebih rendah dibanding dengan pupa. Pupa HI meskipun memiliki kandungan protein kasar (PK) dan skor asam amino (SAA) yang tinggi tetapi kecernaannya lebih rendah dibanding larva HI (PK 56,1 vs 52,1, SAA 93 vs 79,2) hal ini diduga karena meningkatnya kandungan kitin pada pupa. Kadar kitin yang tinggi pada serangga berpengaruh negatif terhadap intake pakan

dan mengganggu penggunaan protein. Kandungan rata-rata kitin pada larva BSF adalah 61,7 g/kg, berkisar antara 38,7 hingga 72,1 g/kg. Bahan aktif kitin adalah kitosan, yang lainnya polisakarida penting selain selulosa. Kitin (polimer linier dari - (1-4)N-asetil- Unit D-glukosamin) dan selulosa (polimer linier dari - (1-4) unit D-glukopiranos) memiliki struktur molekul yang serupa. Kitin dianggap sebagai serat yang tidak bisa dicerna, tetapi bisa meningkatkan fungsi kekebalan hewan. Variasi kandungan serat kasar pada BSFL mungkin terkait dengan tahap perkembangan, dan semakin dekat dengan metamorf dewasa, semakin kandungan seratnya lebih tinggi. Oleh karena itu, hasil penelitian yang berbeda menghasilkan tingkatan yang berbeda pula terhadap kandungan kitin pada larva BSF Lu *et al.*, 2022). Peneliti lain melaporkan tentang kualitas nutrisi maggot BSF seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Proksimat, Asam amino, Asam Lemak dan Mineral Maggot BSF

Proksimat	(%)	Asam amino	(%)	Asam lemak	(%)	Mineral	(%)
Air	2,38	Serin	6,35	Linoleat	0,70	Mn	0,05 mg/g
Protein	44,26	Glisin	3,80	Linolenat	2,24	Zn	0,09
Lemak	29,65	Histidin	3,37	<i>Saturated</i>	20,00 mg/g	Fe	0,68
		Arginin	12,95	Monomer	8,71	Cu	0,01
		Treonin	3,16			P	0,13
		Alanin	25,68			Ca	55,65
		Prolin	16,94			Mg	3,50
		Tirosin	4,15			Na	13,71
		Valin	3,87			K	10,00
		Sistin	2,05				
		Isoleusin	5,42				
		Leusin	4,76				
		Lisin	10,65				
		Taurin	17,53				
		Sistein	2,05				
		NH <sub>3</sub>	4,33				
		Omitina	0,51				

Sumber: Fahmi et al. (2007)

Kandungan asam lemak dari larva BSF yang lainnya adalah asam laurat (C12:0). Asam laurat pada larva BSF sebesar 64% dari total komposisi asam lemak jenuh BSFL. Asam laurat dapat memberikan manfaat kesehatan yakni penurunan yang signifikan pada *Escherichia coli* dan jumlah total bakteri dalam sampel kotoran, meningkatkan kesehatan usus sebagai serta performa ayam pedaging. Sebuah penelitian in vitro melaporkan bahwa senyawa mikro BSFL dapat mengurangi pertumbuhan sejumlah besar mikroorganisme berbahaya, termasuk *Staphylococcus aureus* gram positif, *S. aureus* yang resisten methicillin, dan *Pseudomonas aeruginosa* gram negatif. Senyawa mikro aktif yang teridentifikasi pada ekstrak larva BSF bertindak sebagai antimikroba terhadap mikroorganisme patogen.

## **BAB IV**

### **BUDIDAYA MAGGOT BSF**

Lalat tentara hitam (BSF) merupakan lalat yang unik, karena tidak termasuk hama seperti lalat lainnya. Lalat BSF memberikan manfaat kepada manusia, yakni sebagai pengurai sampah dan menghasilkan maggot yang bermanfaat sebagai pakan ternak maupun pakan ikan. Budidaya maggot BSF bisa dilakukan pada skala kecil, menengah maupun skala industri, disesuaikan dengan kemampuan para peternak. Dalam kegiatan budidaya, peternak harus memahami siklus hidup, media tumbuh, sumber pakan, teknik merawat dan membesarkan larva, maupun cara perawatan lalat BSF dewasa.

Budidaya lalat BSF dapat dimulai dengan beberapa cara, yakni: 1) Membeli bibit berupa telur lalat; 2) Membeli bibit berupa prepupa; dan 3) Memancing datangnya lalat BSF dari alam. Memancing lalat BSF dari alam membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan kesabaran. Beberapa tahapan dalam budidaya lalat BSF antara lain: 1) Tahap Persiapan Ternak Maggot BSF; 2) Tahap pemeliharaan; 3) Tahap pemanenan. Tahap persiapan meliputi:

#### 1. Persiapan Kandang

Kandang maggot ini berfungsi sebagai tempat BSF kawin dan memproduksi telur, yang nantinya akan ditetaskan sebagai bibit maggot BSF. Ukuran kandang sebesar 2,5 m x 4 m x 3 m sudah cukup untuk bisnis budidaya maggot BSF kelas kecil sampai menengah.

#### 2. Media Penetasan Telur

Media penetasan telur BSF dibuat dari boks dari plastik atau kardus kecil atau terbuat dari tripleks.

#### 3. Menyiapkan Biopond

Setelah telur menetas 3-4 hari, pindahkan larvanya langsung ke biopond sebagai media pembesaran. Sebaiknya media penetasan dan pembesaran diletakkan pada tempat terpisah dari kandang lalat BSF. Biopond dapat dibuat dari kayu, PVC, dan diisi dengan tanah gembur. Biopond ada 2 jenis, yaitu biopond biasa yang tidak dilengkapi ramp (digunakan sebagai media untuk memproduksi larva kecil) dan biopond yang memiliki ramp / bidang miring sebagai jalan migrasi prepupa. Biopon bisa berupa lantai yang memiliki sistem drainase dengan mengalirkan cairan yang dihasilkan oleh maggot ke lokasi yang lain untuk dimanfaatkan cairannya. Ukuran biopond disesuaikan dengan jumlah larva yang dipelihara.

#### Tahap pemeliharaan:

Budidaya maggot BSF dimulai dari menyiapkan telur BSF. Telur BSF ini kemudian ditetaskan pada media *hatchery* (penetasan). Media penetasan berupa pakan yang sifatnya lembut, mengandung protein tinggi dan mudah ditembus oleh baby maggot yang menetas, misalnya pakan ayam broiler, bekatul, ampas tahu, atau ampas kelapa. Media disiapkan dalam keadaan setengah basah (kadar air sekitar 65-70%). Media yang harus disiapkan untuk 3 gram telur kurang lebih 5 kg pakan basah per wadah. Pakan hanya diberikan sekali pada saat awal (sebelum meletakkan telur di atas media), dan selama penetasan tidak dilakukan penambahan pakan. Jika penetasan telur maggot di daerah panas, maka harus diberi air tambahan pada media dengan cara memerciki media dengan air, pada saat pakan mulai mengering. Pada fase penetasan, lalat jenis lain (misal : lalat rumah dan lalat hijau) akan berusaha untuk bertelur di media tersebut dan merebut makanan yang disediakan untuk maggot BSF. Media penetasan telur BSF harus diberi perlindungan agar

media pakan hatchery tidak dipenuhi oleh lalat lain, karena perkembangan maggot lalat hijau dan lalat rumah lebih cepat dari BSF.



Gambar 2. Penetasan Telur Lalat BSF

Cara meletakkan telur pada media adalah telur tidak boleh diletakkan langsung di atas media/ pakan karena kelembaban media bisa membuat telur rusak dan mati. Untuk itu diperlukan tempat untuk telur yang terbuat dari bahan kawat dan kasa nyamuk atau kain atau kain lain dengan pori-pori lain dengan pori-pori ukuran. *Box – box* penetasan dapat diletakkan pada rak penetasan, yang disusun menjadi 3 atau 4 tingkatan untuk menghemat tempat. Rak media penetasan dapat buat dari bahan kayu atau besi.

*Baby maggot* akan hidup dalam wadah hatchery selama 5 s/d 7 hari, dihitung setelah telur menetas. Jika media tumbuh terlalu basah, maka baby maggot tidak menyukai dan akan bergerak naik, seperti pada Gambar berikut ini.



Gambar 3. Baby Maggot dengan Kondisi Terlalu Padat dan Media Terlalu Basah

Setelah ukuran *baby maggot* yang sudah berumur 6 hari mencapai ukuran 3-4cm, maka maggot dipindah ke dalam reaktor/biopond yang sudah diisi pakan/media tumbuh maggot. Reaktor, atau biopond, adalah tempat larva maggot hidup, tumbuh dan makan.

Biopond untuk pembesaran maggot terbuat dari bak plastik maupun dari kayu, yang dibuat di lantai langsung atau dibuat bertingkat. Biopond untuk maggot dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Biopond untuk Pembesaran Maggot

Padat tebar larva maggot di biopond adalah 8-10 kg maggot setiap meter persegi. Oleh karena itu ukuran biopond disesuaikan dengan jumlah yang ditenakkan. Perawatan maggot di biopond adalah selalu diberikan pakan secara rutin setiap hari. Pakan yang dibutuhkan untuk maggot yang berjumlah 8-10 kg adalah  $>7$  kg/hari. Pakan maggot berupa sampah organik. Sampah organik yang diberikan harus mengandung 60-80% air, sehingga manajemen air dalam reactor/biopond harus diperhatikan. Aktivitas peternak selama maggot dalam biopond adalah memberi pakan kepada maggot setiap hari. Maggot tidak menyukai cahaya, sehingga biopond harus diberi tutup dan tidak terlalu terang. Maggot juga sensitif terhadap suhu terutama jika

lebih rendah dari 24°C, jika suhu pemeliharaan maggot < 24°C, berakibat pada kemampuan maggot untuk makan akan berkurang, dan apabila lebih panas dari 36°C, maggot akan terus berjalan berusaha mencari tempat yang lebih sejuk. Hal ini mempengaruhi pertumbuhan maggot dan bobot maggot saat dipanen. Berdasarkan hal-hal tersebut maka perlu diperhatikan kandang untuk meletakkan biopond. Pembangunan kandang untuk pembesaran pupa (biopond) harus memenuhi syarat-syarat berikut: 1) Suhu kandang maksimal 36°C; 2) Tidak terkena hujan; 3) Tidak terkena cahaya matahari langsung; 4) Sirkulasi udara lancar.

Pakan yang diberikan untuk mendukung pertumbuhan maggot di biopond dapat berupa limbah pertanian, limbah industri, limbah rumah tangga, kotoran ternak, limbah pasar, limbah buah, limbah sayur, limbah restoran maupun limbah lainnya yang berupa bahan organik. Pemberian limbah diharuskan tidak terlalu hancur dan tidak terlalu lunak seperti bubur untuk diberikan kepada maggot, karena akan menyulitkan maggot untuk bergerak dan bernafas dalam media tersebut. Kesalahan ini cukup umum di kalangan peternak maggot dalam memberikan pakan yang terlalu halus dan terlalu lembek/ tinggi kadar airnya. Pemberian pakan harus diperhitungkan agar maggot tidak kekurangan pakan. Pakan diberikan hingga maggot berumur 25 hari atau sebelum menjadi pupa. Pakan maggot ada bermacam-macam salah satunya berikut: sisa nasi, ampas kelapa, limbah tahu, limbah pasar berupa dedaunan, sisa daging, limbah jeroan ikan, limbah peternakan (kohe), limbah restoran/hotel (sayur matang, gorengan, sisa lauk pauk, dll), dan segala macam limbah organik yang tidak beracun. Ampas kelapa sangat baik untuk diberikan sebagai pakan maggot sekaligus pengontrol kultur media ternak agar kandungan air tidak berlebih dan menjadikan media menjadi

remah. Ini dikarenakan ampas kelapa bersifat menyerap air dan menimbulkan panas. Limbah daun-daunan, sayuran yang tinggi kadar air, tomat dan jeruk diberikan terbatas sebagai pakan maggot, karena tidak begitu disukai oleh maggot. Selain itu, limbah daun ini juga mudah mengeluarkan bau busuk, menjadikan media becek dan mengalami pembusukan. Limbah sisa daging dan jeroan ikan banyak ditemukan di pasar. Limbah ini dapat diberikan, namun jangan terlalu banyak agar tidak tersisa dan membusuk. Jika banyak sisa pakan yang tidak dimakan maka menimbulkan aroma busuk yang menyengat dan mengundang lalat hijau. Kotoran hewan dapat diberikan sebagai campuran pakan maggot. Kotoran hewan mengeluarkan aroma busuk di hari pertama pemberian. Namun, setelah beberapa hari, kotoran hewan tidak menyebabkan aroma busuk pada media maggot. Peternak dapat mengupayakan agar produktivitas maggot tinggi dan dalam budidaya tidak menimbulkan bau. Peternak harus menjaga kelembaban udara dan kelembaban media budidaya maggot terjaga, kadar air pakan tidak terlalu tinggi agar tidak terjadi pembusukan dan tidak terlalu rendah, agar maggot bisa tumbuh dengan optimal.

Panen dapat dilakukan pada 2 fase, yaitu saat fase larva (maggot) atau saat prepupa. Panen maggot dilakukan pada saat umur maggot 15-20 hari. Maggot yang dipanen dapat diberikan langsung ke ternak atau ikan dalam bentuk segar atau dapat diolah dulu menjadi maggot kering. Maggot kering dapat digiling menjadi tepung maggot. Maggot dapat dipanen menggunakan cangkul, dan diletakkan ayakan, baik ayakan manual maupun ayakan mesin. Pengayakan dimaksudkan untuk memisahkan maggot dari kotoran maggot (kasgot). Walaupun maggot terlihat rapuh, maggot dapat dimasukkan ke mesin ayak dan tidak akan mati dalam proses pengayakan ini. Pengiriman maggot jarak dekat, dengan lama perjalanan 2-3 jam, maggot

dapat di kemas dalam karung yang terbuat dari jaring. Jaring dengan ukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm dapat memuat maggot hidup lebih dari 40 kg. Namun untuk pengiriman dengan jumlah besar, dan waktu tempuh perjalanan lebih dari 3 jam tidak disarankan untuk maggot hidup. Untuk jarak jauh di jauh disarankan maggot dikeringkan atau dibekukan terlebih dahulu. Jika perjalanan terlalu lama, maggot akan mati. Maggot yang telah mati kondisinya biasanya basah dan memiliki kandungan air yang tinggi, sehingga maggot tidak tahan lama untuk disimpan. Guna memperpanjang masa simpan dan mempertahankan produk menjadi tahan lama serta kualitasnya terjaga, maka kadar air di dalam maggot dihilangkan dengan cara pengeringan. Maggot dapat dikeringkan dengan berbagai cara diantaranya: dijemur langsung di bawah sinar matahari, disangrai dan dengan alat oven. Cara termudah dan murah adalah dengan memanfaatkan sinar matahari namun butuh waktu yang lama agar airnya hilang dengan maksimal. Cara kedua: maggot disangrai dengan alat sangrai sederhana, dengan menggunakan api kecil dan lama waktu sangrai yang telah ditentukan agar maggot tidak gosong dan protein di dalam maggot tidak hilang. Cara pengeringan dengan oven adalah pengeringan yang paling efektif karena panasnya terkontrol dan konstan serta kadar air maggot bisa ditentukan sesuai dengan keinginan. Maggot kering lebih mudah disimpan dan digunakan, serta memberi nilai tambah untuk para peternak.

Lalat BSF selain dipanen dalam bentuk maggot, dapat juga dipanen dalam bentuk prepupa. Prepupa dapat dijual atau dipelihara sendiri untuk menjadi lalat. Prepupa adalah fase larva BSF yang sudah tidak makan lagi dan akan menjadi pupa dalam waktu 10 hari, dan menjadi lalat BSF dalam waktu 15 - 17 hari. Ukuran prepupa 2.5 cm - 3 cm. Setelah menjadi pupa akan mengalami penyusutan berat 30%. Perubahan maggot akan

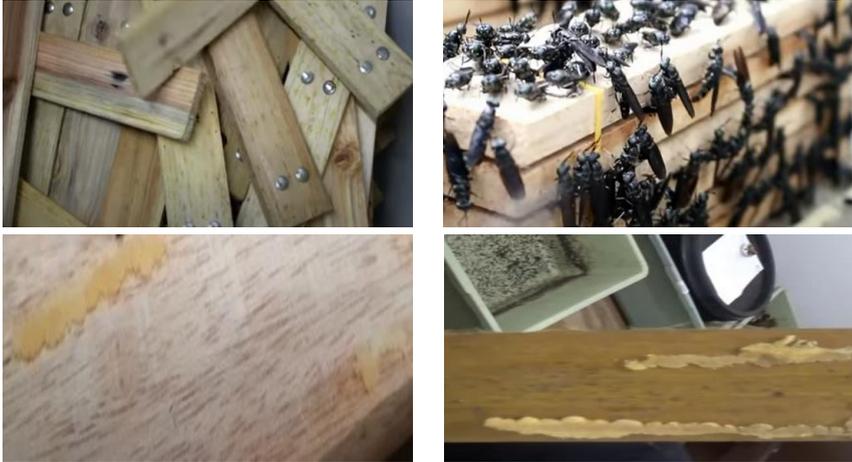
terjadi pada saat masuk ke fase prepupa, yakni warna pada tubuh maggot akan berubah, awalnya tubuh menjadi kekuningan, coklat kuning, coklat muda hingga warna tubuh menjadi coklat gelap. Larva maggot yang bergerak sangat aktif, setelah menjadi prepupa maka gerakannya berkurang dan berangsur – angsur menjadi tidak aktif atau melambat. Pada fase prepupa maka larva sudah tidak makan dan akan meninggalkan media pakan menuju tempat kering. Fase prepupa berlangsung selama 6 hari, selanjutnya prepupa akan melakukan metamorfosis menjadi fase pupa. Fase pupa ditandai dengan perubahan warna larva dari coklat gelap menjadi hitam legam dan sudah tidak bergerak. Kulit pupa juga lebih keras, berkerut dan bobot tubuh menjadi lebih ringan. Fase pupa berlangsung selama 6 hari. Fase pupa merupakan fase akhir yang nantinya pupa akan berkembang menjadi lalat. Pupa BSF dipindahkan dari biopond ke kandang lalat BSF dan diletakkan dalam kotak hitam. Kandang lalat ini berfungsi sebagai tempat BSF kawin dan memproduksi telur hingga penetasan. Bahan kandang yang disarankan untuk kandang maggot adalah kayu sebagai kerangka, jaring-jaring lembut (waring) sebagai dinding kandang dan plastik UV sebagai atap. Kandang maggot ini nantinya diisi dengan wadah untuk pupa, media untuk memancing bertelur dan media bertelur. Kandang bisa dibuat berbentuk seperti rumah-rumahan berukuran kecil. Ukuran kandang maggot sesuai besaran lahan yang dimiliki dan jumlah populasi lalat yang akan dipelihara. Rata-rata populasi BSF yang bisa ditampung setiap  $10\text{ cm}^2$  adalah 40-50 ekor. Kandang lalat BSF dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 5. Kandang Lalat BSF

Di dalam kandang lalat, pupa akan mengalami metamorphosis menjadi lalat. Mulut pada lalat dewasa tidak berfungsi dengan baik karena sepanjang hidupnya lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi. Lalat dewasa mengalami kematian ketika simpanan lemak pada tubuhnya habis. Hal ini karena kebutuhan nutrien lalat BSF tergantung pada kandungan lemak yang disimpan pada saat masa pupa. Lalat jantan umumnya memiliki umur yang lebih panjang dibandingkan lalat betina. Lalat BSF jantan akan mati setelah kawin dan lalat BSF betina mati setelah masa bertelur.

Setelah pupa menjadi lalat, maka 3-4 hari kemudian, lalat maka lalat akan bertelur, sehingga harus disiapkan tempat bertelur. Media telur berupa kayu yang diampelas halus, lalu diberi rongga dan akan disterilisasi lebih dahulu. Tujuan pengamplasan kayu adalah agar memudahkan pemanenan telur. Lalu tumpukan kayu tempat bertelur dimasukkan ke dalam kandang lalat. Lalat BSF memasuki masa kawin dan akan bertelur diantara sela-sela kayu. Setelah 2-3 hari akan dilakukan pengecekan telur. Jika sudah banyak telur, maka kayu-kayu tempat telur, diambil dan dibawa ke tempat penetasan. Tempat bertelur lalat BSF seperti pada Gambar di bawah ini :



Gambar 6. Tempat Bertelur Lalat BSF

Lalat betina dan lalat jantan yang mati, maka harus segera dibersihkan dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sedangkan telur-telur lalat harus diambil dari sela-sela kayu dengan sangat hati-hati agar tidak rusak. Jika telur akan dijual dalam bentuk telur, maka harus dilakukan pengemasan. Salah satu cara pengemasannya adalah dengan menggunakan toples dan diberi sekat-sekat berupa serabut kawat untuk cuci piring. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar telur tidak rusak dan aman sampai di tangan konsumen.

Kandang BSF, kandang harus memenuhi syarat beberapa persyaratan, yaitu: 1) Suhu ideal antara 30-38°C; 2) Tidak terkena hujan; 3) Mendapatkan sinar matahari langsung dan sirkulasi udara yang baik. Agar lalat BSF mudah bertelur maka harus diperhatikan beberapa hal:

1. Perawatan kandang disemprot air biasa sebanyak 3 kali sehari (jam 9, 12 dan 3 sore ketika cuaca panas)
2. Amati apakah lalat kawin atau tidak. Jika kawin maka pada keesokan harinya maka akan bertelur. Maka proses bertelur terjadi di siang hari, sehingga sore hari dilakukan

pemanenan telur. BSF beraktifitas sejak pukul 8.30 dan puncak aktivitasnya pada jam 11.

3. Sediakan media untuk memancing lalat bertelur, bisa dari fermentasi buah-buahan, tempe busuk yang diberi cairan fermentasi atau tepung ikan
4. Kandang lalat harus ada sinar matahari masuk
5. Jumlah lalat banyak

Budidaya lalat BSF juga dapat dilakukan dengan menarik Lalat BSF dari alam menggunakan bahan fermentasi, salah satunya dedak padi fermentasi. Dedak fermentasi diletakkan pada ember/wadah kemudia di atasnya diberi penutup berupa daun pisang, plastik atau kertas minyak. Aroma fermentasi akan mengundang lalat BSF datang. Siapkan tempat bertelur lalat, berupa kayu yang ditumpuk dan diberi sedikit rongga, serta ditempatkan di atas ember. Lalat akan bertelur di tumpukan kayu dan sekitar ember. Langkah pembuatan dedak fermentasi adalah:

1. Menyiapkan ember yang diisi air sebanyak 1 liter dan molase/ gula pasir sekitar 5 sendok
2. Menimbang dedak padi sebanyak 5 kg, lalu tambah dengan penyedap rasa.
3. Campurkan larutan air gula ke dedak padi. Tuangkan starter fermentasi (para peternak biasanya menggunakan produk komersial EM4 atau Yakult).
4. Semua bahan diaduk sampai homogen
5. Masukkan campuran semua bahan tersebut ke drum/ ember plastic, mampatkan dan tutup rapat. Ember diletakkan di tempat yang teduh, bahan difermentasi selama 5 atau 6 hari.

Media pemeliharaan, suhu dan kelembaban lingkungan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya maggot.

Managemen budidaya juga berpengaruh terhadap kualitas nutrisi maggot yang dihasilkan. Menurut Lu *et al.* (2022), kandungan nutrisi maggot BSFL sangat bervariasi di berbagai tempat, dan penyebab variasi nutrisi mungkin sebagai berikut:

1. Tahap pertumbuhan BSFL berbeda. Pada hari ke 4–14, kandungan lemak kasar larva meningkat pesat, dan kadar tertinggi bisa mencapai 28,4%, sedangkan protein kasar menunjukkan tren penurunan terus menerus pada tahap perkembangan yang sama. Dengan berkembangnya pupa, lemak kasar turun tajam menjadi 24,2%. Maksimum protein pada usia dewasa 57,6% dan kadar lemak 21,6%.
2. Kandungan nutrisi media tumbuh yang dimakan dan yang dicerna oleh BSFL sangat bervariasi misal dari limbah sayuran, pakan ayam dan limbah dapur di mana nutrisinya sangat bervariasi.
3. Metode pengolahan maggot yang berbeda (seperti blansing, pengeringan, pembekuan, penggilingan tekanan hidrostatik tinggi). Suhu dan metode selama penyimpanan juga mempengaruhi kualitas gizi BSFL. Ekstraksi yang berbeda metode juga memiliki kandungan nutrisi yang berbeda; misalnya, pemisahan protein terbaik adalah melalui ekstraksi alkali. Ketika suhu pemrosesan 25 °C, umur simpan BSFL bisa mencapai tujuh bulan.
4. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, sinar matahari, kadar air, pH, dll. Kelembaban dan suhu jelas akan mempengaruhi inkubasi, pengembangan dan mur BSFL. Suhu antara 26 dan 40 °C dan kelembaban relatif antara 40-70% adalah kondisi hidup yang ideal untuk BSFL. Sinar matahari juga mempengaruhi komposisi nutrisi BSFL, dengan lalat prajurit hitam berkembang paling baik di rentang panjang gelombang antara 450 dan 700 nm. Bila kadar air dalam pakan media adalah 60-80%, tingkat

kelangsungan hidup dan tingkat pertumbuhan BSFL adalah yang tertinggi. Pertumbuhan lalat prajurit hitam lebih baik pada kondisi basa dibandingkan pada kondisi asam dan nilai pH yang sesuai adalah antara 6–9.

## **.BAB V**

### **MAGGOT BSF SEBAGAI PAKAN**

Protein merupakan komponen yang sangat penting dalam pakan. Protein dibutuhkan ternak untuk hidup pokok, pertumbuhan maupun produksi. Protein merupakan nutrisi yang terbentuk dari asam amino yang berguna dalam pembentukan dan pertumbuhan jaringan-jaringan tubuh dan mengganti sel-sel yang sudah rusak. Sumber protein dalam pakan unggas dibagi menjadi dua yaitu protein yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Bahan pakan sumber protein utama bagi unggas yaitu bungkil kedelai dan tepung ikan. Di Indonesia, penyediaan bahan pakan sumber protein sangat tergantung oleh impor. Bahkan, Indonesia merupakan salah satu importir bahan pakan sumber protein terbesar di kawasan ASEAN. Berdasarkan data Rabobank tahun 2020, Indonesia mengimpor sebanyak 4,2 juta ton bungkil kedelai.

Upaya mengurangi impor bahan pakan sumber protein (bungkil kedelai dan tepung ikan) terus dilakukan. Salah satu yang dikembangkan sebagai bahan pakan alternatif sumber protein pengganti tepung ikan dan bungkil kedelai adalah maggot BSF.

Maggot merupakan larva dari *Hermetia illucens* (HI) atau sering disebut *black soldier fly* (BSF). Jenis larva dari serangga ini dapat menjadi alternatif (substitusi) bahan pakan sumber protein. Maggot merupakan salah satu sumber protein hewani tinggi karena mengandung kisaran protein 30-45% dengan asam amino yang cukup lengkap. Maggot mampu mencerna sekaligus mengurangi massa limbah organik sebanyak 35-45% dalam waktu yang relatif singkat. Siklus hidup lalat *black soldier* atau lalat tentara berlangsung selama 40-43 hari. Siklus hidup maggot dimulai dari lalat dewasa, telur, larva, prepupa dan pupa. Fase

metamorfosis maggot terdiri dari fase telur selama 3 hari, larva atau maggot 18 hari, prepupa 14 hari, pupa 3 hari dan lalat dewasa 3 hari. Lalat betina mampu menghasilkan 500-900 telur dan akan mati setelah kawin. Lalat BSF memiliki keuntungan yaitu siklus pertumbuhannya yang cepat, ketersediannya melimpah, produksinya dapat memanfaatkan sampah, mengandung antinutrisi, mengandung antijamur dan tidak bersaing dengan manusia dalam memenuhi kebutuhan pangan.

Maggot segar mengandung protein kasar yang tinggi 30-50%, dengan kandungan lemak berkisar 29-32%. bahwa maggot dalam bentuk kering memiliki nilai nutrisi yang tinggi yaitu 36,51% protein kasar, 4720,59 kkal/kg energy metabolis (EM), 28,12% lemak kasar, 8,36% serat kasar, 1,52% kalsium dan 0,83% pospor. Maggot dapat diolah menjadi tepung (*mag meal*), sehingga bisa menekan biaya produksi pakan serta dapat dijadikan sebagai sumber protein hewani bagi ransum ternak sehingga dapat mengurangi beban petani dalam penyediaan pakan ternak yang berkualitas.

Peternak unggas biasanya menggunakan berbagai macam bahan pakan untuk menghasilkan pakan yang berkualitas dengan kandungan nutrisi sesuai kebutuhan ternak. Tidak adapun peternakan unggas yang memberikan bahan pakan tunggal. Hingga saat ini tidak ada jenis pakan tunggal yang bisa memenuhi kebutuhan nutrisi unggas secara lengkap. Demikian pula dengan penggunaan maggot BSF sebagai pakan, biasanya dicampurkan dengan bahan pakan lain, dan hanya untuk mengganti salah satu jenis pakan, misalnya tepung ikan, bungkil kedelai atau tepung tulang. Maggot memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai bahan pakan.

Kelebihan maggot BSF antara lain :

- BSF memiliki efek antimikrobal, bahkan dari studi yang ada, BSF bisa dianggap sebagai pengganti AGP (*Antibiotic Growth Promotor*).
- Meningkatkan daya tahan tubuh ternak terhadap bakteri dan jamur.
- Kandungan proteinnya cukup tinggi, yaitu sekitar 40 - 50%, dan jenis asam aminonya cukup lengkap.
- Asam lemak pada maggot BSF berantai sedang, sehingga membantu efisiensi pakan

Kekurangan maggot BSF antara lain :

Kandungan lemak maggot tergolong tinggi ( $\pm 30\%$ ), padahal lemak menjadi batas untuk penggunaan bahan baku di ransum unggas. Guna mengatasi hal ini, maka industri BSF sudah melakukan pengolahan maggot dengan mengeluarkan lemaknya menggunakan beberapa teknik pengepresan dan ekstraksi.

Budidaya maggot BSF dengan memanfaatkan berbagai macam limbah organik. Salah satunya adalah dengan kotoran ternak. Maggot BSF juga dapat mengubah kotoran sapi, ayam atau babi menjadi produk yang mengandung sekitar 40% protein dan 35% lemak dalam bahan kering. Larva BSF yang dibudidayakan pada kotoran sapi mengandung 21,5% lipid (berdasarkan bahan kering) termasuk asam laurat (21%), asam palmitat (16%), asam oleat (32%) dan asam lemak  $\omega 3$  (FA; 0,2%). Jika 10% jeroan ikan ditambahkan ke kotoran sapi, persentase lipid total meningkat sekitar 40%, sedangkan proporsi  $\omega 3$  meningkat dari 0,2% menjadi 3%. Protein yang dihasilkan larva BSF mengandung asam amino yang cukup lengkap, yakni treonin (0,6% hingga 1,41%), valin (2,23% hingga 3,4%),

isoleusin (1,51% hingga 2%), leusin (2,61% hingga 3,5%) dan lisin (2,21% hingga 3,4%).

Sampah organik selain kotoran ternak juga sangat potensial untuk pertumbuhan maggot. Sampah organik yang tersedia di Indonesia mencapai 47,6 juta ton yang berpotensi menghasilkan maggot sebanyak 19,04 juta ton. Apabila dalam setiap ton maggot mampu menghasilkan tepung maggot sebanyak 300 kilogram, artinya terdapat potensi menghasilkan tepung maggot sebanyak 5,71 juta ton. Penggunaan maggot BSF sebagaibahan pakan unggas sangat bermanfaat dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat menumpuknya limbah di lingkungan sekitar. *Black soldier fly* (BSF) berpotensi untuk mengatasi beberapa masalah lingkungan terkait volume limbah, bau tidak sedap, dan emisi gas rumah kaca.

### **5.1. Maggot sebagai Bahan Pakan Ayam Petelur**

Ayam ras petelur merupakan ayam yang sengaja dipelihara dengan tujuan untuk memproduksi banyak telur. Periode produksi ayam petelur dibagi menjadi dua yaitu fase I dari umur 22-42 minggu dengan rata-rata produksi telur 78% dan berat telur 56 g, dan fase II umur 42-72 minggu dengan rata-rata produksi telur 72% (Scott *et al.*, 1982). Ayam bertelur mulai pada umur 16 minggu dengan berat telur yang kecil dan akan terus meningkat pada 6 minggu pertama setelah bertelur. Produksi telur terus meningkat sampai puncak produksi pada umur 25-36 minggu. Berat telur mencapai maksimal setelah umur 50 minggu. Penurunan produksi telur terjadi dengan perlahan sampai menjelang afkir pada saat ayam berumur 82 minggu dengan rata-rata produksi 55%.

Ayam ras petelur dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe petelur ringan dan tipe medium. Tipe petelur ringan disebut juga tipe ayam petelur putih. Ciri-ciri tipe ayam ras petelur ringan

yaitu mempunyai badan ramping atau kecil, mata bersinar, bulu berwarna putih bersih dan jengger berwarna merah dan mampu bertelur lebih dari 260 butir/tahun. Sedangkan tipe petelur medium mempunyai ciri-ciri yaitu warnanya coklat, bobot ayam yang cukup berat, tidak terlalu kurus namun juga tidak gemuk, cukup banyak menghasilkan daging. Ayam tipe petelur medium disebut juga sebagai tipe dwiguna. Fase pemeliharaan ayam petelur dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase starter (umur 1 - 6 minggu), fase grower (umur -18 minggu) dan fase layer atau petelur (> umur 18 minggu sampai afkir).

Produksi telur dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya: pakan, lingkungan dan manajemen. Kandungan nutrisi ransum sangat berpengaruh terhadap produksi telur dan kualitas telur yang dihasilkan. Jumlah pakan yang dikonsumsi dan kandungan zat nutrisi serta antinutrisi dari bahan pakan juga sangat mempengaruhi produksi telur. Umumnya kualitas organoleptik telur seperti warna, bau, dan rasa dipengaruhi oleh pakan. Produksi dan kualitas telur yang terbaik akan diperoleh pada tahun pertama ayam bertelur dan kualitas telur tahun berikutnya cenderung menurun seiring bertambahnya umur ayam.

Peneliti Sumiati *et al.* (2020) melaporkan bahwa maggot dapat digunakan sebagai pakan petelur ayam ras. Penelitian menggunakan 80 ekor ayam ras umur 6 bulan. Ayam petelur dibagi menjadi 4 kelompok dan diberi perlakuan pakan yang mengandung maggot, yaitu P0 =0%, P1=5%, P2=10% dan P3=15%. Hasil produksi telur harian sebesar 61.97% (P0), 73.57% (P1), 64.10% (P2) dan 59.65% (P3I). Produksi telur yang dihasilkan masih sesuai dengan umur ayam petelur yang dipelihara. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi telur diantaranya: mutu bibit, kualitas pakan, kecukupan nutrisi, kesehatan ayam, kondisi lingkungan, manajemen pemeliharaan,

perkembangan saluran pencernaan dan reproduksi, umur ternak, lama penyinaran dan stress.

Sumiati *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa rata-rata bobot telur yang dihasilkan pada tiap perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut adalah 55.35; 55.47; 55.75 dan 55.84 g/butir/ekor. Bobot satu butir telur ayam ras menurut Standar Nasional Indonesia No.01-3926-2006 dikelompokkan menjadi empat (4) kelompok yaitu ekstra besar (lebih dari 60g), besar (56-60g), sedang (51- 55g), kecil sedang (52-58g), kecil (kurang dari 52g) dan ekstra kecil (kurang dari 46g). Penelitian ini juga mengamati konsumsi pakan, di mana diperoleh data bahwa konsumsi pakan semua perlakuan sama, yakni berkisar 103.55-112.21g/ekor/hari. Pemberian maggot pada penelitian tidak menurunkan konsumsi pada ayam petelur, karena masih sesuai standar Nasional (SNI) yaitu rata-rata 100-120g/ekor/hari.

Konversi pakan lebih baik, pada P1 sebesar 2,81. Sedangkan konversi pakan pada perlakuan lainnya adalah 3.45 (P0), 3.20(P2) dan 3.21 (P3). Sumiati *et al.* (2020) juga mengamati kualitas telur, khususnya kandungan protein dan kolesterol telur. Pemberian maggot sebesar 0-15% menghasilkan kadar protein kasar telur yang meningkat, yakni sebesar 12.17% (P0), 12.98% (P1), 13.83% (P2), 14.53% (P3). Kolesterol telur 149.25% (P0), 153.75% (P1), 181.25% (P2) dan 175.00% (P3).

Pemberian maggot 0-15% dalam ransum ayam petelur ras dilaporkan meningkatkan kadar kolesterol telur (Sumati *et al.*, 2020). Kandungan kolesterol telur berturut-turut adalah 149,25% (P0), 153,75% (P1), 181,25% (P2), dan 175,00% (P3). Faktor yang mempengaruhi kolesterol yaitu kandungan dari pakan seperti lemak pakan dan serat pakan. Lemak pakan yang diberikan pada masing-masing perlakuan adalah 4,1% (P0), 5,4% (P1), 6,6% (P2) dan 7,9% (P3). Semakin tinggi lemak pakan yang diberikan maka dapat mempengaruhi kandungan kolesterol.

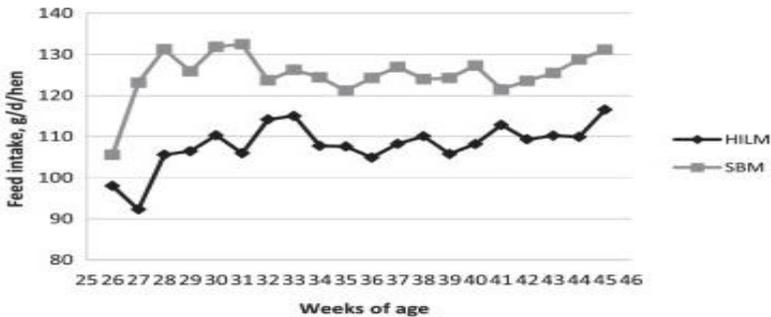
Peneliti lain, Marono *et al.* (2017) melaporkan kajian pengaruh tepung serangga dari tepung larva *Hermetia illucens* (HILM) sebagai pengganti bungkil kedelai (MBS) lengkap terhadap penampilan produktif dan profil darah ayam petelur, dari umur 24 hingga 45 minggu. Sebanyak 108 ekor ayam petelur *Lohmann Brown Classic* umur 24 minggu dibagi rata menjadi 2 kelompok (54 ekor/kelompok, 9 ulangan 6 ekor/kelompok). Dari usia 24 hingga 45 minggu, kelompok diberi makan 2 diet isoproteik dan isoenergetik yang berbeda: kelompok kontrol (SBM) diberi makan bungkil jagung-kedelai, sedangkan pada kelompok HILM bungkil kedelai sepenuhnya digantikan oleh larva *Hermetia illucens*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan HILM menyebabkan rasio konversi pakan yang lebih menguntungkan ( $P < 0,01$ ) pada ayam tetapi persentase bertelur, asupan pakan, berat telur rata-rata, dan massa telur lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) pada ayam yang diberi diet SBM. Penampilan produktif ayam petelur yang diberi tepung larva yang dihilangkan lemaknya dari *Hermetia illucens* sebagai penggantian total bungkil kedelai lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang diberi pakan SBM. Performa produktif ayam yang lebih rendah dari kelompok HILM dapat dikaitkan dengan asupan pakan yang lebih rendah. Tepung *Hermetia illucens* berwarna coklat, lebih gelap dari kedelai. Rasa pakan yang berbeda juga dapat mempengaruhi asupan ayam, karena unggas cenderung menghindari pakan yang mengandung bahan yang tidak biasa dibandingkan dengan pakan yang menyediakan nutrisi dasar dari bahan pakan alami. Ayam yang diberi tepung serangga HILM menghasilkan persentase telur yang lebih tinggi dari kelas kecil (S), sedang (M), dan ekstra besar (XL) ( $P < 0,01$ ) dibandingkan MBS, sedangkan kelompok MB memiliki persentase telur yang lebih tinggi dari ayam besar. (L) kelas (P

<0,01). Pengaruh pemberian HILM terhadap performa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Performa Ayam Petelur yang Mendapat Pakan mengandung Maggot BSF

	HDP (%)	Konsumsi (g/ekor/hr)	Bobot telur (g)	Massa Telur	FCR
HILM	91,9	108,0	59,9	55,1	1,97
SBM	94,5	125,1	61,8	58,3	2,17

Marono et al. (2017)



Tingkat rasio globulin dan albumin terhadap globulin masing-masing lebih tinggi dan lebih rendah ( $P < 0,05$ ) pada HILM dibandingkan kelompok MBS. Kolesterol dan trigliserida lebih tinggi ( $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$ , masing-masing) pada ayam dari SBM dibandingkan pada kelompok HILM. Kadar Ca darah lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) pada ayam yang diberi tepung serangga, sedangkan kreatinin lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) pada darah ayam yang diberi SBM. Tepung larva *Hermetia illucens* dapat menjadi sumber protein alternatif yang cocok untuk ayam petelur meskipun penggantian bungkil kedelai secara lengkap perlu penyelidikan lebih lanjut untuk menghindari efek negatif pada asupan pakan.

Marono *et al.* (2017) melaporkan tidak adanya kematian dan tanda-tanda gangguan klinis (seperti diare), serta tidak adanya penurunan berat badan pada kedua kelompok, menunjukkan bahwa *Hermetia illucens* tidak memiliki efek negatif pada status kesehatan ayam petelur. Hal ini juga diperkuat dengan hasil analisis darah karena sebagian besar kriteria tidak berbeda antar kelompok. Total protein dan albumin anytar kelompok tidak berbeda, di mana keduanya merupakan kriteria yang berguna untuk mengevaluasi kondisi tubuh unggas karena protein plasma memainkan peran kunci dalam pemeliharaan homeostasis tubuh, dan albumin berfungsi sebagai sumber asam amino yang paling disukai untuk sintesis protein. Hasil penelitian Marono *et al.* (2017) efek pemberian HILM terhadap profil darah pada ayam petelur dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Profil Darah Ayam Petelur Akibat Pemberian Maggot BSF (Marono *et al.*, 2017).

	HILM	SBM	P-value	RMSE
Haematological traits				
Haematocrit, %	33.3	33.8	0.67	3.642
Haemoglobin, g/dl	11.1	10.1	0.071	1.451
RBC, $\times 10^6/\text{mm}^3$	3.65	3.61	0.85	0.654
WBC, $\times 10^3/\text{mm}^3$	21.1	20.9	0.86	2.982
Heterophils, %	37.1	37.3	0.35	0.841
Lymphocytes, %	47.3	48.9	0.34	0.173
Monocytes, %	2.94	2.69	0.97	0.471
Eosinophils, %	11.4	10.1	0.22	0.090
Basophils, %	1.31	1.00	0.12	0.472
H/L	0.79	0.77	0.11	0.534

Uji coba maggot BSF yang sudah dihilangkan lemaknya untuk menggantikan 50 atau 100% bungkil kedelai yang digunakan dalam pakan ayam petelur Lohmann dilaporkan oleh Maurer *et al.* (2016). Setelah tiga minggu pemberian pakan percobaan, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok pemberian pakan dalam hal penampilan (produksi telur, konsumsi pakan). Ada kecenderungan ( $P=0,06$ ) untuk berat albumen yang lebih rendah; bobot kuning telur dan cangkang tidak berbeda. Tidak ada kematian dan tidak ada tanda gangguan kesehatan yang terjadi. Skor bulu serta luka tetap stabil selama periode percobaan dan tidak berbeda antar perlakuan. Bahan kering ekskreta meningkat dengan meningkatnya proporsi tepung *Hermetia* dalam pakan.

## **5.2. Maggot BSF sebagai Bahan Ayam Broiler**

Ayam broiler memiliki pertumbuhan yang cepat dengan timbunan daging yang baik, dada lebih besar, masa panen yang relatif singkat dan dipanen dengan bobot badan 2-3 kg (Appleby *et al.*, 2004). Produktivitas ayam broiler dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu penyediaan bibit unggul, pemenuhan kebutuhan nutrient dan manajemen pemeliharaan. Ketiga faktor tersebut merupakan satu kesatuan sistem, jika salah satu terabaikan maka tidak akan memberikan produksi maksimal. Produktivitas ayam broiler CP 707 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Produktivitas Ayam Broiler CP707

Umur (Minggu)	Bobot Badan (gram/ekor)	Pertambahan Bobot Badan (gram/ekor/hari)	Konsumsi (gram)	FCR
1	175	19	150	0,856
2	487	45	515	1,059
3	932	64	1.175	1,261
4	1.467	76	2.120	1,445
5	2.049	83	3.297	1,609
6	2.634	84	4.625	1,756

Penelitian Cheng *et al.* (2022) mengenai penggunaan tepung maggot BSF (*Black Soldier Fly Larvae Meal* =BSFLM) pada ayam broiler, dilakukan dengan menggunakan 6 ransum uji. Penelitian ini membandingkan kualitas protein pada BSFLM dengan tepung bungkil kedelai (*Soy bean meal* = SBM) dan tepung ikan (*fish meal* = FM) dengan menggunakan model pengujian pertumbuhan ayam rasio efisiensi protein (PER) klasik. Sebanyak 240 anak ayam broiler Ross × Ross jantan umur sehari dialokasikan untuk 6 ransum uji selama 10 hari uji. Diet berbasis pati jagung-dekstroza adalah: 5 diet uji yang mengandung 10% protein kasar (CP) dari kasein (sebagai diet uji standar), SBM, FM, atau BSFLM tanpa atau dengan (BSFLM+) asam amino esensial tambahan (EAA) untuk mencocokkan tingkat diet MBS berdasarkan dasar yang dapat dicerna. Diet keenam adalah bebas nitrogen (nitrogen free diet =NFD), untuk memungkinkan penghitungan *net protein ratio* (NPR). Ayam broiler memiliki akses yang sama secara *ad libitum* ke pakan dan air. Data bobot badan (BB) dan asupan pakan (FI) dicatat pada awal dan akhir periode pemberian pakan perlakuan. Pertambahan berat badan (BWG), rasio pertambahan terhadap pakan (G:F),

asupan protein kasar (CPI), PER, dan NPR dihitung. Data hasil penelitian Cheng *et al.* (2022) selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Performa Ayam Broiler Akibat Pemberian Maggot BSF (Cheng *et al.*, 2022)

Item	Diet <sup>1</sup>							SEM	P-value
	NFD	Casein	SBM	Fishmeal	BSFLM	BSFLM+			
Initial body weight (BW)	245.7	253.3	243.6	240.0	233.2	240.9	5.63	0.241	
BW gain (BWG), g/bird	-17.1 <sup>c</sup>	88.7 <sup>b</sup>	105.8 <sup>b</sup>	111.5 <sup>b</sup>	98.3 <sup>b</sup>	171.3 <sup>a</sup>	8.79	<0.01	
Feed intake (FI), g/bird	268.7 <sup>c</sup>	330.1 <sup>bc</sup>	308.8 <sup>b</sup>	449.0 <sup>a</sup>	353.3 <sup>b</sup>	420.6 <sup>a</sup>	15.6	<0.01	
BWG to FI	-0.07 <sup>d</sup>	0.26 <sup>bc</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	0.25 <sup>c</sup>	0.28 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.02	<0.01	
CPI, g/bird	-	38.4 <sup>c</sup>	44.5 <sup>bc</sup>	48.4 <sup>b</sup>	46.4 <sup>bc</sup>	70.2 <sup>a</sup>	2.04	<0.01	
PER, g BWG/g CPI	-	2.28	2.38	2.34	2.10	2.44	0.19	0.75 <sup>‡</sup>	
NPR, g BWG/g CPI	-	2.74	2.78	2.70	2.48	2.69	0.18	0.828	

1

Abbreviations: BSFLM, black soldier fly larvae meal; BSFLM+, BSFLM supplemented with amino acids to match soybean meal diet; NFD, nitrogen free diet; SBM, soybean meal.

Cheng *et al.* (2022) menyatakan bahwa ayam broiler yang diberi makan NFD menghasilkan BWG negatif yang menegaskan perlunya protein dan AA untuk pemeliharaan. Sedangkan ayam yang diberi kasein, SBM, FM, dan BSFLM memiliki BWG yang serupa ( $P > 0,05$ ). Penambahan asam amino esensial sintetik dalam ransum BSFLM+ pada tingkat SBM menghasilkan BWG yang lebih unggul ( $P < 0,05$ ) dibandingkan unggas yang diberi ransum lain. Ayam broiler yang diberi pakan

FM dan BSFLM+ mengonsumsi pakan lebih banyak ( $P < 0,05$ ) dibandingkan ayam broiler yang diberi pakan SBM, BSFLM dan NFD. Namun, ayam broiler yang diberi pakan SBM dan BSFLM menunjukkan asupan pakan yang serupa ( $P > 0,05$ ). Ayam broiler yang diberi pakan BSFLM+ memiliki G:F yang lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan ayam yang diberi pakan lain kecuali SBM.

Dijelaskan lebih lanjut oleh Cheng *et al.* (2022) bahwa Nilai PER dan NPR adalah indikator kualitas protein yang efektif untuk bahan tunggal, terutama saat menentukan efisiensi biologis dan nilai ekonomis bahan baru untuk aplikasi multispecies (Mansilla *et al.*, 2020). PER bahan yang lebih besar dari PER kasein menunjukkan sumber berkualitas tinggi (Mansilla *et al.*, 2020). Berdasarkan PER dan NPR yang diamati dalam penelitian ini, kualitas protein dalam BSFLM sebanding dengan kasein, SBM, FM, dan BSFLM+.

Penelitian Vilela *et al.* (2021) tentang tingkat inklusi yang optimal dari larva lalat prajurit hitam (BSFL) penuh lemak dalam diet ayam broiler dan untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kinerja, pencernaan nutrisi, dan sistem kekebalan tubuh (sel darah dan limfosit intraepitel). Sebanyak 400 ekor broiler Ross 308 jantan umur sehari dibagi secara acak ke dalam 5 kelompok perlakuan dengan masing-masing 8 ulangan. Lima tingkat inklusi BSFL penuh lemak diselidiki di seluruh starter (0, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%), diet grower dan finisher (0, 5%, 10%, 15% dan 20%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selama seluruh periode percobaan (dari 2 hingga 42 hari), tingkat inklusi BSFL menurunkan rasio konversi pakan sebesar 10% pada ayam pedaging yang menerima 20% BSFL dalam makanannya ( $P < 0,05$ ). Limfosit dan jumlah sel darah putih menurun secara linier masing-masing sebesar 47,7% dan 35,9%, dengan inklusi

BSFL hingga 20% ( $P < 0,001$ ). Kandungan nutrisi larva BSFL yang diberikan pada ayam broiler menurut Vilela *et al.* (2021).

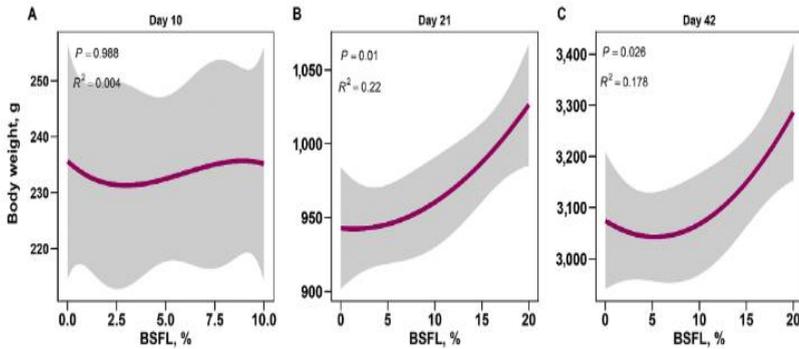
Tabel 9. Kandungan Nutrisi Larva BSF Menurut Vilela *et al.*, 2021

Parameter	Mean	SD	CV, %	Parameter	Mean	SD	CV, %	Parameter	Mean	SD	CV, %
Nutrients, %				Fat acid profile, g/kg DM				Amino acid profile, mg/g DM			
DM	94.17	0.50	0.01	SFA							
Gross energy, MJ/kg	22.65	0.32	0.01	C12:0 (Lauric Acid)	128.29	13.08	0.10	Histidine	11.12	0.22	0.02
Crude protein	40.11	1.35	0.03	C14:0 (Myristic Acid)	22.27	2.10	0.09	Serine	16.13	0.49	0.03
Crude fat	32.54	3.53	0.11	C16:0 (Palmitic Acid)	32.72	2.54	0.08	Arginine	18.42	0.79	0.04
Crude ash	14.02	0.43	0.03	C10:0	6.69	0.72	0.11	Glycine	19.94	0.62	0.03
Minerals, mg/kg				C18:0	7.55	0.35	0.05	Aspartic acid	32.74	0.80	0.02
Calcium	48,200.02	2,946.47	0.06	Total SFA	200.70	18.42	9.18	Glutamic acid	43.68	2.11	0.05
Phosphorus	8,290.59	712.10	0.09	MUFA				Threonine	15.78	0.43	0.03
Aluminium	2,255.00	496.06	0.22	C18:1n-9 (Oleic Acid)	24.65	2.01	0.08	Alanine	27.62	2.64	0.10
Copper	155.00	5.00	0.03	C18:1n-7	1.25	0.09	0.07	Proline	20.92	0.49	0.02
Iron	2,697.50	248.03	0.09	C18:1n-7t	0.51	0.21	0.41	Lysine	22.57	0.66	0.03
Potassium	13,283.20	950.44	0.07	C14:1n-5	0.32	0.03	0.10	Tyrosine	21.01	0.61	0.03
Magnesium	3,933.49	183.35	0.05	C17:1n-7	0.28	0.14	0.49	Methionine	7.09	0.29	0.04
Manganese	3,562.50	181.71	0.05	Total MUFA	28.05	1.99	7.11	Valine	23.16	0.56	0.02
Sodium	9,435.00	1173.85	0.12	PUFA				Isoleucine	17.23	0.50	0.03
Sulphur	3,407.55	123.97	0.04	C18:4n-3	0.32	0.08	0.25	Leucine	27.27	0.76	0.03
Zinc	1,365.00	18.03	0.01	C20:5n-3	0.11	0.02	0.22	Phenylalanine	16.97	0.53	0.03
				C18:2n-6 (Linoleic Acid)	20.22	1.67	0.08	Total	341.66	8.18	0.02
				C18:3n-3	2.35	0.21	0.09				
				Total PUFA	23.46	1.72	7.32				

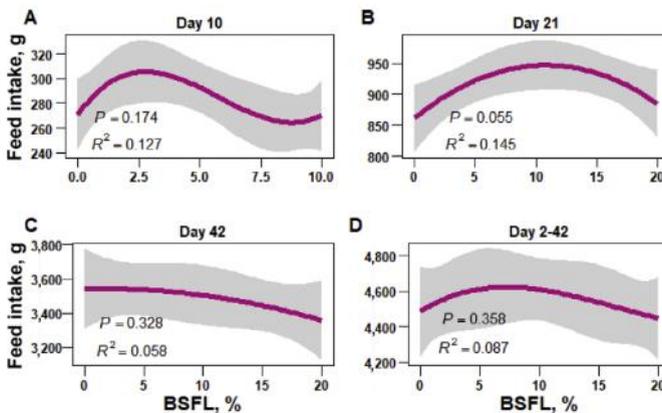
SD – standard deviation; CV – coefficient of variation; DM – dry matter; SFA – saturated fatty acids; MUFA – monounsaturated fatty acids; PUFA – polyunsaturated fatty acids.

<sup>1</sup> Not all fatty acids are shown on the table, only the ones that are most prevalent, and therefore, values of total SFA, MUFA and PUFA are not the sum of the values presented in the table.

Peningkatan performa ayam pedaging yang diberi pakan BSFL dalam penelitian ini dapat dijelaskan dengan tingginya kadar asam laurat dalam BSFL (128,3 g/kg DM dalam penelitian ini), menghasilkan hingga 29,4 g asam laurat/kg ransum. Performa ayam broiler untuk fase *starter*, *grower* dan *finisher* (Vilela *et al.*, 2021).

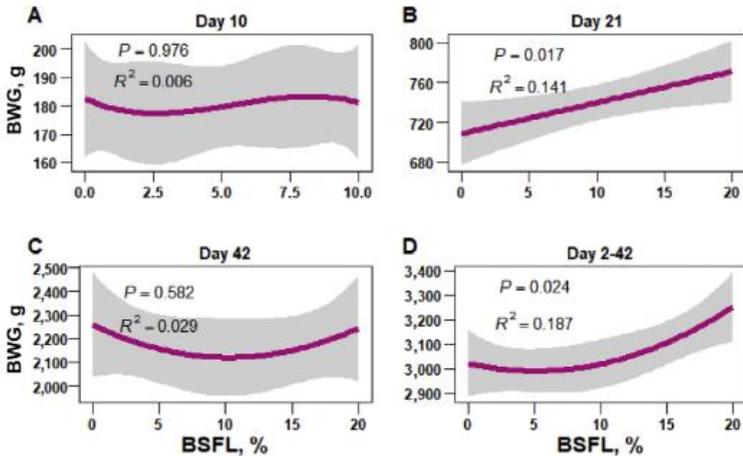


Konsumsi pakan ayam broiler akibat pemberian larva BSF pada tidap fase (Vilela *et al.*, 2021)

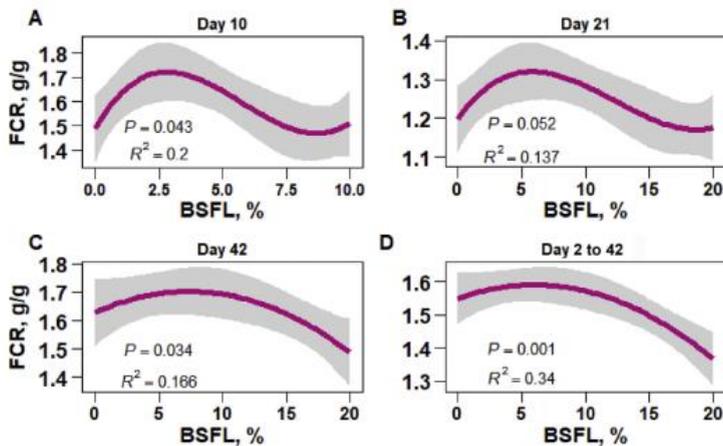


Performa ayam broiler dipengaruhi oleh komposisi nutrisi dari BSFL. Komposisi nutrisi BSFL terutama karena profil asam amino esensialnya (Metionin: 0,7% hingga 0,9%; Valin: 2,3% hingga 2,8%; Lisin: 2,3% hingga 2,6%; Arginin: 1,8% hingga 2,0%), kandungan protein kasar ( $\leq 53\%$ ), kandungan lemak kasar ( $\leq 58\%$ ), dan kandungan kalsium ( $\leq 7\%$ ) berdasarkan bahan kering.

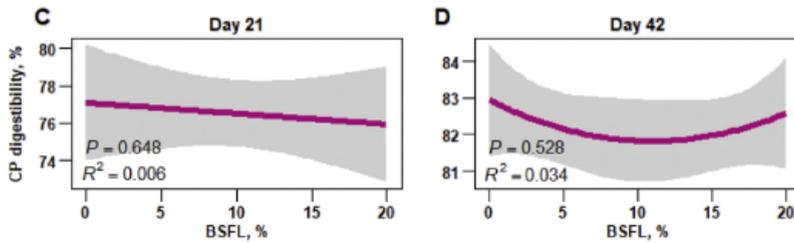
Pertambahan bobot badan ayam broiler akibat pemberian larva BSF (Vilela *et al.*, 2021)



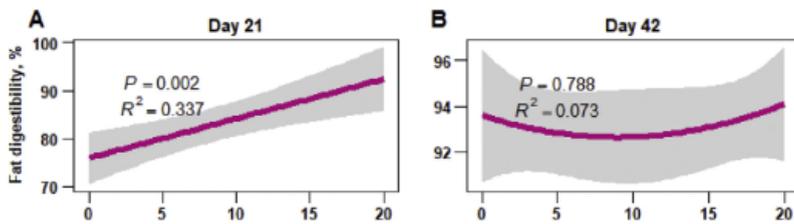
FCR ayam pedaging meningkat dengan meningkatnya kadar BSFL dalam pakan. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh pengaruh tingkat inklusi BSFL terhadap pertumbuhan yang menghasilkan peningkatan yang signifikan pada grower dan finisher. FCR ayam broiler yang diberi larva BSF (Vilela *et al.*, 2021).



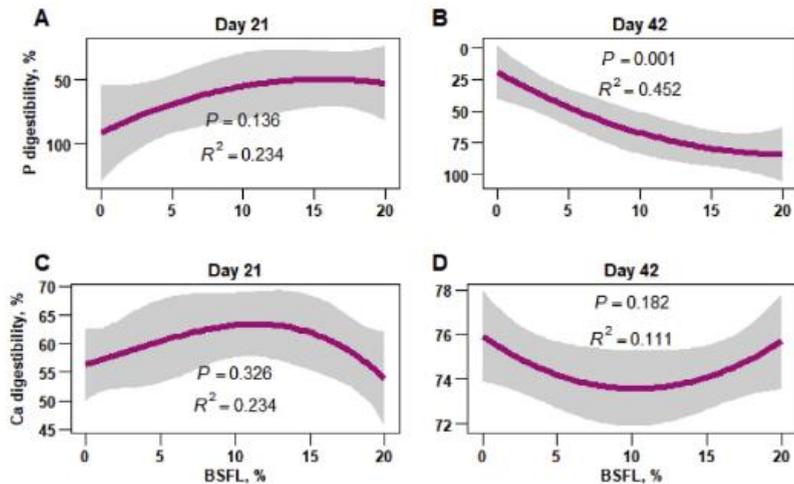
## Kecernaan Protein Kasar Ransum



## Kecernaan lemak



## Kecernaan Ca dan P



Saat ini ada kendala dalam penggunaan BSFL dalam industri perunggasan dalam skala besar. Bergantung pada

negaranya, biaya BSFL mungkin tidak kompetitif dibandingkan dengan bahan pakan sumber protein konvensional dan skala yang diperlukan untuk memproduksi BSFL dengan harga yang menarik melibatkan perubahan drastis pada sistem produksi BSFL saat ini. Namun, seperti yang dinyatakan sebelumnya, BSFL merupakan bahan pakan yang menarik untuk sistem produksi ternak di beberapa negara karena ketersediaan sumber daya alam dan mata uang yang lemah untuk impor bahan pakan sumber protein. Tingkat penggunaan optimal yang disarankan sebesar 15% hingga 20% dalam ransum, akan membutuhkan pengembangan produksi BSFL di banyak negara untuk meningkatkan biaya dan meningkatkan volume produksi. Kendala pemberian dalam jumlah tinggi BSFL adalah kadar lemak BSFL yang tinggi. Hal ini karena 2 alasan: (1) persyaratan energi yang telah ditetapkan sebelumnya di setiap fase diet ayam pedaging dipatuhi dan tidak dilampaui; (2) profil asam lemak termasuk konsentrasi asam linoleat dari BSFL bervariasi dan mungkin memerlukan penambahan sumber asam linoleat kedua seperti minyak biji kapas. Menggunakan BSFL yang diekstrak lemaknya secara keseluruhan, dapat meningkatkan persentase BSFL dalam formulasi ransum, namun proses ekstraksi membutuhkan biaya.

### **5.3. Maggot BSF sebagai Bahan Pakan Puyuh**

Puyuh membutuhkan beberapa unsur nutrisi untuk kebutuhan hidupnya. Unsur tersebut adalah protein, energi, vitamin, mineral, dan air. Kekurangan unsur - unsur tersebut dapat mengakibatkan gangguan kesehatan dan menurunkan produktifitas. Burung puyuh mempunyai 2 fase pemeliharaan yaitu fase pertumbuhan dan fase produksi (bertelur). Fase pertumbuhan dibagi menjadi 2 fase yaitu starter (0-3 minggu), grower (3-5 minggu) dan fase produksi (lebih 5 minggu). Puyuh

berumur 0-3 minggu membutuhkan protein 25% dan energi metabolisme 2900 kkal/kg. Umur 3-5 minggu kadar protein dikurangi menjadi 20% dan energi metabolisnya 2600 kkal/kg.

Larva lalat HI telah diujikan pada beberapa spesies ternak untuk menggantikan tepung ikan atau kedele dalam ransum. Larva HI dapat mensubstitusi tepung ikan sampai 50% (5% dalam ransum) dan menghasilkan penampilan produksi puyuh yang baik (Widjastuti *et al.*, 2014). Hasil yang berbeda dikemukakan oleh Ansyari *et al.*, 2012), bahwa substitusi larva HI sampai 100% (25,88% dalam ransum) menggantikan 16% tepung ikan dalam ransum, hasilnya tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan berat badan, konversi ransum, dan berat badan akhir puyuh betina periode pertumbuhan umur 3-7 minggu. Maurer *et al.* (2016) melaporkan bahwa penggunaan 24% tepung larva HI yang telah dihilangkan lemaknya dalam ransum dapat menggantikan 100% tepung kedelai (36%) pada ayam petelur. Hasil penelitiannya menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap produksi telur dan konsumsi pakan, kuning telur dan berat cangkang, namun putih telurnya cenderung lebih rendah, serta tidak ada gangguan kesehatan dan kematian.

Agunbiade *et al.* (2007), melakukan penggantian tepung ikan (6% dalam ransum) dengan tepung maggot pada ayam petelur dapat menggantikan 50% tepung ikan tanpa mempengaruhi konsumsi pakan, berat badan dan konversi pakan, namun jika lebih dari 50% dapat menurunkan produksi telur. Hal ini disebabkan karena efek dari kitin pada maggot BSF.

Salah satu upaya untuk meningkatkan utilitas nutrisi pada Maggot BSF maka dapat dilakukan fermentasi. Salah satunya dengan *Trichoderma*. *Trichoderma* merupakan salah satu jamur yang dapat menghasilkan enzim kitinase yang dapat mendegradasi kitin. Enzim kitinase yang dihasilkan merupakan

enzim yang mampu merombak polimer kitin menjadi unit monomer N-asetil. Kandungan kitin pada cangkang atau limbah udang berkisar antara 20-30%. Setelah dilakukan proses fermentasi dengan kapang *Trichoderma viridae* rataan kandungan kitin pada tepung limbah udang sebesar 3,01%. Kandungan kitin yang rendah ini tidak bersifat faktor pembatas lagi dalam susunan ransum ternak unggas. Sehingga limbah udang hasil fermentasi dengan kapang *Trichoderma viridae* ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan penyusun ransum ternak unggas. Hasil penelitian Mulyono *et al.* (2019) menunjukkan bahwa penambahan kapang *Trichoderma* sp dengan dosis 2% mampu meningkatkan pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik secara *in vitro* dan *in vivo* pada burung puyuh petelur.

Mulyono *et al.* (2021) melaporkan penelitian penggunaan maggot fermentasi dengan *Trichoderma* (merk Tricor-TM) pada 200 ekor puyuh betina petelur (*Coturnix coturnix Japonica*). Ransum puyuh disusun dengan protein kasar 21% dan energi metabolis 2900 kkal/kg. Perlakuan yang diberikan adalah penggantian tepung ikan dengan maggot fermentasi sebesar 0, 25, 50, 75 dan 100%. Susunan ransum yang digunakan seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Susunan Ransum Puyuh Periode Layer Mengandung Maggot BSF

Bahan Pakan	Perlakuan				
	T0	T1	T2	T3	T4
	-----%-----				
Jagung kuning	56,88	56,63	56,36	56,09	55,82
BSF + 2% <i>Trichoderma</i>	0,00	2,12	4,24	6,36	8,48
bungkil kedelai brazil	29,12	29,25	29,40	29,55	29,70
Tepung ikan 60%	8,00	6,00	4,00	2,00	0,00
Premik	1	1	1	1	1
CaCO <sub>3</sub>	5	5	5	5	5
Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kandungan Nutrisi					
EM (kkal/kg)	2.921,1	2.926,6	2.932,0	2.937,5	2.942,9
Protein Kasar (%)	20,78	20,82	20,86	20,90	20,94
Lemak Kasar (%)	3,24	3,32	3,40	3,48	3,55
Serat Kasar (%)	5,09	5,11	5,14	5,16	5,19
BETN (%)	49,51	49,51	49,46	49,46	49,45
Abu (%)	6,73	6,67	6,63	6,58	6,53
Ca (%)	2,48	2,49	2,50	2,50	2,51
P (%)	0,54	0,52	0,51	0,49	0,47
Lisin (%)	1,33	1,25	1,16	1,07	0,99
Metionin (%)	0,42	0,39	0,36	0,333	0,29
E/P	140,6	140,6	140,6	140,6	140,5

Keterangan : <sup>1</sup>Setiap kg ransum mengandung: vitamin A 12,500 IU, vitamin D 32,500 IU, vitamin E 7.5 IU, vitamin K 2 mg, vitamin B1 2.5 mg, vitamin B2 4 mg, vitamin B6 1 mg, vitamin B12 0.012 mg; biotin 0.2 mg, folic acid 0.5 mg, vitamin C 50 mg, nicotinate acid 50 mg, Ca-D Pantothenate 4 mg, choline chloride 15 mg, copper 5 mg, iron 25 mg, iodine 0.2 mg, manganese 60 mg, selenium 0.2 mg, zinc 70 mg, cobalt 0.2 mg, zinc bacitracin 21 mg, lysine 160 mg, DL-methionine 50 mg, threonin 4 mg.

Hasil penelitian Mulyono *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penggunaan maggot BSF terfermentasi untuk menggantikan tepung ikan tidak menurunkan pencernaan nutrisi dan energi metabolis. Namun asupan pakan, konsumsi energi metabolis, retensi nitrogen dan produksi telur menurun dengan substitusi 100% larva *H. illucens* dibandingkan dengan kontrol ( $p < 0,05$ ). Maggot BSF difermentasi *Trichoderma* 2% dapat menggantikan tepung ikan hingga 75% dalam pakan burung puyuh petelur tanpa efek merugikan pada produksi telur. Hasil penelitian pada puyuh petelur dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar berikut ini.

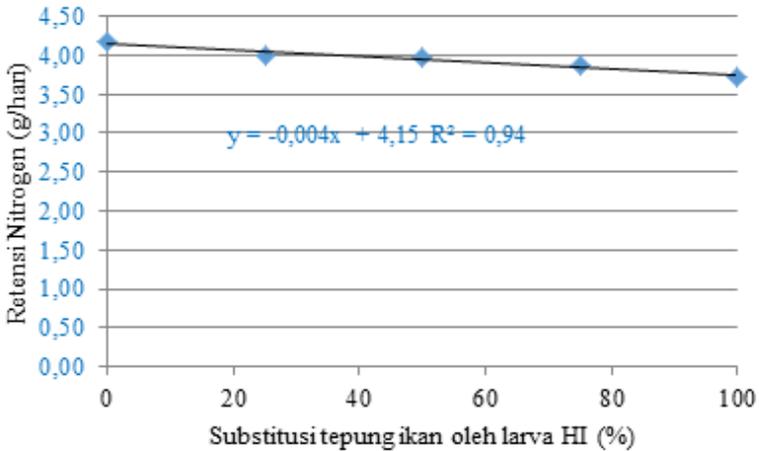
Tabel 11. Kecernaan Nutrisi, Retensi Nitrogen dan Energi Metabolis Ransum (Mulyono *et al.*, 2021)

Variabel	Perlakuan					SEM	P value
	HI 0	HI 25	HI 50	HI 75	HI 100		
Kecernaan bahan organik (%)	86.0	85.5	83.9	85.4	83.8	0,47	0,4 94
Kecernaan ekstraketer (%)	90.6	90.0	90.17	90.4	89.7	0,20	0,7 05
Kecernaan serat kasar (%)	43.8	48.3	44.5	45.0	46.7	1.1 9	0,79 4
Kecernaan protein kasar (%)	89.0	88.4	87.7	88.1	87.6	0,30	0,65 2
Retensi Nitrogen _ (g)	4. 17	3.99 <sup>ab</sup>	3.98 <sup>ab</sup>	3.88	3.72 <sup>c</sup>	0,04	0,005
TME (kkal/kg)	3072	3053	3029	3055	2976	17. 3	0,48 2
Asupan TME (kal/d)	69,6 <sup>a</sup>	66,6 <sup>a</sup>	66,7 <sup>a</sup>	64,9 <sup>ab</sup>	61.0b -	0,84	0,0 07

Keterangan : HI 0 = Penggantian tepung ikan sebanyak 0%  
 HI 25 = Penggantian tepung ikan dengan maggot BSF 25%  
 HI 50 = Penggantian tepung ikan dengan maggot BSF 50%  
 HI 75 = Penggantian tepung ikan dengan maggot BSF 75%  
 HI 100 = Penggantian tepung ikan dengan maggot BSF 100%

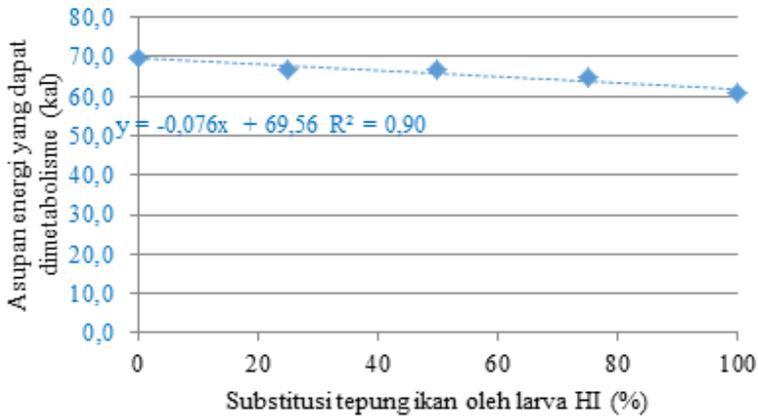
TME = true metabolizable energy ,

<sup>a-c</sup> Berarti berturut- turut dengan superskrip yang berbeda berbeda pada  $p < 0,05$



**Gambar 7** Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap retensi nitrogen (Mulyono *et al.*, 2021)

Kecernaan ransum pada penelitian tidak dipengaruhi oleh perlakuan penggantian tepung ikan dengan maggot fermentasi, karena ransum yang dikonsumsi memiliki kualitas yang hampir sama (iso -energi dan iso - protein). Faktor yang mempengaruhi pencernaan adalah komposisi dan proporsi bahan ransum, komposisi kimia ransum, kadar protein ransum, dan kandungan mineral. Kecernaan yang tinggi menunjukkan bahwa tubuh menyerap zat pakan yang lebih tinggi. Nilai pencernaan protein dan lemak yang tinggi pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa puyuh mampu mencerna dan menyerap protein dan lemak secara efektif. Kecernaan protein relatif sama, karena kandungan protein dalam ransum yang sama. Kecernaan protein tergantung pada bahan makanan dan jumlah protein yang masuk ke saluran



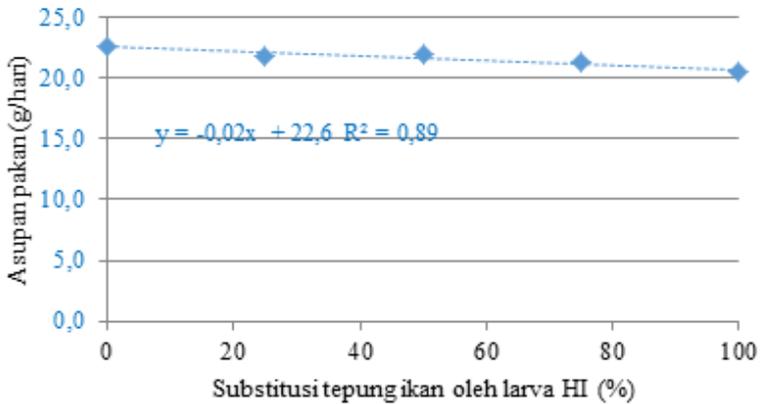
**Gambar 8** Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap asupan energi metabolis (Mulyono *et al.*, 2021)

Tabel 12. Asupan pakan, QDP, FCR dan mortalitas (Mulyono *et al.*, 2021)

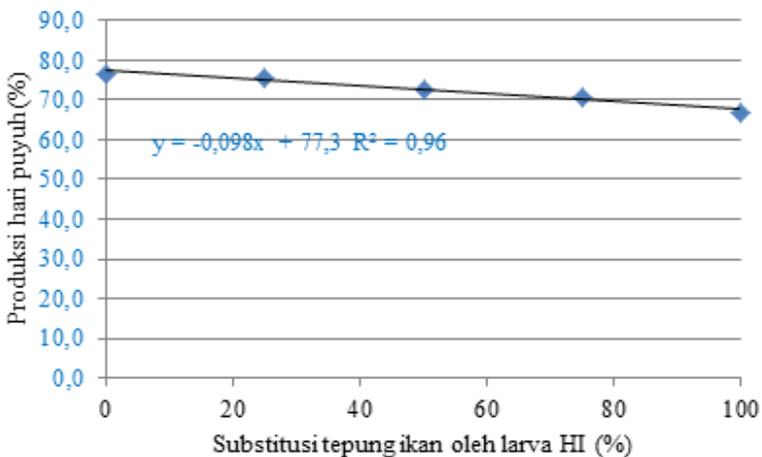
Variabel	Perlakuan					SEM	P value
	HI 0	HI 25	HI 50	HI 75	HI 100		
Asupan pakan (g/d)	22,7 <sup>a</sup>	21,9 <sup>ab</sup>	22,0 <sup>ab</sup>	21,3b <sup>-</sup>	20,5 <sup>c</sup>	0.20	0,00 0
QDP (%)	76,4a <sup>-</sup>	75,5 <sup>a</sup>	72,8 <sup>a</sup>	70,6 <sup>ab</sup>	66,7b <sup>-</sup>	1,09	0,01 4
FCR	3,0 3	3,0 4	3,1 0	3,0 3	3, 18	0, 0 3	0,5 16

QDP : produksi harian puyuh , FCR : rasio konversi pakan ; SEM: kesalahan standar dari berarti.

<sup>a-c</sup> Berarti dalam satu baris dengan superskrip yang berbeda berbeda pada  $p < 0,05$



**Gambar 9** Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap asupan pakan (Mulyono *et al.*, 2021)



**Gambar 10** Pengaruh substitusi tepung ikan oleh larva HI terhadap produksi telur (Mulyono *et al.*, 2021)

*H. illucens* hingga 100% (HI 100) mengurangi jumlah retensi nitrogen ( $p < 0,05$ ). Retensi nitrogen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: konsumsi pakan, konsumsi protein dan pencernaan protein. Konsumsi protein dan retensi nitrogen

berbanding lurus. Asupan pakan dan protein menurun pada HI 100, menyebabkan tingkat retensi nitrogen terendah.

Penggantian tepung ikan larva HI 100% dengan *Trichoderma* 2% menurunkan asupan energi metabolik puyuh ( $p < 0,05$ ). Asupan energi metabolis pada HI 100 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan HI 0, HI 25, HI 50, dan HI 75 ( $p < 0,05$ ). Asupan energi metabolik dipengaruhi oleh konsumsi ransum dan kandungan energi metabolis ransum. Konsumsi pakan dan konsumsi energi memiliki hubungan yang positif, semakin tinggi konsumsi pakan maka semakin tinggi pula konsumsi energi metaboliknya. Asupan pakan perlakuan HI 100 menurun sehingga konsumsi energi metabolik lebih rendah dibandingkan perlakuan HI 0, HI 25, HI 50, dan HI 75. Konsumsi energi metabolik yang rendah menyebabkan produktivitas juga rendah.

**Konsumsi pakan.** Substitusi tepung ikan sebesar 75% larva HI dapat mengurangi konsumsi pakan. Konsumsi pakan puyuh berkurang pada HI 75 dan HI 100 ( $p < 0,05$ ). Penelitian Atteh dan Adeyoyin (1993) bahwa tingkat penggantian tepung ikan lebih dari 10% menyebabkan rendahnya konsumsi pakan dan performa broiler. Dengah *et al.* (2016), menyatakan bahwa substitusi diatas 50% mengurangi konsumsi ransum pada broiler fase finisher. konsumsi pakan menurun pada HI 75 dan HI 100 ( $p < 0,05$ ), yang diduga karena peningkatan kitin dalam ransum. Kadar kitin yang tinggi menyebabkan palatabilitas rendah. Penurunan asupan pakan menyebabkan penurunan konsumsi energi dan nutrisi lainnya. Jumlah konsumsi ransum yang lebih rendah akan menghasilkan lebih sedikit nutrisi yang digunakan untuk produksi (Scott *et al.*, 1982).

**Produksi telur.** Produksi telur puyuh antara HI 0, HI 25, HI 50, dan HI 75 tidak berbeda; namun, menurun pada HI 100 ( $p < 0,05$ ). Produksi telur dipengaruhi oleh pakan yang

dikonsumsi; konsumsi yang rendah mengurangi produksi. Di sisi lain, konsumsi yang tinggi meningkatkan produksi telur. Penelitian ini sejalan dengan Kobayasi *et al.* (2002), produksi telur puyuh dipengaruhi oleh konsumsi pakan. Hasil analisis regresi dengan variabel dependen produksi telur dan variabel independen konsumsi pakan menunjukkan persamaan  $Y = - 19,3 + 4,24X$  dengan nilai  $R^2 = 0,583$ , dan  $p = 0,000$ . Persamaan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 gram konsumsi pakan akan meningkatkan QDP sebesar 4,24 %. Nilai  $R^2$  menjelaskan bahwa 58,3% produksi telur disebabkan oleh konsumsi pakan. Selain itu, konsumsi pakan tampaknya sejalan dengan produksi telur (Harlystiarini *et al.*, 2020).

**Rasio konversi pakan**. Substitusi tepung ikan larva HI 100% yang disuplementasi *Trichoderma* 2% tidak berpengaruh ( $p > 0,05$ ) pada konversi pakan. Hasil tersebut sejalan dengan (Ansyari *et al.*, 2012), namun berbeda dengan (Dengah *et al.*, 2016) bahwa substitusi tepung ikan dengan 100% larva BSF menurunkan efisiensi pakan pada broiler finisher.

#### **5.4. Maggot BSF sebagai Bahan Pakan Unggas Lokal**

Maula *et al.* (2018), melakukan penelitian produksi larva BSF pada kotoran kuda dalam kondisi pemeliharaan sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil asam lemak larva BSF didominasi oleh asam laurat (28,1%) dan asam palmitat (22,0%). Selanjutnya larva BSF diberikan sebagai campuran pakan untuk ayam lokal (Ardennaise). Bobot mingguan ayam Ardennaise yang diberi pakan standar komersial di mana 8% diganti dengan larva BSF *de-frozen* utuh sedikit lebih tinggi daripada ayam kontrol. Semua pengukuran lainnya tidak berbeda secara statistik antara ayam yang diberi makan larva BSF dan ayam kontrol, termasuk profil asam lemak, kandungan protein dan rasio  $\omega 6/\omega 3$ . Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk

mengkonfirmasi hasil pada breed ayam lokal lain dan larva BSF yang diproduksi di media lain. Ciri-ciri karkas ayam Ardennaise umur 80 hari yang diberi ransum yang ditambah dengan 8% larva segar black soldier fly (kelompok eksperimen) atau tidak (kelompok kontrol), dapat dilihat pada Tabel berikut:

Item	Sex	Control group	Experimental group
Carcass, g	Female	622.60 ± 51.21	621.45 ± 41.81
	Male	930.36 ± 29.57	935.54 ± 32.39
Carcass yield, %	Female	65.27 ± 1.66	63.46 ± 1.36
	Male	66.29 ± 0.96	64.99 ± 1.05
Head weight, g	Female	34.31 ± 4.14	37.85 ± 3.38
	Male	48.79 ± 2.39	47.65 ± 2.62
Legs weight, g	Female	26.02 ± 3.57	28.41 ± 2.92
	Male	39.51 ± 2.06	34.45 ± 2.26
Gizzard weight, g	Female	19.66 ± 2.69	20.18 ± 2.20
	Male	24.38 ± 1.55	24.94 ± 1.70
Proventriculus weight, g	Female	4.27 ± 0.51	3.95 ± 0.42
	Male	4.90 ± 0.29	5.25 ± 0.32
Heart weight, g	Female	3.25 ± 0.44	4.24 ± 0.36
	Male	4.82 ± 0.25	5.02 ± 0.28
Liver weight, g	Female	16.53 ± 1.88	15.39 ± 1.53

Uji coba pemberian maggot pada Ayam Buras tidak menunjukkan adanya respon penolakan. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa ayam lebih menyukai maggot segar dibanding manggot dalam bentuk tepung. Aplikasi maggot sebagai sumber protein dapat diberikan kepada semua jenis unggas dan semua fase pertumbuhan (Natsir *et al.*, 2020). Gunawan (2019) melaporkan penelitian tentang pengaruh maggot hidup terhadap organoleptic kualitas telur itik.

Penelitian dengan 2 faktor, yaitu faktor pertama adalah kadar protein ransum terdiri dari 2 taraf yaitu 15% dan 21%, sedangkan yang kedua hidup suplementasi maggot yang terdiri dari 2 taraf konsentrasi 0 dan 40 g/ekor/hari. Uji pakan dilakukan pada 120 ekor itik alabio yang berumur 7 bulan. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kualitas Organoleptik Telur Itik Akibat Pemberian Maggot (Gunawan, 2019)

Variables	Protein (%)	BSF Maggot is alive (g)		Average $\pm$ SEM
		0	40	
Texture	15 (Low)	2.99	2.94	2.96 $\pm$ 0.062 <sup>b</sup>
	21 (High)	3.13	3.59	3.37 $\pm$ 0.088 <sup>a</sup>
	Average $\pm$ SEM	3.06 $\pm$ 0.067 <sup>b</sup>	3.27 $\pm$ 0.087 <sup>a</sup>	
Flavor	15 (Low)	3.34	3.48	3.41 $\pm$ 0.063
	21 (High)	3.40	3.82	3.61 $\pm$ 0.104
	Average $\pm$ SEM	3.37 $\pm$ 0.073 <sup>a</sup>	3.65 $\pm$ 0.096 <sup>b</sup>	
Odor	15 (Low)	3.87	3.94	3.90 $\pm$ 0.079 <sup>a</sup>
	21 (High)	3.39	3.07	3.23 $\pm$ 0.089 <sup>b</sup>
	Average $\pm$ SEM	3.63 $\pm$ 0.076	3.51 $\pm$ 0.100	
Yolk color	15 (Low)	8.50	8.55	8.52 $\pm$ 0.086
	21 (High)	8.50	8.69	8.59 $\pm$ 0.092
	Average $\pm$ SEM	8.50 $\pm$ 0.104	8.62 $\pm$ 0.068	

Information: Different superscript letters in the same line show a very significant effect ( $P < 0.01$ )

Berdasarkan Tabel di atas, menunjukkan bahwa skor rasa (*flavor*) berkisar antara 3,34 hingga 3,82, dan tergolong cukup enak hingga enak. Skor tertinggi yaitu 3,82 berasal dari kombinasi perlakuan diet protein tinggi dengan 40 g/ekor/hari penambahan maggot. Skor terendah 3,34 berasal dari perlakuan ransum rendah protein dikombinasikan dengan maggot 0 g/ekor/hari. Berdasarkan analisis varian, maggot BSF hidup perlakuan nyata ( $P < 0,05$ ) mempengaruhi rasa telur rebus, menunjukkan bahwa pemberian hingga 40 g/ekor/hari belatung hidup dapat meningkatkan skor rasa. Faktor tingkat protein dalam pakan sebesar 15% dan 21% tidak mengubah rasa telur rebus, menyiratkan bahwa tidak ada interaksi yang terjadi antara

level protein pakan dengan jumlah maggot hidup yang diberikan. Umumnya penambahan maggot hidup sebanyak 40 g/ekor/hari dapat meningkatkan skor rasa menjadi enak, mungkin karena kandungan asam glutamat yang tinggi pada tepung maggot yang terendapkan pada telur itik. Peningkatan sensori telur diduga karena kandungan asam glutamat yang tinggi pada larva BSF, yang mendekati 65,81 g/kg.

Skor bau pada Gunawan *et al.* (2019) berkisar antara 3,07-3,94 dan tergolong amis hingga cukup amis. Skor tertinggi diperoleh dengan kombinasi perlakuan ransum rendah protein dan maggot 40 g/ekor/hari, sedangkan terendah dicapai dengan perlakuan pakan tinggi protein dan kombinasi maggot 40 g/ekor/hari. Berdasarkan pada analisis, pemberian maggot BSF hidup tidak mempengaruhi bau telur rebus, sedangkan perlakuan kadar protein ransum berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Namun, tidak ada hubungannya antara kadar protein ransum, pemberian belatung, dan bau telur rebus. Pengamatan ulat hidup yang tidak mempengaruhi skor bau telur rebus. Umumnya, pakan tinggi protein cenderung membuat skor bau lebih ikan, yang mudah dipahami karena kondisinya dapat dipenuhi dengan menggunakan lebih banyak persentase penggunaan ikan dalam ransum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agunbiade J A, Adeyemi O A, Ashiru O M, Awojobi H A, Taiwo A A, Oke D B and Adekunmisi A A. 2007. Replacement of fish meal with maggot meal in cassava-based layers' diets. *The Journal of Poultry Science* 44: 278–82.
- Ansyari R, Jaelani A, and Widaningsih N 2012 Substitusi tepung ikan dengan tepung maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*) terhadap penampilan burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Ziraa'ah* 35 (3): 217–23.
- Appleby, M.C, J.A Mench and B.O Hughes. 2004. *Poultry Behaviour and Welfare*. CABI Publishing.
- Atteh J O and Adeyoyin D D. 1993. Effects of replacing dietary fishmeal with maggots on performance and nutrient retention of laying hen. *Nigerian Journal Animal Production* 20: 51–55.
- Caruso D., Devic E., Subamia I.W., Talamond P., Baras E. 2014. *Technical Handbook of Domestication and Production of Diptera Black Soldier Fly (BSF) Hermetia illucens*, Stratiomyidae.
- Cheng, V., A.K. Shoveller, L Huber, E.G. Kiarie. 2022. Comparative protein quality in black soldier fly larvae meal vs. soybean meal and fish meal using classical protein efficiency ratio (PER) chick growth assay model. *Poult. Sci.*(1):102255.
- Dengah S P, Umboh J F, Rahasia C A and Kowel Y H S. 2016. Pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung maggot (*Hermetia illucens*) dalam ransum terhadap performans broiler. *Jurnal Zootek* 36 (1): 51–60.
- Fahmi MR, Hem S, Subamia I.W. 2007. Potensi maggot sebagai salah satu sumber protein pakan ikan. Dalam: *Dukungan*

Teknologi untuk Meningkatkan Produk Pangan Hewan dalam Rangka Pemenuhan Gizi Masyarakat. Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII.

- Fitriana, E.L., E.B. Laconi, D.A. Astuti, A. Jayanegara. 2022. Effects of various organic substrates on growth performance and nutrient composition of black soldier fly larvae: A meta-analysis. *Bioresource Technology Reports*, Vol 18, 101061.
- Gobbi, P., A. Martínez-Sánchez, dan S. Rojo, 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). *Eur J Entomol* 110 (3) : 461-468.
- Gunawan, A. 2019. Kualitas organoleptik telur itik yang diberi pakan maggot hidup (*Hermetia illucens*). *Ulum Sains dan Teknologi*. 5(1).
- Harlystiarini H, Mutia R, Wibawan I W T and Astuti D A. 2020. Immune responses and egg productions of quails fed rations supplemented with larvae meal of black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Tropical Animal Science Journal* 43 (1): 43–49.
- Kim, Y.B., D.H. Kim, S.B. Jeong, J.W. Lee, T.H. Kim, H.G. Lee, K.W. Lee. 2020. Black soldier fly larvae oil as an alternative fat source in broiler nutrition. *Poultry Sci.* 99 (6) :3133-3143.
- Li,S., H. Ji, B. Zhang, J. Zhou, H. Yu. 2017. Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in diets for juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian): growth performance, antioxidant enzyme activities, digestive enzyme activities, intestine and hepatopancreas histological structure. *Aquaculture*, 477 : 62-70.
- Lu . S. , N. Taethaisong , W. Meethip , J. Surakhunthod , B. Sinpru , T. Sroichak , P. Archa , S. Thongpea, S.

- Paengkoum, R.A.P. Purba and P. Paengkoum 2022. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. *Insects*.13, 831.
- Marono, R Loponte, P Lombardi, G. Vassalotti, M E Pero, F Russo, L Gasco, G Parisi, G Piccolo, S Nizza, C Di Meo, Y A Attia, F Bovera. 2017. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. *Poult Sci* 96(6):1783-1790.
- Maula , N,M, M.L. Scippo, C. Douny, G.Degand, E. Dawans, J.F. Cabaraux, J.L. Hornick, R. J. Medigo, P. Leroy, F. Francis, J. Detilleux, 2018. Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. *Animal Nutrition*.4 : 73-78.
- Maulana, Nurmeiliasari, Y. Fenita. 2021. Pengaruh media tumbuh yang berbeda terhadap kandungan air, protein dan lemak maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Buletin Peternakan Tropis Bul. Pet. Trop.* 2(2): 150-157.
- Maurer, V,M. Holinger, Z. Amsler, B. Früh, J. Wohlfahrt, A. Stamer, F. Leiber. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *J. Insects Food and Feed.* 2:89-90.
- Monita, L., S.H. Sutjahjo, AA. Amin, M.R. Fahmi. 2017. Pengolahan sampah organik perkotaan menggunakan larva *black soldier fly* (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* 7 (3) : 227-234.
- Mulyono M, Widiyanto, I Mangisah, L Krismiyanto, V.D.Y. B. Ismadi, B. Sukamto, F. Wahyono and N. Suthama. 2021.

- The substitution of fish meal with larvae of *Hermetia illucens* supplemented with *Trichoderma* sp on quail's nutritional utility and egg production. Livestock Research for Rural Development. 33(3).
- Mulyono M, Yunianto V D, Suthama N and D Sunarti. 2019. The effect of fermentation time and *Trichoderma* levels on digestibility and chemical components of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. Livestock Research for Rural Development 31 (10).
- Natsir, W.N.I, R.S. Rahayu,M.A. Daruslam dan M. Azhar. 2020. Palatabilitas maggot sebagai pakan sumber protein untuk ternak unggas. Jurnal Agrisistem. 16 (1).
- Rachmawati dan Samidjan, (2013). Efektivitas substitusi tepung ikan dengan tepung maggot dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius pangasius*). Jurnal Saintek Perikanan Vol. 9, No. 1, 2013 : 62-67 62.
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S, Fahmi MR. 2010. Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (*Linnaeus*) (Diptera: *Stratiomyidae*) pada bungkil kelapa sawit. J Entomol Indones. 7:28- 41. ogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 125-130.
- Raksasat, R., J.W. Lim, W. Kiatkittingpong, K. Kiatkittingpong, Y. C. Ho, M. K. Lam, C.F. Palma, H.F.M. Zaid, C.K. Cheng. 2020. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources. Environmental Pollution. 267. 115488.
- Scott M L, Neishem M C and Young R J. 1982. Nutrition of Chicken. 2<sup>nd</sup> Ed. M. L. Scott and Associates. Ithaca, New York.

- Sumiati, D. K. Purnamasari, Erwan, Syamsuhaidi, K.G. Wiryawan, A.N.A. Rizki, M. Isnaini. 2022. Penggunaan maggot (*Hermetia illucens*) dalam pakan ayam ras petelur. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 8,(1):87-96.
- Tomberlin and Z. Yu. 2011. Bioconversion of dairy manure by Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste Manag*. 31:1316-1320
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) in relation to temperature. *Enviromental Entomol*. 38:930-934.
- Vilela, J. S., N.M. .Andronicos, M. Kolakshyapati, M. Hilliar, T. Z.Sibanda, N. R.Andrew, R. A.Swick,S. Wilkinson, I. Ruhnke. 2021. Black soldier fly larvae in broiler diets improve broiler performance and modulate the immune system. *Animal Nutrition*. 7(3) :695-706.
- Wardhana, A.H. 2016. *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *WARTAZOA*. 26(2) : 069-078.
- Widjastuti T, Wiradimadja R, and Rusmana D. 2014. The effect of substitution of fish meal by black soldier fly (*Hermetia illucens*) maggot meal in the diet on production performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Scientific Papers. Series D. Animal Science LVII*: 125–29.
- Widodo A R, Setiawan H, Sudibya and Indreswari R 2013. Kecernaan nutrien dan performan puyuh (*C oturnix coturnix japonica* ) jantan yang diberi ampas tahu fermentasi dalam ransum. *Tropical Animal Husbandry 2* (1): 51–57.
- Wong, C.Y., S.S. Rosli, Y. Uemura, Y.C. Ho, A. Leejeerajumnean, W. Kiatkittipong, C.-K. Cheng, M.-K.

Lam, J.-W. Lim. 2019. Potential protein and biodiesel sources from black soldier fly larvae: insights of larval harvesting instar and fermented feeding medium *Energies*, 12: 1570.



diterbitkan oleh :  
**UNDIP PRESS**  
**SEMARANG**



**IKAPI**  
IKATAN PENERBIT INDONESIA



Appti

ISBN 978-623-417-088-7



9 786324 170887