

EVALUASI PRODUKSI MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) PADA MEDIA EKSKRETA PUYUH PERIODE LAYER

Evaluation of the Production of Black Soldier Fly (BSF) Maggots in Quail Excreta Media During the Layer Period

Gilang Ayuningtias, Fairuz Alfiyyah Yasmin, Pria Sembada, Danang Priyambodo, Tera Fit Rayani, Bagus Priyo Purwanto, Izzahtulloh Rizky Awaliyah, Dini Nurfitriani, Nawangsari Aulya Afgani, Puguh Pangestu, Luthfi Khoirunnisa, Adinda Dwina Agustin
Program Studi Teknologi dan Manajemen Ternak, Sekolah Vokasi IPB University
Bogor, Jawa Barat

*Korespondensi penulis, E-mail: gilang_a@apps.ipb.ac.id

Diterima: Agustus 2024

Direvisi akhir: November 2024

Disetujui terbit: Desember 2024

ABSTRACT

The accumulation of ammonia in excreta waste cause air pollution and health problems for both humans and livestock. A solution to address this issue is through the bioconversion process using Black Soldier Fly larvae (BSFL). This study aims to evaluate the feasibility of Black Soldier Fly Larvae (BSFL) production using quail excreta as a growth medium and to analyze biomass production (BSFL and BSFL Frass) because of bioconversion. This study used a Randomized Block Design consisting of 2 treatments: non-fermented quail excreta (P0) and fermented quail excreta (P1). The bioconversion process was carried out at 3 different time periods. The variables observed are bioconversion indicators: growth rate, conversion efficiency (ECI), the weight of the BSFL, the weight and the characteristics of the BSFL frass. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test. The average growth rate of BSFL P0 (10.97%) and P1 (12.52%) was not significantly different, in line with the conversion efficiency (ECI) value in the P0 treatment (0.08) and P1 treatment (0.11). The bioconversion results showed that the production of BSFL in non-fermented quail excreta media reached $10.97\% \pm 6.74\%$, while in fermented excreta media it reached $12.52\% \pm 1.98\%$. This study indicates that quail excreta have the potential as a medium for BSFL production, and the excreta fermentation process does not have a significant effect on the bioconversion process based on bioconversion indicator variables.

Keywords: Bioconversion, BSF larvae, quail excreta

ABSTRAK

Akumulasi amonia pada ekskreta dari limbah peternakan menyebabkan polusi udara dan berdampak pada kesehatan manusia dan ternak. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah memanfaatkan proses biokonversi oleh maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Penelitian bertujuan untuk mengkaji kelayakan produksi maggot BSF pada media ekskreta puyuh dan menganalisis produksi biomassa (maggot BSF dan kasgot) dari media ekskreta puyuh. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas 2 perlakuan yaitu ekskreta puyuh non-fermentasi (P0) dan ekskreta puyuh fermentasi (P1). Proses biokonversi dilakukan pada 3 periode waktu yang berbeda. Peubah yang diamati adalah indikator biokonversi: laju pertumbuhan maggot, *conversion efficiency* (ECI), biomassa maggot BSF, biomassa kasgot, dan karakteristik kasgot. Data yang diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) diikuti uji *Least Significance Different* (LSD). Rataan laju pertumbuhan maggot P0 (10,97%) dan P1 (12,52%) tidak berbeda nyata, sejalan dengan nilai efisiensi konversi (ECI) pada perlakuan P0 (0,08) dan perlakuan P1 (0,11). Hasil biokonversi

menunjukkan bahwa produksi maggot BSF pada media ekskreta puyuh non-fermentasi mencapai $10,97\% \pm 6,74\%$, sedangkan pada media ekskreta fermentasi mencapai $12,52\% \pm 1,98\%$. Penelitian ini mengindikasikan bahwa ekskreta puyuh memiliki potensi sebagai media untuk produksi maggot BSF, dan proses fermentasi ekskreta tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap proses biokonversi berdasarkan variabel indikator biokonversi.

Kata kunci: biokonversi, ekskreta puyuh, maggot BSF

PENDAHULUAN

Industri peternakan unggas kini kerap mengalami tantangan baik dari aspek budidaya, input produksi, bahkan isu lingkungan, dan sosial. Isu pencemaran lingkungan yang terkait dengan sektor peternakan unggas menjadi perhatian yang signifikan bagi sejumlah pihak. Limbah kotoran unggas dapat menimbulkan polusi bau, air, dan udara. Emisi metana (CH_4) dan amonia (NH_3) dari kotoran unggas dapat meningkatkan konsentrasi karbon di atmosfer, yang berkontribusi pada efek rumah kaca dan peningkatan suhu bumi. Ekskreta puyuh merupakan salah satu limbah dari budidaya unggas. Ekskreta puyuh yang memiliki kandungan bahan organik yang relatif tinggi, terutama unsur nitrogen (N). Ekskreta puyuh merupakan limbah organik yang memiliki kandungan bahan organik yang relatif tinggi terutama unsur nitrogen. Hal ini dikarenakan puyuh mengonsumsi pakan yang tinggi kandungan protein kasar yaitu 28% (periode *starter*), 17% (periode *grower*), 18% (periode *layer*) (Leeson dan

Summers 2008) serta ukuran saluran pencernaan puyuh yang relatif kecil sehingga proses penyerapan zat makanan berlangsung lebih singkat. Satu ekor puyuh mampu memproduksi ekskreta sebanyak 25 g/hari (Sudadi 2017).

Ekskreta dapat diolah oleh maggot *Black Soldier Fly* (BSF) melalui aktivitas biokonversi, sehingga akan berpotensi menciptakan industri perunggasan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Istilah biokonversi merujuk pada proses penguraian bahan organik yang terkandung pada limbah melalui aktivitas biologis, sehingga menghasilkan produk yang lebih bernilai. Maggot atau larva lalat *Hermetia illucens* yang lebih dikenal dengan BSF telah mendapat banyak perhatian karena kemampuan larva tersebut mengubah sampah organik menjadi biomassa bernilai tinggi (Tahamtani *et al.* 2021). Siklus hidup BSF yang berlangsung selama sekitar 45 hari, dimulai dengan telur dan berkembang melalui larva, pra-pupa, dan lalat dewasa (Ferrarezi *et al.* 2016). Sepanjang siklus

hidup ini, BSF akan menggunakan bahan organik limbah sebagai media hidupnya yang kemudian akan melalui proses biokonversi. Biokonversi kemudian akan menghasilkan biomassa yang tinggi lemak dan protein (Gao *et al.* 2019).

Pemanfaatan ekskreta unggas sebagai media hidup maggot BSF telah dikaji pada penelitian sebelumnya dan menghasilkan biomassa yang berkualitas. Rehman *et al.* (2017) menyatakan penggunaan ekskreta ayam menghasilkan biomassa maggot BSF sebesar 6,84% dalam bahan kering (BK), sedangkan ekskreta ayam petelur menghasilkan sebesar 7,1% (BK) biomassa maggot BSF melalui proses biokonversi (Lalander *et al.* 2019). Pemanfaatan limbah peternakan puyuh dalam budidaya maggot BSF dapat menjadi potensi yang inovatif dan berkelanjutan, namun penelitian terkait ekskreta puyuh sebagai media pertumbuhan maggot BSF belum banyak dilakukan dan perlu diteliti lebih dalam untuk menghasilkan model pemanfaatan atau integrasi yang tepat. Terdapat beberapa keuntungan dalam mengintegrasikan peternakan puyuh dengan metode pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah, di antaranya penggunaan limbah ekskreta secara optimal, pengurangan pencemaran lingkungan, nilai tambah dari biomassa,

pertanian berkelanjutan, dan manfaat ekonomi. Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji kelayakan produksi maggot BSF pada media ekskreta puyuh dan menganalisis produksi biomassa maggot BSF serta kasgot yang dihasilkan dari media ekskreta puyuh. Produksi biomassa meliputi persentase biomassa maggot dan kasgot, laju pertumbuhan maggot, dan nilai efisiensi konversi (ECI).

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama tiga bulan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2023. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Produksi Ternak Unggas, Sekolah Vokasi IPB, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat untuk budidaya puyuh yaitu sangkar puyuh periode produksi dengan ukuran 100 x 60 x 30 cm per laci, satu sangkar terdiri atas 4 tingkat laci dengan kapasitas tampung 30 ekor/laci, tempat minum *nipple*, tempat pakan. Alat-alat pada proses biokonversi yaitu instalasi pemeliharaan maggot, bak kompos, timbangan digital, sarung tangan, masker, karung, sekop kecil, pH meter digital (soil pH meter iTuin),

termometer, saringan, dan alat tulis. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mini larva maggot *Black Soldier Fly* (BSF), ternak puyuh, ekskreta puyuh periode *layer*, pakan puyuh periode *layer*, *starter* fermentasi, dan vitamin.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor perlakuan adalah ekskreta puyuh non fermentasi (P0) dan ekskreta puyuh fermentasi (P1), dengan kelompok percobaan adalah tiga periode waktu biokonversi. Model linear Rancangan Acak Kelompok (RAK) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

- Y_{ij} : nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j
 μ : rata-rata umum
 τ_i : pengaruh perlakuan ke-i
 β_j : pengaruh kelompok ke-j
 ε_{ij} : pengaruh acak pada perlakuan ke-i pada kelompok ke-j.

Persiapan Media Pertumbuhan

Ekskreta yang dikoleksi dalam penelitian menggunakan ekskreta ternak puyuh periode *layer* (produksi telur) sebanyak 300 ekor yang dipelihara di laboratorium produksi unggas, Sekolah

Vokasi IPB. Koleksi ekskreta dilakukan setiap hari yaitu pada sore hari, setelah itu dilakukan penimbangan terhadap bobot ekskreta yang dihasilkan. Ekskreta kemudian disimpan pada karung tertutup, dan dilanjutkan proses fermentasi ekskreta untuk menyiapkan media pertumbuhan perlakuan 1. Fermentasi dilakukan pada wadah tertutup dengan menggunakan *starter* yaitu *effective microorganisms* (EM4) dengan dosis 1%. EM4 diencerkan bersama dengan gula merah dan air dengan perbandingan masing-masing yaitu 1:1:50. Ekskreta difermentasi selama 2 x 24 jam secara anaerob.

Pemeliharaan Maggot

Mini larva berumur 4 hari sebanyak 1 g ditempatkan pada boks berukuran 50 x 33 x 19 cm yang telah diisi ekskreta puyuh sebanyak 1 kg/boks. Pemberian tambahan ekskreta dilakukan setiap hari hingga umur pemeliharaan 14 hari atau pada saat umur maggot mencapai 18 hari. Total ekskreta yang diberikan selama proses pemeliharaan maggot sebesar 4 kg/box. Penambahan air dilakukan pada media sebanyak 30% dari total pemberian ekskreta, hal ini untuk menjaga agar media tidak terlalu kering. Boks maggot ditutup dengan menggunakan kain saring, untuk menghindari masuknya predator

atau serangga lainnya selama proses pemeliharaan.

Pemanenan Maggot

Pemanenan maggot dilakukan pada hari ke-14 pemeliharaan atau pada saat umur maggot 18 hari, proses panen diawali dengan memisahkan maggot BSF dengan residu media atau disebut dengan kasgot. Proses pemisahan dibantu dengan menggunakan saringan, maggot BSF dan kasgot ditimbang (g) kemudian dihitung dalam persentase. Hal ini dilakukan guna menyetarakan biomassa maggot yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan.

Bobot Maggot Segar dan Maggot Kering yang Dihasilkan

Penimbangan bobot maggot segar dilakukan pada saat awal pembuatan biokonversi dan pada saat panen. Larva maggot ditimbang terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam media tumbuh. Maggot yang sudah berumur 14 hari yang masih berada di dalam media dipanen dengan cara dipisahkan dari media tumbuhnya kemudian ditimbang. Maggot ditimbang kemudian dihitung dalam persentase. Hal ini dilakukan untuk menyetarakan biomassa maggot yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Maggot BSF kemudian dikemas dengan kain saring dan

dicelupkan kedalam air hangat selama beberapa detik untuk melemahkan maggot, selanjutnya maggot dikeringkan di bawah sinar matahari, dan diikuti proses pengeringan dengan menggunakan *microwave* pada suhu 75 °C selama 15 menit dengan dua kali pengeringan. Maggot kering ditimbang dengan satuan gram (g) kemudian dihitung dalam persentase. Persentase biomassa maggot BSF yang dihasilkan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$BMF = \frac{M_{mf}}{M_e} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

BMF : biomassa maggot segar (%)

M_{mf} : bobot maggot segar (g)

M_e : bobot ekskreta (g)

$$BMD = \frac{M_{md}}{M_e} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

BMD : biomassa maggot kering (%)

M_{md} : bobot maggot kering (g)

Bobot Kasgot yang Dihasilkan

Produksi kasgot diamati dengan mengukur bobot kasgot yang dihasilkan pada media setiap perlakuan. Penimbangan dilakukan pada saat media sudah terpisah dengan maggot sehingga menghasilkan sisa atau bekas biokonversi maggot yang disebut dengan

kasgot. Persentase biomassa kasgot yang dihasilkan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$BMK = \frac{M_k}{M_e} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

BMK : biomassa kasgot (%)

M_k : bobot kasgot (g)

Karakteristik Kasgot

Pengamatan karakteristik kasgot meliputi perubahan suhu, pH, warna, aroma, dan tekstur. Proses pengamatan

suhu dan pH kasgot dilakukan 2 kali dalam sehari, yaitu pada pukul 07.00 dan 16.00 WIB. Pengukuran menggunakan termometer dan pH meter digital. Kasgot hasil panen umur 18 hari, selanjutnya dilakukan uji organoleptik untuk menilai warna, aroma, dan tekstur. Uji organoleptik melibatkan 30 panelis tidak terlatih. Penilaian uji organoleptik menggunakan skala 1–3 dengan keterangan seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 Indikator uji organoleptik

Warna	Aroma	Tekstur
1 = Kehitaman	1 = Tidak beraroma	1 = Kering
2 = Coklat kehitaman	2 = Aroma tanah	2 = Agak Lembab
3 = Coklat	3 = Aroma busuk	3 = Lembab

Laju Pertumbuhan Maggot

Laju pertumbuhan maggot dihitung untuk menunjukkan penambahan bobot maggot yang dihasilkan. Perhitungan laju pertumbuhan larva mengacu pada Naser *et al.* (2023) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$GR_{larvae} = \frac{LW_f - LW_i}{d} \quad (5)$$

Keterangan:

GR_{larvae} : laju pertumbuhan larva

LW_f : bobot larva akhir

LW_i : bobot larva awal

d : lama hari

Nilai Efisiensi Konversi

Indeks pengurangan limbah dan efisiensi konversi media yang tercerna atau disebut dengan istilah *Efficiency of Conversion of the Ingested substrate* (ECI) dihitung untuk penentuan limbah yang dikonsumsi oleh larva dan efisiensi konversi substrat menjadi biomassa BSF (Naser *et al.* 2023). Nilai ECI dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$ECI = \frac{LW_{gain}}{(Si - Fs)} \quad (6)$$

Keterangan:

LW_{gain} : pertambahan bobot larva

Si : bobot ekskreta yang diberikan

Fs : bobot kasgot yang dihasilkan

Analisis Statistik

Data yang diperoleh pada penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila hasil menunjukkan signifikan maka dilakukan uji beda nyata dengan menggunakan uji *Least Significance Different* (LSD). Analisis Statistik menggunakan *software* Minitab seri 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa Maggot Segar, Maggot Kering, dan Kasgot

Panen maggot dilakukan ketika umur maggot sudah 18 hari atau saat umur pemeliharaan 14 hari ditempatkan pada media pertumbuhan. Pemilihan umur panen ini dikarenakan maggot masih berada pada fase akhir larva menuju prapupa. Miranda *et al.* (2020) menyatakan bahwa di bawah kondisi pemeliharaan yang optimal, panen larva BSF dapat dilakukan pada umur 11–14 hari setelah mini larva dimasukkan ke dalam media kotoran ternak. Produksi biomassa maggot BSF dan biomassa

kasgot yang dihasilkan dari proses biokonversi ekskreta puyuh oleh maggot BSF dapat dilihat pada Tabel 2.

Persentase biomassa maggot BSF segar tidak berbeda nyata ($P\text{-value} > 0,05$) antara perlakuan ekskreta non-fermentasi (P1) dan fermentasi (P2). Hasil biokonversi menunjukkan bahwa produksi maggot BSF P1 mencapai $10,97\% \pm 6,74\%$, sedangkan pada P2 mencapai $12,52\% \pm 1,98\%$. Pertumbuhan maggot BSF dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain interaksi kompleks antara faktor biotik dan abiotik seperti suhu, nilai gizi substrat yang dikonsumsi, serta jumlah mikroba yang terdapat pada substrat (Yuvaraj *et al.* 2021).

Persentase biomassa maggot segar pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil Rehman *et al.* (2019) yang menggunakan kombinasi feses ayam dan sapi perah sebagai media pertumbuhan maggot yaitu $9,05\%$, sedangkan feses dengan penambahan bakteri *Paenibacillus polymyxa* dan *Bacillus sp.* yaitu $9,77\%$ terendah dan tertinggi adalah $11,25\%$.

Tabel 2 Biomassa maggot BSF dan kasgot hasil biokonversi

% Biomassa	P0	P1
Maggot segar (%)	10,97 ± 6,74	12,52 ± 1,98
Maggot kering (%)	2,87 ± 0,99	2,86 ± 0,65
Kasgot (%)	63,94 ± 7,76	52,13 ± 11,85

Keterangan: P0: ekskreta puyuh non fermentasi, P1: ekskreta puyuh fermentasi

Namun apabila dibandingkan dengan perolehan biomassa maggot pada media pertumbuhan pakan dengan rasio protein (20%) dan karbohidrat (67%) tinggi berbasis bahan pakan unggas yaitu persentase biomassa maggot sebesar 32,2% maka hasil penelitian ini jauh lebih rendah. Dilihat dari bahan organik yang terkandung dalam ekskreta puyuh tentunya tidak lebih baik dibandingkan kandungan bahan organik yang terdapat didalam bahan pakan unggas, seperti jagung, dedak, ataupun bungkil kedelai. Marco *et al.* (2021) melaporkan ekskreta puyuh mengandung 3,26% lemak total, 29,07% protein total, serta kadar abu 43,03% dan kadar air 13,3% (Latif *et al.* 2023).

Persentase biomassa maggot BSF kering pada media ekskreta puyuh non-fermentasi (P0) dan media ekskreta puyuh fermentasi (P1) tidak berbeda nyata secara statistik. Persentase biomassa maggot BSF kering pada media ekskreta puyuh non-fermentasi (P0) sebesar 2,87% dan persentase biomassa maggot BSF pada media ekskreta puyuh fermentasi (P1) sebesar 2,86%,

Persentase maggot BSF kering ini dipengaruhi oleh suhu dan lama pengeringan, Suhu dan lama pengeringan yang digunakan pada proses pengeringan pada kedua media tersebut adalah sama yaitu dengan suhu 75°C dengan lama pengeringan 15 menit, Selama proses pengeringan berlangsung terjadi proses penguapan air ke udara karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara yang terdapat dalam ruang pengering dan udara yang ada di dalam bahan yang dikeringkan (Purwanti *et al.* 2017).

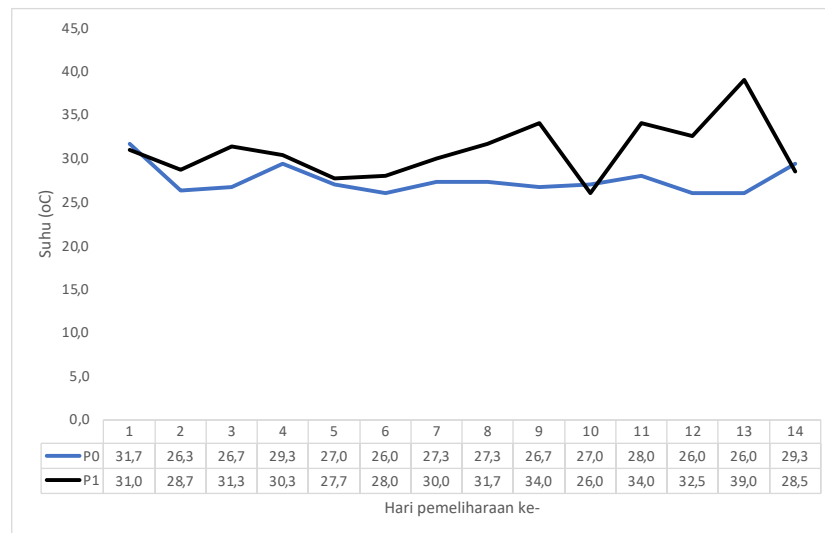
Kasgot merupakan residu yang dihasilkan oleh maggot *Black Soldier Fly* (BSF) selama proses penguraian bahan organik. Persentase kasgot yang dihasilkan tergantung pada jenis bahan organik, kualitas media, serta kondisi lingkungan dan efisiensi konsumsi maggot. Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara persentase kasgot perlakuan ekskreta non-fermentasi dengan ekskreta fermentasi. Menurut

Agustin *et al.* (2023), biomassa kasgot berbanding terbalik dengan biomassa maggot segar yang dihasilkan. Semakin banyak maggot yang dihasilkan maka semakin sedikit kasgot yang dapat dihasilkan. Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan tersebut, bahwa persentase kasgot P1 lebih rendah, sedangkan persentase maggot yang dihasilkan cenderung lebih tinggi. Penelitian lain yang senada yang dilakukan oleh Kesumaningwati *et al.* (2022) memperlihatkan rasio antara kasgot dan biomassa maggot berkisar antara 2:1 hingga 3:1, menunjukkan

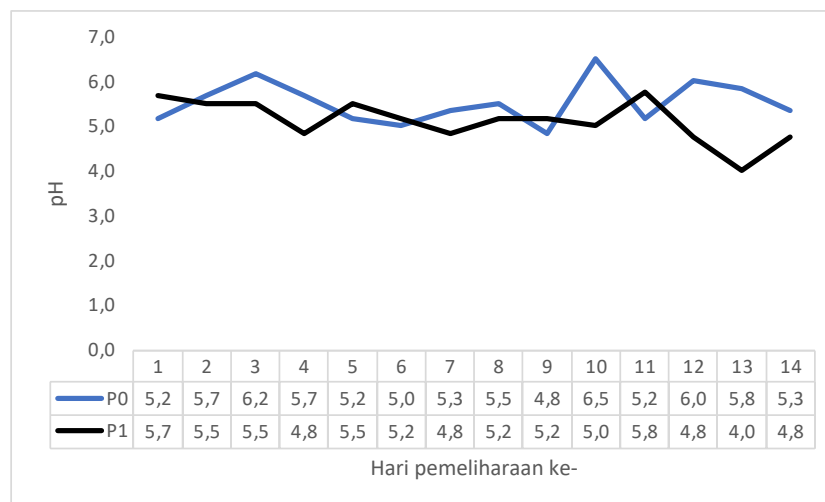
efisiensi tinggi dalam konversi bahan organik oleh maggot BSF. Larva BSF dipilih dalam pengelolaan limbah organik karena dapat dengan mudah mendekomposisi limbah organik sehingga menghasilkan kasgot yang bermanfaat untuk tanaman (Gold *et al.* 2018).

Karakteristik Kasgot

Proses biokonversi berlangsung selama 14 hari setelah larva mini ditempatkan pada media pertumbuhan yaitu ekskreta non-fermentasi (P1) dan ekskreta fermentasi (P2), selama proses ini tercatat sejumlah perubahan suhu dan pH seperti pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Suhu media pertumbuhan maggot BSF



Gambar 2 pH media pertumbuhan maggot BSF

Suhu media pertumbuhan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Suhu media berfluktuasi setiap hari pengamatan. Namun dapat dilihat bahwa suhu media pertumbuhan P1 berada di atas suhu media pertumbuhan P0. Pengamatan suhu media P0 berkisar antara 26–31,7 °C, sedangkan pada P1 suhu berkisar antara 26–39°C. Proses biokonversi pada sejumlah ekskreta ayam dilaporkan oleh beberapa peneliti memiliki suhu secara berturut-turut yaitu 27,7; 25; 29; dan 30 °C (Cai *et al.* 2018; Zhan *et al.* 2019; Awasthi *et al.* 2020; Zhang *et al.* 2020). Aktivitas metabolisme mikroorganisme pada proses fermentasi dapat meningkatkan suhu media. Menurut Basri *et al.* (2022) kasgot BSF saat dipanen memiliki suhu antara 24–27 °C. Selama proses pengomposan oleh BSF

suhu optimal pada fase mesofilik dipertahankan sekitar 30 °C.

Nilai pH pada media dengan perlakuan (P0) yaitu cenderung lebih tinggi dari (P1). Gambar 2 menunjukkan bahwa pH P0 berkisar antara 4,8–6,5 dan pH P1 berkisar antara 4–5,7. Hal ini sejalan dengan prinsip proses fermentasi yaitu mikroorganisme akan melakukan metabolisme anaerob substrat dan menghasilkan panas, CO₂, dan asam organik. Adanya asam organik diduga dapat menyebabkan penurunan derajat keasaman media perlakuan (P1). Fermentasi substrat dapat mempengaruhi pH dan kadar air substrat. Nilai rata-rata pH yang diperoleh pada penelitian ini sejalan dengan Holmes *et al.* (2012) yang menyatakan larva BSF lebih menyukai kondisi yang sedikit asam (pH sekitar 5,5–6,5) dan tingkat kelembaban spesifik

(sekitar 60–70%). Fermentasi substrat yang tepat dapat membantu mempertahankan kondisi ini sehingga menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan larva BSF.

Selain perubahan suhu dan pH, dilakukan juga pengamatan karakteristik

fisik lainnya seperti warna, tekstur, dan aroma melalui uji organoleptik. Pengamatan karakteristik fisik ini dilakukan sebagai indikator kematangan kasgot. Hasil uji organoleptik kasgot dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji organoleptik kasgot

Perlakuan	Karakteristik Fisik		
	Warna	Aroma	Tekstur
P0	2,00 ± 0,00	1,37 ± 0,49	1,50 ± 0,51
P1	2,00 ± 0,00	1,40 ± 0,50	2,20 ± 0,55

Keterangan: P0: ekskreta puyuh non fermentasi, P1: ekskreta puyuh fermentasi

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, warna dan aroma pada kedua media perlakuan tidak dapat perbedaan yaitu berwarna kehitaman dan beraroma normal yaitu beraroma tanah seperti kompos pada umumnya. Warna kasgot tergantung kepada jenis sampah atau media yang dimakan maggot (Lamin *et al.* 2024). Karena pada penelitian ini media yang digunakan adalah ekskreta puyuh sehingga warna kasgot yang dihasilkan pun akan mengikuti warna ekskreta puyuh tersebut yaitu gelap. Kasgot yang dihasilkan tidak lagi beraroma ekskreta puyuh yang artinya merupakan sebuah indikasi dari sudah selesainya proses dekomposisi. Hal ini sejalan dengan pernyataan menurut Purnamasari dan Khasanah (2022) bahwa proses biokonversi larva BSF dapat

mendegradasi limbah dengan cepat, menghasilkan pupuk kompos (kasgot) yang tidak berbau limbah asalnya dan dalam proses dekomposisinya menghasilkan gas rumah kaca yang rendah. Menurut Basri *et al.* (2022), kasgot yang baru dipanen sering kali mengeluarkan bau tanah yang kuat seperti kompos. Aroma ini dapat meningkat jika kasgot memiliki kadar air yang tinggi atau jika terdapat sisa kontaminan. Aroma kasgot yang dihasilkan pada penelitian ini baik pada P0 dan P1 lebih baik dibandingkan hasil dari Basri *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa aroma kasgot yang dihasilkan dari biokonversi limbah makanan yang difermentasi, ampas kelapa, dan feses sapi memiliki aroma bau busuk. Hal ini

juga diperkuat oleh penelitian Wong *et al.* (2021).

Terdapat perbedaan pada tekstur kasgot yang dihasilkan berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan. Panelis menilai ketika diraba kasgot P0 cenderung kering dibandingkan kasgot P1 yang agak lembab. Tekstur kasgot pada media perlakuan ekskreta non-fermentasi (P0) yaitu terlihat adanya gumpalan kasgot yang mengering, tidak basah, dan tidak lembab, sedangkan pada perlakuan ekskreta fermentasi (P1) yaitu gembur, terurai, tidak keras, dan tidak padat. Tekstur kasgot cenderung kering atau lembab ini dipengaruhi kadar air, kasgot kering berbentuk butiran berwarna coklat tua dengan kadar air lebih rendah, sedangkan kasgot basah lebih padat dan memiliki tingkat kelembapan lebih tinggi, menyerupai tanah liat lembab yang tebal (Basri *et al.* 2022).

Laju Pertumbuhan Maggot BSF

Perlakuan ekskreta fermentasi dan non-fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhan larva. Data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai rata-ran laju pertumbuhan maggot P0 adalah 21,92 g/hari sedangkan pada P1 adalah 60,40 g/hari.

Tabel 4 Laju pertumbuhan maggot BSF

Perlakuan	Laju Pertumbuhan (g/hari)
P0	21,92 ± 4,62
P1	60,40 ± 30,68

Keterangan: P0: ekskreta puyuh non fermentasi, P1: ekskreta puyuh fermentasi

Laju pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ketersediaan unsur hara dalam media pertumbuhan. Menurut Diener *et al.* (2011), sumber pakan secara signifikan memengaruhi pertumbuhan larva. Keseimbangan nutrisi pakan dan kandungan nutrisi seperti protein dan lemak kasar mempengaruhi laju pertumbuhan larva. Protein dibutuhkan sebagai penopang pertumbuhan larva. Lipid diperlukan untuk pengembangan dan cadangan makanan untuk kehidupan maggot BSF dewasa. Pemberian pakan dengan nutrisi yang seimbang memberi larva BSF lebih sedikit waktu untuk menyelesaikan kebutuhan nutrisi mereka untuk memasuki fase berikutnya (fase prapupa) (Myers *et al.* 2008). Kandungan nutrisi pada media pertumbuhan yang berkualitas akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan larva yang cepat seperti rasio protein terhadap karbohidrat, komponen makromolekul dan kadar air (Laganaro *et al.* 2021).

Proses fermentasi pada ekskreta puyuh pada penelitian ini diduga dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi pada ekskreta puyuh dan membuatnya menjadi lingkungan atau sumber makanan yang lebih menguntungkan bagi maggot, sehingga meningkatkan tingkat pertumbuhan maggot BSF tersebut. Fermentasi dapat mengubah komposisi bahan organik, memecahnya dan berpotensi membuatnya lebih cocok sebagai sumber makanan bagi organisme tertentu.

Nilai Efisiensi Konversi (ECI)

Nilai efisiensi konversi media atau yang dikenal dengan *efficiency of conversion of the ingested substrate* (ECI) dihitung untuk menentukan limbah organik yang dikonsumsi larva BSF dan efisiensi mengubah substrat media menjadi biomassa maggot BSF. Hasil nilai ECI dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai efisiensi konversi (ECI)

Perlakuan	Nilai Efisiensi Konversi (ECI)
P0	$0,38 \pm 0,09$
P1	$0,32 \pm 0,03$

Keterangan: P0: ekskreta puyuh non fermentasi, P1: ekskreta puyuh fermentasi

ECI merupakan indikator penting efektivitas maggot BSF dalam proses biokonversi, khususnya dalam pengelolaan limbah dan produksi sumber

daya hayati. Dalam proses biokonversi oleh maggot BSF, nilai ECI mengukur seberapa efisien maggot ini mengubah pakan yang dikonsumsi menjadi biomassa (El Deen *et al.* 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ECI untuk P0 adalah 0,38 sedangkan untuk P1 yaitu sebesar 0,32. Nilai ECI yang dihasilkan pada proses biokonversi ekskreta puyuh ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ECI pada penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa nilai ECI dalam proses biokonversi pakan ayam oleh larva BSF berkisar antara 24,4-38% atau 0,244-0,38 (Diener *et al.* 2009). Menurut El Deen *et al.* (2023) juga menerangkan bahwa nilai ECI untuk media limbah organik (*fast food*) lebih tinggi dari pada media limbah babi sebesar 0,40 sedangkan untuk media limbah babi sebesar 0,28. Rehman *et al.* (2019) melaporkan nilai ECI pada proses biokonversi limbah feses sapi dikombinasikan dengan ekskreta ayam bervariasi mulai dari 16,28 - 23,76%. Nilai ECI pada pemeliharaan maggot BSF sangat bergantung pada penambahan bobot maggot selama proses pemeliharaan. Tirtawijaya *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pertumbuhan larva yang optimal secara signifikan dapat meningkatkan nilai ECI, sementara biomassa kasgot yang dihasilkan selama

pemeliharaan juga berpengaruh terhadap nilai ECI. Semakin banyak sisa media tumbuh atau kasgot yang dihasilkan, semakin tinggi pula nilai ECI yang dapat dicapai. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi konversi makanan menjadi biomassa larva berkaitan erat dengan jumlah bahan organik yang dicerna.

SIMPULAN

Fermentasi ekskreta tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap proses biokonversi ekskreta puyuh oleh maggot BSF, serta berdasarkan hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa ekskreta puyuh memiliki potensi sebagai media untuk produksi maggot BSF dilihat dari data indikator biokonversi yang kompetitif dengan media limbah organik lainnya. Hasil penelitian ini penting dalam konteks peternakan dan pertanian berkelanjutan, karena menawarkan cara efektif mengubah bahan limbah peternakan (ekskreta puyuh) menjadi sumber daya yang berguna yaitu maggot BSF, yang berpotensi sebagai bahan pakan sumber protein, serta kasgot sebagai pupuk pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Inovasi IPB University yang telah mendanai penelitian

ini melalui Program Penelitian Dosen Muda IPB 2023. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Vokasi IPB, PT Biomagg Sinergi Internasional dan Arkan Quail Farm atas dukungannya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin H, Warid, Musadik IM. 2023. Kandungan nutrisi kasgot larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sebagai pupuk organik. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(1): 12–18. DOI: <https://doi.org/10.31186/jipi,25,1,12-18>
- Awasthi MK, Liu T, Awasthi SK, Duan Y, Ashok P, Zhang Z. 2020. Manure pretreatments with black soldier fly *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae): a study to reduce pathogen content. *Sci Total Environ*. 737: 139842.
- Basri NEH, Azman NA, Ahmad IK, Suja F, Jalil NAA, Partonoor MAM. 2022. Comparison of black soldier fly larvae (BSFL) growth and frass production fed with fermented food waste, coconut dregs and cow manure. *J. Mathematical Statistician and Engineering Applications*. 71(4).

- Cai M, Ma S, Hu R, Tomberlin JK, Thomashow LS, Zheng L, Li W, Yu Z, Zhang J. 2018. Rapidly mitigating antibiotic-resistant risks in chicken manure by *Hermetia illucens* bioconversion with intestinal microflora. *Environ Microbiol.* 20: 4051–4062.
- Diener S, Zurbrügg C, Tockner K. 2009. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management Research*, 27(6): 603-610.
- Diener S, Studt Solano NM, Roa Gutiérrez F, Zurbrügg C, Tockner K. 2011. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae, *Waste and Biomass Valorization*. 2(4): 357–363. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9079-1>
- El Deen SN, van Rozen K, Elissen HJH, van Wikselaar P, Fodor I, van der Weide R, Hoek-van den Hil EF, Far AR, Veldkamp T. 2023. Bioconversion of different waste streams of animal and vegetal origin and manure by black soldier fly larvae *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae). *Insects*. 14(2): 204.<https://doi.org/10.3390/insects14020204>
- Ferrarezi R, Cannella L, Nassef ARA, Bailey DS. 2016. *Alternative Sources of Food for Aquaponics in the US: A Case Study with Black Soldier Flies*. University of the Virgin Island: UVI/AES Annual Report 2016.
- Gao Z, Wang W, Lu X, Zhu F, Liu W, Wang X, Lei C. 2019. Bioconversion performance and life table of black soldier fly (*Hermetia illucens*) on fermented maize straw. *Journal of Cleaner Production*. 230: 974–980. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.074>
- Gold M, Tomberlin JK, Diener S, Zurbrügg C, Mathys A. 2018. Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review. *Waste Management*. 82: 302–318.
- Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK. 2012. Relative humidity effects on the life history of *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*. 41(4): 971–978.

- Kesumaningwati R, Darma S, Ramadhan NM. 2022. Aplikasi pupuk maggot terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan hasil tanaman sawi hibrida (*Brassica juncea* L). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 5(2): 84–91.
- Lalander C, Diener S, Zurbrügg C, Vinnerås B. 2019. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *J. Cleaner Prod.* 208: 211–219.
- Lamin S, Juswardi J, Tanzerina N, Hanum L, Muharni M, Rosmania R. 2024. Pelatihan pembuatan pupuk organik dari sampah rumah tangga dengan memanfaatkan lalat tentara hitam *Hermentia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*. 4(1): 97–105.
- Latif JA, Putra RE, Alfianny R. 2023. Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Fermented manure as a fertilizer to support *Azolla microphylla* growth rate. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 38(1): 113–124. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/carakata.ni.v38i1.56805>
- Leeson S, Summer JD. 2008. *Commercial Poultry Nutrition, Third Edition*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Marco A, Ramzy RR, Ji H. 2021. Influence of substrate inclusion of quail manure on the growth performance, body composition, fatty acid, and amino acid profiles of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Science of the Total Environment*, 772,145528. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145528. Epub 2021 Feb 1. PMID: 33561603.
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D. 2008. Development of black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology*. 37(1): 11–15.
- Purnamasari L, Khasanah H. 2022. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) as a potential agent of organic waste bioconversion. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*. 39(2): 69–83. DOI: 10.29037/AJSTD.780
- Purwanti M, Jamaluddin J, Kadirman K. 2017. Penguapan air dan penyusutan irisan ubi kayu selama proses pengeringan menggunakan

- mesin cabinet dryer. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 3(1): 127–136.
- Rehman KU, Ur Rehman R, Somroo AA, Cai M, Zheng L, Xiao X, Ur Rehman A, Rehman A, Tomberlin JK, Yu Z, Zhang J. 2019. Enhanced bioconversion of dairy and chicken manure by the interaction of exogenous bacteria and black soldier fly larvae. *J Environ Manage*. 237: 75–83.
- Sudadi. 2017. Keterpaduan antara beternak puyuh, lele dan azolla dalam mengatasi limbah puyuh dan mahalhnya pakan lele. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*. 1(1):11–15.
- Tahamtani FM, Ivarsson E, Wiklicky V, Lalander C, Wall H, Rodenburg TB, Tuytens FAM, Hernandez CE. 2021. Feeding live Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*) to laying hens: effects on feed consumption, hen health, hen behavior, and egg quality, *Poultry Science*. 100(10). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101400>
- Tirtawijaya G, Lee JH, Bashir KMI, Lee HJ, Choi JS. 2024. Evaluating the efficiency of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in converting mackerel head waste into valuable resources. *J. Animals MDPI*. 14(1332).
- Wong CY, Kiatkittipong K, Kiatkittipong W, Ntwampe SKO, Lam K, Goh PS, Cheng CK, Bashir MJK, Lim JW; 2021. Black soldier fly larval valorization benefitting from ex-situ fungal fermentation in reducing coconut endosperm waste. *Processes* 9.275.
- Yuvaraj A, Govarathanan M, Karmegam N, Biruntha M, Kumar DS, Arthanari M, Govindarajan RK, Tripathi S, Ghosh S, Kumar P, Kannan S, Thangaraj R. 2021. Metallothionein dependent detoxification of heavy metals in the agricultural field soil of industrial area: Earthworm as field experimental model system. *Chemosphere*. 267.
- Zhan S, Fang G, Cai M, Kou Z, Xu J, Cao Y, Bai L, Zhang Y, Jiang Y, Luo X, et al. 2019. Genomic landscape and genetic manipulation of the black soldier fly *Hermetia illucens*, a natural waste recycler. *Cell Res*. 30: 1–11.
- Zhang X, Zhang J, Jiang L, Yu X, Zhu H, Zhang J, Feng Z, Zhang X, Chen G,

Zhang Z. 2020. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae significantly change the microbial community in chicken manure. *Curr Microbiol.* 78: 303–315.