

PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN PROTEIN MAGGOT BSF DENGAN PEMBERIAN KOMBINASI PAKAN LIMBAH KEPALA UDANG DAN DAUN SINGKONG

**Gina Sonia¹, Aceng Ruyani¹, Ariefa Primair Yani¹, Deni Parlindungan¹, Aprina Defianti¹,
Euis Nursaadah^{1*}**

¹Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu
Jl. Wr. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu 38122, Indonesia

* Email Penulis Korespondensi: euis@unib.ac.id

(Submitted: 03-07-2025; Revised: 14-08-2025; Accepted: 07-10-2025)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi limbah kepala udang dan daun singkong terhadap pertumbuhan dan kandungan protein maggot Black Soldier Fly (BSF). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan: P1 (100% kepala udang), P2 (75% kepala udang + 25% daun singkong), P3 (50%+50%), P4 (25% kepala udang + 75% daun singkong), dan P5 (100% daun singkong). Masing-masing perlakuan dengan tiga ulangan. Variabel yang diamati meliputi berat, panjang, ketebalan maggot, konsumsi pakan, laju pertumbuhan spesifik (SGR), indeks pengurangan limbah (WRI), serta kadar protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara deskriptif, nilai rata-rata berat maggot berkisar antara 0,04-0,055 g, panjang antara 10,80-11,73 mm, dan laju pertumbuhan spesifik (SGR) antara 6,13-7,23%. Kadar protein maggot tercatat antara 25,09-27,32%, konsumsi pakan berkisar antara 86-93%, dan efisiensi reduksi limbah (WRI) berada pada rentang 5,28-6,64 g/hari. Berdasarkan hasil analisis ragam, seluruh variabel yang diamati tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($p > 0,05$). Dengan demikian, meskipun terdapat variasi nilai secara deskriptif, perbedaan tersebut tidak dapat dianggap nyata secara statistik dan tidak mencerminkan pengaruh perlakuan yang berbeda terhadap pertumbuhan maggot BSF. Penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar, serta analisis kandungan nutrisi pakan yang lebih rinci, guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan aplikatif.

Kata kunci: Maggot BSF, limbah kepala udang, daun singkong, pertumbuhan, kadar protein

GROWTH PERFORMANCE AND PROTEIN CONTENT OF BLACK SOLDIER FLY (BSF) LARVAE FED WITH A COMBINATION OF SHRIMP HEAD WASTE AND CASSAVA LEAVES

ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of combining shrimp head waste and cassava leaves on the growth and protein content of Black Soldier Fly (BSF) maggots. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments: P1 (100% shrimp heads), P2 (75% shrimp heads + 25% cassava leaves), P3 (50% + 50%), P4 (25% shrimp heads + 75% cassava leaves), and P5 (100% cassava leaves). Each treatment had three replications. The observed variables included weight, length, thickness of maggots, feed consumption, specific growth rate (SGR), waste reduction index (WRI), and protein content. The results of the study showed that descriptively, the average maggot weight ranged from 0.04-0.055 g, length between 10.80-11.73 mm, and specific growth rate (SGR) between 6.13-7.23%. Maggot protein content was recorded between 25.09-27.32%, feed consumption ranged from 86-93%, and waste reduction efficiency (WRI) was in the range of 5.28-6.64 g/day. Based on the results of the analysis of variance, all observed variables did not show significant differences between treatments ($p > 0.05$). Thus, although there were variations in descriptive values, these differences cannot be considered statistically significant and do not reflect the effect of different treatments on the growth of BSF maggots. Further research is needed with a larger sample size, as well as a more detailed analysis of feed nutrient content, to obtain more accurate and applicable results.

Keywords: BSF maggots, shrimp head waste, cassava leaves, growth, protein content

PENDAHULUAN

Limbah kepala udang merupakan limbah organik rumah tangga yang umum, terutama di daerah perkotaan dengan konsumsi hasil laut yang tinggi. Limbah ini sering dibuang tanpa pengolahan, sehingga berpotensi mencemari lingkungan karena kandungan protein dan senyawa organiknya yang tinggi (Dewi & Frinaldi, 2023). Di negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, dan Swiss, limbah udang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetik, pupuk, dan pangan (Irnidayanti, 2023), namun di Indonesia pemanfaatannya masih terbatas terutama di tingkat rumah tangga (Komalasari & Abida, 2021). Padahal, limbah kepala udang mengandung nutrisi penting seperti protein kasar sebesar 36,75%, lemak 5,72%, serta mineral seperti kalsium dan fosfor (Sedyawati *et al.*, 2024; Massi *et al.*, 2023). Melihat potensi ini, limbah kepala udang sangat cocok digunakan sebagai media pakan maggot Black Soldier Fly (BSF). Hasil penelitian (Wiryajati *et al.*, 2024), budidaya maggot BSF di Desa Lendang Nangka membuktikan bahwa limbah organik basah, termasuk kepala udang, dapat diolah menjadi pakan ternak berkualitas tinggi. Maggot mampu mengurangi limbah hingga 56% per hari dan mengandung protein 25–42%, lemak 0,73–1,02%, serta senyawa antimikroba yang bermanfaat bagi daya tahan ternak (Susanti *et al.*, 2025; Handayani *et al.*, 2021). Selain ramah lingkungan, hasil budidaya maggot memiliki nilai ekonomi, karena dapat dijual dalam bentuk telur, baby maggot, dan maggot kering (Inayati, 2024; Mutaal, 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kepala udang sebagai pakan maggot tidak hanya membantu mengurangi pencemaran, tetapi juga mendukung ketahanan pakan ternak dan kesejahteraan masyarakat (Setiawan *et al.*, 2024).

Sumber pakan ternak selain limbah kepala udang, terdapat daun singkong yang juga merupakan bahan organik yang melimpah dan berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan alternatif karena kandungan nutrisinya yang cukup tinggi (Supriyatna *et al.*, 2016). Daun singkong mengandung bahan kering sebesar 23,36%, protein kasar 29%, serat kasar 19,06%, lemak 9,41%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 34,08%, serta abu 8,83% (Hindratiningrum *et al.*, 2023). Komposisi ini setara dengan beberapa bahan baku pakan alternatif lain seperti DDGS (*Dried Distillers Grains with Solubles*) dan tepung daun lamtoro (Vuong *et al.*, 2021; Morgan & Choct, 2016). Selain itu, daun singkong juga mengandung senyawa aktif seperti flavonoid yang dapat meningkatkan nafsu makan, serta vitamin A, B1, C, kalsium, fosfor, dan zat besi (Nurul Aisyah *et al.*, 2021). Penelitian (Fitriani & Hermanto, 2019) mendukung potensi ini, dengan menunjukkan bahwa campuran fermentasi daun dan kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai pakan unggas, khususnya ayam broiler. Formulasi terbaik, yaitu 75% kulit dan 25% daun singkong, mampu meningkatkan bobot ayam sebesar 40,89% dalam 15 hari, serta memenuhi standar mutu SNI untuk kadar protein, lemak, dan serat. Fermentasi selama empat hari

juga terbukti efektif menurunkan kadar racun HCN lebih dari 99% dan meningkatkan nilai gizi bahan, terutama kandungan protein. Tidak hanya terbatas pada unggas, berbagai studi juga melaporkan bahwa daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein untuk pakan ternak ruminansia (seperti sapi dan kambing), maupun sebagai bahan campuran media pakan bagi larva *Black Soldier Fly* (maggot), berkat kandungan protein yang tinggi dan ketersediaannya yang melimpah di berbagai daerah. Dengan demikian, kombinasi antara limbah kepala udang dan daun singkong memiliki kandungan nutrisi yang seimbang untuk dijadikan sebagai bahan pakan bagi maggot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*). Pemanfaatan ini tidak hanya memberikan solusi pengelolaan limbah rumah tangga berbasis organik, tetapi juga mendukung produksi pakan alternatif yang ramah lingkungan.

Larva dari spesies lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*), yang dikenal sebagai maggot, merupakan organisme yang dikenal sebagai alternatif bahan pakan berprotein tinggi yang potensial untuk pakan ternak (Mokolensang *et al.*, 2018). Maggot memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim alami dan umumnya ditemukan di lingkungan alami seperti rumput dan dedaunan. Karena kemampuannya mengkonsumsi bahan organik yang membusuk, maggot sering dikategorikan sebagai organisme pengurai. Maggot BSF memanfaatkan limbah organik sebagai tempat hidup dan sebagai substrat utama untuk memperoleh energi dan nutrisi yang dibutuhkan selama pertumbuhannya, selain kandungan nutrisinya yang tinggi, maggot juga memiliki manfaat biologis tambahan, yaitu sifat antibakteri dan antijamur yang terbukti dapat meningkatkan ketahanan tubuh hewan ternak terhadap infeksi. Maggot mampu mengurai berbagai jenis limbah organik, terutama limbah yang berasal dari sisa makanan dan kotoran hewan, karena larvanya bersifat saprofitik maggot dapat dibudidayakan pada limbah organik dan dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak berprotein tinggi, sekaligus berperan dalam pengurangan volume sampah. Maggot BSF dapat dipergunakan menjadi makanan ikan, burung dan ternak lainnya (Ananda *et al.*, 2024). Hal ini mendukung pemanfaatan maggot sebagai alternatif sumber protein dalam pakan ternak (Syahputra *et al.*, 2023). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kombinasi limbah kepala udang dan daun singkong sebagai media pakan terhadap pertumbuhan dan kadar protein maggot Black Soldier Fly (BSF).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan juli hingga agustus 2024, yang bertempat di Sumber Belajar Ilmu Hayati (SBIH Ruyani), sebuah lembaga edukasi sains informal yang terletak di Kota Bengkulu. Pengujian kadar protein dilakukan di Laboratorium Peternakan, Universitas Bengkulu.

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan utama, yaitu limbah kepala udang dan daun singkong yang dikumpulkan dari sisa rumah tangga, serta serbuk

kayu yang diperoleh dari tempat penggergajian kayu atau depot kayu. Sementara itu, peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian meliputi 15 wadah cup/thinwall berkapasitas 1000 ml, timbangan digital, penggaris, jangka sorong digital, ram kawat aluminium, hygrometer, sprayer, sarung tangan, dan kapur anti-serangga untuk mendukung pemeliharaan dan pengamatan maggot secara optimal.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi pengambilan sampel maggot, pemberian pakan sesuai perlakuan, pemantauan pertumbuhan larva, uji kandungan protein, dan analisis data. Desain yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan, menggunakan cup/thinwall 1000 ml berisi 2 gram maggot BSF. Perlakuan berupa variasi komposisi pakan dari campuran limbah kepala udang dan daun singkong: P1 (100% kepala udang), P2 (75% kepala udang + 25% daun singkong), P3 (50% + 50%), P4 (25% kepala udang + 75% daun singkong), dan P5 (100% daun singkong).

Tahapan penelitian diawali dengan pengambilan sampel maggot berusia ± 10 hari dari pembudidaya, dilanjutkan pemberian pakan perlakuan, pemantauan pertumbuhan larva, analisis protein, dan pengolahan data. Pada awal pemeliharaan, larva diberi pakan dasar berupa pelet ikan cair sebelum dipindahkan ke media pakan sesuai perlakuan. Media tumbuh dibuat dari campuran bahan sesuai komposisi perlakuan. Sebelum percobaan, setiap maggot ditimbang untuk data berat awal, diukur panjangnya dengan penggaris, dan ketebalannya dengan jangka sorong digital. Data awal ini dicatat sebelum pemberian pakan perlakuan.

Media tumbuh dibuat dengan mencampur 15 g bahan perlakuan (kombinasi kepala udang dan/atau daun singkong sesuai komposisi) ke dalam cup plastik berkapasitas 1000 ml, kemudian ditutup dengan ram kawat aluminium dan diletakkan di kandang percobaan. Maggot starter dimasukkan ke dalam media, diberi pakan setiap dua hari, serta disemprot air untuk menjaga kelembapan. Pengamatan dilakukan selama ± 14 hari hingga fase prepupa, yang terdiri atas pengamatan rutin (setiap dua hari) dan pengamatan pertumbuhan maggot (sebelum perlakuan pada 17 Juli 2024 dan saat panen pada 30 Juli 2024). Parameter yang diamati meliputi berat, panjang, dan ketebalan maggot. Maggot prepupa yang telah diukur kemudian dikirim ke Laboratorium Peternakan Universitas Bengkulu untuk analisis kadar protein menggunakan metode Kjeldahl.

Pengamatan dilakukan selama ± 14 hari masa budidaya, dengan variabel yang diamati meliputi laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR), konsumsi pakan, dan indeks pengurangan limbah (Waste Reduction Index/WRI).

a. Berat maggot, dihitung dengan rumus :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan :

W : Pertumbuhan berat badan (g)

Wt : Berat badan akhir

Wo : Berat badan awal

b. Panjang dan tebal maggot

Kegiatan pengukuran panjang dan tebal maggot dilakukan menggunakan jangka sorong dan penggaris dengan satuan milimeter (mm)

c. Laju pertumbuhan spesifik (Specific Growth Rate/SGR) dihitung berdasarkan data peningkatan berat maggot yang diperoleh selama periode pemeliharaan sekitar 14 hari. Nilai SGR ini ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100 \%$$

Keterangan :

SGR : Laju pertumbuhan spesifik harian

Wt : Berat biomassa pada akhir penelitian (g)

Wo : Berat biomassa pada akhir penelitian (g)

t : Waktu pemeliharaan (hari)

d. Konsumsi pakan dalam penelitian ini dihitung dengan membandingkan selisih antara berat pakan sebelum diberikan dan sisa pakan setelah masa pemeliharaan, kemudian dibagi dengan berat pakan awal, dan dikalikan 100 persen

$$\text{konsumsi pakan (\%)} = \left(\frac{\text{Berat pakan awal} - \text{Berat pakan akhir}}{\text{Berat pakan awal}} \right) \times 100$$

e. Indeks Pengurangan Limbah (Waste Reduction Index/WRI) dihitung untuk mengukur tingkat efisiensi larva dalam mengurangi jumlah pakan yang diberikan, dan nilai WRI ini diperoleh melalui perhitungan berdasarkan rumus berikut:

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

Keterangan :

W : Total jumlah pakan yang diberikan (g)

T : Lama waktu pemeliharaan, yaitu periode saat larva mengonsumsi pakan (hari)

R : Berat pakan yang tersisa setelah masa pemeliharaan (g)

D : Jumlah pakan yang berhasil dikonsumsi atau dikurangi oleh larva

WRI : Indeks efisiensi pengurangan limbah, yang menunjukkan kemampuan larva dalam mereduksi pakan selama waktu tertentu

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini terlebih dahulu diuji menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk untuk menentukan apakah data memiliki distribusi normal. Jika hasil uji menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan analisis varians (ANOVA) melalui uji F guna mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hasil analisis hanya dilaporkan sampai pada uji ANOVA, tanpa dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT), karena hasil uji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat, Panjang dan Tebal Maggot

Data berat, Panjang dan tebal maggot hasil penelitian disajikan masing-masing pada Tabel 1, 2, 3.

Tabel 1. Rata-rata berat Maggot BSF

Kelompok perlakuan	N	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g) ^{ns}	Pertambahan Berat (g) ^{ns}
P1 (100% Kepala udang)	20	0,02±3,6E-18	0,050±0,01	0,030
P2 (75% Kepala udang + 25% Daun singkong)	20	0,02±3,6E-18	0,040±0,01	0,020
P3 (50% Kepala udang + 50% Daun singkong)	20	0,02±3,6E-18	0,050±0,02	0,030
P4 (25% Kepala udang + 75 Daun singkong)	20	0,02±3,6E-18	0,055±0,01	0,035
P5 (100% Daun singkong)	20	0,02±3,6E-18	0,045±0,01	0,025

^{ns} non signifikan ($p>0,05$), N : banyaknya sampel

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata berat maggot tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (0,055 g) dengan kombinasi 25% kepala udang dan 75% daun singkong. Disusul oleh P3 dan P1 (masing-masing 0,05 g), P5 (0,045 g), dan terendah pada P2 (0,04 g). Namun, berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA), diperoleh nilai F hitung (0,609) yang lebih kecil dari F tabel 5% (3,47) dan 1% (5,99), sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan, sehingga uji lanjut tidak dilakukan. Oleh karena itu, perbedaan nilai berat tersebut tidak dapat dinyatakan signifikan secara statistik. Untuk mendukung pertumbuhan maggot, dibutuhkan nutrisi makro seperti protein dan lemak, serta nutrisi mikro berupa vitamin dan mineral. Kepala udang menyuplai protein hewani, sedangkan daun singkong mengandung vitamin A, B1, C, kalsium, fosfor, dan zat besi. Keseimbangan nutrisi ini sebenarnya dapat berkontribusi pada peningkatan biomassa larva, sebagaimana dijelaskan oleh (Muhayyat. *et al.*, 2016). Namun, efektivitas pertumbuhan juga dipengaruhi oleh pencernaan substrat. Kandungan kitin pada kepala udang dapat menghambat proses pencernaan (Schiafone *et al.*, 2017), sedangkan daun singkong mengandung senyawa antinutrisi seperti tanin dan HCN, yang berpotensi menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi (Hasim *et al.*,

2016). Dalam penelitian ini, kombinasi pakan kepala udang dan daun singkong memang memiliki potensi kandungan nutrisi, namun belum cukup efektif untuk meningkatkan pertumbuhan maggot secara nyata. Selain itu, variasi individu antar maggot serta durasi pemeliharaan yang relatif singkat turut memengaruhi hasil. Hal ini sejalan dengan temuan (Neneng. *et al.*, 2023), yang menyatakan bahwa komposisi bahan organik sangat menentukan laju pertumbuhan maggot, khususnya jika ada senyawa penghambat dalam pakan.

Dibandingkan dengan penelitian oleh (Auliani *et al.*, 2024), maggot yang dipelihara menggunakan limbah catering slurry selama 21 hari mampu mencapai bobot sekitar 0,60 g/larva, jauh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian ini. Ini menunjukkan bahwa media dengan kadar air tinggi dan bahan organik mudah dicerna dapat meningkatkan efisiensi pertumbuhan maggot. (Nada. *et al.*, 2023) juga melaporkan bahwa jenis limbah sayuran dan sisa nasi mampu mendukung produktivitas maggot yang lebih tinggi. Oleh karena itu, meskipun daun singkong dan kepala udang memiliki potensi sebagai pakan alternatif, diperlukan optimalisasi lebih lanjut misalnya melalui fermentasi, formulasi gizi seimbang, atau pemeliharaan jangka lebih lama agar hasil pertumbuhan dapat mendekati performa substrat yang lebih mudah dicerna.

Tabel 2. Rata-rata panjang Maggot BSF

Kelompok perlakuan	N	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm) ^{ns}	Pertambahan Panjang ^{ns}
P1 (100% Kepala udang)	15	8,4±1,55	11,26±0,57	2,86
P2 (75% Kepala udang + 25% Daun singkong)	15	8,4±1,55	11,00±0,60	2,60
P3 (50% Kepala udang + 50% Daun singkong)	15	8,4±1,55	11,40±0,20	3,00
P4 (25% Kepala udang + 75 Daun singkong)	15	8,4±1,55	11,73±0,30	3,33
P5 (100% Daun singkong)	15	8,4±1,55	11,30±0,44	2,90

^{ns} non signifikan ($p>0,05$), N : banyaknya sampel

Berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) terhadap panjang maggot selama ±14 hari pemeliharaan, diperoleh nilai F hitung sebesar 1,290, yang lebih kecil dari F tabel pada taraf signifikansi 5% (3,47) dan 1% (5,99). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Oleh karena itu, uji lanjut tidak dilakukan. Walaupun secara statistik tidak berbeda signifikan, terdapat kecenderungan panjang maggot bervariasi antar perlakuan. Kombinasi P4 (25% kepala udang +

75% daun singkong) menghasilkan nilai panjang akhir tertinggi secara numerik (11,73 mm), disusul oleh P3, P1, P5, dan P2 (Tabel 2). Perbedaan kecenderungan ini kemungkinan dipengaruhi oleh kualitas media tumbuh dan komposisi nutrisi yang mendukung pertumbuhan larva.

Pertumbuhan maggot secara optimal dipengaruhi oleh kualitas media tumbuh, di mana nutrisi yang seimbang mendukung pertumbuhan larva secara optimal (Nada. *et al.*, 2023). Dalam hal ini, kepala udang menyediakan sumber protein yang tinggi,

sedangkan daun singkong mengandung vitamin A, B1, C, serta mineral seperti kalsium, fosfor, dan zat besi. Keseimbangan dua bahan tersebut mendukung pembentukan biomassa larva (Muhayyat. *et al.*, 2016). Sebaliknya, pertumbuhan lambat pada P2 diduga akibat kualitas substrat yang kurang mendukung dan rendahnya pencernaan limbah kepala udang (Neneng. *et al.*, 2023). Namun, efektivitas pemanfaatan nutrisi dapat terhambat oleh keberadaan kitin dalam eksoskeleton kepala udang yang bersifat tidak tercerna (Schiavone *et al.*, 2017), serta zat anti-nutrisi dalam daun singkong seperti tanin dan HCN yang menghambat penyerapan nutrisi (Hasim *et al.*, 2016). Hal ini dapat menjelaskan mengapa meskipun nutrisi tersedia, pertumbuhan maggot tidak meningkat secara signifikan, serta media dengan kelembapan berlebih dapat mengganggu mobilitas larva dan memperlambat pertumbuhan (Ananda *et al.*, 2024).

Dibandingkan dengan hasil penelitian (Salsabila. *et al.*, 2021), panjang maggot dalam penelitian ini (maksimal 11,73 mm) masih jauh lebih rendah dari panjang maggot yang diperoleh pada media campuran limbah pasar, kotoran ayam, dan ampas tahu, yaitu mencapai 23,23 mm. Perbedaan yang mencolok ini mengindikasikan bahwa substrat dengan kandungan bahan organik yang lebih bervariasi dan mudah dicerna memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap pertumbuhan larva. Oleh karena itu, meskipun daun singkong dan kepala udang memiliki potensi sebagai bahan pakan alternatif, diperlukan upaya optimalisasi lebih lanjut seperti pengolahan (misalnya fermentasi), formulasi yang lebih seimbang, serta penambahan lama pemeliharaan, agar pertumbuhan panjang maggot dapat ditingkatkan.

Tabel 3. Rata-rata tebal Maggot BSF

Kelompok perlakuan	N	Tebal Awal (mm)	Tebal Akhir (mm) ^{ns}	Pertambahan tebal (mm) ^{ns}
P1 (100% Kepala udang)	15	2,0±0,25	2,48±0,22	0,48
P2 (75% Kepala udang + 25% Daun singkong)	15	2,0±0,25	2,45±0,16	0,45
P3 (50% Kepala udang + 50% Daun singkong)	15	2,0±0,25	2,78±0,09	0,78
P4 (25% Kepala udang + 75 Daun singkong)	15	2,0±0,25	2,78±0,20	0,78
P5 (100% Daun singkong)	15	2,0±0,25	2,64±0,11	0,64

^{ns} non signifikan (p>0,05), N : banyaknya sampel

Berdasarkan hasil analisis varian (ANOVA) terhadap ketebalan maggot selama ±14 hari pemeliharaan, diperoleh nilai F hitung sebesar 2,549, yang lebih kecil dibandingkan F tabel pada taraf signifikansi 5% (3,47) dan 1% (5,99). Dengan demikian, hipotesis nol (H₀) diterima, dan hipotesis alternatif (H₁) ditolak, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Oleh karena itu, uji lanjut tidak dilakukan. Meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik, secara numerik ketebalan maggot menunjukkan variasi antar perlakuan. Nilai rata-rata ketebalan tertinggi secara numerik diperoleh pada perlakuan P3 dan P4, disusul P5, P1, dan P2 (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi pakan dapat memberikan efek biologis terhadap pertumbuhan morfologis maggot, meskipun belum signifikan secara statistik.

Pertumbuhan morfologis seperti ketebalan tubuh pada maggot sangat dipengaruhi oleh kualitas nutrisi dalam substrat. Maggot membutuhkan nutrisi makro seperti protein dan lemak untuk pembentukan jaringan tubuh, serta nutrisi mikro seperti vitamin dan mineral untuk menunjang metabolisme. Media dengan kandungan nutrisi yang berkualitas dan seimbang akan mendukung profil nutrisi larva yang baik (Hartati *et al.*, 2022). Dalam penelitian ini, kepala udang sebagai sumber protein hewani dan daun singkong sebagai sumber protein nabati serta mineral dan vitamin diharapkan mampu mendukung pertumbuhan larva.

Namun, meskipun kombinasi ini kaya nutrisi, efektivitasnya dapat terhambat oleh faktor lain. Kitin yang terkandung dalam eksoskeleton kepala udang bersifat tidak tercerna dan dapat mengganggu pencernaan (Schiavone *et al.*, 2017). Sementara itu, daun singkong mengandung zat anti-nutrisi seperti tanin dan HCN yang dapat menghambat penyerapan zat gizi (Hasim *et al.*, 2016). Oleh karena itu, meskipun secara teori nutrisi cukup tersedia, ketersediaan hayati dan daya cernanya belum optimal untuk meningkatkan ketebalan larva secara signifikan.

Dibandingkan dengan hasil penelitian (Hulu. *et al.*, 2022), tebal maggot dari penelitian ini jauh lebih tinggi. Dalam penelitiannya, ketebalan maggot pada berbagai formulasi media limbah seperti rumah tangga, ampas kelapa, dan ampas tahu hanya berkisar antara 0,73 mm hingga 1,07 mm. Perbedaan mencolok ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dan pencernaan substrat sangat memengaruhi morfologi larva. Media padat dengan kadar air tinggi seperti ampas tahu dan kelapa cenderung kurang efisien dalam mendukung pertumbuhan jaringan dibanding media yang disusun dari bahan organik lebih ringan dan bernutrisi seperti daun singkong dan kepala udang.

Suhu dan Kelembaban

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data suhu dan kelembapan media tumbuh maggot setelah pemberian pakan dan saat pemanenan,

dengan lima perlakuan (P1–P5). Pada hari pertama, suhu media tumbuh tercatat sebesar 35,20°C dengan kelembapan 67% pada seluruh perlakuan. Suhu ini masih berada dalam kisaran optimal untuk aktivitas biologis maggot, khususnya dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik pada fase awal pertumbuhan larva Black Soldier Fly (BSF) (Defrianto., E. *et al.*, 2025). Suhu ideal untuk pertumbuhan maggot BSF berada dalam rentang 27–37°C, sementara kelembapan optimal berkisar antara 60–70% (Novianti, 2023). Pada hari ke-14, menjelang panen, suhu media menurun sedikit menjadi 33,60°C, sedangkan kelembapan tetap stabil pada 67%. Penurunan suhu ini diduga terkait dengan berkurangnya aktivitas fermentasi dan konsumsi pakan oleh larva yang telah memasuki fase prepupa. Keseragaman suhu dan kelembapan antar perlakuan menunjukkan bahwa lingkungan pemeliharaan cukup terkontrol dengan baik, sehingga tidak menjadi faktor pembeda hasil. Manajemen suhu dan kelembapan yang stabil sangat penting dalam budidaya maggot karena berperan dalam mempercepat pertumbuhan, meningkatkan efisiensi pakan, serta mencegah munculnya patogen atau pembusukan media.

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate* (SGR)) merupakan indikator yang menggambarkan persentase laju pertumbuhan maggot (*Hermetia illucens*) selama periode pemeliharaan tertentu. Nilai SGR memberikan gambaran efisiensi pertumbuhan harian dalam bentuk persen, yang dihitung berdasarkan selisih berat awal dan akhir larva dalam satuan waktu. Rincian data SGR hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata laju pertumbuhan spesifik

Perlakuan	t (hari)	Persentase
P1	14	6,54 %
P2	14	4,95 %
P3	14	6,54 %
P4	14	7,23 %
P5	14	5,79 %
Satuan Baku		0,87

Hasil penelitian menunjukkan rerata hasil analisis laju pertumbuhan spesifik maggot BSF dari lima perlakuan (P1–P5) serta satu kelompok kontrol. Berdasarkan data, perlakuan P4 memiliki nilai SGR tertinggi di antara seluruh perlakuan, yaitu 0,25%,

menandakan bahwa maggot pada perlakuan ini tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tingkat aktivitas maggot dalam mengonsumsi media dapat diamati melalui berkurangnya jumlah media secara bertahap (Nada M *et al.*, 2023). sedangkan P1 dan P3 menunjukkan hasil yang sama, yakni 0,21%, berada pada posisi pertumbuhan sedang. Sementara itu, P5 mencatat nilai 0,17%, dan P2 menunjukkan laju pertumbuhan spesifik paling rendah, yaitu hanya 0,14%, mengindikasikan bahwa pertumbuhan maggot pada perlakuan ini paling lambat, yang mana tingkat konsumsi maggot terhadap media pakan tergolong rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa maggot cenderung kurang menyukai media pada perlakuan P2 dengan kombinasi 75% kepala udang dan 25% daun singkong. Media dengan tekstur yang cenderung keras menghambat efisiensi maggot dalam mengonsumsi dan mengkonversi substrat. Perbedaan ini menandakan bahwa perbedaan perlakuan berdampak nyata terhadap kecepatan pertumbuhan maggot selama masa pemeliharaan.

Laju pertumbuhan spesifik maggot pada penelitian ini berkisar antara 4,95% hingga 7,23%. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (7,23%) dan terendah pada P2 (4,95%). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian (Widigdyo. & Normawati., 2023) di mana SGR tertinggi mencapai 7,68% pada perlakuan sisa nasi + kotoran ayam, nilai SGR tertinggi dalam penelitian ini hanya sedikit lebih rendah, namun masih dalam kategori sangat baik. Selain itu, rata-rata SGR dalam penelitian ini (6,21%) lebih tinggi dibandingkan rata-rata SGR dalam jurnal pembanding (4,31%). Hal ini menunjukkan bahwa media pakan kombinasi kepala udang dan daun singkong terbukti efektif mendukung pertumbuhan maggot BSF, kemungkinan karena kandungan protein dan nutrisi yang lengkap. Nilai SGR yang lebih tinggi dibandingkan jurnal pembanding menunjukkan bahwa substrat ini mendukung pertumbuhan maggot secara optimal.

Konsumsi Pakan dan Indeks Pengurangan Limbah

Rata-rata data hasil pengolahan konsumsi media pakan dan indeks pengurangan limbah (*Waste Reduction Index/WRI*) oleh maggot (*Hermetia illucens*) yang dipelihara selama kurang lebih 14 hari pada berbagai jenis media diferensial, yaitu kombinasi limbah kepala udang dan daun singkong, disajikan secara lengkap sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata konsumsi pakan dan indeks pengurangan limbah Maggot BSF

Variabel	Perlakuan					Satuan Baku
	P1	P2	P3	P4	P5	
Konsumsi Pakan	83,5 %	72,9 %	80,3 %	86,9 %	93 %	7,45
WRI	5,92	5,14	5,71	6,14	6,64	0,55

Berdasarkan hasil analisis statistik (ANOVA), tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar

perlakuan terhadap konsumsi pakan maggot BSF ($p > 0,05$). Meskipun demikian, secara deskriptif, terdapat

<https://doi.org/10.30598/ajitt.2025.13.2.175-184>

variasi nilai konsumsi antar perlakuan selama masa pemeliharaan 14 hari. Perlakuan P5 (100% daun singkong) menunjukkan konsumsi tertinggi sebesar 93%, disusul oleh P4 (86,9%), P1 (83,5%), P3 (80,3%), dan P2 dengan konsumsi terendah, yaitu 72,9%. Variasi ini tidak dapat dianggap berbeda secara statistik, namun tingginya konsumsi pada P4 dan P5 menunjukkan potensi positif dari formulasi pakan berbasis daun singkong, yang diduga lebih disukai atau lebih mudah dicerna oleh maggot. Hal ini mungkin disebabkan oleh tekstur substrat yang lebih lunak dan kandungan air yang cukup, meskipun kadar seratnya tinggi.

Berdasarkan data tersebut, perlakuan P5 menunjukkan konsumsi pakan tertinggi, yaitu 93%, yang mengindikasikan bahwa maggot pada perlakuan ini paling aktif dalam mengonsumsi pakan selama periode penelitian. Disusul oleh P4 dengan konsumsi sebesar 86,9%, dan P1 sebesar 83,5%. Perlakuan P3 menunjukkan konsumsi sebesar 80,3%, sementara P2 memiliki konsumsi terendah, yaitu 72,9%. Variasi ini dipengaruhi oleh jenis dan komposisi substrat, bukan semata oleh kadar protein atau serat. Meskipun daun singkong memiliki kadar serat yang tinggi, konsumsi tertinggi justru terjadi pada perlakuan dengan proporsi daun singkong lebih besar (P4 dan P5), yang menunjukkan bahwa faktor lain seperti palatabilitas, tekstur pakan setelah pencampuran, dan kelembapan substrat turut memengaruhi daya konsumsi larva. Selain itu, substrat yang sesuai dengan kebutuhan biologis larva cenderung meningkatkan efisiensi konsumsi dan pemanfaatan limbah organik. Maggot lebih efektif mereduksi substrat dengan tekstur lunak karena lebih mudah diuraikan dan diserap selama proses metabolisme (Hulu. *et al.*, 2022). Dengan demikian, meskipun kandungan serat tinggi sering diasosiasikan dengan penurunan konsumsi, dalam penelitian ini formulasi berbasis daun singkong justru lebih disukai, sehingga dapat menjadi salah satu alternatif pakan yang potensial.

Hasil konsumsi pakan maggot dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa seluruh perlakuan yang diterapkan memiliki nilai konsumsi pakan yang lebih tinggi jika dibandingkan hasil penelitian oleh (Ansyari *et al.*, 2024) di mana konsumsi tertinggi adalah 80% pada media limbah sayuran. Perlakuan P5 menghasilkan konsumsi pakan tertinggi sebesar 93%, yang menunjukkan efisiensi penguraian substrat yang sangat baik. Bahkan perlakuan terendah dalam penelitian ini P2 = 72,9% masih lebih tinggi dari konsumsi pada media ampas tebu fermentasi (56%) dan setara dengan kombinasi media 72% dalam penelitian Ansyari. Nilai konsumsi di atas 80% (P1, P3, P4, P5), menunjukkan aktivitas konsumsi pakan pada maggot lebih optimal.

Berdasarkan Tabel 5, rekapitulasi indeks pengurangan limbah selama 14 hari masa penelitian untuk lima perlakuan berbeda (P1 hingga P5). Berdasarkan data, perlakuan P5 mencatat nilai WRI tertinggi, yaitu 6,64, menunjukkan bahwa maggot pada

perlakuan ini paling efektif dalam mengonsumsi dan mengurangi limbah selama masa penelitian. Disusul oleh P4 dengan 6,14, yang juga menunjukkan efisiensi tinggi dalam pengurangan limbah. Perlakuan P1 dan P3 memiliki nilai masing-masing 5,92 dan 5,7, yang tergolong sedang. Sementara itu, P2 memiliki nilai WRI terendah, yaitu 5,14, menandakan kemampuan terendah dalam mengurangi limbah. Nilai WRI yang tinggi mencerminkan bahwa larva maggot memiliki efektivitas yang baik dalam menguraikan media menjadi kompos. Sebaliknya, nilai WRI yang rendah menunjukkan bahwa kemampuan maggot dalam mereduksi substrat lebih rendah, yang kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor tertentu yang menghambat proses dekomposisi. Kombinasi dari 75% kepala udang dan 25% daun singkong memiliki kandungan protein, serat kasar yang tinggi, dan tekstur media yang cukup padat membuat maggot tidak terlalu menyukai kombinasi pakan ini. Semakin besar WRI maka semakin besar WRI maka semakin baik efisiensi reduksi substrat yang dihasilkan. Nilai WRI ini berbanding lurus dengan nilai konsumsi media (Hulu. *et al.*, 2022). Perbedaan nilai WRI antar perlakuan ini mencerminkan bahwa komposisi atau karakteristik pakan yang diberikan sangat memengaruhi performa maggot dalam proses dekomposisi dan konversi limbah organik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa P5 merupakan perlakuan paling optimal dalam mendukung efisiensi pengurangan limbah oleh maggot BSF.

Indeks pengurangan limbah dalam penelitian ini menunjukkan kisaran antara 5,14 hingga 6,64 g/hari, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 5,91 g/hari. Hasil ini dapat dibandingkan dengan studi oleh (Hulu. *et al.*, 2022) yang memanfaatkan media berupa limbah rumah tangga, ampas kelapa, dan ampas tahu, nilai WRI berkisar antara 1,8 hingga 3,9 g/hari. Perbedaan ini menunjukkan bahwa substrat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kombinasi kepala udang dan daun singkong, jauh lebih efisien dalam direduksi oleh maggot. Kandungan protein dan tekstur substrat kemungkinan besar berkontribusi terhadap tingginya laju konsumsi dan reduksi, sehingga menghasilkan WRI yang lebih tinggi. Pernyataan ini sejalan dengan temuan (Diener *et al.*, 2009), yang menyebutkan bahwa nilai WRI yang tinggi mengindikasikan efisiensi substrat dalam mendukung proses konversi biomassa pada larva.

Kandungan Protein dan Kadar Air Maggot

Persentase protein dan kandungan air yang terdapat dalam maggot (*Hermetia illucens*) yang diberi perlakuan pakan berbeda dengan kombinasi media tumbuh limbah kepala udang dan daun singkong, disajikan secara lengkap pada Tabel 6.

Hasil penelitian menunjukkan kadar protein maggot BSF bervariasi antar perlakuan. P1 menunjukkan kadar protein tertinggi (27,32%) dan kadar air 63,58%, diikuti P2 (25,59%; 63,23%) dan P3 (21,97%; 62,43%). P4 dan P5 memiliki kadar protein

lebih rendah, masing-masing 19,16% dan 18,09%, dengan kadar air 50,28% dan 47,01%. P1 unggul karena nutrisi substrat 100% kepala udang yang kaya protein. Media atau substrat dengan kuantitas dan kualitas yang optimal, akan berkontribusi secara signifikan terhadap mutu dan volume nutrisi pada maggot. Hal ini menunjukkan salah satu faktor tingginya kandungan

protein maggot didukung oleh media tumbuh yang digunakan (Suciati *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya kepala udang memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu 36,75%. Dengan demikian, perlakuan P1, P2, dan P3 lebih efektif dalam meningkatkan protein maggot, yang penting untuk pakan ternak bergizi tinggi.

Tabel 7. Hasil analisa kandungan protein dan kadar air Maggot

No	Kode Sampel	Paramter Analisis	
		Kadar Air (%)	Protein Total (%)
1	P1	63,58	27,32
2	P2	63,23	25,59
3	P3	62,43	21,97
4	P4	50,28	19,16
5	P5	47,01	18,09

Hasil analisis pada P1 menunjukkan kadar protein kasar sebesar 27,32% dan kadar air 63,58%, menyisakan 9,1% komponen nutrisi yang belum teridentifikasi. Menurut (Azir *et al.*, 2017) nutrisi maggot mencakup air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat, sehingga sisa kandungan pada P1 kemungkinan terdiri dari kitin, kalsium karbonat, lemak, abu, dan karbohidrat. Pada P2, P3, dan P4 yang menggunakan campuran media, sisa nutrisi diperkirakan berupa lemak, abu, serat kasar, dan BETN. Kandungan lemak mencerminkan peran kepala udang sebagai sumber energi, sedangkan serat dan karbohidrat diduga berasal dari daun singkong, karena kepala udang mengandung 80,15% air, 21% protein, 0,93% lemak, dan 2,64% abu (Diana. *et al.*, 2023). Sementara itu, daun singkong mengandung protein kasar 29%, serat kasar 19,06%, lemak 9,41%, BETN 34,08%, dan abu 8,83% (Suwarsito *et al.*, 2017). Pada P5, dengan protein kasar 18,09% dan kadar air 47,01%, sisa kandungan kemungkinan didominasi lemak, diikuti oleh karbohidrat, abu, dan serat kasar.

Kadar protein maggot berkisar antara 18,9% hingga 27,32%. Seluruh perlakuan memenuhi standar minimal pakan unggas menurut SNI 8290-1:2024 ($\geq 18\%$). Namun, hanya P1 dan P2 yang memenuhi standar pakan ikan SNI 9043-11:2024 ($\geq 25\%$). Perlakuan P1 (100% kepala udang) menghasilkan kadar protein tertinggi dan memenuhi kedua standar SNI, menjadikannya potensial sebagai sumber pakan tinggi protein. Sebaliknya, P5 (100% daun singkong) memiliki kadar protein terendah dan tidak memenuhi standar pakan ikan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pakan limbah kepala udang dan daun singkong mampu memberikan pengaruh biologis terhadap pertumbuhan (berat, panjang, ketebalan) serta kandungan protein maggot BSF. Perlakuan P4 cenderung memberikan pertumbuhan fisik terbaik, sedangkan P1 menghasilkan kadar protein tertinggi, dan P5 menunjukkan konsumsi pakan serta WRI tertinggi. Penelitian lanjutan

disarankan dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar, serta analisis kandungan nutrisi pakan yang lebih rinci, guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R., Johan, H., & Ruyani, A. (2024). Pemberian pakan sampah buah dan sayur terhadap pertumbuhan dan kadar protein maggot bsf (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pangan*, 22(1), 43–49. <https://doi.org/10.29244/jintp.22.1.43%E2%80%9149>
- Ansyari, M. T., Afriani, D. T., & Siswoyo, B. H. (2024). Pemanfaatan limbah pasar sayuran dan ampas tebu terhadap pertumbuhan maggot BSF (*Hermetia Illucens*). *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 3(2), 130–141. <https://doi.org/10.46576/jai.v3i2.4825>
- Auliani, R., Apsari, D. A., & Rusli, M. (2024). Analysis of the effect of variations in organic waste composition on body weight growth of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Indonesian Journal of Global Health Research*, 6(5), 2955–2962. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v6i5.3324>
- Azir, A., Harris, H., & Haris, R. B. K. (2017). Produksi dan kandungan nutrisi maggot (*Chrysomya megacephala*) menggunakan komposisi media kultur berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 34–40. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v12i1.1412>
- Defrianto., E., M., Rikhmasari., N., D., & Aswan., S., M. (2025). Analisis kondisi kelembaban dan suhu optimum untuk pertumbuhan maggot dalam proses penguraian sampah organik. *Jurnal Engineering*, 7, 1–8. <https://media.neliti.com/media/publications/245018-produksi-dan-kandungan-nutrisi-maggot-ch-633c595b.pdf>
- Dewi, D. F. K., & Frinaldi, A. (2023). The effect of vaname shrimp pond waste disposal <https://doi.org/10.30598/ajitt.2025.13.2.175-184>

- (*Litopenaeus van-namei*) on the environment and environmental law perspective: A literatur review. *Journal of Climate Change Society*, 1(2).
<https://doi.org/10.24036/jccs/Vol1-iss2/13>
- Diana., M., Hartati, Teguh, Anthony., S., & Gunarti., S. (2023). Pemanfaatan limbah udang (kulit dan kepala udang) sebagai penyedap masakan pengganti MSG di Desa Muara Telang Marga Kabupaten Banyuasin. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Terbuka Tahun 2023*, 9315(2018), 609–616.
- Diener, S., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management and Research*, 27(6), 603–610.
<https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Fitriani, & Hermanto. (2019). Pemanfaatan kulit dan daun singkong sebagai campuran bahan pakan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 13(2), 284–295.
<https://doi.org/10.26578/jrti.v13i2.5610>
- Handayani, D., Naldi, A., Larasati, R. R., Khaerunnisa, N., & Budiarmaka, D. D. (2021, March). Management of increasing economic value of organic waste with Maggot cultivation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 716, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/716/1/012026>
- Hartati, Chamila., A., Syamsiah, Jumadi., O., Kurnia., N., Junda., M., Sharibulan, Saparuddin, Djawad., Y. A., & Harianto., F. (2022). Pengaruh formulasi pakan terhadap kandungan nutrisi larva black soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*. *Jurnal Sainsmat*, 11(2), 144–153.
<https://doi.org/10.35580/sainsmat112371712022>
- Hasim, Falah, S., & Dewi, L. K. (2016). Pengaruh perebusan daun singkong (*Manihot esculenta* crantz) terhadap kadar total fenol, flavonoid dan aktivitas antioksidannya. *Current Biochemistry*, 3(3), 116–127. <http://biokimia.ipb.ac.id>
- Hindratiningrum, N., Fitria, R., & Santosa, S. A. (2023). The nutrition quality of cassava leaf silage with different fermentation lengths. *Animal Production*, 25(3), 179–185.
<https://doi.org/10.20884/1.jap.2023.25.3.222>
- Hulu., F., Afriani., T. ., & Hasan., U. (2022). Pengaruh media yang berbeda dengan menggunakan limbah rumah tangga, ampas kelapa dan ampas tahu terhadap pertumbuhan (*Hermetia Illucens*). *Jurnal AQUACULTURE Indonesia*, 2(1), 47–59.
<https://doi.org/10.46576/jai.v2i1.2063>
- Inayati, R. (2024). Inventarisasi peluang dalam pengembangan usaha budidaya maggot di Kota Mataram. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi (SANTEK)*, 1(1), 29–44.
<https://jurnal.licheninstitute.org/index.php/sante/k/article/view/155>
- Irnidayanti, Y. (2023). Pemanfaatan limbah kulit udang asal sampah rumah tangga sebagai pupuk organik cair (POC) di Daerah Rawamangun. *Mitra Mahajana: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 194–201.
<http://dx.doi.org/10.37478/mahajana.v4i3.3207>
- Komalasari, Q. N., & Abida, I. W. (2021). Pengaruh pembuangan limbah cair industri pembekuan udang terhadap kualitas air sungai Di Kabupaten Sidoarjo. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 202–211.
<https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11753>
- Massi., Y., Asnani, & Rejeki., S. (2023). Pemanfaatan bubuk kepala udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai penambah flavor dalam pengolahan kerupuk tapioka. *Jurnal Riset Pangan*, 1(1), 119–121. <https://jurnal-riiset-pangan.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/10>
- Mokolensang, J. F., Hariawan, M. G. V., & Manu, L. (2018). Maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pakan alternatif pada budidaya ikan. *E-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 6(3), 32–37.
<https://doi.org/10.35800/bdp.6.3.2018.28126>
- Morgan, N. K., & Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Animal Nutrition*, 2(4), 253–261.
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.08.010>
- Muhayyat., M. ., Tawfiequrrahman., A., & Agus., P. (2016). Pengaruh jenis limbah dan rasio umpan pada biokonversi limbah domestik menggunakan larva black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 23–29.
<https://doi.org/10.22146/jrekpros.34424>
- Mutaal, M. R. (2024). The local economic development through maggot cultivation in Klaten, Indonesia, to support environmental sustainability. *Buletin Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo*, 26(1), 49–58.
<https://doi.org/10.37149/bpsosek.v26i1.1260>
- Nada., M. ., Lestariningsih, & Lidyawati., A. (2023). Pengaruh Jenis limbah sayuran dan sisa nasi terhadap produktivitas maggot BSF. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 8(1), 8–14.
<https://doi.org/10.32503/fillia.v8i1.2745>
- Neneng., L., Hartanti., P. D. E. R., Laba., Y. ., Gamaliel, Pratama., S. D., & Angga., C. S. (2023). Pengaruh Komposisi Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Maggot *Hermetia illucens* (Black Soldier Fly). *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 4(1), 11–20.
<https://doi.org/10.37304/bed.v4i1.8158>
- Novianti, D. (2023). Review: Kondisi lingkungan ideal untuk budi daya black soldier fly (BSF). *Cakrawala*, 17(2), 195–206.
<https://doi.org/10.32781/cakrawala.v17i2.575>

- Nurul Aisyah, A., Setyowati, D. N., & Astriana, B. H. (2021). Potensi pemanfaatan daun singkong (manihot utilisima) terfermentasi sebagai bahan pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 13–25.
<https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.184>
- Salsabila., A., Nurhayatin., T., & Herawati., E. (2021). Tingkat densitas populasi bobot dan panjang maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*) dengan pemberian pakan berbeda. *JANHUS Jurnal Ilmu Peternakan Journal of Animal Husbandry Science*, 6(1), 11.
<https://doi.org/10.52434/janhus.v6i1.1500>
- Schiavone, A., De Marco, M., Martínez, S., Dabbou, S., Renna, M., Madrid, J., Hernandez, F., Rotolo, L., Costa, P., Gai, F., & Gasco, L. (2017). Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
- Sedyaaw, P., Pathan, D. I., Mohite, A. S., Mohite, S. A., Desai, A. S., Sharangdher, S. T., ... & Gedam, S. P. (2024). Development and standardization of chutney from shrimp head waste. *Journal of Experimental Zoology India*, 27(1).
<https://doi.org/10.59467/jez.2024.27.000>
- Setiawan, B., Muanas, M., Cahyadi, S., Taslim, J., & Andinna, A. M. (2024). Organic waste utilization for maggot breeding to enhance economic welfare in RW 07 Ciparigi Indah. *JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat)*, 8(4), 107–116.
<https://doi.org/10.12345/je.v8i4.97>
- Suciati, R., Faruq, H., Biologi, J. P., & Timur, J. (2017). Efektifitas media pertumbuhan maggots hermetia illucens (lalat tentara hitam) sebagai solusi pemanfaatan sampah. *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio*, 2(1), 0–5.
<https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i1.356>
- Supriyatna, A., Manurung, R., Esyanti, R. R., & Putra, R. E. (2016). Growth of black soldier larvae fed on cassava peel wastes, An agriculture waste. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(6), 161–165.
<https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2016&vol=4&issue=6&ArticleId=1334>
- Susanti, F. H. T., Pratama, O. H., Tsani, R. D., Setiawan, D., Ardiansyah, D. L., Agyari, K. D., ... & Idayanti, R. W. (2025). Sosialisasi budidaya maggot black soldier fly untuk mengatasi limbah pertanian di Desa Pogalan, Kecamatan Pakis. *Manfaat: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia*, 2(3), 10–18.
<https://doi.org/10.62951/manfaat.v2i3.433>
- Suwarsito, Apreli, N. N., & Mulia, D. S. (2017). Pengaruh pemberian kombinasi tepung daun singkong (*Manihot utilisima*) dan tepung ikan rucuh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Sainteks*, 14(2), 105–112.
<https://doi.org/10.30595/sainteks.v14i2.4258>
- Syahputra, D., Hasan, U., & Manullang, H. M. (2023). Pengaruh pemberian limbah buah-buahan pepaya, nanas dan semangka terhadap pertumbuhan maggot BSF (*Hermetia Illucens*). *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 2(2), 88–98.
<https://doi.org/10.46576/jai.v2i2.2092>
- Vuong, M. D., Thanh, N. T., Son, C. K., & Yves, W. (2021). Protein enrichment of cassava-based dried distiller's grain by solid state fermentation using *Trichoderma Harzianum* and *Yarrowia Lipolytica* for feed ingredients. *Waste and Biomass Valorization*, 12(7), 3875–3888.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-020-01262-4>
- Widigdyo., A., & Normawati., R. A. (2023). Effect of Using chicken manure, starfruit waste, and ice cream waste as food media on the production performance of maggot black soldier fly. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(2), 548–552.
<https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i2.537>
- Wiryajati, I. K., Putri, I. G. A. S. U., & Setiawati, M. (2024). Pemanfaatan limbah organik sebagai media budidaya maggot di desa lendang nangka. *Jurnal Bakti Nusa*, 5(1), 1–9.
<https://doi.org/10.29303/baktinusa.v5i1.113>

Available online at journal homepage: <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrimal>