



Pemberian Kombinasi Limbah Lumpur Kentang dan Fermentasi Ampas Kelapa Pada Larva *Hermetia illucens*

Ananda Sekar ayuningtyas, Dyah Rini Indriyanti[✉], Priyantini Widiyaningrum, Ning Setiati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 November 2022

Disetujui: 15 November 2022

Dipublikasikan: 30 November 2022

Keywords:

Waste sludge, coconut pulp, fermentation

Limbah lumpur, ampas kelapa, fermentasi

Abstract

H. illucens is an insect that can be used as an alternative protein. *H. illucens* larvae can convert organic waste and produce animal feed at low prices without degrading its quality. The purpose of this study was to analyze the effect of giving a combination of sludge waste and fermentation of coconut pulp on the individual weight of the larvae, the survival rate of larvae, and the index of reducing waste / waste by larvae per day. This study was conducted with 4 treatments, namely A = control, B = sludge waste (75%) and fermentation of coconut pulp (25%), C = waste sludge (50%) and fermentation of coconut pulp (50%), and D = waste sludge (25%) and fermentation of coconut pulp (75%) with as much as 2 kg of waste / waste and 1333 5-DOL in each treatment for 12 days. The results showed that the highest individual weight was in the C treatment with a value (0.19 gr). The highest survival rate in treatment D was (68.92%). The highest waste reduction index is in treatment D, which is 4.07 / day. The best protein content was found in the D treatment with protein values, namely (55.85%) and fat (25.06%). The results of data analysis showed that each research parameter correlated with each other showed that the combined feed media of sludge waste and fermented coconut pulp had a significant influence

Abstrak

H. illucens merupakan serangga yang dapat digunakan sebagai protein alternatif. Larva *H. illucens* dapat mengkonversi sampah organik dan menghasilkan pakan ternak dengan harga murah tanpa menurunkan kualitas nya. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui menganalisis pengaruh pemberian kombinasi limbah lumpur kentang dan fermentasi ampas kelapa terhadap bobot akhir larva, tingkat kelangsungan hidup larva, dan kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva per hari. Penelitian ini dilakukan dengan 4 perlakuan yaitu A = kontrol, B = limbah lumpur kentang (75%) dan fermentasi ampas kelapa (25%), C = limbah lumpur kentang (50%) dan fermentasi ampas kelapa (50%), serta D = limbah lumpur kentang (25%) dan fermentasi ampas kelapa (75%) dengan sebanyak 2 kg sampah/limbah dan 1333 5-DOL pada tiap perlakuan selama 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bobot akhir tertinggi ada pada perlakuan C dengan nilai (0,19 gr). Tingkat kelangsungan hidup tertinggi ada pada perlakuan D sebesar (68,92%). Kemampuan degradasi sampah tertinggi ada pada perlakuan D yaitu 4,07/hari. Kandungan protein terbaik terdapat pada perlakuan D dengan nilai protein yaitu (55,85%) dan lemak (25,06%). Hasil analisis data menunjukkan bahwa tiap parameter penelitian saling berkorelasi menunjukkan bahwa media pakan kombinasi limbah lumpur kentang dan ampas kelapa difermentasi memiliki pengaruh yang signifikan

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati, Semarang
E-mail: dyahrini@mail.unnes.ac.id

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi penduduk menyebabkan tingginya kebutuhan akan pangan yang berasal dari daging. Tingginya kebutuhan akan pangan tersebut menyebabkan meningkatnya permintaan bahan pakan ternak untuk mendukung produksi intensif ternak yang berkelanjutan (Murti & Putri, 2018). Pada produksi ternak pakan merupakan salah aspek terpenting, dimana pakan berkontribusi sebesar 50%-70% dari total biaya pada produksi ternak (Spring, 2013). Protein merupakan komponen terpenting pada pakan yang berperan dalam pertumbuhan ternak, akan tetapi memiliki harga yang tinggi (Craig, 2017). Sehingga diperlukannya sumber protein alternatif lain yang dengan kualitas yang baik akan tetapi memiliki harga yang lebih rendah.

Serangga merupakan salah satu spesies yang memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai protein alternatif (Józefiak & Engberg, 2015). *Hermetia illucens* atau biasa disebut *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan salah satu serangga yang dapat digunakan sebagai protein alternatif (Wardhana, 2016). Larva dari *H. illucens* atau biasa disebut maggot memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai protein alternatif (Makinde & Olayinka; Hender *et al.*, 2021). Larva dari serangga ini selain dapat digunakan sebagai protein alternatif ia juga dapat digunakan sebagai agen biokonversi (Faizin *et al.*, 2021). Biokonversi adalah proses mengkonversi materi organik pada sampah/limbah yang melibatkan organisme hidup supaya sampah/limbah tersebut menghasilkan produk bernilai ekonomi (Fahmi, 2015). Penggunaan *H. illucens* dapat mengurangi biaya produksi dalam industri peternakan tanpa menurunkan kualitas pada pakan tersebut (Wardhana, 2017). Pada perkembangan biakannya, larva *H. illucens* memanfaatkan protein yang ada pada media pakannya untuk membentuk protein tubuhnya, maka kandungan nutrisi pada larva *H. illucens* bergantung pada kuantitas dan kualitas media pakan yang digunakan (Tomberlin, 2002).

Permasalahan sampah yang ada di Indonesia berdasarkan hasil observasi yang dilakukan sampah/limbah yang dihasilkan masyarakat maupun industri memiliki nilai yang tinggi dimana produksi sampah/limbah di kota Semarang tiap tahunnya dapat mencapai 430.000 ton (SR & Lestari, 2021). Kurangnya pengelolaan yang dilakukan terhadap sampah/limbah menyebabkan sampah/limbah tersebut menjadi sumber polusi dan pencemaran pada tanah, air, dan udara (Ferronato & Torretta, 2019). Diperlukannya upaya supaya lingkungan tidak terus menerus tercemar, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengelolaan pada sampah/limbah dengan cara menggunakan larva *H. illucens* untuk mengkonversi sampah tersebut (Satori *et al.*, 2021).

Limbah lumpur kentang merupakan lumpur yang timbul dari beroperasinya instalasi pengolahan air limbah pada salah satu industri makanan yang berada di wilayah Semarang (Cahyadi, 2016). Limbah lumpur kentang ini merupakan hasil dari pengolahan air limbah kentang dan singkong. Ampas kelapa merupakan sampah/limbah industri atau sampah rumah tangga yang berpotensi digunakan sebagai bahan pakan unggas (Syahri & Syahrir, 2016). Kedua sampah/limbah tersebut membutuhkan pengelolaan yang tepat supaya selain dapat mengurangi pencemaran sampah/limbah ini dapat

menghasilkan produk bernilai ekonomi. Pengelolaan yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan limbah tersebut sebagai media pertumbuhan larva Black Soldier Fly (BSF) yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi sebagai bahan pakan ikan atau ternak (Sukara, 2019). Ampas kelapa dapat digunakan sebagai media pakan *H. illucens* karena ampas kelapa memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan maggot pada penelitian Azir *et al.*, (2017). Ampas Kelapa memiliki kandungan protein yang tinggi dan serat kasar yang tinggi pula sehingga diperlukan proses fermentasi terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai media pakan untuk menurunkan serat kasar yang dimiliki oleh ampas kelapa (Pamungkas, 2011). Pada proses fermentasi ini terjadi perubahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang dapat meningkatkan kualitas pada ampas kelapa (Saragih & Leardin Ndruma, 2019).

Pembudidayaan *H. illucens* perlu diketahui media yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan nya. Kombinasi limbah lumpur kentang dan ampas kelapa yang difermentasi memiliki potensi sebagai pakan untuk *H. illucens*, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya. Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimanakah pemberian kombinasi limbah lumpur kentang dan fermentasi ampas kelapa terhadap bobot akhir larva, tingkat kelangsungan hidup larva, dan kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva per hari. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pemberian kombinasi limbah lumpur kentang dan fermentasi ampas kelapa terhadap bobot akhir larva, tingkat kelangsungan hidup larva, dan kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva per hari.

METODE

Penelitian dilakukan di TPST UNNES di Kampung Banaran, Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Semarang, selama Januari – Februari 2022.

Persiapan Media

Limbah lumpur kentang diambil dari industri makanan wilayah semarang. Ampas kelapa diambil dari rumah makan gudeg wilayah semarang dengan kriteria masih segar dan tidak bau apek. Ampas kelapa yang diperoleh disiapkan terlebih dahulu untuk difermentasi. Fermentasi ampas kelapa dilakukan mengikuti metode yang Biyatmoko *et al* (2018). Ampas kelapa sebanyak 1000 g ditambah EM4 dengan konsentrasi 3% (30 ml), akuades (235 ml), dan gula putih 1% (10 g) dicampur hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam trash bag selama 5 hari.

Pembudidayaan Larva *Hermentia illucens*

Ampas kelapa yang sudah difermentasi sebelumnya dan lumpur limbah kentang yang telah disiapkan selanjutnya ditimbang sesuai perlakuan dengan total sampah sebanyak 2.000 g. Kemudian dimasukan/ditebarkan 5-DOL sebanyak 3,45 g larva/kontainer. *Day old Larvae* (DOL) yang digunakan merupakan 5-DOL yang diperoleh dari telur *H. illucens*. Telur *H. illucens* yang telah dipanen disimpah ke

atas *nursery box* (kotak penetasan) selama 5 hari sehingga didapatkan 5-DOL. 5-DOL merupakan larva berumur 5 hari setelah penetasan. Kontainer yang telah diisi oleh 5-DOL di atasnya diberi jaring agar tidak ada hama yang masuk selama pembudidayaan.

Panen Larva *Hermentia illucens*

Larva yang sudah berumur 12 hari yang berada di dalam container dipanen menggunakan saringan dengan bantuan aliran air. Air digunakan untuk memudahkan pemisahan maggot dari ampas media. Selanjutnya maggot ditimbang dan siap untuk ditampung dalam wadah.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan termasuk control dan 5 kali ulangan yaitu:

- A. Lumpur limbah kentang 100% (kontrol)
- B. Lumpur limbah kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%
- C. Lumpur limbah kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%
- D. Lumpur limbah kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%

Parameter yang diamati adalah bobot akhir, tingkat kelulusan hidup, kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva, dan kandungan protein dan lemak pada larva *H. illucens*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan one way ANOVA pada taraf signifikansi 95% yang dilanjutkan uji LSD untuk mengetahui beda nyata tiap perlakuan.

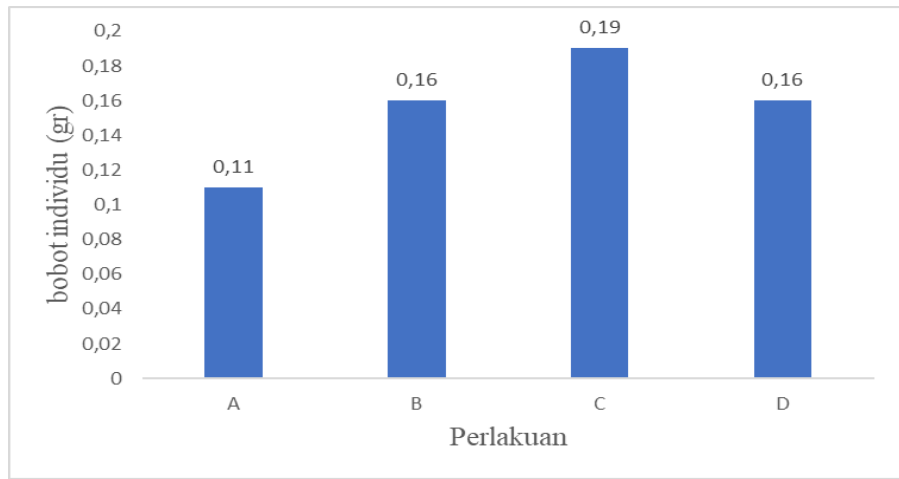
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil bobot akhir larva *H. illucens*, tingkat kelulusan larva *H. illucens*, dan kemampuan degradasi sampah oleh larva *H. illucens* dari setiap perlakuan A (limbah lumpur kentang), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%), C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), serta D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) selama 12 hari menunjukkan adanya perbedaan pada setiap perlakuan (Gambar 1).

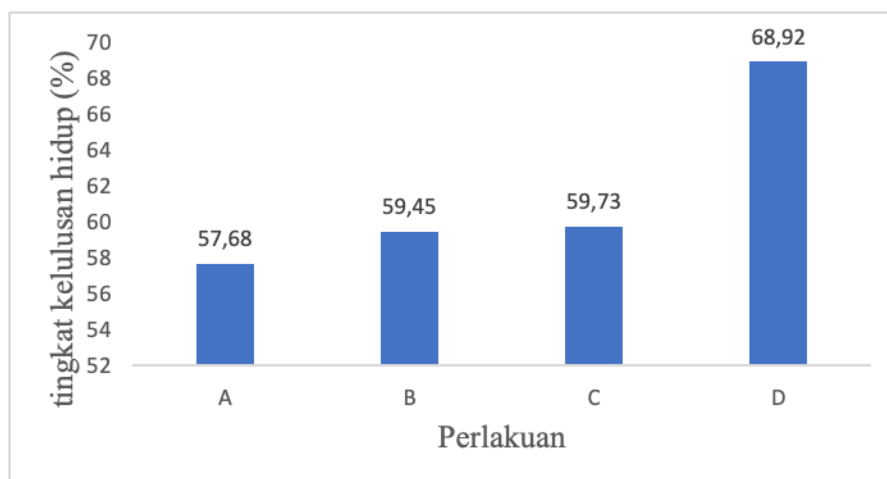


Gambar 1 Larva *H.illucens* A (kontrol), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%),C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%)

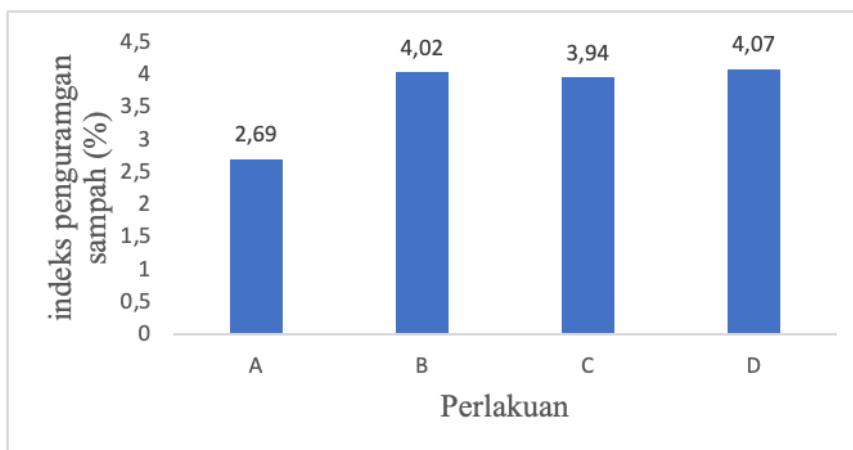
Hasil data penelitian yang diperoleh dianalisis dengan melakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji ANNOVA dan uji least significant difference (LSD). Berdasarkan hasil uji prasyarat analisis yang telah dilakukan, seluruh data memenuhi prasyarat analisis yaitu berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan bervariasi homogen. Hasil analisis data ringkasan uji ANOVA pada tiap parameter penelitian menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh berada di atas 0,05 sehingga selanjutnya dilakukan Uji LSD yang disajikan pada (Gambar 2), (Gambar 3), dan (Gambar 4).



Gambar 2 Bobot akhir larva *H. illucens* A (kontrol), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%), C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%)



Gambar 3 Tingkat kelulusan hidup larva *H. illucens* A (kontrol), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%), C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%)



Gambar 3 Kemampuan degradasi sampah oleh larva *H. illucens* A (kontrol), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%), C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%)

Pada penelitian ini diketahui bahwa perlakuan kombinasi menghasilkan bobot akhir larva *H. illucens*, tingkat kelulusan larva *H. illucens*, dan kemampuan degradasi sampah oleh larva *H. illucens* lebih baik daripada perlakuan kontrol yaitu tanpa kombinasi. Bobot akhir terbesar dihasilkan oleh perlakuan C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%) dengan nilai rata-rata bobot sebesar 0,19 g. Bobot rata-rata individu larva *H. illucens* terendah dimiliki oleh perlakuan A (Kontrol) yang memiliki rata-rata bobot yaitu 0,11 g. Pada tingkat kelulusan hidup larva *H. illucens* diketahui bahwa tingkat kelulusan hidup larva *H. illucens* tertinggi dimiliki oleh perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) 68,92% dan terendah dimiliki perlakuan A (Kontrol) yaitu 57,68%. Kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva *H. illucens* yang dihasilkan menunjukkan bahwa perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) merupakan kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva tertinggi dengan nilai 4,07%/hari dan terendah terdapat pada perlakuan A (Kontrol) dengan nilai 2,69%/hari.

H. illucens merupakan serangga yang mengambil nutrisi dari pakan yang digunakan. Larva merupakan fase kedua pada siklus hidup serangga *H. illucens* (Nguyen *et al.*, 2015). Pertumbuhan pada larva *H. illucens* dipengaruhi beberapa faktor, yaitu kandungan nutrisi pakan, kandungan air pakan, dan tekstur pakan (Nur Rojabi *et al.*, 2021). Pakan yang digunakan sebagai pakan serangga ini haruslah memiliki kandungan yang optimal agar mendapatkan hasil yang baik. Pada perlakuan kontrol digunakan limbah lumpur kentang tanpa kombinasi sebagai pakan bagi larva. Limbah lumpur kentang mempunyai kandungan nutrisi yang rendah (Tabel 1) sehingga bobot, tingkat kelulusan hidup, dan kemampuan degradasi sampah/limbah yang dihasilkan lebih rendah daripada pakan kombinasi. Pada pakan kombinasi dilakukanlah pengoptimalan pakan yang digunakan dengan menambahkan ampas kelapa yang difermentasi pada limbah lumpur kentang. Ampas kelapa merupakan salah satu limbah yang karena memiliki kandungan protein yang tinggi, akan tetapi ia memiliki tekstur yang kasar karena tingginya kandungan serat kasar yang dimilikinya (Azir *et al.*, 2017), sehingga dilakukan fermentasi

terlebih dahulu sebelum ampas kelapa digunakan sebagai pakan. Fermentasi dilakukan agar meningkatkan kualitas pada ampas kelapa (Sukaryana, 2011).

Tabel 1. Kandungan nutrisi limbah lumpur kentang singkong dan kentang

Kadar air(%)	Kadar abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Serat (%)
81,49	4,23	5,5	1,15	0,13

Selain kandungan nutrisi pada pakan kadar air pada pakan sangatlah berpengaruh terhadap tingkat kelulusan hidup larva *H. illucens* dan kemampuan degradasi sampah oleh larva *H. illucens*, sebab larva *H. illucens* tidak menyukai media pakan yang terlalu berair (Budiyanto *et al.*, 2019). Batas minimum kadar air untuk pakan *H. illucens* yaitu 70-80% (Liu *et al.*, 2015). Pada penelitian ini pakan yang digunakan memiliki kandungan air yang cukup tinggi pada limbah lumpur kentang yaitu 81,49% sedangkan ampas kelapa hanya 26,16%. Tinggi nya kandungan air pada limbah lumpur kentang membuat membuat larva mencari lingkungan yang lebih kering dan membuat limbah lumpur kentang tidak dikonsumsi secara maksimal (Budiyanto *et al.*, 2019). Berkurangnya asupan makanan larva *H. illucens* berakibat pada kelangsungan hidup yang rendah dan perkembangan yang lebih lama (Nguyen *et al.*, 2013). Tingginya kandungan air pada pakan menyebabkan kematian pada larva *H. illucens* karena dapat mengganggu proses respirasi (Barros *et al.*, 2019). Proses penguraian limbah organik yang terhalang oleh air dapat memicu produksi ammonia dan metana yang dapat bersifat toksik sehingga menyebabkan kematian pada larva *H. illucens* (Hakim *et al.*, 2017). Kalová & Borkovcová (2013) menjelaskan bahwa larva *H. illucens* tetap dapat hidup meskipun diberi pakan dengan kadar air > 90%, tetapi tingkat kehidupan yang dimiliki akan lebih rendah. Selain itu tekstur pada pakan mempengaruhi kemampuan larva untuk mengkonsumsinya dimana limbah lumpur kentang memiliki tekstur yang lengket sehingga cukup sulit dicerna oleh larva.

Larva *H. illucens* memiliki manfaat sebagai pakan alternatif untuk ternak (Budi, 2021). Pada penelitian ini dilakukan analisis kandungan protein dan lemak pada larva kering *H. illucens* agar dapat mengetahui kandungan protein dan lemak pada larva *H. illucens*. Adapun hasil kandungan protein dan lemak pada larva *H. illucens* kering yang diberi kombinasi limbah lumpur kentang dan fermentasi ampas kelapa yang di uji kandungan proksimatnya di BPTP Jawa Tengah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Protein dan Lemak pada larva *H. illucens*

No	Perlakuan	Protein(%)	Lemak(%)
1	A	33,11	47,48
2	B	50,75	27,75
3	C	40,72	37,82
4	D	55,85	25,06

Keterangan : A (kontrol), B (limbah lumpur kentang 75% dan fermentasi ampas kelapa 25%), C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%), D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%)

Kandungan protein dan lemak pada larva *H. illucens* berasal dari akumulasi setiap nutrisi pada pakan yang digunakan (Tomberlin, 2002). Pada penelitian ini kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) yaitu 55,85%. Larva *H. illucens* mengekskresikan senyawa kimia berupa enzim untuk menghidrolisis substrat yang digunakan sebagai pakannya. Enzim proteolitik yang mengkatalisis pemutusan ikatan peptida pada protein adalah enzim protease. Enzim protease pada larva *H. illucens* merubah materi organik pada media pakan menjadi kandungan protein pada larva *H. Illucens* (Kim *et al.*, 2011). Kemampuan larva dalam mendapatkan nutrisi dari sampah disebabkan adanya alat pencernaan enzim, selulosa, yang dihasilkan oleh selulolitik bakteri (Supriyatna & Ukit, 2016). Larva *H. Illucens* memiliki enzim trypsin-like protease (Kim *et al.*, 2011), dan bakteri simbiosis (Varotto *et al.*, 2017), yang memiliki peran penting dalam proses pencernaan protein pada larva *H. illucens* (Yu, 2011). Larva *H. illucens* umumnya mengandung lemak berkisar antara 15-49% dari bobotnya (Mai *et al.*, 2019). Pada penelitian ini menghasilkan lemak yang cukup tinggi yaitu berada pada nilai 25-47 %, dimana kandungan tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol).

Fraksi lemak pada larva *H. Illucens* merupakan gerombolan zat yang sangat kompleks, dimana komponen lemak utama adalah asam laurat dan ester. Sebagai protein alternatif kandungan dari larva *H. illucens* perlu sesuai dengan kebutuhan ikan atau ternak. Pada budidaya ikan tidak baik jika mengkonsumsi pakan dengan kandungan lemak yang tinggi karena tidak baik bagi hati ikan (Budi, 2021). Tingginya kandungan lemak pada larva *H. illucens* menyebabkan terdapatnya batasan dalam pemberian pakan kepada ternak. Sehingga perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) dengan kandungan lemak terendah merupakan hasil yang terbaik agar dapat digunakan sebagai pakan ternak.

SIMPULAN

Pemberian pakan kombinasi limbah lumpur kentang dan fermentasi ampas kelapa berpengaruh terhadap bobot akhir larva *H. illucens*, tingkat kelulusan hidup larva *H. illucens*, kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva *H. illucens*. Bobot akhir terbesar dihasilkan oleh perlakuan C (limbah lumpur kentang 50% dan fermentasi ampas kelapa 50%) dengan nilai rata-rata bobot sebesar 0,19 g. Tingkat kelulusan hidup larva diketahui bahwa tingkat kelulusan hidup larva tertinggi dimiliki oleh perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) 68,92%. Kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva yang dihasilkan menunjukkan bahwa perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) merupakan kemampuan degradasi sampah/limbah oleh larva tertinggi dengan nilai 4,07%/hari. Kandungan proksimat yang dimiliki oleh perlakuan D (limbah lumpur kentang 25% dan fermentasi ampas kelapa 75%) memiliki kandungan terbaik dengan kandungan protein 55,85%, lemak 25,06%, kadar air 5,92%, kadar abu 9,59%, dan serat 18,03

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Barros, I. B. A., Villacorta-Correa, M. A., & Carvalho, T. B. (2019). Stocking density and water temperature as modulators of aggressiveness, survival and zootechnical performance in matrinxã larvae, *Brycon amazonicus*. *Aquaculture*, 502, 378-383.
- Biyatmoko, D., Syarifuddin, S., & Hartati, L. (2018). Kajian kualitas nutrisi ampas kelapa fermentasi (*Cocos nucifera* L) menggunakan effective microorganism-4 dengan level yang berbeda. *ziraa'ah majalah ilmiah pertanian*, 43(3), 204-209.
- Budiyanto, A., Purnomo, C. W., Sarastuti, D., Alchusnah, R. H., Yusmiyati, & Noviyani, P. (2019). Pengolahan Sampah Organik Dengan *Black Soldier Fly* (BSF). In *Buku Saku Pengabdian Masyarakat RSA UGM dan PIAT UGM* (Vol. 1).
- Cahyadi, D. (2016). Pemanfaatan Limbah lumpur kentang (Sludge) Wastewater Treatment Plant Pt.X Sebagai Bahan Baku Kompos. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i1.708>
- Craig, S.R., Helfrich, L.A., Kuhn, D. and Schwarz, M.H., 2017. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding.
- Fahmi, m. r. (2015). Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. *June*. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010124>
- Faizin, R., Athaillah, T., & Munawarah, N. (2021). The Prospect of Cultivating Maggot (Black Soldier Fly Larvae) to Build the Village Economy and Reduce Household Waste. *Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, 576(Icstms 2020), 184–187. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210909.041>
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
- Hender, A., Siddik, M.A., Howieson, J. and Fotedar, R., 2021. Black soldier fly, *Hermetia illucens* as an alternative to fishmeal protein and fish oil: impact on growth, immune response, mucosal barrier status, and flesh quality of juvenile barramundi, *lates calcarifer* (Bloch, 1790). *Biology*, 10(6), p.505.
- Józefiak, D., & Engberg, R. M. (2015). Insects as poultry feed. *20TH European Symposium on Poultry*, August, 24–27.
- Kalová M, Borkovcová M (2013) Voracious larvae *Hermetia illucens* and treatment of selected types of biodegradable waste. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61, 77-83
- Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., & Choi, Y. (2011). Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(1), 11–14. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.11.003>
- Liu, D., Zhang, X., Li, T., Yang, H., Zhang, H., Regenstein, J.M. & Zhou, P. (2015). Extraction and characterization of acid and pepsin-soluble collagens from the scales, skins and swim-bladders of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Food Bioscience*, 9, 68-74.
- Mai, H. C., Dao, N. D., Lam, T. D., Nguyen, B. V., Nguyen, D. C., & Bach, L. G. (2019). Purification process, physicochemical properties, and fatty acid composition of black soldier fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) larvae oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(11), 1303-1311.
- Makinde and Olayinka John. (2015). Maggot Meal: A Sustainable Protein Source for Livestock Production-A Review. *Advances in Life Science and Technology*, 31(January 2014), 8. www.iiste.org
- Nguyen, T. T. X., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environmental Entomology*, 44(2), 406–410. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv002>

- Nur Rojabi, Y., Hernawan, E., Rizal Putra, R., Studi Pendidikan Biologi, P., & Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F. (2021). Pengaruh Jenis Limbah terhadap Bobot Larva pada Biokonversi Limbah Pasar menggunakan Larva *Hermetia illucens* (Black Soldier Fly). *EnviroScienteeae*, 17(3), 162–169.
- Pamungkas, W. (2011). Teknologi Fermentasi, Alternatif Solusi Dalam Upaya Pemanfaatan Bahan Pakan Lokal. *Media Akuakultur*, 6(1), 43. <https://doi.org/10.15578/ma.6.1.2011.43-48>
- Saragih, H., & Leardin Ndruma, M. (2019). Pengaruh Pemberian Ampas Kelapa Fermentasi dalam Ransum terhadap Performans Ayam Broiler. *Fakultas Peternakan Universitas HKBP Nommensen Medan*, 15–23.
- Satori, M., Chofyan, I., Yuliadi, Y., Rukmana, O., Wulandari, I. A., Izzatunnisaa, F., Kemaludin, R. P., & Rohman, A. S. (2021). Community-Based Organic Waste Processing Using Bsf Maggot Bioconversion. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 5(2), 83–90. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v5i2.4445>
- Spring, P. (2013). The Challenge of Cost Effective Poultry and Animal Nutrition : Optimizing Existing and Applying Novel Concepts. *Lohmann Information*, 48(1), 38–46.
- SR, T. A., & Lestari, H. (2021). Efektivitas pengelolaan sampah dalam mewujudkan kota semarang bersih (Studi Kasus: Pengelolaan Sampah di TPA Jatibarang). *Journal of Public Policy and Management* <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jppmr/article/view/31472>
- Sukara, E., Ambarsari, H., & Hartono, A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nitrat dan Konsentrasi Isolat Sedimen Kolam Ikan Lele (*Clarias sp.*) Pada Proses Denitrifikasi. *Jurnal biologi dan pembelajarannya*, 14(1).john
- Sukaryani, S., Lestari, D., & Yakin, E. A. (2021). Perbandingan lama fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* terhadap kadar nutrisi kulit kentang. *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri Peternakan*, 1(2), 6–10. <https://doi.org/10.55678/jstip.v1i2.464>
- Supriyatna, A., & Ukit, U. (2016). Screening and Isolation of Cellulolytic Bacteria from Gut of Black Soldier Flays Larvae (*Hermetia illucens*) Feeding with Rice Straw. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(3), 314. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i3.6762>
- Syahri, Y. F., & Syahrir, S. (2016). Potency of Dregs Coconut Fermentation (*Cocos Nucifera*) As an Alternative Feed for Fish and Poultry 'Pa-Bio'. *Agrotech Journal*, 1(1), 45–49. <https://doi.org/10.31327/atj.v1i1.198>
- Tomberlin. (2002). Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. . *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Varotto Boccazzi, I., Ottoboni, M., Martin, E., Comandatore, F., Vallone, L., Spranghers, T., ... & Epis, S. (2017). A survey of the mycobiota associated with larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) reared for feed production. *PloS one*, 12(8), e0182533.
- Wardhana, A.H., 2016. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) as an alternative protein source for animal feed.
- Yuwono, P., & Mentari, P. (2018). Black Soldier Fly (BSF) Penggunaan Larva (Maggot) Dalam Pengolahan Limbah Organik. *Bogor: Jurnal Biotrop*.