



Alternatif Bahan Pakan Ternak dengan Memanfaatkan Lindi dalam Budidaya Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Safitri Nurkomariyah¹, Tuhu Agung Rachmanto^{1*}.

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: tuhuagung@gmail.com

Diterima: 25-07-2023

Disetujui: 09-08-2023

Diterbitkan: 31-08-2023

Kata Kunci:

Lindi, *Black Soldier Fly*, Pakan Ternak, Protein

ABSTRAK

Air lindi adalah air yang masuk ke dalam timbunan sampah dan mengekstraksi bahan terlarut dan tersuspensi dari sampah. Karakteristik air lindi termasuk tingginya kandungan organik, asam, logam, dan garam terlarut yang merupakan karakteristik yang dapat membahayakan lingkungan. Upaya telah dilakukan oleh peneliti untuk menangani masalah lindi yang sulit diolah dan berbahaya dengan mengaplikasikan teknik budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai organisme pengurai yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan larva BSF dalam mengurai limbah lindi dan kandungan nutrisi yang dihasilkan setelah 12 hari pemeliharaan pada campuran substrat dan limbah lindi. Pada variasi yaitu kadar air larutan lindi (75%, 50%, 25%, dan 0% pelarut) dan jenis substrat (dedak, ampas tahu, atau kombinasi dedak-ampas tahu), diketahui terjadi degradasi lindi, pertumbuhan larva yang optimal, dan menghasilkan pakan ternak sesuai standar. Jenis substrat dan kadar air pelarut lindi berkorelasi dengan reduksi yang dihasilkan. Susut media menjadi lebih besar dengan pelarut yang lebih kecil atau konsentrasi lindi yang lebih pekat. Semakin banyak reduksi media, pertumbuhan larva semakin optimal. Kombinasi dedak-ampas tahu dengan kadar pelarut larutan lindi 0% memiliki kadar protein tertinggi sebesar 63,20%.

Received: 25-07-2023

Accepted: 09-08-2023

Published: 31-08-2023

Keywords:

Leachate, *Black Soldier Fly*, Animal Feed, Protein

ABSTRACT

Leachate refers to the water that penetrates landfills and extracts dissolved and suspended materials from waste. Leachate contains a significant amount of organics, acids, metals, and dissolved salts, which can adversely affect the environment. Researchers are attempting to address the issue of hazardous and difficult-to-process leachate by utilizing the technique of breeding *Black Soldier Fly* larvae as decomposers that may be utilized as a source of animal feed. The aim of this study is to evaluate the ability of BSF larvae to degrade leachate and the resulting nutritional content after 12 days of cultivation in a mixture of substrate and leachate. As a result of adjustments in the water content of the leachate solution (solvent 75%, 50%, 25%, and 0%) and the type of substrate (bran, tofu dregs, or a mix of tofu bran), the leachate is successfully degraded, larvae develop to their maximum potential, and standards-compliant animal feed components are produced. The type of substrate and the solvent concentration of the leachate solution impact the media reduction. The medium shrinks more when the solvent decreases or the leachate concentration increases. Combining bran and tofu dregs with 0% leachate solution solvent concentration results in the highest protein content of 63,20%.

1. PENDAHULUAN

Air lindi, atau *leachate*, adalah air yang masuk ke dalam timbunan sampah dan kemudian mengekstraksi bahan terlarut dan tersuspensi dari sampah. Jika tidak diolah, lindi dapat mencemari karena banyaknya materi organik dan anorganik di dalamnya. Mayoritas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia menggunakan teknologi sistem kolam yang dilanjutkan yang menggunakan lahan basah (Said & Hartaja, 2018). Karena waktu tinggal yang lama (antara 30 dan 50 hari), teknologi ini membutuhkan lahan yang luas dan air olahan

belum memenuhi standar lingkungan. Tempat Pembuangan Sampah (TPS) 3R Jambangan menerima sampah organik dan anorganik, tetapi air lindi dari timbunan sampah tidak diproses dan hanya ditampung di bak penampung. Pada pengujian laboratorium, lindi pada TPS-3R Jambangan mengandung 17,5% karbon organik, 56,70 mg/l N total, 23,35 mg/L Kalium, dan 49,5 mg/L Fosfat yang diekstraksi dari timbunan sampah yang dilaluinya. Lindi TPS dapat mengandung banyak bahan organik karena TPS menampung banyak sampah organik (Ali, 2011). Pada TPS-3R Jambangan terdapat budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF). Larva ini memiliki kemampuan untuk

menguraikan bahan organik dan sampah cair dan padat (Holmes dkk., 2012).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa larva BSF dapat memakan dan tumbuh di lindi, menghilangkan zat organik dari fraksi lindi (Popa & Green, 2012). Mortalitas larva disebabkan oleh ketersediaan makanan, bukan oleh polutan pada komposisi lindi. Jika dibandingkan dengan kondisi sepenuhnya cair, kondisi substrat semi-padat adalah yang terbaik (Grossule & Lavagnolo, 2020). Media pertumbuhan yang ideal untuk pertumbuhan larva BSF adalah media yang kaya akan nutrisi seperti vitamin, protein, lemak, dan mineral, yang kemudian diubah menjadi biomassa tubuh larva BSF. Nutrisi seperti kandungan karbon, nitrogen, dan protein yang tinggi sangat penting dalam pakan larva BSF (Jatmiko, 2021). Substrat yang mengandung banyak protein dan karbohidrat berdampak pada pertumbuhan larva yang optimal. Substrat yang pas untuk pertumbuhan larva ialah bahan yang kaya akan kandungan bahan organik (Dortmans dkk., 2017).

Penelitian ini berfokus pada penggunaan air lindi untuk budidaya larva BSF di jambangan TPS 3R dengan variasi jenis substrat dan kadar air pelarut. Ide ini berasal dari kemampuan larva BSF untuk menguraikan sampah organik menjadi biomassa yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Penelitian dilakukan dengan membandingkan variasi kadar air pelarut lindi dan jenis substrat dengan media pakan dedak yang dicampur air sebagai blangko. Hasil penelitian kemudian akan dibandingkan dengan standar nutrisi untuk bahan pakan ternak untuk mengetahui variasi yang terbaik. *Output* penelitian yang diharapkan yaitu dapat mengetahui kemampuan larva BSF untuk mengurai lindi, mengetahui pertumbuhan larva, serta kandungan protein pada larva BSF setelah pemeliharaan.

2. METODE

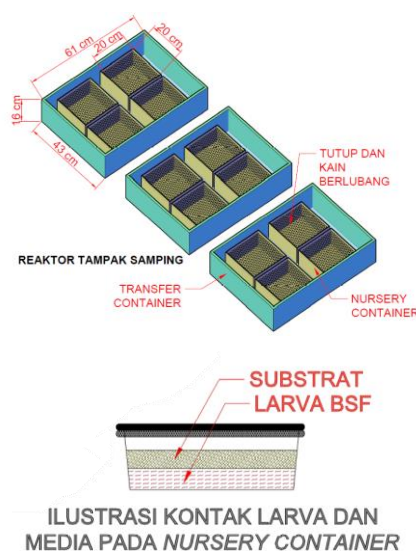
Penelitian dilaksanakan di Tempat Pembuangan Sampah 3R Jambangan Kota Surabaya pada Juni hingga Juli 2023. Tahapan penelitian sebagai berikut:

2.1 Persiapan Penelitian

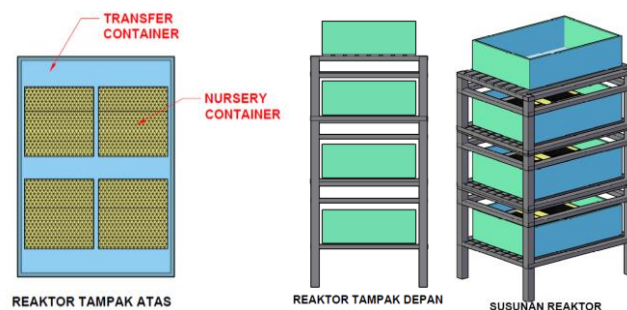
Pengenceran dilakukan menggunakan rumus pengenceran pada lindi dari bak penampung TPS 3-R Jambangan. Variasi kadar air pelarut yang diinginkan ditetapkan sebelumnya (75%, 50%, 25% dan 0% air sebagai pelarut lindi). Substrat yang digunakan adalah dedak gandum, limbah ampas tahu, dan kombinasi dedak-ampas tahu. Substrat dedak ayam ditimbang sesuai kebutuhan. Dilakukan pengurangan kadar air pada ampas tahu hingga 60% dengan cara diperas dan dijemur. Meremas ampas tahu dengan kadar 60% air dapat digunakan untuk mengukur kadar air. Kadar air 60% terjadi bila ampas tahu terasa basah saat diremas dan tidak meneteskan air (Indriani, 2011). Semua substrat ditimbang sesuai perhitungan kemudian dicampur dengan Larutan lindi dengan rasio lindi dan substrat yaitu 60 : 40. Untuk membandingkan kondisi pemeliharaan di lapangan, dibuat satu blangko pemeliharaan dengan media tumbuh air+dedak serta satu blangko pemeliharaan dengan media tumbuh air+ampas tahu dengan rasio air dan substrat 60:40. Ada dua kotak plastik yang digunakan dalam wadah penelitian, yaitu *Transfer Container* dan *Nursery Container*. *Nursery Container* berfungsi sebagai wadah di mana BSF 5 *Days Old Larvae* atau yang biasa

disebut BSF 5-DOL dipelihara dan diberi pakan dalam jumlah dan jenis yang telah ditentukan. Sementara itu, *Transfer Container* diletakkan di luar *Nursery Container* untuk mencegah larva keluar dari wadah.

1 kotak *Transfer Container* berisi dua hingga empat kotak *Nursery Container*. Kotak-kotak ini ditutup dengan tutup plastik berlubang dan kain berlubang agar udara dapat mengalir dan menghindari ovoposisi lalat atau hewan lain. Setelah itu, *Transfer Container* ditempatkan di rak penyimpanan dengan jarak udara di antara kotak. Berikut merupakan rancangan wadah pemeliharaan yang digunakan :



Gambar 1. Rancangan Wadah Pemeliharaan



Gambar 2. Susunan Wadah Pemeliharaan pada Rak Besi

2.2 Penelitian Utama

Saat larva BSF berumur 5 hari (5-DOL), pakan akan diberikan. Dalam 0,5 kg pakan, ada 300 ekor larva BSF (*H. Illucens*) (± 9 gram larva 5 DOL), sesuai dengan metode Dortmans dkk, (2017), di mana kepadatan larva adalah 40.000 ekor untuk setiap 15 kg sampah organik. Untuk menghitung, larva 5-DOL yang telah dipisahkan dari residu diambil secara acak dan dimasukkan sebanyak 2 gram ke dalam piring sampel. Kemudian, menggunakan pinset lembut, jumlah 5-DOL yang ada dalam sampel dihitung secara manual. Untuk mendapatkan jumlah rata-rata per 2 gram larva, ulangi tiga kali. Selama pemeliharaan 12 hari, pakan diberikan satu kali, yaitu sebanyak 0,5 kg di awal pemberian atau pada saat *start up*.

Untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan memenuhi persyaratan pertumbuhan larva, suhu dan pH lingkungan diukur setiap hari. Perkembangan larva juga diukur dengan

mengukur pertumbuhannya, seperti panjang dan bobotnya. Pada awal pemeliharaan, kadar protein larva dan berat media diukur dan wadah dikontrol setiap hari untuk memastikan tidak ada bahan yang masuk atau keluar dari wadah. Setelah dilakukan pemeliharaan selama 12 hari, kembali diukur kadar protein larva dan berat media untuk mengetahui kandungan nutrisi serta presentasi reduksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Awal Media dan Larva

Sebelum memulai pemeliharaan larva BSF dengan lindi, pengujian pH dan suhu media dilakukan terlebih dahulu. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa larva BSF telah mendapatkan media pertumbuhan yang sesuai. Karena semua proses biologis bergantung pada pH, tingkat keasaman (pH) sangat penting untuk metabolisme organisme. Organisme dan sel harus mempertahankan pH yang konstan dan khusus untuk menjaga enzim mereka dalam kondisi optimal. (Mangunwardoyo dkk., 2011). Pengukuran suhu dan pH awal media tumbuh yang akan diberikan pada larva BSF menggunakan pH meter untuk memastikan suhu dan pH sesuai dengan kebutuhan larva BSF. Data karakteristik awal media dapat ditemukan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Karakteristik Awal Media Tumbuh

Substrat	Kadar Air	Kode	pH Awal	Suhu Awal Media (°C)
Kadar Air (Pelarut)				
Dedak	100%	D'.A	7,0	30,0
Ampas Tahu	100%	T'.A	7,0	30,0
Kadar Air pada Larutan Lindi				
Dedak	75%	D.L1	7,0	31,0
	50%	D.L2	7,0	31,0
	25%	D.L3	7,0	31,0
	0%	D.L4	7,3	31,0
Ampas Tahu	75%	T.L1	7,0	30,0
	50%	T.L2	7,0	30,0
	25%	T.L3	7,0	31,0
	0%	T.L4	7,3	31,0
Dedak – Ampas Tahu	75%	DT.L1	7,0	31,0
	50%	DT.L2	7,0	31,0
	25%	DT.L3	7,0	31,0
	0%	DT.L4	7,3	31,0

Alattar (2012) menyatakan bahwa larva BSF sangat tahan terhadap pH dan dapat bertahan pada pH antara 0.7 dan 13.7. (Suciati & Faruq, 2017). Berdasarkan data yang dikumpulkan, pH awal media berada pada rentang pH 7,0–7,3, atau pada kondisi pH netral dan pH basa. Hal ini menunjukkan bahwa media ini baik untuk digunakan sebagai pakan dan juga sebagai media untuk pertumbuhan larva. Menurut Holmes, dkk. (2012), suhu yang dibutuhkan oleh larva BSF sebagai media pertumbuhan adalah suhu dengan rentang 28-35°C. Larva BSF hidup pada suhu dengan rentang 27°- 37°C, namun pada suhu 30°C larva BSF memproses makanannya dengan optimal (Alattar, 2012). Pada suhu media pertumbuhan 27°C pertumbuhan larva cenderung lebih lambat dibandingkan pada suhu 30°C. Sedangkan, pada suhu lebih dari 35°C larva BSF akan mati (Tomberlin dkk., 2009). Media yang diberikan

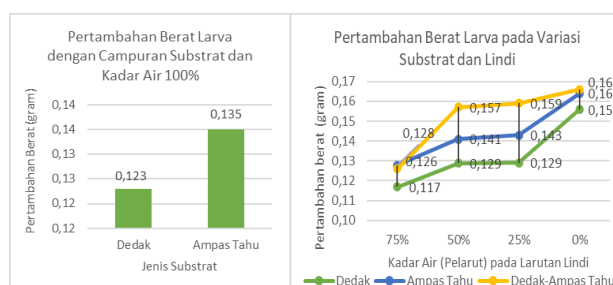
memiliki suhu pada rentang 30°C - 31°C sehingga media dapat menjadi makanan serta media tumbuh bagi larva BSF.

Sebagai media pertumbuhan, larva BSF membutuhkan suhu antara 28-35°C. Pertumbuhan larva cenderung lebih lambat pada suhu 27°– 37°C, tetapi pada suhu lebih dari 35°C, larva BSF akan mati (Holmes dkk., 2012; Tomberlin dkk., 2009). Suhu media adalah antara 30 dan 31 derajat Celsius, yang memungkinkan larva BSF tumbuh dan makan selama pemeliharaan.

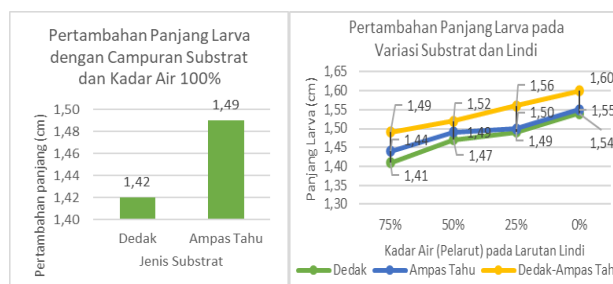
3.2. Efektivitas Pemanfaatan Lindi dalam Budidaya Larva BSF

3.2.1. Pertumbuhan Larva BSF

Dalam tiap reaktor, sepuluh ekor larva diambil sebagai sampel untuk diukur berat dan panjangnya pada hari pertama dan kedua belas pemeliharaan. Ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan larva BSF dalam berat dan panjang. Saat awal pemeliharaan, diketahui larva memiliki panjang sekitar 2 mm dan berat 3 mg. Pada penelitian diperoleh pertambahan berat dan panjang tubuh larva BSF yang disajikan pada grafik 3.2 dan 3.3 berikut :



Gambar 1. Grafik Pertambahan Berat Larva



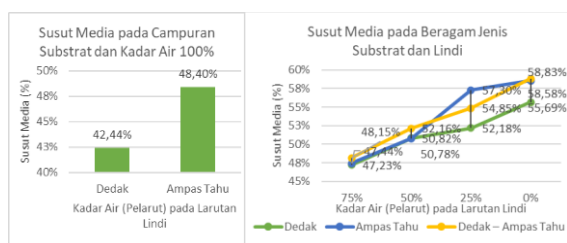
Gambar 2. Grafik Pertambahan Panjang Larva

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan lindi sebagai campuran lebih efektif daripada substrat yang hanya dicampur dengan air seratus persen (tanpa lindi). Dengan menambahkan lindi, larva dapat tumbuh tanpa terhambat oleh polutan dalam lindi (Grossule & Lavagnolo, 2020). Larva yang memiliki pertambahan berat dan panjang terbesar merupakan larva BSF dengan variasi kadar air pelarut lindi terkecil atau pada konsentrasi lindi tertinggi. Karena kadar air pelarut yang lebih rendah, larutan lindi mengandung lebih banyak bahan organik. Jumlah bahan organik yang lebih tinggi dalam pakan menghasilkan lebih banyak nutrisi untuk pertumbuhan larva. Campuran substrat dengan lindi terbaik adalah kombinasi dedak dan ampas tahu dengan lindi kadar pelarut 0% dengan pertambahan panjang dan berat larva paling besar. Perpaduan substrat lebih banyak dapat

menyediakan nutrisi yang lebih beragam, yang merupakan alasan mengapa hal ini dapat terjadi. Dedak memberikan bahan kering dan energi metabolisme untuk mendukung pertumbuhan larva yang optimal, dan ampas dikenal memiliki nutrisi yang tinggi dalam protein nabati. Berdasarkan hasil uji karakteristik awal, lindi yang digunakan mengandung N-Total (56,70 mg/L), C-Organik (17,5%), Kalium (23,35 mg/L), dan Fosfor (49,5%). Sehingga semakin tinggi konsentrasi lindi akan menyediakan bahan organik yang lebih banyak untuk dirombak menjadi biomassa larva. Kadar pelarut 0% atau konsentrasi lindi 100% memberikan nutrisi organik yang lebih banyak, semakin banyak nutrisi maka semakin besar biokonversi yang dilakukan larva mengubah zat organik menjadi biomassa tubuhnya sehingga kombinasi substrat ini menghasilkan larva dengan pertumbuhan tertinggi.

3.2.2. Presentasi Reduksi Media Tumbuh

Persentase reduksi media yang dapat diamati dari susut media menunjukkan seberapa efektif degradasi lindi dalam budidaya larva BSF. Perhitungan susut media dilakukan dengan menghitung selisih berat media yang diberikan di awal pemeliharaan dengan berat media di akhir pemeliharaan. Susut media berkorelasi dengan pertumbuhan larva BSF pada sampel; larva yang lebih besar menunjukkan susut media yang lebih besar. Dari hasil data pengukuran susut media tumbuh, terbentuklah grafik hubungan antara susut media terhadap campuran substrat dan kadar air pelarut pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Susut Media Terhadap Campuran Substrat dan Kadar Air Pelarut

Berdasarkan gambar di atas, nilai susut bobot media terbaik yaitu sebesar 58,83% terjadi pada perlakuan kombinasi substrat dedak-ampas tahu dengan lindi tanpa pelarut (100% lindi). Dapat terlihat ada korelasi antara susut media dan kadar air pelarut. Suatu campuran substrat tanpa lindi memiliki susut media yang lebih rendah daripada campuran substrat dengan lindi. Ini disebabkan oleh fakta bahwa semakin tinggi pelarut (air) pada larutan lindi, semakin kecil susut media. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan lindi telah terbukti efektif karena menyediakan kondisi makan yang lebih baik, yang mengarah pada peningkatan reduksi media.

Apabila semua substrat yang dicampurkan dengan lindi dibandingkan, larva yang tumbuh pada campuran substrat dedak dan lindi mengalami susut media paling rendah. Substrat ampas tahu dan kombinasi dedak-ampas tahu memberikan ruang yang cukup untuk larva bergerak, yang memungkinkan larva mereduksi lebih banyak media, tetapi tekstur substrat dedak yang cenderung lebih padat membatasi konsumsi larva.

3.2.3. Kandungan Protein Larva BSF

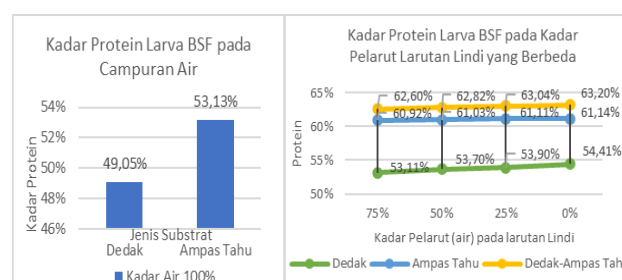
Larva BSF pada umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak. Sebelum larva BSF dimasukkan ke dalam media tumbuh, karakteristik nutrisi larva diuji dengan parameter protein. Ini dilakukan untuk membandingkan protein larva setelah pemeliharaan dengan protein awal. Berikut merupakan standar minimal protein untuk beberapa jenis hewan ternak:

Tabel 2. Standar Minimal Protein pada Pakan Hewan Ternak

Hewan Ternak	Syarat Minimal Protein (%)	Sumber
Ayam Ras Petelur	16,5%	SNI 8290.5:2016
Itik Petelur	17,0%	SNI 2910:2017
Burung Puyuh Petelur	17,0%	SNI 3907:2006
Ikan Lele	35,0%	SNI 9043-4:2022
Ikan Nila	25,0%	SNI 01-7242-2006
Ikan Mas	25,0%	SNI 01-4266-2006
Udang Windu	35,0%	SNI 9043-1:2022

Kadar protein sebesar 24,85% ditemukan setelah melakukan pemeriksaan nutrisi pada larva 5-DOL yang digunakan saat awal pemeliharaan. Kadar tersebut apabila dibandingkan dengan standar pakan ternak pada Tabel 2, diketahui bahwa larva awal telah memenuhi standar minimal protein pada pakan ternak ayam ras petelur, itik petelur, dan burung puyuh petelur. Namun, kadar protein tersebut belum memenuhi standar minimal pakan ternak ikan lele, ikan nila, ikan mas, udang windu, dan udang vaname.

Analisis kimia menunjukkan bahwa BSF, yang kaya akan protein dan lemak, sangat ekonomis untuk dibuat pakan ternak. Menggunakan larva BSF sebagai pakan ternak memiliki banyak keuntungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Larva BSF dapat mengurai limbah dengan efektif karena termasuk golongan detritivora, yaitu organisme yang memakan tumbuhan dan hewan yang telah membusuk. Larva BSF tidak menimbulkan bau yang menyengat saat mengurai limbah organik sehingga dapat diproduksi di rumah atau pemukiman. Larva BSF yang telah melewati 12 hari pemeliharaan dilakukan uji akhir di laboratorium terkait kandungan protein. Berikut merupakan grafik hasil akhir protein larva setelah pemeliharaan:



Gambar 3. Grafik Protein Larva pada Substrat yang Berbeda

Gambar di atas menunjukkan bahwa dedak dan air menghasilkan 49,05% protein larva, sementara kombinasi ampas tahu dan air menghasilkan 53,13% protein larva. Nilai-nilai ini memenuhi semua standar pakan ternak yang tercantum pada Tabel 2 dan sebagai kontrol untuk melihat bagaimana penggunaan campuran lindi berdampak pada kadar protein larva BSF. Grafik media dengan campuran lindi menunjukkan bahwa campuran dedak-ampas tahu dan larutan lindi dengan kadar air pelarut 0% memiliki kadar protein

tertinggi sebesar 63,20%. Sebagai campuran substrat, lindi telah terbukti meningkatkan protein larva. Ini ditunjukkan oleh larutan lindi dengan kadar air yang berbeda (75%, 50%, 25%, dan 0% air) menunjukkan protein larva yang lebih tinggi daripada larutan substrat dengan kadar air 100% tanpa lindi. Pada semua perlakuan dengan lindi, kadar protein larva BSF memenuhi standar minimal protein untuk pakan ternak semua jenis hewan ternak yang tercantum pada Gambar 4 sehingga dapat dijadikan salah satu bahan pakan ternak berkualitas. Protein larva BSF sebesar 29,4% hingga 36,4% dihasilkan oleh larva yang dipelihara pada media tumbuh sampah makanan dan sayuran (Allagan & Ratni, 2022). Kadar protein dari substrat dedak, ampas tahu, dan dedak-ampas tahu dengan campuran lindi berkisar antara 53,11% dan 63,20%. Oleh karena itu, kombinasi pakan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat protein yang lebih tinggi daripada kombinasi sampah makanan dan sayuran sebagai pakan dalam penelitian Allagan dan Ratni (2022).

Data menunjukkan bahwa formulasi pakan yang berbeda sangat memengaruhi jumlah nutrisi protein dalam larva BSF. Larva yang tumbuh pada campuran substrat dedak-ampas tahu dan lindi memiliki kadar protein paling tinggi ketika semua substrat yang dicampur dengan lindi dibandingkan. Perpaduan substrat lebih banyak menyediakan kombinasi nutrisi yang lebih beragam untuk larva. Ampas mengandung protein nabati 22,1%, sedangkan dedak mengandung 19,45%. Selain protein, kedua substrat ini juga mengandung lebih banyak lemak, serat, kalsium, dan nutrisi lainnya daripada hanya satu substrat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa berbagai jenis pakan mempengaruhi jumlah nutrisi protein dalam larva BSF (Hartati dkk., 2022).

4. SIMPULAN

Penelitian tentang pemanfaatan lindi dalam budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) menunjukkan bahwa penambahan lindi terbukti efektif karena memberikan kondisi makan yang lebih baik, yang berdampak pada tingkat reduksi dan kualitas larva yang lebih baik. Kombinasi substrat dedak-ampas tahu dengan kadar pelarut lindi 0% adalah yang terbaik dibandingkan dengan variasi substrat dan kadar pelarut lainnya. Sebagai hasil dari kondisi makan yang lebih baik untuk mendukung pertumbuhan larva, kombinasi ini memiliki nilai susut media tertinggi sebesar 58,83%. Setiap perlakuan memenuhi standar pakan ternak untuk ayam ras, itik, burung puyuh, ikan lele, ikan nila, ikan mas, udang vaname, dan udang windu. Campuran dedak-ampas tahu dan larutan lindi dengan 0% pelarut memiliki kadar protein terbaik sebesar 63,10 %. Larva BSF yang mengonsumsi campuran substrat dan lindi terbukti menghasilkan biomassa larva dengan kandungan protein lebih tinggi dibandingkan larva BSF yang mengonsumsi sampah makanan dan sisa sayuran. Substrat yang dipilih juga memudahkan implementasi di lapangan karena bahan-bahan yang mudah ditemukan dan tidak menimbulkan bau seperti pada pemeliharaan menggunakan sampah organik pada umumnya. Oleh karena itu, memanfaatkan lindi untuk budidaya larva BSF di lapangan dapat dilakukan karena dapat mengurangi lindi serta menghasilkan bahan pakan ternak sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alattar, M. A. (2012). Biological treatment of leachates of microaerobic fermentation. In *Dissertations and Theses*. Portland State University.
- Ali, M. (2011). Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. In *UPN Press*.
- Allagan, P. M. D., & Ratni, N. (2022). Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly dalam Pembuatan Bahan Dasar Pakan Ayam. *EnviroUS*, 3(1), 102–109.
- Dortmans, B. M. A., Diener, S., Verstappen, B. M., & Zurbrugg, C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide* (1st editio). Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Grossule, V., & Lavagnolo, M. C. (2020). The treatment of leachate using Black Soldier Fly (BSF) larvae: Adaptability and resource recovery testing. *Journal of Environmental Management*, 253(April 2019), 109707. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109707>
- Hartati, H., Chamila, A., Syamsiah, S., Jumadi, O., Kurnia, N., Junda, M., Sahribulan, S., Djawad, Y. A., & Harianto, F. (2022). Pengaruh Formulasi Pakan Terhadap Kandungan Nutrisi Larva Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11(2), 144. <https://doi.org/10.35580/sainsmat112371712022>
- Holmes, L. A., Vanlaerhoven, S. L., & Tomberlin, J. K. (2012). Relative humidity effects on the life history of *hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*, 41(4), 971–978. <https://doi.org/10.1603/EN12054>
- Indriani, Y. H. (2011). *Membuat Kompos Secara Kilat* (2 ed.). Penebar Swadaya.
- Jatmiko, F. T. (2021). *Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Dalam Pengomposan Sampah Organik*. Universitas Islam Indonesia.
- Mangunwardoyo, W., Aulia, & Hem, S. (2011). Penggunaan bungkil inti kelapa sawit hasil biokonversi sebagai substrat pertumbuhan larva *Hermetia illucens* L (Maggot) utilization conversion palm kernel meal as substrate growth of *Hermetia illucens* L. *Jurnal Biota*, 16(1), 166–172.
- Popa, R., & Green, T. R. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organic leachates. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 374–378. <https://doi.org/10.1603/EC11192>
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2018). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Suciati, R., & Faruq, H. (2017). Efektivitas Media Pertumbuhan Maggots *Hermetia illucens* (Lalat Tentara Hitam) sebagai Solusi Pemanfaatan Sampah Organik. *BIOSFER: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 0–5. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v2i1.356>
- Tomberlin, J. K., Adler, P. H., & Myers, H. M. (2009). Development of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in relation to temperature. *Environmental Entomology*, 38(3), 930–934. <https://doi.org/10.1603/022.038.0347>