



PENGARUH LAMA FERMENTASI KEPALA IKAN TONGKOL ABU DAN SAWI PUTIH SEBAGAI PAKAN LARVA *BLACK SOLDIER FLY* DALAM MEREDUKSI SAMPAH ORGANIK

Mutiara Syani^{1*}, Vina Rizkawati², Reny Suhatma³, & Supriyatin⁴

^{1&2}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka Raya Nomor 11, Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, Indonesia

^{3&4}Satuan Pelaksana Lingkungan Hidup Cempaka Putih, Jalan Rawasari Timur Nomor 1, Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10510, Indonesia

*Email: mutiarasyani1504@gmail.com

Submit: 22-12-2024; Revised: 29-12-2024; Accepted: 30-12-2024; Published: 02-01-2025

ABSTRAK: Larva *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan larva yang mampu menguraikan dan mengkonversi berbagai jenis sampah organik termasuk sampah dapur, sayuran, buah-buahan, roti, dan makanan yang terfermentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi, waktu optimum, serta faktor lingkungan berupa pH untuk mereduksi sampah kepala ikan tongkol abu dan sawi putih oleh larva *black soldier fly*. Penelitian dilakukan pada tanggal 1 Juli sampai 30 September 2024, yang berlokasi di Rumah Maggot BSF. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa F3 merupakan perlakuan yang memiliki nilai WRI terbesar yaitu 5,33% serta memiliki panjang dan berat yang lebih unggul dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pakan yang dilakukan fermentasi dapat mempengaruhi nilai reduksi sampah organik dibandingkan dengan pakan tanpa fermentasi, serta lama waktu fermentasi yang optimum untuk diberikan kepada larva BSF adalah selama tiga hari. Selain itu, pada penelitian ini, nilai pH yang terlalu asam sebesar 4 mempengaruhi *survival rate* yang menyebabkan larva BSF banyak yang mati.

Kata Kunci: *Black Soldier Fly*, Fermentasi, Kepala Ikan Tongkol Abu, Sawi Putih.

ABSTRACT: *Black Soldier Fly* (BSF) larvae are larvae that are able to decompose and convert various types of organic waste including kitchen waste, vegetables, fruits, bread, and fermented foods. The purpose of this study was to determine the effect of fermentation time, optimum time, and environmental factors in the form of pH to reduce ash mackerel head waste and white mustard greens by black soldier fly larvae. The study was conducted from July 1 to September 30, 2024, located at the BSF Maggot House. Based on the research that has been done, it is known that F3 is the treatment that has the largest WRI value of 5.33% and has a superior length and weight compared to other treatments. Fermented feed can affect the reduction value of organic waste compared to non-fermented feed, and the optimum fermentation time to be given to BSF larvae is three days. Furthermore, the study found that highly acidic conditions, specifically a pH of 4, adversely affected the larvae's survival rate, resulting in a higher mortality rate.

Keywords: *Black Soldier Fly*, Fermentation, Tuna Fish Heads, Chinese Cabbage.

How to Cite: Syani, M., Rizkawati, V., Suhatma, R., & Supriyatin, S. (2025). Pengaruh Lama Fermentasi Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih sebagai Pakan Larva *Black Soldier Fly* dalam Mereduksi Sampah Organik. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(1), 16-31. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i1.337>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Sampah merupakan hasil sisa tidak terpakai yang timbul akibat kegiatan manusia sehari-hari. Di Indonesia, sampah masih menjadi sumber permasalahan umum karena pengolahannya yang belum dilakukan dengan optimal, sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan, mengganggu estetika lingkungan hingga menjadi sumber gangguan kesehatan. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, jumlah sampah pada tahun 2023 telah mencapai 31.533.417 ton per tahun, dengan kategori sampah terbanyak adalah sampah organik berupa sisa makanan sebesar 40,8% (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, komposisi sampah terbesar sejak tahun 2014 hingga 2022 adalah komposisi sampah organik, dimana persentase jumlah sampah tersebut sebesar setengah dari total komposisi sampah lain-lain yaitu sebesar 53,265% (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2023). Berdasarkan lokasi penyumbang sampah, pasar tradisional di wilayah DKI Jakarta merupakan salah satu penyumbang sampah organik sebesar 480 ton per hari, berada di posisi kedua penyumbang sampah terbesar di bawah sampah rumah tangga (Ibnumasy, 2023).

Pengelolaan sampah organik yang berada di Indonesia telah melalui berbagai cara, seperti dilakukan pembakaran, pengomposan, biogas hingga pengelolaan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun, pembakaran sampah organik memiliki dampak negatif berupa pencemaran udara melalui pelepasan emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Selain itu, pengelolaan sampah organik yang dikonversi menjadi biogas juga membutuhkan biaya konstruksi dan perawatan yang tinggi guna mencegah kebocoran pada digester biogas. Maka dari itu, adanya kekurangan dari pengelolaan sampah tersebut perlu dilakukan suatu upaya atau strategi untuk mengurangi sampah organik tanpa dampak negatif. Salah satu strategi alternatif yang dapat digunakan dalam mengolah sampah organik adalah dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* (*Hermentia illucens*).

Larva *Black Soldier Fly* (yang kemudian disingkat BSF) merupakan larva dari family Stratiomyidae yang pada fase larva mampu menguraikan sampah organik sekitar 52-56% dari berat awal dalam kurun waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan konvensional (Amrul *et al.*, 2022; Salman *et al.*, 2020). Penggunaan larva BSF dalam biokonversi sampah organik memiliki banyak keuntungan, diantaranya larva BSF mampu mengkonversi sampah dapur, sayuran, buah-buahan, roti, makanan yang terfermentasi dan kotoran hewan lebih cepat dibandingkan dengan serangga lain (Yuwono & Mentari, 2018). Larva ini tergolong kebal karena mampu hidup dalam lingkungan ekstrim, seperti media atau sampah yang mengandung garam, alkohol, asam, dan ammonia. Larva BSF juga memiliki kecepatan yang lebih baik dalam mereduksi limbah organik dibandingkan dengan kelompok jamur maupun cacing.

Dalam proses pereduksian, larva BSF membutuhkan media yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang. Sampah organik yang berasal dari pasar tradisional yang cukup banyak terbuang adalah kepala ikan tongkol abu dan sawi putih. Kedua sampah tersebut selain banyak terbuang di pasar juga memiliki kandungan nutrisi berupa protein yang



tinggi serta didukung oleh lemak dan karbohidrat. Sehingga sampah tersebut sesuai untuk memenuhi kebutuhan nutrisi larva dan bisa menjadi pakan alternatif yang murah dan terjangkau.

Sampah organik yang kian bertambah harus segera diatasi, maka dari itu penting untuk mengetahui waktu yang efektif bagi larva BSF dalam proses biokonversi sampah. Salah satu cara agar sampah mudah dikonversi dengan cepat dan efektif adalah dengan dilakukan fermentasi. Fermentasi merupakan proses perombakan senyawa kompleks menjadi sederhana secara anaerob melalui enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Andana *et al.*, 2023; Geno *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rofi *et al.* (2021), sampah organik yang telah difermentasi memiliki nilai indeks reduksi BSF yang lebih tinggi dibandingkan sampah organik lainnya, dimana modifikasi pakan sayur, sayuran yang dikukus, buah yang difermentasi masing-masing memiliki rata-rata yaitu: 45,29%, 42,92%, 33,75%, dan 46,25%. Selain itu, proses fermentasi pada pakan akan mempengaruhi nilai indeks reduksi sampah (WRI) menjadi lebih besar dibandingkan pakan tanpa fermentasi, hal tersebut dikarenakan sari makanan yang terkandung dalam pakan menjadi lebih mudah dikonsumsi oleh larva sehingga tingkat palatabilitas larva dalam mengkonsumsi umpan tersebut meningkat. Dari penelitian tersebut, maka dapat diketahui bahwa jenis pakan sampah organik yang diberikan kepada larva BSF terbukti mempengaruhi percepatan reduksi, kompos, kandungan nutrisi, dan dosis optimum. Namun, belum banyak penelitian-penelitian terkait yang meneliti tentang lama fermentasi optimum dalam upaya mempercepat reduksi sampah organik. Maka dari itu, perlu dilakukan variasi lama fermentasi sisa organik yang sesuai untuk larva BSF.

Pengolahan sampah organik berupa kepala ikan tongkol abu dan sawi putih yang dimanfaatkan sebagai pakan larva alternatif belum banyak dilakukan oleh masyarakat luas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari metode pengolahan yang tepat dan mengetahui waktu fermentasi yang optimum untuk pertumbuhan larva BSF. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama proses fermentasi kepala ikan tongkol abu dan sawi putih yang optimum sebagai pakan larva *Black Soldier Fly* dalam mereduksi sampah organik.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 Juli 2024 sampai 30 September 2024 di Suku Dinas Lingkungan Hidup, Jakarta Pusat. Sampah organik berupa sawi putih dan kepala ikan tongkol abu dikumpulkan dari Pasar Cakung, Jakarta Timur. Pemeliharaan *Black Soldier Fly* (BSF) dan perlakuan penelitian dilakukan di Rumah Maggot BSF, Satuan Pelaksana Lingkungan Hidup, Cempaka Putih, Jakarta Pusat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian berlangsung yaitu mikroskop, timbangan digital PS31 (ketelitian 0,001 g), *thinwall* berukuran 10,8 cm × 8 cm × 4 cm, pinset, alat pencacah sayuran, pH meter, penggaris, dan *eggies*, sedangkan bahan yang digunakan yaitu telur *black soldier fly* yang didapatkan dari Rumah



Maggot BSF, Satuan Pelaksana Lingkungan Hidup Cempaka Putih, pur ayam, air, sawi putih, kepala ikan tongkol abu, larutan EM4, dan molase.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 taraf perlakuan dan 4 kali ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan dengan perlakuan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Penelitian Pengaruh Lama Fermentasi.

Kode	Perlakuan Fermentasi ke-	Sampel yang Digunakan	Lama Fermentasi (Hari)
F1	1	Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih	1
F3	3	Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih	3
F5	5	Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih	5
F7	7	Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih	7
TF	0	Kepala Ikan Tongkol Abu dan Sawi Putih	0
K	Kontrol	Sampah Organik Satuan Pelaksana Lingkungan Hidup Cempaka Putih	0

Prosedur Penelitian

Persiapan Pakan Sampah Organik

Pakan larva *Black Soldier Fly* (BSF) menggunakan sisa sampah organik berupa kombinasi dari sisa kepala ikan tongkol abu dan sawi putih yang diambil dari Pasar Cakung, Jakarta Timur. Kepala ikan tongkol abu dan sawi putih yang telah dikumpulkan, dicuci hingga bersih. Selanjutnya, kepala ikan tongkol abu dikukus selama 30 menit untuk menghindari kontaminasi bakteri dan timbulnya organisme yang tidak diinginkan seperti belatung karena akan disimpan dalam jangka waktu yang lama. Masing-masing kepala ikan tongkol abu dan sawi putih dihancurkan menjadi bagian-bagian yang kecil. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat proses pengomposan dan memudahkan larva BSF mereduksi pakan tersebut, sebab larva BSF akan mengonsumsi makanan dengan mulut yang berbentuk seperti pengait (Wangko, 2014). Sampah organik yang telah hancur disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu -12°C dan siap untuk digunakan.

Fermentasi Sampah Organik Menggunakan Larutan EM4

Sisa sampah organik yang telah disimpan dilakukan proses fermentasi menggunakan campuran molase dan air untuk mengaktifkan EM4. Hal ini bertujuan untuk mengaktifkan mikroorganisme yang masih dalam keadaan dorman juga sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan pencernaan larva dalam proses biokonversi dan meningkatkan nutrisi kepala ikan tongkol dan sawi putih. Proses aktivasi EM4 dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mujiyanti *et al.* (2023) dengan perbandingan 1:10 (10%). Penelitian ini menggunakan 1 ml molase yang dicampur dengan 10 ml air dan ditambahkan 1 ml EM4. Campuran tersebut diaktivasi dengan cara didiamkan selama 5 hari dalam keadaan kedap udara. Setelah 5 hari, campuran tersebut diambil sebanyak 4 ml ke dalam perlakuan sisa sampah organik. Aduk hingga rata, kemudian dilakukan proses fermentasi selama tujuh hari. Untuk perlakuan selanjutnya, dilakukan hal yang sama namun dengan waktu fermentasi berbeda diantaranya fermentasi lima hari, tiga hari, dan satu hari. Adapun perlakuan tanpa fermentasi (0 hari) dengan tetap diberikan penambahan aktivator EM4. Kemudian terdapat



perlakuan kontrol yang menggunakan sampah organik dari Satuan Pelaksana Lingkungan Hidup, Cempaka Putih.

Penetasan Telur Lalat Black Soldier Fly

Telur BSF diambil dari media penetasan berupa tumpukan lembaran kayu (*eggies*) dengan celah kecil yang berada di dalam kandang kawin (*love cage*). Penetasan telur BSF menggunakan telur sebanyak 25 gr dengan pakan berupa pur ayam. Perbandingan air dan pur ayam adalah 1,5l : 500 gr. Telur yang telah ditimbang diberi pakan campur pur pada hari ke-1, 3, dan 6 pasca panen dan setelah menjadi larva yang berumur 10-DOL (*Ten-Day-Old-Larvae*), larva dipisahkan dari residu menggunakan saringan kemudian dipindahkan ke wadah perlakuan. Tujuan larva instar satu diberikan campuran pur ayam dan air, karena menurut Fauzi & Muharram (2019), larva tersebut hanya bisa mengonsumsi makanan yang memiliki tekstur lunak karena larva tersebut belum memiliki mulut yang kompleks dan belum memiliki sistem pencernaan yang baik.

Peletakan dan Pengontrolan Larva Black Soldier Fly

Pemindahan larva 10-DOL dilakukan dari media penetasan telur ke dalam masing-masing wadah perlakuan. Menurut Pasymi *et al.* (2022), larva BSF yang berumur 10 hari memiliki nilai *survival rate* paling besar di antara usia 6-DOL dan 8-DOL. Hal ini karena larva sudah mampu beradaptasi dan tidak mengalami stress setelah pemindahan dari media penetasan. Maggot atau larva BSF yang berusia antara 0 sampai 18 hari memiliki kemampuan mengurai sampah organik sebesar 1-3 kali lipat dari bobot tubuhnya selama 24 jam (Yudi, 2023).

Penelitian ini menggunakan 50 larva tiap perlakuan dengan kombinasi sisa sampah organik, untuk perlakuan pakan dengan kombinasi kepala ikan tongkol abu dan sawi putih pada penelitian ini mengacu dari penelitian Hakim *et al.* (2017) yang menyimpulkan bahwa pakan yang optimum untuk diberikan kepada larva BSF ialah 60 mg/larva/hari. Pembagian pakan diberikan untuk sampah ikan sebanyak 30 mg/larva/hari dan sampah sawi putih sebanyak 30 mg/hari/larva. Larva diamati selama 12 hari sebelum memasuki masa pupa dengan interval pemberian pakan sampah organik pada hari ke-1, 5, dan 8 pasca pemindahan ke wadah perlakuan (Madu *et al.*, 2022).

Pengontrolan dan pengamatan dilakukan bersamaan saat pemberian pakan dengan memastikan pakan tercukupi dan kondisi pakan yang tidak terlalu basah atau tidak terlalu kering. Faktor lingkungan seperti pH pada media pakan juga diukur untuk mengetahui pengaruh pH selama lama fermentasi berlangsung. Suhu lingkungan juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan selama proses pemberian pakan dan fermentasi.

Pengukuran Panjang dan Berat Larva Black Soldier Fly

Pengukuran panjang dan berat larva dilakukan pada saat proses pemberian pakan dan setelah pengamatan. Berat larva ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gr, sedangkan pengukuran panjang dilakukan menggunakan penggaris. Selanjutnya, residu yang dihasilkan dikeringkan terlebih dahulu menggunakan *microwave*, kemudian ditimbang dan dicatat. Pengukuran biomassa total populasi dilakukan berdasarkan penelitian dari Swastoko (2023) yang mengambil 10% dari total populasi larva pada setiap perlakuan dan kontrol, maka pada penelitian ini menggunakan 5 larva dari 50 larva yang digunakan.



Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Indeks Reduksi Sampah (Waste Reduction Indeks/WRI)

Potensi larva BSF dalam menguraikan sampah dalam jangka waktu tertentu dapat dinilai melalui pemanfaatan indeks reduksi sampah (*waste reduction indeks*), yaitu dengan rumus yang dikemukakan oleh Diener dalam Hakim *et al.* (2017) berikut ini.

$$WRI = \frac{D}{t} \times 100$$

$$D = \frac{W - R}{W}$$

Keterangan:

- W = Jumlah umpan total (mg);
R = Sisa umpan total setelah waktu tertentu (mg);
t = Total waktu larva memakan umpan (hari);
D = Penurunan umpan total; dan
WRI = Indeks pengurangan limbah.

Tingkat Keberhasilan Hidup (Survival Rate/SR)

Tingkat keberhasilan hidup larva BSF ditandai dengan nilai SR yang menunjukkan tinggi atau rendahnya nilai tersebut. Pengamatan SR dilakukan pada tahap larva dan pupa, yang diketahui dari rumus Diener dalam Hakim *et al.* (2017) berikut ini.

$$SR = \frac{\text{Jumlah larva hidup akhir pemeliharaan}}{\text{Jumlah larva hidup awal pemeliharaan}} \times 100\%$$

Pertumbuhan Panjang dan Berat Larva Black Soldier Fly

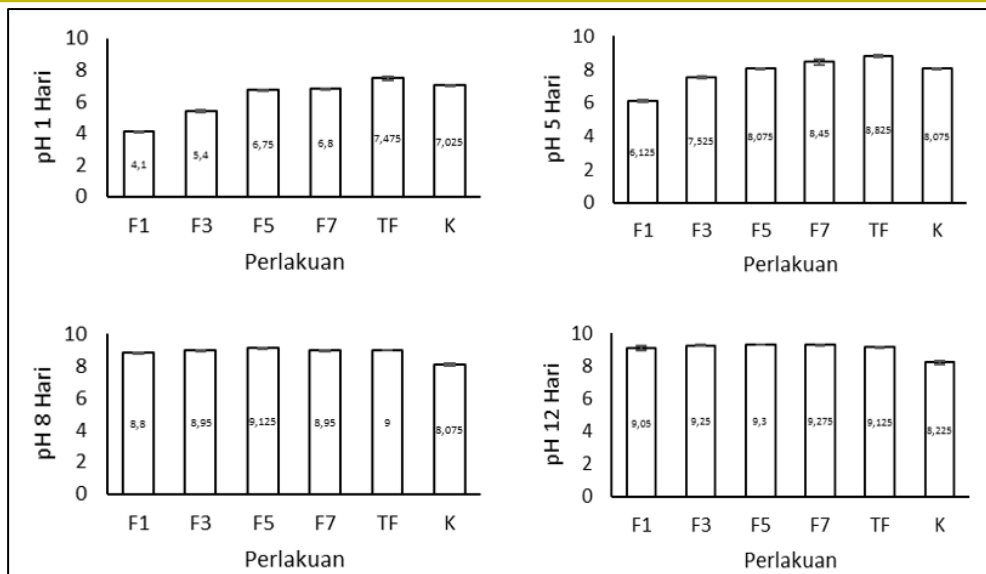
Waktu perkembangan dicatat mulai dari instar 1 hingga pre-pupa, dimana setiap larva ditimbang menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,001 gr). Sedangkan panjang larva diukur menggunakan penggaris (cm).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa pengamatan dan analisis terhadap lima parameter. Parameter tersebut adalah pengukuran pH media, jumlah larva yang hidup setelah perlakuan, berat larva, panjang larva, dan berat residu hasil dekomposisi larva BSF.

pH Pakan

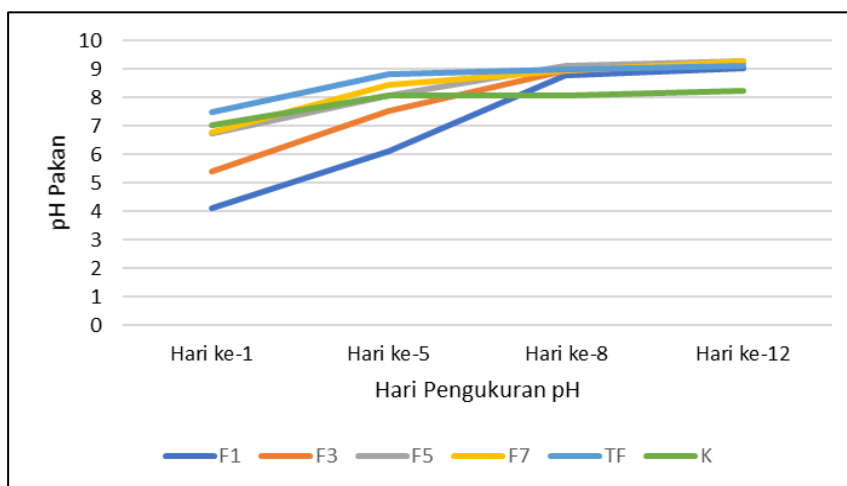
Pengukuran pH pakan dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan seperti pH dalam proses reduksi sampah organik oleh larva BSF. Pengukuran dilakukan setiap pemberian pakan pada hari ke-1, 5, dan 8 serta pada akhir pengamatan yaitu hari ke-12, hal ini untuk memastikan kondisi media pakan tetap stabil dan mendukung pertumbuhan larva BSF secara optimal. Pengukuran pH yang teratur juga penting untuk memastikan bahwa pH media pakan tetap berada dalam kisaran yang mendukung aktivitas mikroorganisme pengurai dan pertumbuhan larva BSF. Fluktuasi pH yang signifikan dapat mempengaruhi efisiensi proses penguraian sampah organik dan kesehatan larva BSF itu sendiri.



Gambar 1. Grafik pH Pakan Hari ke-1, 5, 8, dan 12.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 1, yang menunjukkan adanya fluktuasi nilai pH selama 12 hari pengamatan. Jika dilihat secara keseluruhan, maka hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rerata pH Pakan Hari ke-1, 5, 8, dan 12.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Tingkat keasaman merupakan faktor penting dalam proses degradasi materi bahan organik, adanya perubahan pH yang terjadi berubah-ubah atau tidak tetap menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik (Ramadhan *et al.*, 2022). Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa perubahan pH pada enam perlakuan terlihat tidak jauh berbeda pada hari ke-8 dan 12 dibandingkan pada hari ke-1 dan 5.



Pengukuran pH pada hari ke-1 terlihat bahwa nilai pH pada enam perlakuan berkisar antara 4,10 hingga 7,48. Perlakuan tanpa fermentasi memiliki nilai pH tertinggi, yaitu 7,48, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan yang difermentasi selama 1 hari (F1), dengan nilai 4,10. Rendahnya nilai pH pada F1 disebabkan perlakuan berada pada proses awal fermentasi. Hal tersebut dapat terjadi karena menurut Rohmawati *et al.* (2023), bakteri yang terdapat di dalam EM4 akan menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat, dan asam piruvat yang menyebabkan media menjadi asam. Asam-asam tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri *Lactobacillus* sp. yang mengurai sampah organik menjadi asam laktat.

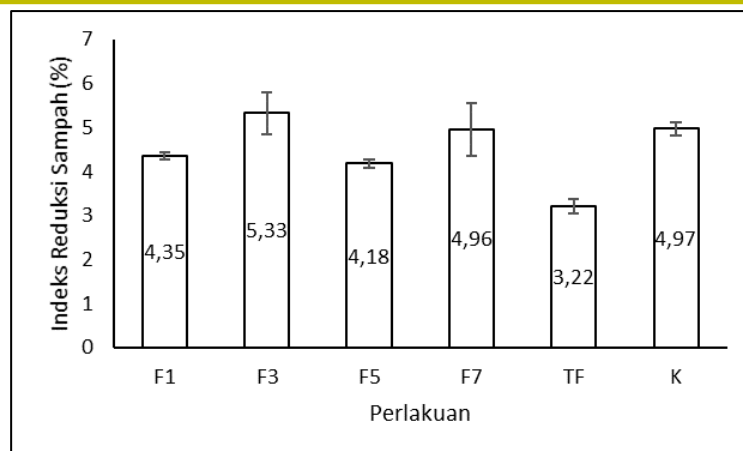
Selama proses pengukuran pH berlangsung yaitu pada hari ke-5, 8, dan 12, pH media terus mengalami peningkatan, hal ini tidak sesuai dengan pernyataan Junianto *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa semakin lama proses fermentasinya, maka nilai pH cenderung mengalami penurunan. Penggunaan EM4 dalam proses fermentasi menyebabkan media pakan kian lama akan membentuk Pupuk Cair Organik (POC) dan membuat pH media menjadi meningkat, sebab asam-asam organik yang telah terbentuk sebelumnya akan dikonversi oleh mikroorganisme yang terdapat pada EM4 sehingga pH akan mendekati netral hingga basa.

Selain penggunaan EM4, jenis sampah yang digunakan juga dapat mempengaruhi nilai pH pada media pakan. Jenis sampah berupa kepala ikan tongkol abu yang direbus dapat meningkatkan nilai pH. Menurut Pathiassana *et al.* (2020), jenis sampah dengan perlakuan yang direbus akan memiliki pH yang tinggi. Hal ini berkaitan dengan kerusakan struktur protein yang dapat menyebabkan sejumlah grup asidik bebas hilang, sehingga pH meningkat dan kurang mampu mengikat air. Sehingga terlihat bahwa perlakuan Tanpa Fermentasi (TF) pada hari ke-1 memiliki nilai pH lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan kontrol, nilai pH pakan terlihat meningkat dari hari ke-1 hingga hari ke-12, hal ini dapat disebabkan karena pada saat proses pendegradasi sampah organik secara alami larva BSF akan mengeluarkan zat ammonia yang mengakibatkan kenaikan nilai pH (Ramadhan *et al.*, 2022).

Larva BSF dapat memakan hampir segala jenis variasi sampah organik karena luasnya jangkauan toleransi terhadap pH makanan, maka hasil penelitian ini juga mengonfirmasi bahwa larva BSF masih bisa bertahan hidup dan tetap mampu mengurai sampah organik dengan rentang pH 4-9. Menurut Eawag (2017), maggot atau larva BSF mampu memakan hampir beragam jenis sampah organik karena kemampuan jangkauan toleransi terhadap pH makanan.

Indeks Reduksi Sampah (Waste Reduction Indeks/WRI)

Indeks reduksi sampah (*Waste Reduction Indeks*) atau disingkat WRI diukur berdasarkan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh larva pada saat pemantauan berlangsung, yaitu setiap pemberian pakan pada hari ke-1, 5, dan 8, serta pada akhir pengamatan yaitu hari ke-12. WRI bertujuan untuk mengetahui kemampuan larva BSF dalam mereduksi pakan dengan mempertimbangkan waktu atau periode pemberian pakan (Pathiassana *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil indeks reduksi sampah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Indeks Reduksi Pakan pada Semua Perlakuan.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Berdasarkan Gambar 3, nilai WRI dari enam perlakuan didapatkan hasil tertinggi terdapat pada sampah organik yang difermentasi selama tiga hari (F3) mencapai 5,33%. Sedangkan nilai terendah terdapat pada sampah organik Tanpa Fermentasi (TF) sebesar 3,22%. Pemberian pakan berupa kepala ikan tongkol dan sawi putih yang telah difermentasi selama tiga hari (F3) menunjukkan nilai WRI yang paling tinggi, hal ini dikarenakan pakan yang telah difermentasi mampu meningkatkan kualitas nutrisi dan memecah molekul menjadi lebih sederhana, sehingga memudahkan larva dalam mereduksi pakan tersebut (Rahayu *et al.*, 2020). Nilai WRI yang tinggi memberikan arti kemampuan larva dalam mereduksi umpan yang tinggi pula.

Larutan EM4 yang digunakan untuk fermentasi mengandung mikroorganisme fermentor yang terdiri dari 80 genus dan mikroorganisme tersebut dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik (Suswatanti & Widiyaningrum, 2017). Mikroorganisme berperan secara aktif dalam penguraian bahan organik yang kompleks menjadi lebih sederhana. Sehingga proses reduksi yang terjadi pada sampah organik yang difermentasi tidak hanya dilakukan oleh larva BSF, tetapi juga oleh mikroorganisme fermentor (Pathiassana *et al.*, 2020). Sampah organik tersebut telah mengalami penguraian oleh jamur maupun mikroba yang mampu meningkatkan konsumsi larva. Hal ini terlihat dari konsistensi sampah organik yang telah didiamkan selama 3 hari berubah menjadi lebih lunak dan sedikit berair seperti bubur (Nugraha, 2019). Karena tidak memiliki mulut untuk mengunyah, maka ukuran partikel makanan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi proses makan larva dalam menghisap pakan tersebut (Chaerunnisa, 2023).

Di antara perlakuan pakan yang difermentasi, F3 merupakan perlakuan pakan yang optimum untuk larva BSF reduksi. Hal ini berkaitan dengan kandungan air yang terdapat pada setiap perlakuan pakan, dimana F1 memiliki kadar air yang rendah sedangkan F5 memiliki kadar air yang terlalu tinggi. Pada proses fermentasi, penguraian nutrisi akan terjadi dan menyebabkan peningkatan kadar asam laktat dan kadar air (Amaliah *et al.*, 2019). Kadar air ini dapat

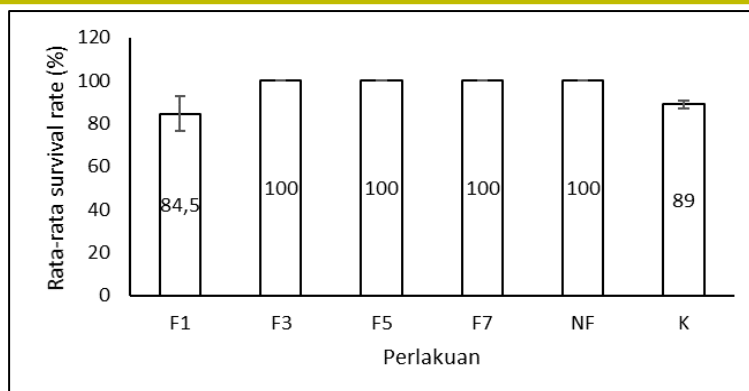


ditentukan dengan cara meremas segenggam sampah organik yang digunakan. Jika hanya ada beberapa tetes air yang muncul di sela-sela jari, maka sampah tersebut terlalu kering dan sebaliknya (Dortmans *et al.*, 2017). Ketika kadar air pada pakan terlalu tinggi atau basah seperti F5 akan menyebabkan larva keluar dari reaktor pembiakan, mencari tempat yang lebih kering sehingga konsumsi sampah menjadi tidak maksimal. Namun, ketika kadar airnya juga kurang seperti F1 akan mengakibatkan konsumsi makanan yang kurang efisien. Namun, F7 yang memiliki waktu fermentasi lebih lama dibandingkan F5 memiliki nilai WRI yang lebih besar, hal ini disebabkan karena terdapat beberapa larva BSF pada perlakuan F5 telah memasuki fase pre-pupa, yang ditandai dengan warna larva berubah menjadi coklat kehitaman, sehingga saat fase ini larva tidak aktif untuk “memakan” pakan tersebut sehingga nilai reduksi substrat juga menjadi rendah. Larva BSF saat fase pre-pupa membuat saluran pencernaannya menjadi kosong dengan cara berhenti mengonsumsi makanannya, kemudian cadangan lemak yang ada di dalam tubuh dimanfaatkan untuk proses metabolisme. Selain itu, semakin lama waktu fermentasi maka mikroba memiliki lebih banyak, sehingga mengakibatkan penurunan biomasa nutrisi. Penurunan tersebut akan mempengaruhi jumlah pakan yang direduksi oleh larva BSF. Dimana jumlah pakan pada F7 menjadi lebih sedikit dibandingkan F5.

Perlakuan sampah organik Tanpa Fermentasi (TF) memiliki nilai WRI terendah dibandingkan dengan perlakuan lain, hal ini disebabkan karena pakan sulit untuk dicerna oleh larva BSF. Perlakuan Tanpa Fermentasi (TF) akan memiliki ukuran sampah organik yang cukup besar dan kasar serta mengandung kadar air yang rendah. Rendahnya kadar air mengakibatkan konsumsi makanan yang dilakukan larva BSF menjadi kurang efisien bahkan tidak dapat dikonsumsi oleh larva BSF (Chaerunnisa, 2023). Pakan dengan konsistensi kasar atau berukuran besar akan menyulitkan larva dalam mengonsumsi pakan tersebut, sebab mulut larva BSF tidak memiliki gigi melainkan hanya menyedot pakan saja. Sehingga nilai WRI yang rendah tersebut menunjukkan bahwa jumlah substrat pakan yang dikonsumsi larva BSF sangat sedikit dan membutuhkan waktu yang cukup lama dibandingkan pakan yang dilakukan fermentasi terlebih dahulu.

Tingkat Keberhasilan Hidup (*Survival Rate/SR*)

Pertumbuhan dan perkembangan larva BSF juga diukur dari tingkat ketahanan hidupnya yang ditunjukkan dengan nilai persentase masing-masing perlakuan pemberian media pakan. Tingkat ketahanan hidup larva BSF ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai *survival rate* tertinggi adalah nilai yang menunjukkan persentase sebesar 100%, yang artinya 50 larva BSF yang digunakan dalam perlakuan ini dapat hidup dengan baik selama 12 hari hingga menuju tahap pre-pupa. Meskipun ada perbedaan kecil dalam persentase ketahanan hidup di antara berbagai jenis media pakan, pada umumnya larva BSF menunjukkan kemampuan beradaptasi yang baik terhadap lingkungan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa media pakan yang digunakan dalam percobaan ini cukup mendukung pertumbuhan dan perkembangan larva, memungkinkan mereka untuk bertahan dan berkembang menuju tahap pre-pupa dengan tingkat ketahanan hidup yang relatif tinggi.



Gambar 4. Grafik Tingkat Keberhasilan Larva BSF pada Semua Perlakuan.

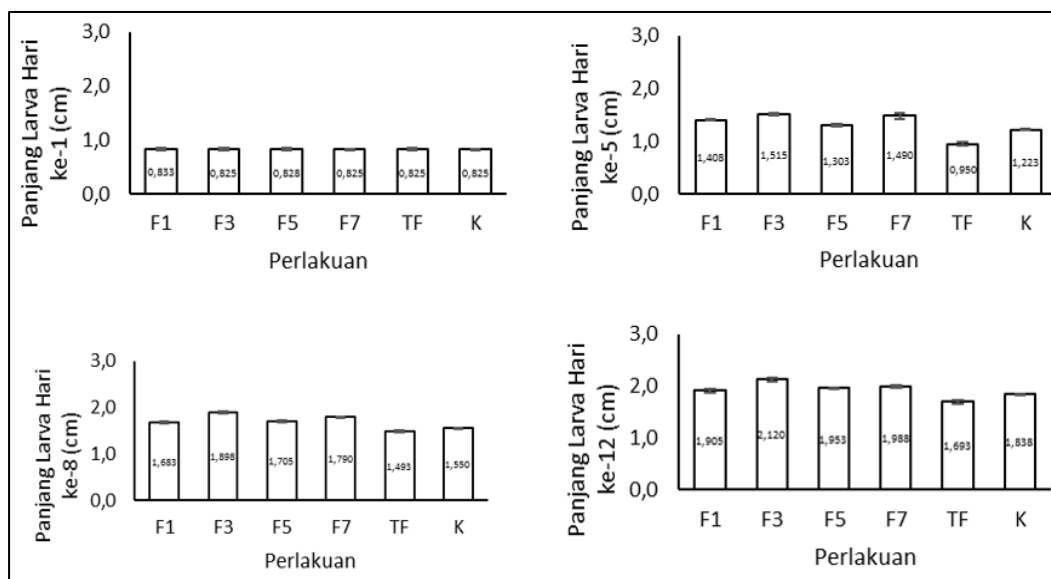
Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Pada perlakuan F1 dan K menunjukkan nilai SR yang rendah, yaitu 84,5% dan 89%. Rendahnya nilai SR dapat dipengaruhi oleh kelembaban yang terlalu rendah seperti F1 dan K. Rendahnya kadar air mengakibatkan konsumsi makanan yang dilakukan larva BSF menjadi kurang efisien bahkan tidak dapat dikonsumsi oleh larva BSF (Chaerunnisa, 2023).

Pertumbuhan Panjang dan Berat Larva *Black Soldier Fly*

Panjang Larva Black Soldier Fly

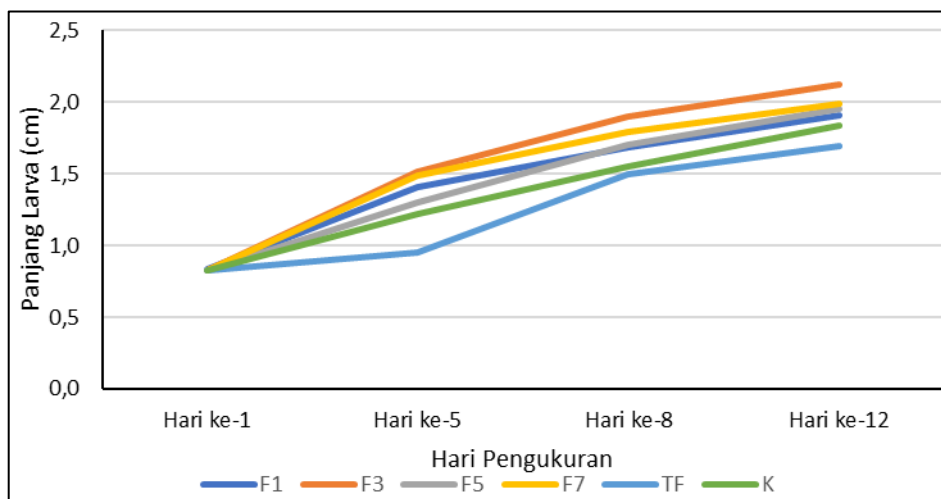
Pengukuran panjang larva BSF dilakukan dengan cara mengukur 10% dari total larva BSF sehingga larva yang diukur panjang untuk mewakili populasi perlakuan adalah sebanyak lima larva. Dengan memilih lima larva sebagai sampel, diharapkan hasil pengukuran tersebut mencerminkan variasi panjang yang ada dalam kelompok larva secara keseluruhan. Hasil pengukuran panjang larva yang didapatkan selama penelitian, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Panjang Larva BSF pada Hari ke-1, 5, 8, dan 12.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Hasil pengukuran panjang larva dapat dilihat pada Gambar 5, yang menunjukkan adanya perbedaan panjang larva selama 12 hari pengamatan. Jika dilihat secara keseluruhan, maka hasil pengukuran panjang larva BSF dapat dilihat pada Gambar 6.



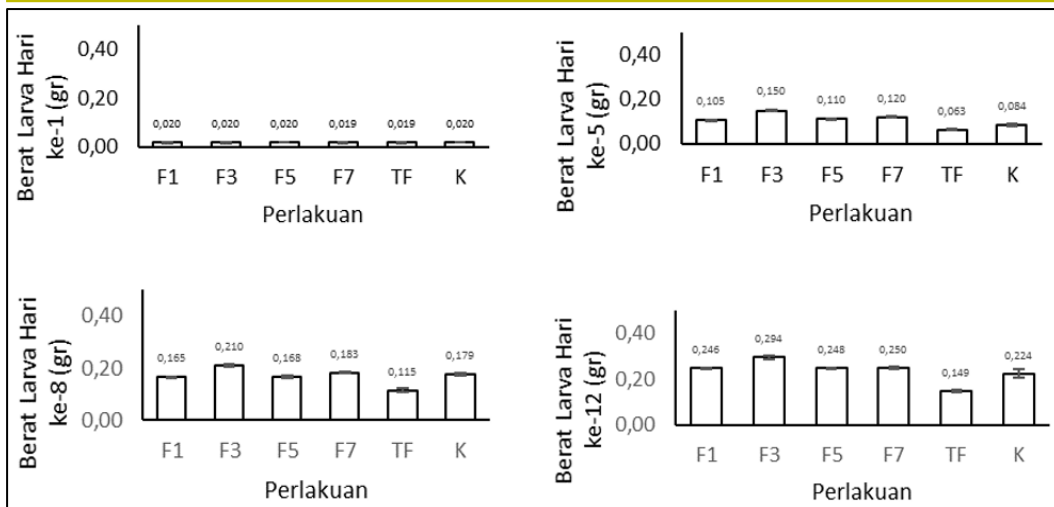
Gambar 6. Grafik Rerata Panjang Larva BSF pada Semua Perlakuan.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Pada hari ke-1, larva memiliki rata-rata panjang yang sama yaitu sekitar 0,825-0,833 cm, hal tersebut dikarenakan sebelum dilakukan perlakuan, panjang larva dipilih secara teliti agar diperoleh hasil yang cukup baik. Pada Gambar 6, terlihat tidak ada larva yang mengalami penurunan panjang, dan sebaliknya terus mengalami penambahan panjang hingga hari ke-12. Di antara keenam perlakuan, perlakuan F3 memiliki laju penambahan yang baik dan mengungguli kelima perlakuan yang lain. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan panjang larva BSF adalah keadaan media tumbuhnya. Jika media tumbuh dapat menyediakan pakan sumber protein maka larva akan memiliki panjang yang optimal.

Berat Larva Black Soldier Fly

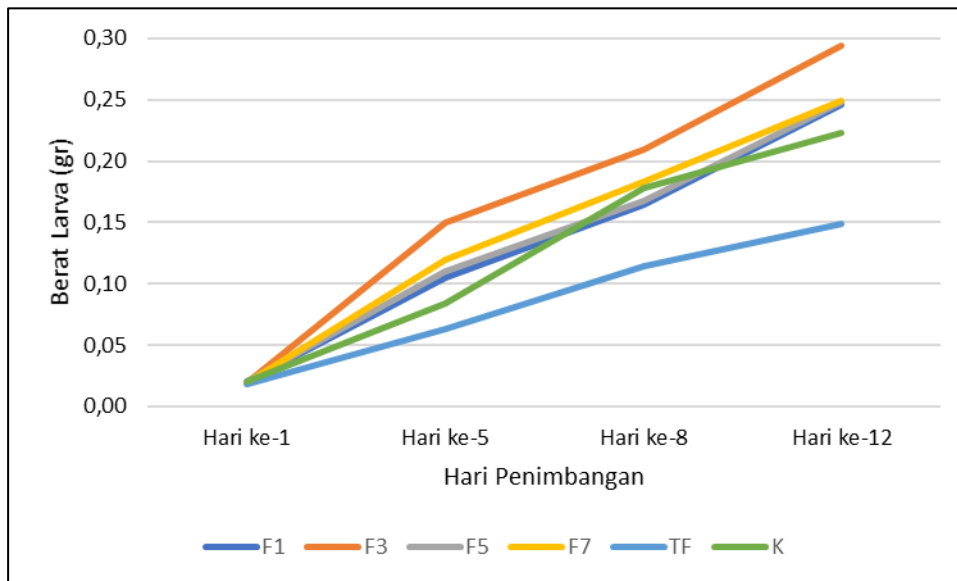
Pengukuran berat larva BSF dilakukan dengan cara menimbang satu per satu larva sebanyak 10% dari total larva BSF sehingga larva yang ditimbang untuk mewakili populasi perlakuan adalah sebanyak lima larva. Setelah larva BSF yang dipilih ditimbang, data berat masing-masing larva dicatat untuk dianalisis lebih lanjut. Rata-rata berat larva dari sampel tersebut dihitung untuk memberikan gambaran kondisi populasi larva BSF secara keseluruhan. Meskipun hanya sebagian kecil dari populasi yang ditimbang, hasilnya dapat diandalkan untuk menggambarkan berat rata-rata larva dalam perlakuan yang diuji. Data ini digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan larva BSF, seperti jenis pakan dan suhu. Hasil pengukuran berat larva juga dapat membantu dalam mengoptimalkan kondisi pemeliharaan untuk meningkatkan efisiensi produksi larva BSF secara keseluruhan. Hasil penimbangan berat larva yang didapatkan selama penelitian, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Berat Larva BSF pada Hari ke-1, 5, 8, dan 12.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Hasil pengukuran berat larva dapat dilihat pada Gambar 7, yang menunjukkan adanya perbedaan panjang larva selama 12 hari pengamatan. Jika dilihat secara keseluruhan, maka hasil penimbangan berat larva BSF dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Rerata Berat Larva BSF pada Semua Perlakuan.

Keterangan: F1 = Fermentasi Hari ke-1; F3 = Fermentasi Hari ke-3; F5 = Fermentasi Hari ke-5; F7 = Fermentasi Hari ke-7; TF = Tanpa Fermentasi; dan K = Kontrol.

Pada hari ke-1, larva memiliki rata-rata berat yang sama yaitu sekitar 0,019-0,020 gr, hal tersebut dikarenakan sebelum dilakukan perlakuan, berat larva dipilih secara teliti agar diperoleh hasil yang cukup baik. Pada Gambar 8, terlihat tidak ada larva yang mengalami penurunan berat, dan sebaliknya terus mengalami



penambahan panjang hingga hari ke-12. Di antara keenam perlakuan, perlakuan F3 memiliki laju penambahan yang baik dan mengungguli kelima perlakuan yang lain. Terdapat faktor yang mempengaruhi penambahan berat larva BSF yaitu seperti nilai nutrisi pada pakan yang diberikan, semakin tinggi nutrisinya maka semakin sedikit pakan yang akan dikonsumsi, karena nutrisi yang diperlukan sudah mencukupi untuk menuju fase pupa. Pakan dengan konsistensi kasar atau berukuran besar juga akan menyulitkan larva dalam mengonsumsi pakan tersebut, sebab mulut larva BSF tidak memiliki gigi melainkan hanya menyedot pakan saja. Dan terakhir, keadaan media pakannya dapat diketahui dari nilai pH hingga kelembabannya.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pakan yang dilakukan fermentasi dapat mempengaruhi nilai reduksi sampah organik dibandingkan dengan pakan tanpa fermentasi, serta lama waktu fermentasi yang optimum untuk diberikan kepada larva BSF adalah selama tiga hari. Selain itu, pada penelitian ini, nilai pH yang terlalu asam sebesar 4 mempengaruhi *survival rate* yang menyebabkan larva banyak yang mati.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter kelembaban agar dapat dianalisis nilai kelembaban yang baik untuk larva BSF dalam mereduksi sampah organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada dosen pembimbing yaitu ibu Vina Rizkawati yang telah memberikan saran masukan dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Amaliah, R., Syahrir, S., & Natsir, A. (2019). Nutrition Content of White Teak Leaf-Based Complete Ration Formulated on as Fed Basis in Different Periods of Storage. *International Journal of Current Innovations in Advanced Research*, 2(4), 58-63.
- Amrul, N. F., Ahmad, I. K., Basri, N. E. A., Suja, F., Jalil, N. A. A., & Azman, N. A. (2022). A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14084565>
- Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145>
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. (2023). Retrieved November 19, 2024, from Persentase Komposisi Sampah di Provinsi DKI Jakarta. Interactwebsite: <https://jakarta.bps.go.id/id/statistics->



[table/2/NTcyIzI=/persentase-komposisi-sampah-di-provinsi-dki-jakarta.html](https://doi.org/10.30605/panthera.v5i1.16-31)

- Chaerunnisa, N. F. (2023). Efektivitas Pengolahan Limbah Organik Asrama Mahasiswa Kampus Teknik dengan Metode Biokonversi *Black Soldier Fly*. *Disertasi*. Universitas Hasanuddin.
- Dortmans, B. M. A., Diener, S., Verstappen, B. M., & Zurbrügg, C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide*. Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Eawag, E. (2017). *Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*. Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Fauzi, M., & Muharram, L. (2019). Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik oleh Maggot BSF (*Black Soldier Fly*) pada Berbagai Level Instar. *Journal of Science, Technology and Entrepreneur*, 1(2), 134-139.
- Geno, Y. J., Dahoklory, N., & Rebhung, F. (2023). Pengaruh Lama Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Aquatik*, 6(1), 58-66. <https://doi.org/10.35508/aquatik.v6i1.9869>
- Hakim, A. R., Prasetya, A., & Petrus, T. B. M. (2017). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 179-192. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v12i2.469>
- Ibnumasy, M. R. (2023). Retrieved November 17, 2024, from Anies Ingin Jakarta Jadi Kota Terbersih saat Pensiun, Sampah Pasar Tradisional Bakal Dikelola. Interactwebsite: <https://wartakota.tribunnews.com/2022/06/01/anies-ingin-jakarta-jadi-kota-terbersih-saat-pensiun-sampah-pasar-tradisional-bakal-dikelola>
- Junianto, J., Elyzha, A. N., Marsyal, M. G., & Hardianto, P. A. N. F. (2024). Tingkat Mutu Hedonik Bekasem Ikan Nila pada Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 52-62. <https://doi.org/10.32520/jtp.v13i2.3327>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). Retrieved October 19, 2024, from Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. Interactwebsite: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Madu, A. S. T. M., Hendriarianti, E., & Wulandari, C. D. R. (2022). Teknologi *Black Soldier Fly* (BSF) dengan Variasi Pakan Sampah Organik. *Jurnal Enviro*, 1(1), 1-10.
- Mujiyanti, A., Hasibuan, N. E., Ratrinia, P. W., Azka, A., Sumartini, S., Suryono, M., Basri, B., Harahap, K. S., & Shalichaty, S. F. (2023). Chemical Characteristics of Catfish (*Pangasius pangasius*) Processing Liquid Waste. *Berkala Perikanan Terubuk*, 51(2), 1890-1894.
- Nugraha, F. A. (2019). Analisis Laju Penguraian dan Hasil Kompos pada Pengolahan Sampah Sayur dengan Larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*). *Disertasi*. Universitas Islam Indonesia.
- Pasymi, P., Andini, F., & Syamsi, Y. I. (2022). Degradasi Sampah Organik oleh Maggot : Pengaruh Usia *Baby Maggot* saat Dipindahkan ke Sampah.



- Summary Executive Jurusan Teknik Kimia Wisudawan 78, 20(4), 1-2.*
- Pathiassana, M. T., Izzy, S. N., Haryandi, H., & Nealma, S. (2020). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi dengan Variasi Jenis Sampah yang Dikelola PT. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. *Jurnal TAMBORA*, 4(1), 86-95. <https://doi.org/10.36761/jt.v4i1.550>
- Rahayu, T. P. R. T. P., Novianto, E. D., & Viana, C. D. N. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Dedak dan Limbah Kulit Nanas terhadap Biomassa Larva *Hermetia illucens*. *Jurnal Sains Peternakan*, 8(2), 114-121. <https://doi.org/10.21067/jsp.v8i2.5027>
- Ramadhan, I., Arifin, A., & Jumiati, J. (2022). Efisiensi Penggunaan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* untuk Mendekomposisi Sampah Organik dengan Variasi Bahan Fermentasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 717-725. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.717-725>
- Rofi, D. Y., Auvaria, S. W., Nengse, S., Oktorina, S., & Yusrianti, Y. (2021). Modifikasi Pakan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai Upaya Percepatan Reduksi Sampah Buah dan Sayuran. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 130-137. <https://doi.org/10.29122/jtl.v22i1.4297>
- Rohmawati, A., Komariyah, N., & Wahyusi, K. N. (2023). Fermentasi Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Jeroan Ikan dan Batang Pisang dengan Bioaktivator. *CHEMPRO*, 4(1), 15-22. <https://doi.org/10.33005/chempro.v4i1.284>
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. (2020). Pengaruh dan Efektivitas Maggot sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 835-841. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1655>
- Suswatanti, E. P. S., & Widiyaningrum, P. (2017). Pemanfaatan MOL Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA*, 40(1), 1-6. <https://doi.org/10.15294/ijmns.v40i1.12455>
- Swastoko, E. D. (2023). Pengaruh Pemberian Limbah Pakan Organik Tulang Ayam dan Sisa Nasi terhadap Pertumbuhan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens* L.). *Disertasi*. Universitas Kristen Duta Wacana.
- Wangko, S. (2014). *Hermetia illucens* Aspek Forensik, Kesehatan, dan Ekonomi. *Jurnal Biomedik: JBM*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.35790/jbm.6.1.2014.4159>
- Yudi, M. (2023). Retrieved November 17, 2024, from Peringati HPN ke.28/2023, Awara Berikan Bantuan ke Pegiat Maggot di RW 04 Kelurahan Tanjung Priok. Interactwebsite: <https://www.hariansentana.com/peringati-hpn-ke-28-2023-awara-berikan-bantuan-ke-pegiat-maggot-di-rw-04-kelurahan-tanjung-priok/>
- Yuwono, A. S., & Mentari, P. D. (2018). *Penggunaan Larva (Maggot) Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengolahan Limbah Organik*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.