

Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal dampak.ft.unand.ac.id/>

Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas

| ISSN (Print) 1829-6084 | ISSN (Online) 2597-5129 |



Artikel Penelitian

Kajian Pengolahan Sampah Makanan Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* di Kampus Universitas Andalas

Yenni Ruslinda^{1*)}, Ansiha Nur¹, Regina Mardatillah¹, Resti Rahayu², Pinkan Dawne Ayesha Rizal¹, Shubhiy Ash Shalih¹

¹Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Koresponden: yenni@eng.unand.ac.id

Diterima: 1 Juni 2025

Diperbaiki: 30 Juni 2025

Disetujui: 7 Juli 2025

A B S T R A C T

Food waste processing has not yet been implemented at the Integrated Solid Waste Treatment Center of the University of Andalas Limau Manis Campus. Therefore, a study was conducted on food waste processing using Black Soldier Fly (BSF) larvae from technical, economic, and environmental perspectives. The technical aspect study was conducted by analyzing the generation, composition, and characteristics of food waste from the canteen and the Nutrition Unit of the University of Andalas Hospital and land and facility requirements. The economic aspect study was conducted by calculating investment and operational costs, revenue from product sales, and analyzing the feasibility of the investment. The environmental aspect study assessed the environmental impact through respondents consisting of researchers and practitioners in food waste processing using BSF larvae. From the results of the technical, economic, and environmental studies, it was concluded that food waste processing using BSF larvae is feasible to implement at the Integrated Solid Waste Treatment Center of the University of Andalas Limau Manis Campus with a processing capacity of 112 kg/h and a land requirement of 9 m². The required investment cost is Rp13,117,000, with operational expenses of Rp38,006,400. Revenue from product sales is estimated at Rp62,186,880. The investment feasibility results yielded an NPV of Rp88,739,978, BCR of 1.512, IRR of 183%, and PP of 1 year and 6 months. From the questionnaire, the assessment for positive impacts was found to be greater than the assessment for negative consequences.

Keyword: Black Soldier Fly larvae, food waste, technical study, economic study, environmental study

A B S T R A K

Pengolahan sampah makanan belum dilakukan di Pusat Pengolahan Sampah Terpadu (PPST) Kampus Universitas Andalas Limau Manis. Untuk itu dilakukan kajian terhadap pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan. Kajian aspek teknis dilakukan dengan menganalisis timbunan, komposisi, karakteristik sampah makanan yang berasal dari kantin dan Instalasi Gizi Rumah Sakit Universitas Andalas serta menganalisis kebutuhan lahan dan fasilitas. Kajian aspek ekonomi dilakukan dengan menghitung biaya investasi dan operasional, biaya pendapatan dari penjualan produk dan menganalisis kelayakan investasi. Kajian aspek lingkungan dilakukan dengan penilaian dampak lingkungan yang dilakukan responden yang terdiri dari tenaga peneliti dan praktisi dalam pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF. Dari hasil kajian aspek teknis, ekonomi dan lingkungan diperoleh pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF layak diterapkan di PPST Universitas Andalas dengan kapasitas pengolahan sebesar 112 kg/h dan kebutuhan lahan 9 m². Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp13.117.000 dengan biaya operasional Rp38.006.400. Pendapatan dari penjualan produk diperkirakan sebesar Rp62.186.880. Hasil kelayakan investasi diperoleh nilai NPV Rp88.739.978, BCR 1,512, IRR 183%, dan PP 1 tahun 6 bulan. Dari kuisioner diperoleh penilaian untuk dampak positif lebih besar dibandingkan penilaian untuk dampak negatif. Untuk itu direkomendasikan adanya kegiatan pemilahan sampah makanan di sumber, penyediaan parasarana dan sarana, peningkatan kadar air sampah makanan serta kerjasama dalam pemasaran produk yang dihasilkan.

Kata Kunci: larva *Black Soldier Fly*, kajian teknis, kajian ekonomi, kajian lingkungan, sampah makanan

1. PENDAHULUAN

Masalah pembuangan makanan di Indonesia kini semakin menjadi perhatian. Setiap individu di Indonesia diperkirakan membuang sekitar 77 kg makanan setiap tahunnya, sehingga Indonesia menempati peringkat ke-17 di dunia sebagai negara penghasil sampah makanan terbesar (Kusumawardani, et. al, 2023). Sampah makanan ini dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, memicu pembentukan gas rumah kaca, serta berpotensi meningkatkan emisi gas seperti CH₄ dan CO₂ yang dapat merusak kesehatan dan ekosistem (Destisa, et.al, 2024). Data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Padang (2023) menunjukkan komposisi sampah makanan sebesar 62,80% dari 643,76 ton sampah yang dihasilkan setiap hari di Kota Padang. Sampah makanan mencakup sisa bahan makanan, kulit buah, cangkang telur, tulang, serta material lain yang tidak dikonsumsi (Diener, et.al., 2009). Restoran dan kafe menjadi penyumbang utama sampah makanan, terutama dalam bentuk sisa makanan dan bahan yang tidak terpakai (Dewilda, et. al, 2019). Salah satu solusi yang efektif untuk pengolahan sampah makanan adalah dengan memanfaatkan larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau dikenal dengan maggot. *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) termasuk dalam Ordo Diptera, family keluarga Dipteran Stra Tiomyidae (Dortsman,et.al, 2021). Larva ini dikenal memiliki ketahanan yang luar biasa dan dapat bertahan hidup di lingkungan yang cukup ekstrem, seperti di sampah yang mengandung banyak garam, alkohol, asam, dan ammonia (Suciati, 2017). Satu kg larva BSF mampu menghabiskan 10 kg sampah organik dengan kandungan air lebih dari 60% (KLHK, 2020). Larva BSF mampu mengubah sampah makanan menjadi produk bernilai seperti kompos, minyak maggot, dan pakan ternak atau ikan (Yuwita, et.al., 2022).

Kampus Universitas Andalas yang terletak di Kelurahan Limau Manis, Padang telah memiliki fasilitas pengolahan sampah yaitu Pusat Pengolahan Sampah Terpadu (PPST) yang mulai beroperasi sejak Oktober 2014. Pengolahan sampah yang ada saat ini adalah pengomposan sampah daun dan ranting dengan alat *rotary kiln* dan *biodrying* menggunakan metode Tempat Olah Sampah Setempat (TOSS). Penelitian yang dilakukan oleh Ruslinda tahun 2024 menunjukkan sampah yang dihasilkan oleh Kampus Universitas Andalas mencapai 2195 kg atau 39,76 m³ setiap harinya dengan komposisi sampah terbesar adalah sampah makanan sebesar 31,5% dan sampah halaman 22,4%. Namun, sampah makanan belum dilakukan pengolahannya di PPST. Untuk itu, dilakukan penelitian ini sesuai rekomendasi yang diberikan pada penelitian Ruslinda (2024) untuk mengkaji potensi penggunaan Larva BSF dalam pengolahan sampah makanan di lingkungan kampus. Dalam penelitian ini dilakukan kajian terhadap aspek teknis, ekonomi dan lingkungan terkait dengan penerapan pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF di Kampus Universitas Andalas. Diharapkan dari hasil analisis ini dapat dilanjutkan dengan melakukan perencanaan fasilitas pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF di PPST Universitas Andalas dan menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan dan dijual untuk menghasilkan *income generating* untuk universitas.

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder serta pengolahan dan analisis data. Sebelum dilakukan pengambilan data primer, dilakukan pengumpulan data sekunder sebagai berikut:

- Data timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di Kampus Universitas Andalas dari hasil penelitian terdahulu yaitu Ruslinda tahun 2024
- Data jumlah kantin yang ada di lingkungan kampus yang diperoleh dari Direktorat Umum dan Pengelolaan Aset Universitas Andalas.
- Data produk yang dihasilkan dari pengolahan sampah menggunakan larva BSF yang diperoleh dari hasil penelitian terdahulu dan dari fasilitas pengolahan BSF yang sudah beroperasi

Pengumpulan data primer terdiri dari:

- Pendataan sumber sampah makanan di kampus.

Dari pengamatan lapangan, sumber sampah makanan yang selalu menghasilkan sampah makanan berasal dari kantin dan Rumah Sakit Universitas Andalas. Untuk itu dalam penelitian ini pendataan sumber sampah makanan dibatasi pada kedua sumber tersebut. Sumber sampah makanan yang berasal dari gedung dan pedagang kaki lima tidak dijadikan titik pengambilan sampel, karena sampah makanan tidak kontinu dihasilkan setiap hari. Pendataan dilakukan dengan pengamatan langsung ke sumber kantin dan rumah sakit serta melakukan wawancara dengan pihak terkait untuk memperoleh data jenis sampah makanan yang dihasilkan, jumlah pengunjung serta pengelolaan yang telah dilakukan terhadap sampah makanan.

b. Penentuan jumlah sampel makanan dan titik pengambilan sampel.

Berdasarkan pendataan ke lapangan terdapat 57 kantin permanen yang tersebar di lingkungan kampus. Dari 57 kantin tersebut terdapat 11 kantin yang dapat dijadikan sampel yang terdiri dari 6 sampel mewakili kantin yang berada di fakultas, 3 sampel mewakili kantin di gedung perkuliahan bersama, dan 2 sampel mewakili kantin mandiri (di luar fakultas dan gedung). Untuk rumah sakit, jumlah sampel sampah makanan diambil 1 unit yaitu di Instalasi Gizi, dikarenakan pada ruangan ini dilakukan pemrosesan makanan dan pencucian peralatan makan. Dari perhitungan, didapatkan keandalan survey sebesar 99,30% yang menyatakan jumlah sampel sudah mewakili jumlah sumber sampah makanan di Kampus Universitas Andalas. Keandalan survey pada rentang 90-100% telah mewakili populasi (Damanhuri & Padmi, 2018). Lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Titik Pengambilan Sampel

c. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah makanan

Pengukuran timbulan dan komposisi sampah makanan dilakukan mengacu kepada SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah makanan dilakukan selama delapan hari berturut-turut di lokasi yang sama. Sampel sampah yang diambil setiap hari merupakan sampah makanan yang terkumpul selama 24 jam. Sampel sampah makanan dibawa ke lokasi pengukuran di PPST untuk dilakukan pengukuran timbulan dan komposisi sampah. Pengukuran timbulan dilakukan dalam satuan berat dengan alat timbangan serta dalam satuan volume dengan alat kompaktor. Pengukuran komposisi sampah makanan dilakukan dengan mengelompokkan sampah makanan ke dalam kategori sampah sisa nasi dan lauk pauk, sampah sayuran dan sampah buah-buahan. Selanjutnya masing-masing komponen sampah ditimbang beratnya.

d. Pengukuran karakteristik sampah makanan

Pengukuran karakteristik sampah makanan dilakukan terhadap parameter berat jenis dan kadar air sampah. Pengukuran berat jenis sampah dilakukan dengan menimbang berat dan mengukur volume sampah makanan. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetri yaitu dengan menimbang berat sampel sampah sebelum dan setelah pemanasan dalam oven dengan temperatur 105 °C.

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan mengkaji kelayakan pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan, yang diuraikan sebagai berikut:

a. Kajian aspek teknis

Kajian aspek teknis meliputi analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah makanan yang dapat dijadikan bahan baku dalam pengolahan menggunakan Larva BSF. Kajian juga dilakukan terhadap ketersediaan lahan serta dan sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk operasional.

Perhitungan timbulan sampah makanan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_r = (Q_1 + Q_8)/2 \quad (1)$$

$$f_k = Q_r/Q_1 \quad (2)$$

$$q = Q/(P) \quad (3)$$

dimana:

Q = timbulan sampah (kg/h, l/h)

Q1 = timbulan hari ke-1 (kg/h, l/h)

Q8 = timbulan hari ke-8 (kg/h, l/h)

fk = faktor koreksi

Qr = timbulan rata-rata (kg/h, l/h)

q = satuan timbulan (kg/o/h atau l/o/h, kg/m²/h atau l/ m²/h,)

P = jumlah unit penghasil sampah

Perhitungan komposisi sampah makanan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$K = \frac{BS}{BBS} \times 100\% \quad (4)$$

dimana:

K = komposisi sampah (%)

BS = berat komponen sampah (kg)

BBS = berat total sampah (kg)

Pehitungan berat jenis dan kadar air sampah menggunakan rumus berikut:

$$BJ = \frac{B}{V} \quad (5)$$

$$KA = \frac{(Y)-(X)}{(Y)-(A)} \times 100\% \quad (6)$$

dimana:

BJ = berat jenis sampah (kg/l)

B = berat sampah (kg)

V = volume sampah (l)

KA = kadar air sampah (%)

Y = berat cawan isi (g)

X = berat cawan isi setelah dipanaskan di oven dengan suhu 105°C (g)

A = berat cawan kosong (g)

b. Kajian aspek ekonomi

Kajian aspek ekonomi meliputi penilaian kelayakan produk yang dihasilkan dari pengolahan sampah makanan menggunakan larva BSF. Kajian ini mencakup perhitungan biaya investasi dan biaya operasional, pendapatan yang dihasilkan dari penjualan produk serta analisis kelayakan investasi meliputi *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PP). NPV adalah parameter kelayakan yang dihitung dari selisih antara total manfaat dan total biaya setelah dikonversi ke nilai uang yang sama. Kriteria kelayakan sebagai berikut: jika $NPV > 0$, usaha dianggap layak untuk dijalankan, jika $NPV = 0$, usaha berada dalam kondisi impas, sedangkan jika $NPV < 0$, usaha dinilai tidak layak untuk dijalankan. Perhitungan BCR dilakukan dengan membandingkan semua pemasukan yang diterima pada kondisi eksisting dengan semua pengeluaran yang telah dilakukan pada kondisi eksisting. Kriteria kelayakan sebagai berikut: jika $BCR \geq 1$, usaha layak dijalankan, sedangkan jika $BCR < 1$, usaha tidak layak dijalankan. Perhitungan NPV dan BCR adalah: (Zuhdirabbani & Sapanli, 2023)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{1 + i^t} \quad (7)$$

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}} \quad (8)$$

dimana:

Bt = benefit (manfaat) dari usaha pada tahun ke-t (Rp)

Ct = cost (biaya) dari usaha pada tahun ke-t (Rp)

i = tingkat suku bunga (%)

t = umur ekonomis (tahun)

IRR merupakan nilai yang menunjukkan tingkat pengembalian investasi. Jika nilai IRR lebih tinggi dari tingkat bunga yang relevan atau *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR), maka investasi dianggap layak, karena tingkat pengembaliannya lebih menguntungkan daripada jika modal disimpan di bank. Sebaliknya,

jika $IRR < MARR$, investasi dinilai tidak layak. IRR dapat dihitung dengan persamaan berikut: (Giatman, 2011)

$$IRR = iNPV_+ + \frac{NPV_+}{|NPV_+ + NPV_-|} (iNPV_- + iNPV_+) \quad (9)$$

dimana:

NPV_+ = NPV positif

NPV_- = NPV negatif

i_+ = tingkat suku bunga NPV positif

i_- = tingkat suku bunga NPV negatif

PP adalah parameter untuk menentukan lama periode investasi dapat dikembalikan saat terjadi kondisi pulang pokok (*break even point*). Kriteria kelayakan adalah $K \leq t$, dengan persamaan sebagai berikut: (Giatman, 2011)

$$K_{(PP)} = \sum_{t=0}^k CF_t \geq 0 \quad (10)$$

Jika komponen *cash flow benefit* dan *cost* nya bersifat annual maka rumusnya menjadi:

$$K = \frac{I}{Ab} \times t \quad (11)$$

dimana:

K = periode pengembalian

I = Investasi

Ab = *Annual Benefit*

CF_t = cash flow periode ke-t

t = periode waktu

c. Kajian aspek lingkungan

Kajian aspek lingkungan meliputi penilaian dampak lingkungan yang mungkin timbul akibat pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF, baik dampak positif maupun dampak negatif. Penilaian dampak dilakukan dengan menyebarkan kuesioner melalui *google form* menggunakan *platform Whatsapp* kepada 30 responden. Responden dalam penelitian ini adalah orang-orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF yang terdiri dari dosen Kelompok Bidang Keahlian Pengelolaan Buangan Padat Departemen Teknik Lingkungan, peneliti pengolahan sampah dengan BSF dan kepada pengelola budidaya BSF yang ada di Kota Padang. Terdapat 12 pertanyaan yang diajukan dalam kuisisioner untuk penilaian dampak lingkungan yang terdiri dari efektivitas pengolahan sampah makanan menggunakan larva BSF dalam pengurangan gas rumah kaca, pencegahan penyebaran vektor penyakit, pengurangan kebutuhan lahan di TPA, penggunaan pra pengolahan dan pendapatan yang diperoleh dalam penjualan produk hasil pengolahan, dampak air lindi, kebutuhan biaya investasi dan operasional, kebutuhan tenaga operator, kebutuhan lahan, penggunaan listrik dan potensi gangguan bau yang ditimbulkan. Penilaian dilakukan dengan pemberian skor dengan ketentuan sebagai berikut: untuk dampak positif, nilai +3 diberikan untuk kategori sangat/banyak, nilai +2 diberikan untuk kategori cukup/sedang dan nilai +1 diberikan untuk kategori kurang. Untuk dampak negatif, nilai -3 diberikan untuk kategori sangat/banyak, nilai -2 diberikan untuk kategori cukup/sedang dan nilai -1 diberikan untuk kategori kurang.

Pengolahan sampah makanan menggunakan larva BSF dinilai layak diterapkan di PPST Universitas Andalas jika memenuhi dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan. Untuk aspek teknis dinilai memenuhi jika timbunan dan komposisi sampah makanan dapat memenuhi kapasitas pengolahan yang ditargetkan serta lahan dan fasilitas di PPST Universitas Andalas dapat mendukung operasional pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF. Untuk aspek ekonomi dinilai memenuhi jika semua parameter analisis kelayakan investasi (NPV, CBR, IRR dan PP) telah memenuhi kriteria kelayakan. Untuk aspek lingkungan, dinilai memenuhi jika dari penilaian didapatkan skor dampak positif lebih besar dibandingkan dampak negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kajian Aspek Teknis

Sumber dan Pengelolaan Sampah Makanan

Dari pengamatan ke lapangan didapatkan sumber tetap sampah makanan di Kampus Universitas Andalas Limau Manis berasal dari kantin permanen dan Instalasi Gizi di Rumah Sakit Universitas Andalas. Hasil pendataan menunjukkan terdapat 57 kantin permanen yang kontinu menghasilkan sampah makanan setiap hari. Kantin ini tersebar di lingkungan fakultas, gedung perkuliahan dan mandiri (di luar lahan fakultas dan gedung kuliah). 90% kantin melakukan pengolahan makanan di tempat, sedangkan sisanya 10% melakukan pengolahan makanan di luar kampus. Berdasarkan pengolahan data kuisioner terhadap pengelolaan sampah makanan eksisting diperoleh 53% kantin membuang sampah makanan ke Tempat Penampungan Sementara (TPS) terdekat berupa kontainer, yang selanjutnya akan di bawa ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah. Sementara 47% kantin lainnya membawa sampah makanan pulang untuk dijadikan pakan ternak. Sebanyak 53% kantin belum melakukan pemilahan sampah sedangkan 47% lainnya sudah melakukan pemilahan sampah. Dari 57 kantin permanen yang ada, hanya 26 kantin yang bersedia sampah makanannya diolah di PPST Universitas Andalas. Sementara 27 kantin lainnya tidak bersedia dikarenakan sampah makanan yang mereka hasilkan sudah dimanfaatkan menjadi pakan ternak. Ada 1 unit kantin tidak bersedia sampah makanannya diolah di PPST Universitas Andalas, karena jumlah sampahnya sangat sedikit.

Hasil pengamatan ke Instalasi Gizi Rumah Sakit Universitas Andalas didapatkan sistem pemberian makanan untuk pasien sebanyak 3 kali dalam sehari. Semua makanan ini diolah di Instalasi Gizi mulai dari persiapan bahan makanan, pemasakan makanan dan pencucian peralatan makan serta pembuangan sampah makanan. Sampah makanan yang dihasilkan dibuang ke TPS terdekat yang berada di lingkungan rumah sakit. Hasil kuisioner juga menunjukkan belum ada pemilahan dan pengolahan sampah makanan dilakukan. Pihak rumah sakit bersedia sampah makanannya diolah di PPST Universitas Andalas jika sudah ada teknologi pengolahannya.

Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Makanan

Dari pengukuran didapatkan satuan timbulan sampah makanan yang berasal dari kantin sebesar 0,036 kg/o/h ($0,032 \text{ kg/m}^2/\text{h}$) dalam satuan berat atau 0,128 l/o/h ($0,109 \text{ l/m}^2/\text{h}$) dalam satuan volume. Satuan timbulan sampah makanan dari kantin pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di Kampus Universitas Andalas. Dalam penelitian tahun 2023 didapatkan satuan timbulan sampah makanan dari kantin sebesar 0,044 kg/o/h ($0,152 \text{ kg/m}^2/\text{h}$) dalam satuan berat atau 0,353 l/o/h ($1,306 \text{ l/m}^2/\text{h}$) dalam satuan volume (Ruslinda et al, 2024). Hal ini dikarenakan pada penelitian sebelumnya pengukuran sampah makanan dilakukan untuk semua jenis kantin baik permanen dan non permanen. Hasil pengukuran satuan timbulan sampah makanan dari Instalasi Gizi Rumah Sakit Universitas Andalas didapatkan sebesar 0,120 kg/o/h ($0,0005 \text{ kg/m}^2/\text{h}$) dalam satuan berat atau 0,226 l/o/h ($0,0009 \text{ l/m}^2/\text{h}$) dalam satuan volume. Timbulan sampah makanan diperoleh dengan mengalikan satuan timbulan sampah makanan dengan jumlah populasi serta jumlah unit dari masing-masing sumber sampah. Hasil perhitungan menunjukkan total timbulan sampah makanan di Kampus Universitas Andalas sebesar 209,8 kg/h atau 715,64 l/h. Timbulan sampah makanan Kampus Universitas Andalas hasil penelitian ini relatif sama dengan timbulan sampah makanan di Kampus Bina Widya, Kota Pekanbaru sebesar 204,22 kg/h (Febria, et.al., 2014). Namun berbeda dengan sampah makanan yang dihasilkan Kampus 2 UIN Walisongo Semarang sebesar 20,30 kg/h (Hariz, 2022). Perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan dalam jenis aktivitas kampus, jumlah populasi kampus dan pengelolaan sampah di masing-masing kampus.

Komposisi sampah makanan di Kampus Universitas Andalas terdiri dari sampah sisa nasi dan lauk 50%, sampah sayur 31% dan sampah buah 19%. Sampah nasi dan lauk ini berasal dari sisa makanan yang tidak dihabiskan oleh pengunjung kantin dan pasien rumah sakit serta berasal dari residu pengolahan makanan. Komposisi sampah makanan di Kampus Universitas Andalas tidak jauh berbeda dengan komposisi sampah makanan yang dihasilkan dari Kampus Institut Pertanian Bogor (IPB). Komposisi sampah makanan di Kampus IPB terdiri dari sampah nasi/lauk 66,25% dan sampah sayur dan buah 33,75% (Wulansari, et.al., 2019). Sementara itu, penelitian di Rumah Sakit Islam Jemursari menunjukkan bahwa komposisi sampah makanan terdiri dari nasi/lauk sebesar 69,1% dan sampah sayur dan buah 30,9% (Lestari, et.al., 2023).

Dari hasil pengukuran diperoleh berat jenis sampah makanan Kampus Universitas Andalas sebesar 0,406 kg/l. Nilai berat jenis ini masuk dalam rentang berat jenis sampah makanan dari penelitian Tchobanoglous dan Kreith (2002), sebesar 0,2 hingga 0,5 kg/l. Dari penelitian ini diperoleh kadar air rata-rata dari sampah makanan di

Kampus Universitas Andalas sebesar 30,85%. Nilai ini lebih kecil dari penelitian sebelumnya yaitu pada rentang 50–80% (Tchobanoglous & Kreith, 2002) dan pada rentang 72–80% (Damanhuri & Padmi, 2018). Kadar air sampah makanan yang direkomendasikan untuk pengolahan sampah menggunakan Larva BSF adalah besar dari 60% (KLHK,2020). Menurut Cheng (2017), kadar air sampah makanan sebaiknya berada antara 70-75% agar mendapatkan hasil residu yang baik dan jika kadar air kurang dari 70%, sampah dapat diberikan air terlebih dahulu sebelum diberikan ke Larva BSF. Kadar air yang optimal untuk pertumbuhan larva BSF berada dalam kisaran 60% hingga 70% (Putra & Ariesmayana, 2020).

Kelayakan teknis pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF ditinjau dari jumlah bahan baku sampah makanan yang masuk dan kebutuhan lahan untuk fasilitas pengolahan di PPST Universitas Andalas. Dari hasil pengukuran didapatkan sampah makanan yang dihasilkan dari sumber kantin dan rumah sakit sebesar 209,8 kg/h (728,04 l/h). Sebanyak 94,3 kg/h (335 l/h) sampah makanan yang berasal dari kantin sudah dilakukan pengelolannya dengan memanfaatkan sebagai pakan ternak. Kegiatan pemanfaatan sampah makanan menjadi pakan ternak tetap dipertahankan karena termasuk salah satu kegiatan dalam hirarki pengolahan sampah makanan. Dari hasil pengolahan kuisioner diperoleh satu kantin atau sebesar 3,5 kg/l sampah makanan tidak bersedia diolah di PPST. Sementara sisanya sebesar 112 kg/h (380,4 l/h) sampah makanan yang tadinya dibuang ke kontainer di TPS, akan diolah di PPST Universitas Andalas karena pemilik kantin bersedia untuk memilah sampah makanan yang dihasilkan. Untuk itu dalam periode lima tahun ke depan kapasitas pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF di PPST sebesar 112 kg/h (380,4 l/h).

Pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF di PPST Universitas Andalas direncanakan menggunakan biopond plastik berukuran 38 cm x 32 cm x 13 cm dengan volume 16 l. Hal ini dilakukan untuk dapat menghemat kebutuhan lahan, karena biopond dapat disusun vertikal di atas rak besi. Sampah makanan yang akan dimasukkan ke dalam biopond sebanyak 8 l atau separuh dari volume biopond dengan ketinggian 6,5 cm. Tinggi substrat berpengaruh signifikan terhadap performa larva BSF. Tinggi substrat 4–6 cm memberikan produktivitas larva yang optimal, sedangkan tinggi di atas 8 cm justru menurunkan produktivitas. Substrat setinggi 5 cm menghasilkan tingkat kelangsungan hidup larva BSF hingga 95%, sedangkan tinggi 20 cm hanya mencapai 50% (Lalalender dan Lopes, 2024). Dengan kapasitas pengolahan sampah makanan sebesar 112 kg/h, berat jenis sampah makanan dicacah 0,659 kg/liter dan jumlah sampah makanan per biopond sebesar 5 kg, dibutuhkan 22 unit biopond.

Menurut Sarpong (2019), satu larva BSF dapat mengkonsumsi sekitar 0,107 g sampah makanan, sehingga untuk satu biopond dengan jumlah sampah makanan sebesar 5 kg dibutuhkan 46.729 larva. Dengan berat rata-rata satu larva BSF yang berumur 7 hari adalah 20 mg (Fitriyah & Saputra, 2021), dibutuhkan larva BSF untuk setiap biopond sebesar 935 g atau untuk kapasitas pengolahan sebesar 112 kg/h dibutuhkan 21 kg larva. Fasilitas pendukung yang dibutuhkan diantaranya 2 unit kandang sebagai tempat perkembangbiakan lalat dewasa dan dua unit rak besi untuk peletakan biopond. Lokasi pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF dilakukan di PPST Universitas Andalas dengan kebutuhan lahan sebesar 9 m².

3.2. Kajian Aspek Ekonomi

Biaya Investasi dan Operasional

Dari beberapa penelitian terkait pengolahan sampah makanan dengan Larva BSF didapatkan tidak semua sampah makanan dapat diolah oleh larva BSF. Larva BSF mampu mereduksi sampah makanan sebesar 94% dan kasgot yang dihasilkan sebesar 6% (Yunizarti, 2025). Dengan kapasitas pengolahan sampah makanan sebesar 112 kg/l, Larva BSF mampu mereduksi sampah makanan sebesar 105 kg/h dan kasgot yang dihasilkan sebanyak 6,7 kg/h. Biaya investasi adalah biaya yang diperlukan untuk memulai pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF meliputi pembelian alat-alat seperti 22 unit biopond, 2 unit kandang lalat BSF, 2 unit mesin pencacah, 2 unit rak besi dan 20.935 g Larva BSF umur 7 hari. Total biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp 13.117.000. Biaya operasional adalah biaya yang dibutuhkan untuk operasional pengolahan yang bersifat annual atau sama setiap tahunnya. Biaya operasional ini meliputi pembelian *trash bag*, gaji karyawan, pemakaian listrik dan pembelian BBM selama setahun. Total biaya operasional dalam setahun adalah Rp 38.006.400.

Biaya pendapatan dari penjualan produk

Berbagai produk bernilai ekonomi yang dihasilkan dari pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF diantaranya adalah telur maggot, *fresh maggot*, maggot kering, dan kasgot (Dortsman, et.al., 2021). Untuk

mengoperasionalkan 22 unit biopond dibutuhkan sebanyak 1.046.729 larva BSF. Larva BSF ini dibagi ke dalam tiga kelompok yaitu telur maggot, *fresh* maggot, dan maggot kering, masing-masing sebanyak 348.910 larva. Menurut KLHK (2020), satu lalat BSF dewasa mampu menghasilkan hingga 800 butir telur, sehingga jumlah telur yang dihasilkan dari 348.910 larva dalam satu siklus produksi adalah 279.128.000 butir telur. Untuk menjaga kesinambungan produksi sebanyak 30% dialokasikan untuk regenerasi (KLHK,2020), yang dalam perencanaan ini dialokasikan sebanyak 83.738.400 butir. Jumlah telur yang dapat dijual dalam satu siklus berjumlah 195.389.600 butir. Menurut penelitian yang dilakukan Putra & Ariesmayana (2020), berat rata-rata satu butir telur larva BSF adalah 2 µg, sehingga total berat telur yang dapat dijual per siklus adalah 391 g. Dengan asumsi harga telur maggot BSF Rp2.500 per gram didapatkan pendapatan tahunan dari penjualan telur maggot sebesar Rp11.730.000.

Produk *fresh* maggot atau larva hidup biasanya dijual sebagai pakan ternak. Berdasarkan penelitian Salman (2020), berat satu larva pada hari ke-18 adalah 0,167 g, sehingga dengan 348.910 larva diperoleh berat *fresh* maggot per siklus 58.152 g atau 697.824 g per tahun. Dengan asumsi harga *fresh* maggot Rp40/g diperoleh pendapatan dari penjualan *fresh* maggot per tahun sebesar Rp27.912.960. Produk maggot kering yaitu larva BSF yang sudah dikeringkan biasanya dijual dengan harga Rp70/g. Satu larva berumur 18 hari memiliki berat sebesar 0,167 g (Salman, et.al., 2020). Larva BSF mengandung kadar air sekitar 65,67% (Putra & Ariesmayana, 2020), sehingga berat kering larva sebesar 0,057 g. Dari 348.910 Larva BSF diperoleh berat larva kering per siklus sebesar 19.888 g atau 238.656 g per tahun. Pendapatan yang diperoleh dari penjualan maggot kering sebesar Rp 16.705.920. Produk kasgot adalah hasil sisa dari proses penguraian sampah oleh Larva BSF. Menurut Yunizarti (2025), 6% dari sampah makanan yang dimakan larva BSF ini akan menjadi kasgot. Dengan jumlah sampah makanan dalam satu biopond sebanyak 5 kg dan satu siklus 21 hari didapatkan jumlah makanan per siklus sebesar 105 kg. Kasgot yang dihasilkan sebanyak 6,3 kg per biopond per siklus atau dalam satu tahun sebesar 1.668 kg. Dengan harga kasgot sebesar Rp 3.500/kg sehingga pendapatan dari penjualan kasgot diperoleh sebesar Rp 5.838.000. Total pendapatan yang diperoleh dari penjualan produk BSF sebesar Rp62.186.880.

Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi dilakukan dengan menghitung nilai NPV, BCR, IRR dan PP. Dengan menggunakan suku bunga 6% didapatkan nilai NPV sebesar Rp88.739.978. Nilai NPV > 0 sehingga dapat dikatakan layak. Nilai BCR diperoleh sebesar 1,512 yang mengindikasikan bahwa manfaat yang dihasilkan lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan, sehingga memenuhi kriteria kelayakan yaitu BCR >1. Penelitian Zuhdirabbani & Sapanli (2023) terkait pengolahan dengan menggunakan Larva BSF juga mencapai nilai NPV sebesar Rp186.849.344 dan nilai BCR sebesar 3,35. Nilai IRR didapatkan sebesar 183% yang tergolong tinggi, seperti juga didapatkan dari penelitian Nurdi, et.al., (2023) dengan nilai IRR sebesar 228%. Hal ini menunjukkan tingkat pengembalian yang jauh lebih besar dibandingkan suku bunga acuan sebesar 6% atau nilai IRR ≥6%, sehingga pengolahan dengan BSF layak diterapkan. Untuk PP dinyatakan layak karena dapat mengganti biaya investasi dari umur bisnis 5 tahun dalam waktu 1 tahun 6 bulan.

3.3. Kajian Aspek Lingkungan

Pengolahan sampah makanan dengan memanfaatkan larva BSF di PPST Universitas Andalas membawa berbagai dampak, baik positif maupun negatif. Tabel 5 dan Tabel 6 memperlihatkan hasil penilaian dampak lingkungan oleh para responden dalam penelitian ini terhadap perencanaan pengolahan sampah makanan dengan menggunakan larva BSF. Dari pengolahan kuisioner diperoleh dampak positif yang dihasilkan diantaranya mampu mengurangi volume sampah organik, menekan emisi gas rumah kaca, mencegah penyebaran vektor penyakit, mengurangi kebutuhan lahan di TPA, serta menghasilkan produk bernilai ekonomi. Sementara dampak negatif yang ditimbulkan meliputi dampak air lindi dan bau, kebutuhan biaya investasi dan operasional, kebutuhan listrik serta kebutuhan lahan dan tenaga operator. Hasil penilaian menunjukkan persepsi responden terhadap dampak positif lebih besar dibandingkan dengan dampak negatif. Skor total dampak positif sebesar 435, sedangkan skor total dampak negatif sebesar -354. Mayoritas responden menilai pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF di PPST Universitas Andalas memberikan banyak manfaat untuk pengolahan sampah makanan di lingkungan kampus. Sementara dampak negatif yang dihasilkan dapat diminimalkan.

Tabel 7. Hasil Penilaian Dampak Positif

No.	Uraian	Penilaian Responden			Nilai			Jumlah
		Sangat	Sedang	Kurang	(+3)	(+2)	(+1)	
P1	Efektivitas pengolahan sampah makanan menggunakan larva BSF	18	12	0	54	24	0	78
P2	Efektivitas pengolahan sampah makanan dengan larva BSF dalam pengurangan gas rumah kaca	12	15	3	36	30	3	69
P3	Efektivitas pengolahan sampah makanan dengan larva BSF dalam mencegah penyebaran vektor penyakit	14	16	0	42	32	0	74
P4	Efektivitas pengolahan sampah makanan dengan larva BSF dalam mengurangi kebutuhan lahan di TPA	13	15	2	39	30	2	71
P5	Penggunaan pra pengolahan dalam peningkatan efektivitas proses pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	16	13	1	48	26	1	75
P6	Pendapatan yang diperoleh dalam penjualan produk hasil pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	13	12	5	39	24	5	68
Total skor dampak positif					258	166	11	435

Tabel 8 Hasil Kuesioner Pertanyaan Dampak Negatif

No.	Uraian	Penilaian Responden			Nilai			Jumlah
		Sangat	Sedang	Kurang	(-3)	(-2)	(-1)	
P7	Dampak air lindi dari proses pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	4	19	7	-12	-38	-7	-57
P8	Kebutuhan biaya investasi, operasional, dan pemeliharaan dalam pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	5	20	5	-15	-40	-5	-60
P9	Kebutuhan tenaga operator dalam pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	14	16	0	-42	-32	0	-74
P10	Kebutuhan lahan yang diperlukan untuk pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	3	17	10	-9	-34	-10	-53
P11	Penggunaan listrik dalam proses pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	2	13	15	-6	-26	-15	-47
P12	Potensi gangguan bau yang ditimbulkan akibat pengolahan sampah makanan dengan larva BSF	7	19	4	-21	-38	-4	-63
Total skor dampak negatif					-105	-208	-41	-354

4. KESIMPULAN

Hasil kajian aspek teknis didapatkan timbulan sampah makanan Kampus Universitas Andalas sebesar 209,8 kg/h atau 715,64 l/h dengan komposisi terdiri dari 50% sampah nasi dan lauk, 31% sampah sayur, dan 19% sampah buah. Kadar air sampah makanan sebesar 30,85% dan berat jenis 0,406. Pengolahan sampah makanan menggunakan Larva BSF layak di implementasikan di PPST Universitas Andalas dengan kapasitas pengolahan sebesar 112 kg/h (380,4 l/h) dan kebutuhan lahan sebesar 9 m². Kajian aspek ekonomi menghasilkan biaya investasi sebesar Rp Rp13.117.000, biaya operasional Rp38.006.400, dan pendapatan dari penjualan produk Rp62.186.880. Untuk nilai NPV didapatkan Rp88.739.978, nilai BCR 1,512 >1, IRR 183%, dan PP 1 tahun 6 bulan yang menunjukkan telah memenuhi kelayakan investasi. Berdasarkan hasil kajian aspek lingkungan diperoleh penilaian untuk dampak positif lebih besar dibandingkan penilaian untuk dampak negatif. Dari ketiga kajian ini, pengolahan sampah makanan menggunakan BSF layak diterapkan di PPST Universitas Andalas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas yang telah mendanai penelitian ini melalui skim Penelitian Penugasan (PP) Batch 1 dengan kontrak: Nomor 396/UN16.19/PT.01.03/PP/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheng, J. Y., Chiu, S. L., & Lo, I. M. (2017). Effects of moisture content of food waste on residue separation, larval growth and larval survival in black soldier fly bioconversion. *Waste Management*, 67, 315-323.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2018). *Pengelolaan Sampah Terpadu* (edisi kedua). Bandung, Institut Teknologi
- Dewilda, Y., Aziz, R., & Fauzi, M. (2019). Kajian potensi daur ulang sampah makanan restoran di Kota Padang. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2).
- Diener, S., Zurbügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste management & research*, 27(6), 603-610.
- Dortmans, B., Diener, S., Bart, V., & Zurbügg, C. (2021). *Black soldier fly biowaste processing: a step-by-step guide*. Switzerland, Eawag – Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Febria, S., Darmayanti, L., & Asmura, J. (2014). Studi timbulan dan komposisi sampah sebagai dasar perencanaan sistem pengelolaan sampah di Kampus Bina Widya Universitas Riau. *JOM FTEKNIK*, Volume 1(2), 1-11.
- Fitriyah, S., & Syaputra, E. M. (2021). Biokonversi sampah organik dengan metode larva Black Solder Fly. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(3), 173-178.
- Giatman, M. 2011. *Ekonomi teknik*. Jakarta, Rajawali Pers.
- Hariz, A. R. (2020). Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Dalam Perencanaan Pengelolaan Sampah di Kampus 2 UIN Walisongo. *Neo Teknika*, 6(2), 29-33.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Panduan Pengolahan Sampah Organik Sejenis Rumah Tangga Berbasis Biokonversi Black Fly Soldier*. Jakarta, Direktorat Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3.
- Kusumawardani, D., Hidayati, N. A., Martina, A., Agusti, K. S., Rahmawati, Y., Amalia, Y. Y., & Ramdaniyah, N. F. (2023). Household Food Waste in Indonesia: Macro Analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(6).
- Lalander, C., & Guidini Lopes, I. (2024). *Advances in substrate source composition for rearing black soldier fly larvae as a protein source*. In Burleigh Dodds Series in Agricultural Science.
- Lestari, R. H., Ayuningtyas, P. R., Pratiwi, A. A., & Prasetyo, A. (2023). Analisis Sisa Makanan terhadap Kepuasan Pelayanan Makanan pada Pasien Rawat Inap di Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. *Media Gizi Kesmas*, 12(2), 937-946.
- Nurdi, A. R., Silfia, S., & Alfikri, A. (2023). Analisis Potensi Usaha Maggot BSF di Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 7(2), 757-768.
- Putra, Y., & Ariesmayana, A. (2020). Efektifitas penguraian sampah organik menggunakan Maggot (BSF) di pasar Rau Trade Center. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 3(1), 11-24.
- Ruslinda, Y., Putri, N. T., Mardatillah, R., & Mulya, F. K. (2024a). Analisis Data Perencanaan untuk Sistem Pengolahan Sampah Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang. *Journal Serambi Engineering*, 9(1), 7922-7933.
- Ruslinda, Y. (2024b). *Kajian Sistem Pengolahan Sampah di Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang*. Laporan Penelitian. Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pasca Sarjana Universitas Andalas.
- 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).
- Sarpong, D. E., Oduro-Kwarteng, S., Gyasi, S. F., Buamah, R., Donkor, E., Awuah, E., & Baah, M. K. (2019). Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 45-54.
- Suciati, R. (2017). Efektifitas media pertumbuhan maggots *Hermetia illucens* (lalat tentara hitam) sebagai solusi pemanfaatan sampah organik. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 8-13.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management* Second Ed. United State of America, McGraw-Hill.
- Wulansari, D., Ekayani, M., & Karlinasari, L. (2019). Kajian timbulan sampah makanan warung makan. *Ecotrophic*, 13(2), 125-134.

- Yunizarti, S. (2025). *Pengaruh Fermentasi Bahan Baku Kompos Terhadap Kuantitas dan Kualitas Kasgot Hasil Pengomposan Menggunakan Larva Black Soldier Fly*. Tugas Akhir. Sarjana. Departemen Teknik Lingkungan. Universitas Andalas.
- Yuwita, R., Fitria, L., & Jumiati, J. (2022). Teknologi Biokonversi Sampah Organik Rumah Makan Dengan Larva Black Soldier Fly (BSF). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 10(2), 247-253.
- Zuhdirabbani, G., & Sapanli, K. (2023). Analisis Persepsi Dan Kelayakan Finansial Pengolahan Sampah Menggunakan Maggot Black Soldier Fly. *Indonesian Journal of Agricultural Resource and Environmental Economics*, 2(1), 53-63.