

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah, khususnya sampah makanan, telah menjadi salah satu tantangan utama dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2024, sekitar 45,27% dari total sampah yang dihasilkan di Jawa Timur merupakan komposisi dari sisa makanan. Timbulan sampah makanan yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran air tanah, emisi gas rumah kaca, bau tidak sedap, dan menjadi sarang vektor penyakit. Di sisi lain, industri pengolahan pangan menghasilkan limbah padat sisa produksi dalam jumlah besar yang berpotensi menjadi masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan tepat, contohnya seperti limbah padat ampas tahu dan roti kadaluwarsa. Limbah padat ampas tahu termasuk sampah makanan yang dapat dimanfaatkan kembali, contohnya seperti pemanfaatan sebagai pakan ternak, bahan dasar makanan, maupun sebagai bahan peningkatan kesuburan tanah. Sementara itu roti kadaluwarsa yang telah melewati *expired date* selama 3 hari dari rumah tangga maupun pada toko masih layak untuk dimanfaatkan kembali karena nutrisi yang terkandung tidak jauh berbeda dari sebelum masa kadaluwarsa (Purba et al., 2023). Kedua jenis limbah ini memiliki kandungan nutrisi yang masih tinggi, namun pemanfaatannya belum optimal.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam pengelolaan sampah makanan adalah biokonversi menggunakan larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau *Hermetia Illucens*. Larva BSF memiliki kemampuan luar biasa dalam mengurai berbagai jenis bahan makanan dan mengkonversinya menjadi biomassa larva yang kaya protein (25 – 50%) dan lemak (15 – 45%) yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau sumber biodiesel (Gautam et al., 2025). Selain itu, residu hasil biokonversi (*frass*) dapat digunakan sebagai pupuk organik berkualitas tinggi karena mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Selain BSF, agen biokonversi yang dapat dimanfaatkan dalam degradasi sampah makanan sehari-hari adalah Ulat Jerman.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa larva BSF mampu mengurai berbagai jenis substrat makanan seperti kotoran ternak, sampah pasar, dan sisa makanan dengan tingkat efisiensi yang bervariasi (Qibria et al., 2023). Kemampuan larva BSF dalam mengonsumsi substrat sampah makanan hingga dapat mengurangi volume sampah makanan hingga 90% (Puspitasari & Murti, 2024). Selain BSF, agen biokonversi yang dapat

dimanfaatkan dalam degradasi sampah makanan sehari-hari adalah Ulat Jerman. Superworm juga menunjukkan performa yang baik dalam mendegradasi limbah organik dengan kandungan protein larva mencapai 47 – 50% (Ramos-Elorduy et al., 2002; Oonincx et al., 2015). Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penggunaan kombinasi ampas tahu dan roti kadaluarsa sebagai media biokonversi masih terbatas. Ampas tahu memiliki kandungan protein yang tinggi dan juga tinggi karbohidrat (Fatimatuzzahrah et al., 2024), sementara roti kadaluarsa kaya akan karbohidrat dan lemak (Fitri & Anggriani, 2025), sehingga kombinasi keduanya berpotensi menjadi media yang ideal untuk pertumbuhan larva BSF dan Ulat Jerman.

Optimalisasi proses biokonversi sangat dipengaruhi oleh komposisi nutrisi media, kondisi lingkungan, dan proporsi campuran substrat (Gao et al., 2019). Penelitian yang dilakukan oleh (Wong et al., 2019) menunjukkan bahwa rasio C/N yang optimal untuk pertumbuhan larva BSF berkisar antara 15 – 25%, dan penambahan protein dalam substrat dapat meningkatkan laju konversi substrat. Memahami parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas biokonversi sangat penting untuk mengembangkan sistem pengolahan limbah makanan yang efisien dan berkelanjutan. Selain itu, karakterisasi produk biokonversi berupa biomassa larva dan residu kompos (*frass*) perlu dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatannya sebagai pakan ternak dan pupuk.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas biokonversi sampah makanan dengan substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa menggunakan larva BSF dan Ulat Jerman, termasuk pengaruh variasi komposisi media terhadap pertumbuhan larva, efisiensi konversi, kandungan nutrisi biomassa larva, dan kualitas residu yang dihasilkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi biokonversi sampah makanan yang efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan, serta mendukung implementasi konsep ekonomi sirkular dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Selain itu, diharapkan dapat ditemukan formulasi optimal dari kombinasi ampas tahu dan roti kadaluarsa sebagai media biokonversi yang menghasilkan pertumbuhan larva BSF maksimal serta kualitas residu kompos terbaik. Pemanfaatan ampas tahu dan roti kadaluarsa sebagai media biokonversi tidak hanya akan mengurangi permasalahan sampah makanan, tetapi juga berpotensi menciptakan nilai tambah ekonomi melalui produksi pakan ternak dan pupuk makanan, mendukung terciptanya sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan berkontribusi pada pelestarian lingkungan sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kombinasi substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa 3 hari terhadap laju biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*)?
2. Berapa perbandingan komposisi optimal antara ampas tahu dan roti kadaluarsa 3 hari sebagai substrat untuk menghasilkan tingkat biokonversi dan kualitas biomassa larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*)?
3. Bagaimana karakteristik residu hasil biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*) pada berbagai kombinasi substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh kombinasi substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa terhadap laju biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*).
2. Menentukan perbandingan komposisi optimal antara ampas tahu dan roti kadaluarsa sebagai substrat untuk menghasilkan tingkat biokonversi dan kualitas biomassa larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*).
3. Menganalisis karakteristik residu hasil biokonversi oleh larva *Black Soldier Fly (Hermetia Illucens)* dan Ulat Jerman (*Zophobas morio*) pada berbagai kombinasi substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai kontribusi terhadap literatur ilmiah tentang efektivitas larva BSF dan Ulat Jerman dalam mengkonversi limbah ampas tahu dan roti kadaluarsa menjadi kompos
2. Sebagai solusi praktis dan alternatif dalam mengelola limbah ampas tahu dan roti kadaluarsa
3. Sebagai referensi lanjutan dalam pengembangan sistem pengelolaan *municipal waste* yang berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian bertujuan untuk memberikan batasan masalah yang perlu dilakukan dalam pelaksanaan penelitian. Ruang lingkup yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel limbah ampas tahu diambil langsung dari industri rumahan di Kabupaten Nganjuk, sampel roti kadaluarsa 3 hari diambil langsung dari *supplier* roti di Pulau Madura, dan sampah makanan diambil dari tempat penelitian serta penelitian dilakukan di TPS 3R Jambangan Kota Surabaya
2. Penelitian dilakukan dengan perlakuan variasi kombinasi substrat ampas tahu dan roti kadaluarsa terhadap kinerja biokonversi, laju pertumbuhan, nutrisi, dan kualitas residu yang mengacu pada SNI 19-7030-2004.
3. Pengambilan data primer dilakukan pada rentang waktu yang telah ditentukan.