

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah perkotaan masih menjadi tantangan utama dalam manajemen lingkungan di Indonesia, terutama di kota-kota besar seperti Surabaya. Menurut informasi dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2025, komponen sampah di Kota Surabaya paling banyak merupakan sisa makanan sebesar 40,71% dan sampah plastik sebesar 20,4% (KLHK, 2025). Metode *landfilling* adalah sistem pengelolaan sampah yang paling umum digunakan di Indonesia. Namun polistirena (styrofoam) termasuk tipe plastik yang sangat tahan terhadap proses degradasi alami, mampu bertahan puluhan sampai ratusan tahun, serta berpotensi mencemari lingkungan (Sari et al., 2024). Selain itu, penumpukan sampah organik seperti sisa makanan dapat menghasilkan gas metana (CH_4), yang memiliki potensi pemanasan global 28 kali lebih besar dibandingkan CO_2 (Kandouw et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan tradisional belum dapat menangani masalah sampah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Metode alternatif dalam menangani permasalahan sampah styrofoam adalah melalui biodegradasi yang memanfaatkan organisme hidup sebagai agen degradasi (Yang et al., 2020). Salah satunya dengan larva *Tenebrio molitor* yang telah terbukti mampu mengonsumsi dan menurunkan massa polistirena melalui fragmentasi fisik dan proses depolimerisasi di saluran pencernaan yang melibatkan aktivitas enzim serta interaksi dengan mikrobiota usus (Subchan et al., 2024). Studi mikrobioma menunjukkan adanya perubahan jenis bakteri dan aktivitas gen di dalam ususnya saat larva diberi diet polistirena. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa bakteri usus berfungsi dalam memecah polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah yang selanjutnya dimineralisasi menjadi CO_2 , H_2O , dan biomassa sebagai sumber energi bagi larva (Zhang et al., 2023).

Keberhasilan penguraian styrofoam oleh larva *Tenebrio molitor* sangat dipengaruhi oleh keadaan metabolisme larva dan kestabilan komunitas mikrobiota di dalam ususnya. Akan tetapi, styrofoam mengandung nutrisi yang sangat minim sehingga tidak dapat secara efisien mendukung pertumbuhan serta aktivitas enzimatik larva jika diberikan sebagai satu-satunya substrat (Ho et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan strategi peningkatan melalui penambahan nutrisi. Pemberian asam amino diketahui dapat meningkatkan aktivitas enzim protease serta metabolisme protein mencapai 15–30% tergantung pada dosis dan kondisi fisiologis organisme (Wu, 2020). Selain itu, penggunaan probiotik pada serangga dan hewan dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan seperti amilase dan protease antara 20–40% dan memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus (Zhang et al., 2020). Penambahan fosfolipid seperti *soybean lecithin* juga dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan aktivitas enzim lipase sekitar 10–25% melalui mekanisme emulsifikasi lipid (Krogdahl et al., 2022).

Penelitian ini meneliti dampak suplemen nutrisi yang terdiri dari asam amino, probiotik, dan *soybean lecithin* terhadap laju biodegradasi polistirena oleh larva *Tenebrio molitor*. Pendekatan ini dapat mengurangi jumlah plastik dan memanfaatkan sampah makanan dalam satu sistem yang terintegrasi. Proses biodegradasi ini memiliki potensi untuk menghasilkan produk sampingan seperti biomassa dan frass yang bisa dimanfaatkan lagi sebagai kompos (Houben et al., 2020). Pemberian suplemen nutrisi seperti asam amino, probiotik, dan *soybean lecithin* menjadi strategi untuk meningkatkan metabolisme larva, mempertahankan keseimbangan mikrobiota usus, serta mempercepat proses degradasi (Zhang et al., 2020). Selain itu, Penelitian ini juga berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) melalui pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan, SDG 14 (*Life Below Water*) dan SDG 15 (*Life on Land*) dengan mengurangi potensi pencemaran limbah plastik khususnya polistirena di lingkungan, serta SDG 13 (*Climate Action*) melalui pengembangan metode biodegradasi yang lebih ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan nutrisi terhadap kemampuan larva *Tenebrio molitor* dalam mendegradasi sampah styrofoam?
2. Apa nutrisi yang paling efektif dalam mengoptimalkan proses biodegradasi sampah styrofoam oleh larva *Tenebrio molitor*?
3. Bagaimana hasil identifikasi gugus fungsi styrofoam pada sampel dengan tingkat degradasi tertinggi dan terendah berdasarkan analisis FTIR?
4. Bagaimana kualitas *frass* yang dihasilkan dari biodegradasi sampah styrofoam berdasarkan parameter fisik dan kimia yang mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang potensi kompos?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penambahan nutrisi terhadap kemampuan larva *Tenebrio molitor* dalam mendegradasi sampah styrofoam.
2. Menentukan jenis nutrisi yang paling efektif dalam mengoptimalkan proses biodegradasi sampah styrofoam oleh larva *Tenebrio molitor*.
3. Mengidentifikasi gugus fungsi styrofoam pada sampel dengan tingkat degradasi tertinggi dan terendah menggunakan analisis FTIR
4. Menganalisis kualitas *frass* yang dihasilkan dari proses biodegradasi sampah styrofoam oleh larva *Tenebrio molitor* berdasarkan parameter fisik dan kimia yang mengacu pada SNI 19-7030-2004 tentang potensi kompos.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat daripada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, dapat menambah pengetahuan dan pengembangan ilmu pengetahuan dari sisi teknik lingkungan maupun sosial masyarakat.
2. Bagi masyarakat, dapat memberikan salah satu solusi dalam menguraikan limbah styrofoam.

3. Bagi perguruan tinggi, dapat menambah hasil penelitian ilmu pengetahuan dari mahasiswa melalui sisi teknik lingkungan maupun sosial masyarakat.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun pada penelitian ini mencakup ruang lingkup:

1. Ruang Lingkup Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur. Pada pelaksanaannya, larva *Tenebrio molitor* diberikan perlakuan berupa styrofoam sebagai pakan utama yang dikombinasikan dengan berbagai jenis nutrisi tambahan. Variasi nutrisi digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efektivitas biodegradasi styrofoam. Pengujian biodegradasi dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu dengan membandingkan massa awal dan massa akhir styrofoam selama periode waktu tertentu. Data hasil pengujian biodegradasi dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel pengamatan dan grafik guna mempermudah interpretasi dan perbandingan antar perlakuan nutrisi. Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui perbedaan laju biodegradasi styrofoam secara signifikan pada setiap perlakuan.

2. Ruang Lingkup Pengujian Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah styrofoam sisa biodegradasi yang berasal dari proses pemeliharaan larva *Tenebrio molitor* dengan pakan sampah styrofoam yang dikombinasikan dengan penambahan nutrisi. Nutrisi yang digunakan meliputi asam amino, probiotik, dan *soybean lecithin* sesuai dengan variasi perlakuan penelitian. Sampel yang dianalisis merupakan sampel pada hari ke-20 setelah proses biodegradasi berlangsung, dengan tujuan untuk melihat efektivitas biodegradasi styrofoam oleh larva *Tenebrio molitor* dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, dilakukan pengujian terhadap styrofoam awal dan styrofoam akhir untuk mengetahui besarnya penurunan massa akibat proses biodegradasi.

3. Ruang Lingkup Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.