

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Sampah

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tentang Pengelolaan Sampah, sampah didefinisikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Definisi tersebut mencakup seluruh material sisa yang dihasilkan dari aktivitas manusia maupun proses alami yang memiliki bentuk fisik berupa padatan (Amalia Fitriani, 2023).

B. Sampah Organik

Sampah organik merupakan jenis sampah yang berasal dari bahan hayati dan bersifat biodegradable, sehingga dapat didegradasi oleh mikroorganisme serta mudah terurai melalui proses alami. Sebagian besar sampah rumah tangga termasuk dalam kategori sampah organik, seperti sampah dapur, sisa makanan, tepung, sayuran, kulit buah, daun, dan ranting, serta pembungkus selain kertas, karet, dan plastik. Selain dari rumah tangga, sampah organik juga banyak dihasilkan dari aktivitas pasar tradisional, seperti sisa sayuran dan buah-buahan (Harsari et al., 2016).

C. Biokonversi oleh Maggot BSF

Maggot *Black Soldier Fly* merupakan salah satu jenis insekta yang memiliki siklus hidup relatif singkat, namun mampu menguraikan sampah organik dalam jumlah besar. Selain berperan dalam proses pengolahan limbah organik, larva BSF juga memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, terutama protein sebesar 40–50% dan lemak sekitar 29–32%. Potensi tersebut menjadikan maggot BSF sebagai alternatif

yang dapat dimanfaatkan dalam upaya penanggulangan permasalahan sampah organik (Azir et al., 2017).

Biokonversi merupakan proses pengubahan bahan organik, seperti limbah atau biomassa, menjadi produk yang memiliki nilai guna melalui aktivitas biologis organisme hidup maupun enzim. Dalam proses ini, organisme seperti bakteri, jamur, atau larva serangga berperan dalam mendegradasi dan mengubah bahan organik menjadi produk yang lebih bermanfaat, seperti energi, nutrisi, pupuk, bahan bakar hayati, maupun produk lain yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan.

D. Faktor yang Mempengaruhi Biokonversi

Kandungan nutrisi pada substrat, seperti protein, karbohidrat, dan lemak, memengaruhi pertumbuhan larva secara berbeda. Larva Black Soldier Fly cenderung tumbuh lebih cepat dan menghasilkan biomassa yang lebih tinggi pada substrat dengan kandungan protein dan lemak yang tinggi. Sebaliknya, substrat yang kaya karbohidrat, seperti sisa roti atau tepung, berpotensi mengalami fermentasi asam apabila kondisi kelembapan terlalu tinggi dan aerasi kurang baik. Selain itu, rasio karbon dan nitrogen (C/N) merupakan indikator penting dalam proses dekomposisi kasgot.

Rasio C/N menunjukkan perbandingan massa karbon terhadap massa nitrogen dalam bahan organik. Nilai rasio C/N yang tinggi (>25) menandakan proses dekomposisi berlangsung lebih lambat, sedangkan pupuk yang baik umumnya memiliki rasio C/N yang lebih rendah. Apabila rasio C/N terlalu rendah akibat kandungan nitrogen yang berlebihan, nitrogen dapat menguap ke atmosfer dalam bentuk gas amonia (NH_3) sehingga menimbulkan bau tidak sedap. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai rasio C/N tertinggi terdapat pada reaktor A sebesar 17,25%,

sedangkan nilai terendah terdapat pada reaktor D sebesar 10,98%. (Gabriella Anggi Renca, 2024).

E. Maggot Black Soldier Larva

Black Soldier Fly atau lalat tentara hitam merupakan serangga yang berasal dari Amerika dan telah menyebar ke berbagai wilayah tropis maupun subtropis di dunia. BSF dikenal memiliki kemampuan yang lebih efektif dalam mengolah sampah organik dibandingkan dengan beberapa jenis serangga lainnya, serta memiliki nilai ekonomi yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Hal ini sejalan dengan penelitian Salman yang menyatakan bahwa budidaya larva BSF dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam pengolahan sampah atau limbah organik (Salman et al., 2020) dari tumbuhan dan hewan (Rukmini et al., 2020) Larva *Black Soldier Fly* mampu menguraikan berbagai jenis bahan organik, seperti feses hewan, daging segar maupun busuk, buah-buahan, limbah restoran, serta berbagai jenis sampah organik lainnya. Selain efektif dalam proses penguraian, larva BSF juga relatif aman bagi kesehatan manusia karena berperan sebagai pengurai alami bahan organik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan (Trisnowati Budi Ambarningrum, 2019). Larva *Black Soldier Fly* dikenal juga sebagai maggot. Budidaya maggot menjadi salah satu solusi inovatif yang dikembangkan masyarakat dalam pengelolaan sampah secara mandiri. Berdasarkan hasil penelitian Diener, maggot merupakan inovasi alami yang mulai dimanfaatkan untuk membantu proses pengolahan dan pengurangan sampah organik (Dortmans et al., 2017). Larva *Black Soldier Fly* mampu menguraikan, mengekstraksi, dan mengonversi nutrisi yang terkandung dalam limbah organik menjadi bentuk nutrisi baru yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif pakan.

F. Siklus Maggot BSF

Lalat betina *Black Soldier Fly* umumnya meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, seperti sampah organik, kotoran ternak, maupun limbah pabrik.(Wardhana, 2017). Lalat tentara hitam ini dikenal sebagai serangga yang memiliki banyak manfaat ekologis dan pertanian. Siklus hidup BSF terdiri atas lima tahap utama, yaitu telur, larva, pupa, dewasa, dan reproduksi. Setiap tahapan tersebut memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan dan fungsi ekologisnya di lingkungan.

1. Tahap Telur



Gambar 1. Telur Maggot BSF

Lalat tentara hitam betina *Black Soldier Fly* meletakkan telurnya secara berkelompok di dekat bahan organik yang membusuk, seperti sisa makanan, kotoran ternak, maupun pada media budidaya BSF yang menggunakan perangkap telur khusus. Dalam beberapa sistem budidaya, perangkap telur terkadang diberi aroma tertentu untuk menarik lalat agar bertelur. Namun, aroma tersebut belum terbukti sebagai faktor utama karena perangkap telur berbahan kayu tanpa tambahan aroma juga telah efektif digunakan dalam menarik lalat untuk bertelur. Setiap lalat betina mampu menghasilkan sekitar 500 butir telur. Telur BSF berukuran sangat kecil dan berwarna krem, kemudian akan menetas dalam waktu sekitar 3–4 hari yang menandai dimulainya fase larva

2. Tahap Larva



Gambar 2. Larva Maggot BSF

Tahap larva merupakan fase terpenting dalam siklus hidup Black Soldier Fly. Fase ini berlangsung sekitar 7–30 hari, namun umumnya terjadi selama 7–15 hari tergantung pada kondisi lingkungan. Pada tahap ini, larva aktif mengonsumsi bahan organik dalam jumlah besar, kemudian menguraikan dan mengubahnya menjadi biomassa kaya protein serta menghasilkan residu berupa kompos yang dikenal sebagai frass.

3. Tahap Pupa



Gambar 3. Pupa Maggot BSF

Setelah mencapai tahap kematangan, larva Black Soldier Fly akan memasuki fase pupa. Pada tahap ini, larva bergerak menuju tempat yang lebih kering untuk melanjutkan proses perkembangan. Fase pupa berlangsung sekitar 7–14 hari, di mana pupa tidak lagi makan dan berada dalam kondisi tidak aktif

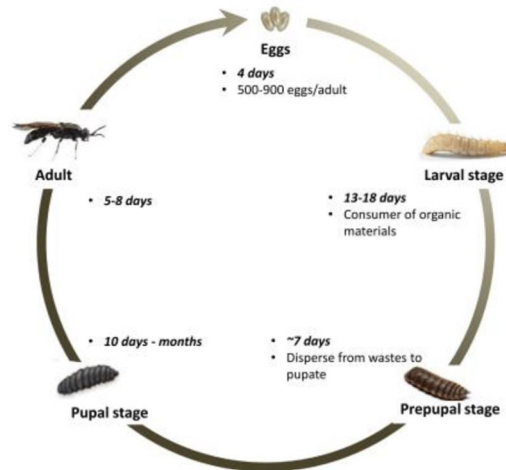
sambil mengalami proses metamorfosis sebelum menjadi lalat dewasa. Ketika prepupa menemukan lingkungan yang sesuai, seperti tempat yang kering, menyerupai humus, teduh, dan terlindungi, larva akan menghentikan aktivitasnya dan memasuki fase pupa. Tahap ini ditandai dengan perubahan warna tubuh menjadi lebih gelap kehitaman serta tekstur tubuh yang lebih kaku (Ichwan et al., 2021).

4. Tahap Dewasa



Gambar 4. Lalat dewasa BSF

Black Soldier Fly dewasa memiliki ciri khas berupa tubuh berwarna hitam dengan sayap transparan. Fase dewasa berlangsung relatif singkat, yaitu sekitar 5–8 hari. Pada tahap ini lalat tidak lagi mengonsumsi makanan, melainkan berfokus pada proses reproduksi dengan memanfaatkan cadangan energi yang telah diperoleh selama fase larva (Andriani & Pratama, 2024).



Gambar 5. Siklus Hidup Maggot BSF (sumber dari google)

G. Kandungan Biokimia Enzim

Penelitian menunjukkan bahwa larva *Black Soldier Fly* memiliki kemampuan yang sangat efektif dalam menguraikan sampah organik dibandingkan dengan beberapa jenis serangga atau hewan lainnya. Berdasarkan metode API ZYM enzyme assay, kemampuan tersebut dipengaruhi oleh tingginya kandungan enzim pencernaan pada bagian mulut larva dibandingkan pada kelenjar pencernaannya.

Hasil analisis kualitas dan kuantitas enzim juga menunjukkan bahwa larva BSF memiliki jenis enzim pencernaan yang lebih beragam dibandingkan larva lalat rumah. Banyaknya kandungan enzim tersebut membuat larva BSF mampu mencerna sampah makanan dan berbagai jenis sampah organik secara lebih optimal. Beberapa enzim, seperti leusin arilamidase, α -galaktosidase, β -galaktosidase, α -mannosidase, dan α -fukosidase, diketahui memiliki tingkat aktivitas yang lebih tinggi pada larva BSF dibandingkan pada larva lalat rumah. (Sipayung, 2015).

H. Faktor Pengaruh Pertumbuhan Larva Maggot BSF

Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan panjang maggot *Black Soldier Fly* adalah kondisi media hidupnya. Media yang sesuai dan kaya nutrisi dapat mendukung pertumbuhan larva secara optimal, sehingga pertambahan panjang maggot setiap harinya lebih baik dibandingkan dengan media pada perlakuan lainnya. (Rizki et al., 2017), Selain media pakan, pertumbuhan larva BSF juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan larva BSF antara lain sebagai berikut

1. Suhu

Pertumbuhan maggot *Black Soldier Fly* sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Pada suhu di bawah 15°C atau di atas 40°C, telur BSF umumnya gagal menetas. Suhu optimal untuk mempercepat pertumbuhan larva berada di bawah 34°C, sedangkan suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan stres panas sehingga metabolisme larva menjadi lebih lambat. (Cammack & Tomberlin, 2024)

2. Kelembapan

Selain ketersediaan pakan, pertumbuhan maggot *Black Soldier Fly* juga dipengaruhi oleh kelembapan lingkungan. Kadar kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan larva berada pada kisaran 60–70%. Media dengan kelembapan yang terlalu tinggi dapat menghambat difusi oksigen serta mengganggu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi pada larva (Rahmanisya et al., 2024).

3. Ukuran Partiks

Kandang dengan ukuran sekitar 3×2 meter dinilai efektif untuk memulai budidaya maggot *Black Soldier Fly*. Ukuran tersebut mampu menampung hingga puluhan ribu larva. Kandang BSF umumnya dibuat menggunakan bahan seperti bambu, kayu, atau material lainnya yang kemudian dilapisi dengan jaring sebagai pelindung

4. Intensitas Cahaya

Budidaya larva *Black Soldier Fly* memerlukan lingkungan yang terlindungi dari paparan sinar matahari langsung untuk menjaga kestabilan habitatnya. Hal ini berkaitan dengan sifat larva yang sensitif terhadap cahaya, di mana paparan cahaya pada media pakan dapat memicu respons perilaku berupa pergerakan ke lapisan substrat yang lebih dalam sebagai bentuk perlindungan diri dari intensitas cahaya tersebut.