

BAHAN AJAR
PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK
UNTUK PAKAN *MAGGOT BLACK SOLDIER FLY* (BSF)

PELATIHAN PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK
UNTUK BUDIDAYA *MAGGOT BLACK SOLDIER FLY*
(BSF)

Disusun oleh:
Tim Pengajar Balai Pelatihan LHK Pematangsiantar



BALAI PELATIHAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
PEMATANGSIANTAR

PEMATANGSIANTAR, FEBRUARI 2024

Kata Pengantar

Bahan Ajar Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot *Black Soldier Fly* (BSF) ini merupakan salah satu bahan ajar yang disusun dalam pelatihan Pengolahan Sampah Organik untuk Budidaya Maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Bahan Ajar ini dirancang untuk mendukung dan membantu peserta pelatihan agar dapat melakukan pembelajaran secara mandiri. Materi pokok yang dibahas terdiri atas: pengenalan jenis sampah organik dan maggot BSF; serta pengolahan sampah organik untuk pakan maggot BSF. Masukan dalam rangka perbaikan dan peningkatan kualitas bahan ajar ini, kami harapkan dari para pembaca yang budiman.

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan bahan ajar ini. Semoga dapat bermanfaat dalam kegiatan pembelajaran.

Pematangsiantar, Februari 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Pembelajaran	2
C. Pokok Bahasan dan Sub Pokok Bahasan.....	3
BAB II Pengenalan Jenis Sampah Organik dan Maggot BSF.....	4
A. Pengenalan Lalat <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	4
B. Siklus/Daur Hidup Maggot BSF	5
C. Kemampuan Larva (Maggot) BSF Mereduksi Sampah.....	10
BAB III Pengolahan Sampah Organik Untuk Pakan Maggot BSF	13
A. Jenis Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF.....	13
B. Pemilahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF.....	15
C. Pencacahan Sampah Organik	16
DAFTAR PUSTAKA	19
GLOSARI	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Telur BSF (a) koleksi telur BSF (sumber: Incubi Farm), (b) foto telur yang diperbesar (sumber: Fransisco, 2017 dalam Nurhidayati, 2020).....	5
Gambar 2. Perkembangan larva/maggot BSF (A) larva setelah menetas, (B) larva setelah 48 jam menetas (C) larva umur 7 hari dan (D) larva umur 21 hari (Sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020).....	6
Gambar 3. Perkembangan larva/maggot (A) larva 1-7 hari, (B) larva hingga 21 hari, (C) larva hingga pre pupa. Garis=2 cm (Sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020).....	7
Gambar 4. (a) fase prepupa (sumber: Incubi Farm dalam Nurhidayati, 2020), (b) fase pupa (sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020).....	8
Gambar 5. Lalat BSF Dewasa.....	9
Gambar 6. Siklus Lalat BSF (sumber: Mitra Peternak Indonesia dalam Nurhidayati, 2020).....	10
Gambar 7. (a) bagian keras dari sayuran kol.....	16
Gambar 8. Sampah organik yang sudah dicacah dan siap diberikan sebagai pakan maggot BSF (sumber; Incubi Farm dalam Nurhidayati, 2020).....	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sumber dan jenis sampah organik yang dapat digunakan sebagai pakan Maggot BSF	13
--	----

BAB I Pendahuluan

A. Latar Belakang

Jumlah sampah nasional di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 13.523.410,50 ton (SIPSN, 2023). Sebanyak 39,48% dari timbulan sampah tersebut merupakan sampah sisa makanan/organik (SIPSN, 2023). Berdasarkan sumbernya, sampah tersebut berasal dari: 44,59% berasal dari rumah tangga, 26,37% dari pasar, 10,77% dari kawasan, 4,18% dari fasilitas publik, 6,7% dari perniagaan, 5,73% dari perkantoran, dan sebesar 1.66% dari sumber lainnya (SIPSN, 2023).

Pengelolaan sampah yang selama ini sudah familiar di dalam tatanan masyarakat adalah sistem 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*). Pengaplikasian sistem 3R, yang paling mudah untuk dilakukan serta menjadi prioritas adalah melakukan upaya pengurangan timbulan sampah (*Reduce, Reuse*). Apabila timbulan sampah tidak bisa dihindari, barulah upaya *recycle* dilakukan.

Pada saat ini, upaya daur ulang sampah masih banyak dilakukan pada sampah anorganik seperti plastik, kardus yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Sementara untuk sampah organik masih kurang menarik minat masyarakat, karena nilai ekonominya tidak setinggi daur ulang sampah anorganik (Nurhidayati, 2020).

Salah satu upaya daur ulang sampah organik yang sudah biasa dilakukan diantaranya melakukan pengomposan. Sehubungan dengan masih murah nya harga jual kompos, maka banyak upaya daur ulang sampah organik menjadi kompos yang tidak dapat bertahan melangsungkan usahanya. Sehingga sampah organik kebanyakan hanya dibuang dan ditimbun saja di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir).

Beranjak dari kondisi tersebut, perlu dilakukan gebrakan upaya pemanfaatan sampah organik agar memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan *Black Soldier Flies* (BSF) atau *Hermetia illucens*.

Pemanfaatan BSF dimaksudkan untuk mendegradasi sampah organik. *Black Soldier Flies* (BSF) atau *Hermetia illucens* merupakan

sejenis lalat, dimana pada salah satu daur hidupnya membutuhkan asupan makanan berupa bahan organik.

Hal tersebut akan membantu mengurangi timbulan sampah organik yang dibuang ke TPA, serta memperoleh keuntungan secara ekonomi dari penjualan larva (maggot), telur, prepupa yang nilai ekonominya cukup tinggi (Nurhidayati, 2020). *Black Soldier Flies* (BSF) atau *Hermetia illucens*, bernilai tinggi karena larvanya yang juga dikenal dengan sebutan maggot dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dengan kandungan protein tinggi (Hem, 2011). Sebagai gambaran, pada *marketplace* harga 1 kg maggot kering pada bulan April 2020 berkisar 85.000-390.000/kg (Nurhidayati, 2020). Selain maggotnya sendiri, telur dan prepupa BSF juga banyak diminati masyarakat untuk digunakan sebagai bibit atau indukan dalam budidaya maggot BSF.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan peningkatan kapasitas masyarakat dalam melakukan reduksi sampah organik melalui budidaya maggot BSF, salah satunya melalui pelatihan. Setelah mengikuti pelatihan, diharapkan masyarakat dapat melakukan budidaya maggot dengan memanfaatkan sampah organik yang ada di sekitar lingkungannya. Dengan demikian, permasalahan sampah organik dapat teratasi dan masyarakat bisa memperoleh manfaat secara ekonomi dari hasil penjualan maggot/telur/prepupa BSF sebagai pakan ternak, serta bekas makanan maggot (kasgot) yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah membaca bahan ajar ini, peserta diharapkan dapat memahami pengolahan sampah organik untuk pakan *maggot Black Soldier Fly* (BSF), yang kemudian dilanjutkan dengan mempraktikkannya. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari tujuan tersebut, maka indikator keberhasilannya adalah peserta mampu:

1. menjelaskan jenis sampah organik dan maggot BSF
2. melakukan pengolahan sampah organik untuk pakan maggot BSF.

C. Pokok Bahasan dan Sub Pokok Bahasan

Materi pokok terdiri atas:

1. Pengenalan Jenis Sampah Organik dan Maggot BSF
2. Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF

Sub materi pokok meliputi:

- 1.1. Siklus/Daur Hidup Maggot BSF (termasuk penjelasan fase dimana mampu mereduksi sampah organik)
- 1.2. Jenis Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF
- 2.1. Pemilahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF
- 2.2. Pencacahan Sampah Organik

BAB II Pengenalan Jenis Sampah Organik dan Maggot BSF Serta Kemampuannya dalam Mereduksi Sampah

A. Pengenalan Lalat *Black Soldier Fly* (BSF)

Black Soldier Fly (BSF) yang dalam bahasa latin disebut *Hermetia illucens* merupakan spesies lalat dari ordo Diptera, family Stratiomyidae dengan genus Hermetia. *Hermetia illucens* merupakan lalat asli dari benua Amerika (Hem, 2011). Lalat BSF ini sudah tersebar hampir di seluruh dunia, antara 45° Lintang Utara dan 40° Lintang Selatan (Diener, 2010). Di Indonesia, daerah Maluku dan Papua merupakan salah satu ekosistem alaminya (Hem, 2011).

Black Soldier Fly (BSF) merupakan spesies lalat daerah tropis yang dapat mengurai materi organik dengan sangat baik (Holmes *et al.*, 2012). Larva BSF mampu mendegradasi sampah organik hingga 80% (Diener, 2010). Apabila dibandingkan dengan spesies lainnya, larva BSF memiliki kemampuan mengkonsumsi sampah sisa makanan dalam jumlah yang lebih besar serta waktu yang lebih cepat dan hasil yang lebih efisien. Hal tersebut merupakan pengaruh dari bentuk mulut dan enzim pencernaannya yang lebih aktif (Kim, *et al.*, 2011).

Pada habitat aslinya (bagian selatan Amerika Serikat), BSF mampu berkembang biak sebanyak tiga kali dalam setahun. BSF betina bertelur satu kali seumur hidupnya dan menghasilkan sekitar 320-620 telur setelah 2-3 hari kawin, sementara itu BSF jantan akan mati setelah kawin (Holmes, *et al.*, 2012).

Black Soldier Fly (BSF) mampu mengekstrak energi dan nutrisi dari sisa sayuran, sisa makanan, bangkai hewan, dan sisa kotoran lainnya seperti tinja dan air limbah domestik sebagai makanannya (Popa & Green, 2012 dalam Nurhidayati, 2020).

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pemanfaatan larva BSF adalah: (a) dapat mendegradasi sampah organik menjadi nutrisi untuk pertumbuhannya, (b) dapat mengkonversi sampah organik menjadi kompos dengan kandungan penyubur yang tinggi, (c) dapat mengontrol bau dan hama, serta dapat mengurangi emisi gas rumah kaca pada saat proses dekomposisi sampah, (d) dapat digunakan sebagai pakan ternak karena tubuh maggot/larva mengandung zat kitin dan protein yang cukup

tinggi, serta (e) dapat digunakan sebagai bahan biofuel karena kandungan lemak yang tinggi pada tubuh larva BSF (Nurhidayati, 2020).

Black Soldier Fly (BSF) merupakan jenis lalat yang memiliki risiko penyebaran penyakit yang lebih rendah dibandingkan jenis lalat lainnya (Bullock, *et al.*, 2013 dalam Nurhidayati, 2020). Larva BSF mudah dikembangbiakkan karena sifatnya yang tidak berpengaruh terhadap musim, meskipun lebih aktif pada kondisi yang hangat. Selain itu, BSF tidak mudah terpengaruh oleh mikroorganisme, dan tidak mudah terjangkit parasit. BSF juga mampu bertahan dalam kondisi ekstrem dan mampu bekerjasama dengan mikroorganisme untuk mendegradasi sampah organik (Popa & Green, 2012 dalam Nurhidayati, 2020).

B. Siklus/Daur Hidup Maggot BSF

Siklus hidup BSF tergolong siklus metamorfosis sempurna, yaitu 4 (empat) fase: telur, larva/maggot, pupa, kemudian BSF dewasa (Popa & Green, 2012 dalam Nurhidayati, 2020). Siklus metamorfosis BSF memakan waktu kurang lebih 40 (empat puluh) hari, tergantung pada kondisi lingkungan dan pakan yang tersedia (Alvarez, 2012). Berikut merupakan penjelasan tentang siklus hidup maggot BSF mulai dari telur hingga menjadi lalat dewasa:

(1) Fase Telur BSF



Gambar 1. Telur BSF (a) koleksi telur BSF (sumber: Incubi Farm dalam Nurhidayati, 2020); (b) foto telur yang diperbesar (sumber: Fransisco, 2017 dalam Nurhidayati, 2020)

Telur BSF berukuran sekitar 0.04 inci (kurang dari 1 mm) dengan berat 1-2 μg , berbentuk oval dengan warna kekuningan. Telur BSF memiliki tekstur agak lengket dan sulit lepas meskipun dibilas dengan air. Gambar Telur BSF dapat dilihat pada Gambar 1.

Suhu optimum pemeliharaan telur BSF adalah sekitar 28-35°C. Pada Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan *Maggot Black Soldier Fly* (BSF)

suhu kurang dari 25°C telur akan menetas lebih dari 4 hari, bahkan bisa sampai 2 atau 3 minggu. Telur akan mati pada suhu kurang dari 20°C atau lebih dari 40°C (Nurhidayati, 2020).

Telur BSF akan matang dengan sempurna pada kondisi lembab dan hangat, dengan kelembaban sekitar 30%-40%. Telur akan menetas dengan baik pada kelembaban 60%-80%. Jika kelembaban kurang dari 30%, telur akan mengering dan embrio di dalamnya akan mati. Kondisi ini akan memicu pertumbuhan jamur jenis Ascomycetes yang dapat mempercepat kematian telur lainnya sebelum menetas menjadi larva. Telur BSF juga tidak dapat disimpan di tempat yang miskin oksigen ataupun terpapar gas karbondioksida pada konsentrasi yang cukup tinggi (Nurhidayati, 2020).

(2) Fase Larva (Maggot) BSF

Fase ini dimulai ketika larva BSF baru menetas dari telur, dengan ukuran tubuh sekitar 0.07 inci (1.8 mm). Pada kondisi ini, maggot masih hampir tidak terlihat dengan mata telanjang. Larva yang baru menetas akan segera mencari tempat yang lembab dimana mereka dapat mulai makan pada material organik yang membusuk. Pada tahap ini larva muda akan sangat rentan terhadap pengaruh faktor eksternal, di antaranya terhadap suhu, tekanan oksigen yang rendah, jamur, kandungan air, dan bahan beracun. Ketahanan terhadap faktor-faktor tersebut akan meningkat setelah larva berumur sekitar 1 minggu (berukuran sekitar 5-10 mg). Perkembangan larva maggot dapat dilihat pada Gambar 2.

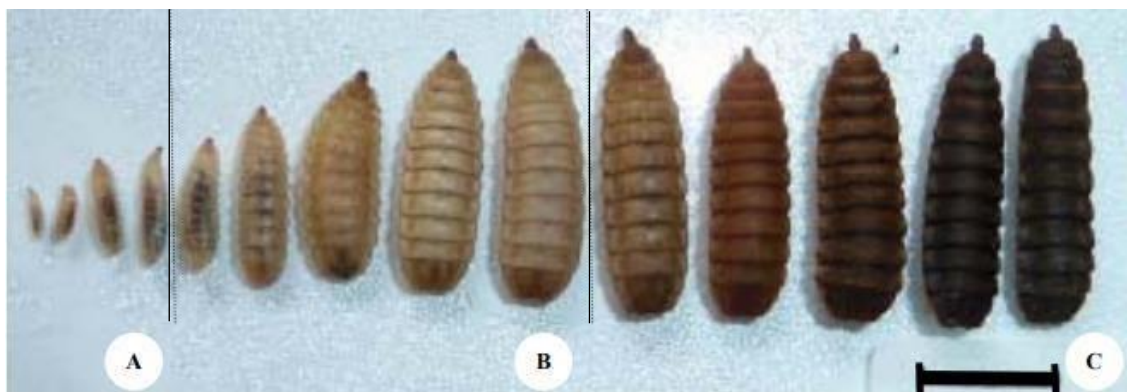


Gambar 2. Perkembangan larva/maggot BSF (A) larva setelah menetas, (B) larva setelah 48 jam menetas (C) larva umur 7 hari dan (D) larva umur 21 hari (Sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020)

Larva yang baru menetas dapat hidup secara optimal pada suhu 28-35°C dengan kelembaban sekitar 60-70% (Holmes, *et al.*, 2012). Tidak seperti lalat dewasa yang menyukai sinar matahari, larva BSF bersifat

photofobia. Hal ini terlihat jelas ketika larva sedang makan, dimana mereka lebih aktif dan lebih banyak beradadi bagian yang miskin cahaya (Nurhidayati, 2020).

Selama masa pertumbuhannya larva BSF mengalami 5 (lima) fase pergantian kulit (instar) dengan perubahan warna dari putih krem sampai dengan berwarna coklat kehitaman (Popa & Green, 2012 dalam Nurhidayati, 2020). Dalam kondisi ideal, larva BSF pada hari ke-14 setelah menetas akan mencapai fase prepupa dan memiliki ukuran maksimum. Namun pada kondisi iklim tertentu bisa berlangsung hingga hari ke-30. Kondisi ini sebagaimana dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3 Perkembangan larva/maggot (A) larva 1-7 hari, (B) larva hingga 21 hari, (C) larva hingga prepupa. Garis=2 cm (Sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020)

Beberapa kondisi non ideal yang dapat menghambat pertumbuhan larva BSF antara lain suhu yang tidak optimal, kualitas makanan yang rendah nutrisi, kelembaban udara yang kurang, dan adanya zat kimia yang tidak cocok bagi larva.

Pada kondisi normal larva BSF dewasa berukuran rata-rata 16-18 mm dengan berat antara 150-200 mg. Bahkan pada kondisi tertentu dapat mencapai ukuran 1 inci (27 mm) dengan berat sampai dengan 430 mg. Larva BSF lebih aktif mengurai sisa atau sampah yang diberikan dalam keadaan mulai membusuk.

(3) Fase Pupa

Setelah berganti kulit hingga instar yang keenam, larva BSF akan memiliki kulit yang lebih keras dari pada kulit sebelumnya, yang disebut sebagai puparium. Pada saat itu larva mulai memasuki fase prepupa. Pada tahap ini, prepupa akan mulai bermigrasi untuk mencari tempat yang lebih kering dan gelap, sebelum mulai berubah menjadi kepompong (Nurhidayati, 2020).

Pupa berukuran kira-kira dua pertiga dari prepupa dan merupakan tahap dimana BSF dalam keadaan pasif dan diam, serta memiliki tekstur kasar berwarna coklat kehitaman. Selama masa perubahan larva menjadi pupa, bagian mulut BSF yang disebut labrum akan membengkok ke bawah seperti paruh elang. Bagian tersebut berfungsi sebagai kait bagi kepompong. Proses metamorfosis pupa menjadi BSF dewasa berlangsung dalam kurun waktu antara sepuluh hari sampai dengan beberapa minggu atau bulan tergantung kondisi suhu lingkungan.



a



b

Gambar 4 . (a) fase prepupa (sumber: Incubi Farm dalam Nurhidayati, 2020), (b) fase pupa (sumber: Fahmi, 2015 dalam Nurhidayati, 2020)

(4) Lalat Dewasa

Ukuran tubuh BSF dewasa b e r k i s a r 12-20 mm dengan rentang sayap selebar 8-14 mm. Lalat BSF dewasa berwarna hitam dengan kaki berwarna putih pada bagian bawah. BSF dewasa memiliki antena yang terdiri atas tiga segmen dengan ukuran panjang dua kali panjang kepalanya. Ukuran tubuh lalat BSF betina lebih besar dari lalat BSF jantan, namun ukuran ruas kedua pada perut lalat BSF betina lebih kecil dibanding pada lalat BSF jantan.



a



b

Gambar 5. Lalat BSF Dewasa (sumber: a) Yuwono & Mentari (2018) dalam Nurhidayati (2020), b) Fransisco (2017) dalam Nurhidayati (2020)

Lalat BSF dewasa berumur relatif pendek, yaitu 4-8 hari. Lalat BSF dewasa tidak membutuhkan makanan, namun memanfaatkan cadangan energi dari lemak yang tersimpan selama fase larva. **Hal ini membuat lalat BSF tidak digolongkan sebagai vektor penyakit.** Lalat dewasa berperan hanya untuk proses reproduksi (Nurhidayati, 2020).

Lalat BSF dewasa mulai dapat kawin setelah berumur 2 hari. Setelah terjadi perkawinan lalat BSF betina akan bertelur. Lalat BSF betina mengeluarkan sekitar 300-500 butir telur pada masa satu kali bertelur. Suhu optimum bagi lalat BSF untuk bertelur secara alami di alam adalah sekitar 27,5-37,5°C (Sheppard, *et al.*, 1994), sedang di penangkaran pada suhu lebih dari 24,4°C.

Lalat BSF betina meletakkan telurnya di tempat gelap, berupa lubang/celah yang berada di atas atau di sekitar material yang sudah membusuk seperti kotoran, sampah, ataupun sayuran busuk. Perilaku

lalat betina tersebut bertujuan untuk mempermudah bayi larva yang baru menetas agar segera bisa mendapatkan makanannya (Nurhidayati, 2020). Hasil penelitian menunjukkan kelembaban udara optimum yang baik untuk lalat BSF betina agar dapat bertelur adalah 30-90%. Hal ini dikarenakan lalat BSF sangat mudah dehidrasi, sehingga dibutuhkan kelembaban udara yang cukup. Untuk mengatasi hal tersebut, pada kandang penangkaran biasanya disediakan pasokan air agar lalat BSF dapat minum.



Gambar 6. Siklus Lalat BSF (sumber: Mitra Peternak Indonesia, dalam Nurhidayati 2020)

C. Kemampuan Larva (Maggot) BSF Mereduksi Sampah

Pemanfaatan maggot BSF untuk mereduksi sampah organik merupakan salah satu alternatif teknologi daur ulang yang sangat menarik dan memiliki potensi ekonomi (Diener, 2010). Larva/maggot BSF dianggap menguntungkan, karena dapat mereduksi sampah organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan, maupun dari kotoran hewan dan kotoran manusia sebagai makanannya (Kim *et al.*, 2011). Hal ini sejalan dengan penelitian Alvarez (2012) yang menyebutkan bahwa Larva BSF juga diketahui memiliki rentang jenis makanan yang sangat variatif. Larva BSF dapat memakan kotoran hewan, daging segar maupun yang sudah membusuk, buah, sampah restoran, sampah dapur selulosa, dan berbagai jenis sampah organik lainnya.

Keberadaan larva BSF juga dinilai cukup membantu bagi kesehatan manusia. Hal ini dikarenakan larva BSF dapat mereduksi kontaminasi Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan *Maggot Black Soldier Fly* (BSF)

limbah terhadap bakteri patogenik *Escherichia coli* (Newton, *et al.*, 2005). Selain itu, Diener (2010) menyebutkan bahwa, ketika larva mencapai tahap dewasa akan mampu mengurai sampah organik dengan sangat cepat, dan akan menekan pertumbuhan bakteri serta mengurangi bau tidak sedap pada sampah dengan sangat baik. Keuntungan tambahan yang diperoleh dari BSF adalah kemampuannya untuk mengusir lalat rumah yang merupakan vektor penyakit menular.

Jika dilihat dari sudut pandang pengelolaan sampah organik, keuntungan pemanfaatan larva/maggot BSF untuk reduksi sampah organik yaitu tidak perlu memisahkan antara sampah hewani maupun sampah nabati (Žáková & Borkovcová, 2013). Larva BSF akan memakan segala jenis sampah organik baik dari hewan maupun dari tumbuhan (Bullock, *et al.*, 2013 dalam Nurhidayati, 2020).

Beberapa percobaan pada skala laboratorium yang telah dilakukan menunjukkan larva (maggot) BSF memiliki potensi pengelolaan sampah organik yang cukup tinggi. Larva (maggot) BSF mampu mereduksi sampah sisa makanan hingga 46,04 % tumbuhan (Bullock, *et al.*, 2013 dalam Nurhidayati, 2020). Sementara itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Diener, *et al.* (2011) mampu mereduksi sampah organik antara 65,5-78,9%, tergantung pada banyaknya sampah yang ditambahkan dan tersedia atau tidaknya sistem drainase. Larva BSF tidak memiliki jam istirahat, namun mereka juga tidak makan sepanjang waktu (Alvarez, 2012).

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian sampah organik sebagai pakan maggot adalah kadar airnya. Kadar air optimum pada makanan larva BSF berkisar antara 60-90% (Alvarez, 2012). Ketika kadar air sampah organik yang diberikan terlalu tinggi akan menyebabkan larva keluar dari reaktor pembiakan, mencari tempat yang lebih kering. Namun, ketika kadar airnya juga kurang akan mengakibatkan konsumsi makanan yang kurang efisien (Alvarez, 2012).

Suhu makanan/sampah organik optimum yang dapat diberikan untuk pakan larva/maggot BSF berkisar 27-33°C (Alvarez, 2012). Namun demikian pada suhu yang lebih rendah larva BSF tetap dapat bertahan karena adanya asupan panas dari sampah yang dimakannya (Alvarez,

2012).

Faktor-faktor yang harus diperhatikan agar larva/maggot BSF optimal dalam mereduksi sampah adalah sebagai berikut (Nurhidayati, 2020):

- (1) Konsentrasi Zn dan kondisi anaerobik pada sampah (Diener, *et al.*, 2011)

Naiknya konsentrasi Zn pada sampah dapat menyebabkan tingginya tingkat kematian larva, serta kondisi anaerobik di dalam reaktor. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Zn yang tinggi pada reaktor menyebabkan jumlah telur BSF yang subur menurun akibat keracunan yang ditimbulkan.

- (2) Pola makan larva BSF

Larva BSF umumnya memiliki ciri makan searah horizontal dengan makanannya. Namun terkadang larva BSF akan bergerak secara vertikal untuk mengekstrak nutrient yang terdapat pada lindi yang dihasilkan dari pembusukan sampah makanan yang diberikan.

- (3) Ketersediaan oksigen

Larva BSF membutuhkan oksigen untuk bernapas dan sangat tidak dapat hidup pada kadar karbondioksida yang tinggi. Pada saat kadar karbondioksida tinggi, maka larva BSF akan berusaha keluar dan mencari sumber oksigen. Hal ini sering menyebabkan keluarnya larva BSF meskipun belum mulai berubah menjadi prepupa.

- (4) Kadar air sampah (makanan larva (maggot))

Kadar air sampah mempengaruhi waktu konsumsi larva terhadap sampah yang diberikan. Larva BSF akan optimum mengkonsumsi sampah yang diberikan dengan kandungan air 60-90%. Semakin tinggi kadar air dalam sampah yang diberikan membuat larva BSF cenderung untuk keluar dari reaktor pembiakan, mencari tempat yang lebih kering. Namun kurangnya kadar air juga tidak baik karena menghambat proses pencernaan larva BSF.

- (5) Ketersediaan cahaya

Larva BSF merupakan hewan fotofobia. Pada fase larva mereka menjauhi sumber cahaya. Pada tahap prepupa mereka akan keluar secara alami dari reaktor pembiakan, dan mencari tempat kering dan berlindung yang gelap sebelum berubah menjadi kepompong.

BAB III Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF

A. Jenis Sampah Organik Untuk Pakan Maggot BSF

Kualitas pakan/sampah organik untuk perkembangan larva memiliki hubungan positif dengan panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa. Jumlah dan jenis pakan/sampah organik yang kurang mengandung nutrisi dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (De Haas *et al.*, 2006; Nurhidayati, 2020).

Secara bobot, larva BSF yang diberi pakan/sampah organik dalam jumlah terbatas tidak berbeda dengan yang diberi pakan/sampah organik melimpah (Myers *et al.* 2008). Namun, secara umur, lalat dewasa yang menetas dari kelompok larva dengan pakan terbatas memiliki umur yang lebih pendek (tiga sampai empat hari). Selain itu, ditemukan juga kondisi bahwa lalat dewasa jantan akan banyak menetas dari larva yang dipelihara pada jumlah media yang terbatas (Zarkani & Miswati, 2012). Selanjutnya Wardhana (2016) menyebutkan bahwa pakan/sampah organik yang berkualitas rendah akan menghasilkan larva BSF yang lebih sedikit, karena pakan/sampah organik tersebut mengandung komponen gizi yang kurang atau terbatas. Apabila kandungan nilai gizi pada pakan/sampah organik kurang, maka fase larva dapat mencapai empat bulan.

Nurhidayati (2020) menyebutkan bahwa, jenis sampah organik yang dapat digunakan sebagai pakan larva/maggot BSF bisa berasal dari beberapa sumber, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber dan jenis sampah organik yang dapat digunakan sebagai pakan Maggot BSF

No	Sumber	Jenis Sampah Organik
1	Rumah tangga/perumahan	sisa makanan, sampah dapur
2	Restoran/rumah makan	sisa makanan, sampah dapur
3	Pasar	sayuran dan buah layu/busuk
4	Industri - Agro Industri	ampas tahu, ampas tapioka, kelapa sawit, industri makanan (sisa/remahan), dll
5	Peternakan/perikanan	kotoran ternak, bangkai ternak/ikan
6	Rumah Potongan Hewan	sampah rumah potongan hewan

Pakan/sampah organik untuk maggot BSF idealnya adalah sampah yang banyak mengandung protein. Sampah organik yang memiliki kandungan protein tinggi bisa juga didapat dari sampah sisa makanan dari rumah tangga, restoran atau rumah makan. Biasanya sampah sisa makanan tersebut banyak mengandung protein yang berasal dari hewan, seperti tulang ayam, duri ikan, sisa daging, kacang-kacangan, dan lain-lain. Sampah organik sisa makanan tersebut biasanya kurang memiliki harga jual, dibuang ke TPA, sehingga akan lebih baik jika dimanfaatkan sebagai sumber pakan larva (maggot) BSF. Jika hal tersebut dilakukan, maka bisa membantu mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA.

Hal yang harus diperhatikan ketika akan memilih jenis sampah organik untuk budidaya maggot diantaranya adalah sampah yang tidak memiliki nilai jual supaya mengurangi biaya. Karena tujuan dari budidaya maggot selain untuk menghasilkan maggot sebagai pakan ternak juga bertujuan untuk membantu mengurangi atau mereduksi sampah organik yang tidak memiliki nilai jual supaya tidak dibuang ke TPA. Mengingat bahwa larva/maggot BSF memiliki rentang variasi makanan yang cukup lebar, sehingga dapat memakan bahan organik apa saja (Nurhidayati, 2020).

Pemilihan jenis sampah organik untuk pakan maggot BSF sangat bergantung pada (Nurhidayati, 2020):

a. tujuan melakukan budidaya maggot

Jika budidaya maggot dilakukan untuk mereduksi sampah organik, maka semua jenis sampah organik bisa digunakan. Karena tujuan utamanya adalah untuk mereduksi sampah organik menggunakan maggot. Menggunakan maggot sebagai salah satu teknologi untuk mereduksi sampah organik. Tetapi jika tujuan budidaya maggot untuk ekspor maggot sebagai pakan ternak, maka jenis sampah organik yang

dipilih adalah sampah yang banyak mengandung protein, agar bobot maggot maksimal.

b. sumberdaya sampah yang ada di sekitar

Sumber sampah yang tersedia disekitar lingkungan tempat budidaya juga menjadi pertimbangan. Hal tersebut terkait dengan biaya produksi terutama biaya transportasi pengangkutan sampah.

c. lokasi budidaya

Lokasi budidaya maggot menjadi pertimbangan dalam memilih jenis sampah organik yang akan digunakan sebagai pakan maggot. Jika lokasi budidaya dekat/di daerah pemukiman, maka jenis sampah organik yang dipilih adalah jenis sampah-sampah yang minimal tidak menimbulkan bau, agar tidak mengganggu lingkungan sekitar.

B. Pemilahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot BSF

Sampah organik untuk pakan maggot harus bebas dari sampah/bahan non organik dan bahan/materi berbahaya lainnya. Sampah non organik yang biasanya tercampur dengan sampah organik diantaranya plastik, baik berupa plastik kresek, potongan kemasan *sachet*, dan lainnya. Sedangkan bahan/materi berbahaya diantaranya sisa pelarut, asam, pestisida, batu baterai (mengandung logam berat), dan lainnya (Nurhidayati, 2020).

Sampah organik yang tercampur dengan plastik atau potongan kemasan *sachet* mudah untuk disortir, tinggal diambil dan dipisahkan secara manual. Namun ketika sampah organik sudah terkontaminasi dengan bahan berbahaya seperti deterjen, pestisida, dan lainnya maka sebaiknya sampah tersebut tidak digunakan. Karena bahan berbahaya tersebut dapat mudah mengkontaminasi sampah secara keseluruhan. Sampah yang terkontaminasi bahan/materi berbahaya akan mempengaruhi larva (maggot) dan bakteri-bakteri terkait (Nurhidayati, 2020).

Larva (maggot) BSF hanya mampu memakan bahan organik yang lunak dan dalam ukuran yang kecil. Untuk itu, ketika akan memberi pakan harus dilakukan pemilahan terhadap sampah organik yang keras seperti

biji atau bagian sayuran yang keras. Biji dan sayuran yang keras selanjutnya akan diolah lebih lanjut dengan proses pencacahan agar ukurannya menjadi lebih kecil. Selain itu agar pakan/sampah organik mudah dimakan oleh larva/maggot bisa dilakukan fermentasi agar menjadi lunak. Contoh sampah organik yang harus dipilah misalnya biji alpukat, bagian yang keras dari sayuran kol (Nurhidayati, 2020).



Gambar 7. (a) bagian keras dari sayuran kol

C. Pencacahan Sampah Organik

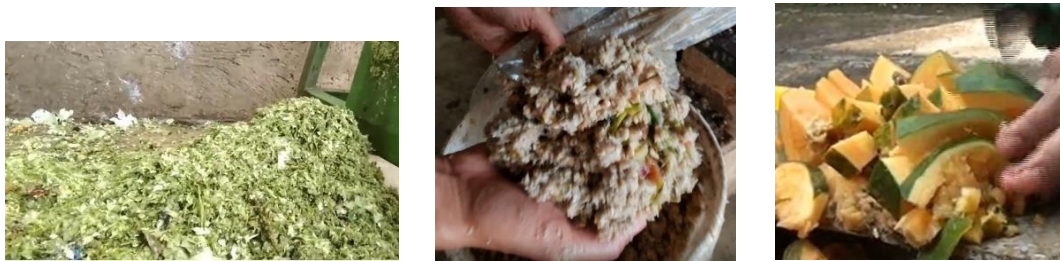
Pencacahan sampah organik bertujuan untuk memperkecil ukuran sampah. Hal tersebut diperlukan karena secara morfologi mulut larva (maggot) hanya bisa menghancurkan gumpalan sampah yang kecil. Selain itu sampah dengan ukuran kecil dapat membantu perkembangan dan pertumbuhan bakteri yang berasosiasi dengan larva (maggot) BSF. Larva (maggot) BSF membutuhkan bakteri dalam proses pencernaan makanannya (Nurhidayati, 2020).

Pencacahan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau/golok/mesin. Tujuannya agar sampah organik menjadi bentuk remahan kecil dengan ukuran sekitar 1-2 cm, sehingga dapat dimakan oleh larva (maggot) BSF (Nurhidayati, 2020).

Sampah organik yang busuk akan mengeluarkan aroma yang tidak enak, biasanya berasal dari sampah sayuran atau buah yang belum

dimakan larva (maggot). Untuk mengurangi bau tidak sedap yang ditimbulkan dari sampah yang busuk bisa dilakukan fermentasi terlebih dahulu. Fermentasi dilakukan secara anaerob sehingga bakteri yang muncul adalah bakteri yang tidak menimbulkan bau (Nurhidayati, 2020).

Fermentasi dilakukan dengan menyimpan sampah organik dalam wadah yang tertutup tidak ada oksigen, sehingga bakteri pengurai yang akan hidup adalah bakteri anaerob yang tidak mengeluarkan bau busuk. Setelah sampah terfermentasi/hancur baru digunakan untuk pakan maggot (Nurhidayati, 2020).



Gambar 8 Sampah organik yang sudah dicacah dan siap diberikan sebagai pakan maggot BSF (sumber; Incubi Farm dalam Nurhidayati, 2020)

Pada Bab sebelumnya dijelaskan bahwa sampah organik yang diberikan untuk pakan larva (maggot) BSF harus dijaga kandungan airnya, tidak boleh terlalu banyak kandungan airnya ataupun terlalu kering. Sebagai contoh, jika sampah yang dicacah memiliki kandungan air di atas 80%, maka sampah tersebut harus dikurangi kadar airnya. Sebagai gambaran di lapangan, sampah dengan kelembaban lebih dari 80% akan bertekstur seperti bubur, mirip dengan campuran buah yang dihancurkan dengan blender (Nurhidayati, 2020).

Ada beberapa cara untuk mengurangi kadar air pada sampah organik. Cara yang paling sederhana adalah pengurangan kadar air secara pasif (dengan memanfaatkan gravitasi), dimana sampah dimasukkan ke dalam kantong kain yang berfungsi sebagai saringan. Airnya kemudian diperas sehingga turun ke ember di bawahnya. Teknologi lainnya adalah dengan

menggunakan *screw press horizontal* atau sebuah *cider press* (Dortmans B.M.A., 2017). Cara lain untuk mengurangi kadar air dalam sampah organik dengan menambahkan campuran bahan organik seperti serbuk gergaji atau ampas kelapa. Tujuan dari pemberian serbuk gergaji atau ampas kelapa untuk membuat pakan menjadi remah dan menyerap kandungan air yang terkandung dalam sampah organik, agar pakan menjadi tidak becek (Nurhidayati, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, L., 2012. *A Dissertation: The Role of Black Soldier Fly, Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Management in Northern Climates*. Ontario: University of Windsor.
- Diener, S., 2010. *A Disertation: Valorisation of Organic Solid Waste using the Black Soldier Fly, Hermetia illucens, in Low and Middle-Income Countries*. Swiss: ETH Zurich.
- Diener, S. *et al.*, 2011. Biological Treatment of Municipal Organic Waste using Black Soldier Fly Larvae. *Waste Biomass Valor*, Volume 2, pp. 357-363.
- Dortmans B.M.A., D. S. V. B. Z. C., 2017. *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide* ., Dübendorf, Switzerland: Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Hem, S., 2011. *Final Report: Maggot – Bioconversion Research Program in Indonesia, Concept of New Food Resources Result and Applications 2005-2011.*, Perancis: Institut de Recherche pour le Développement.
- Holmes, L. A., Vanlaerhoven, S. L. & Tomberlin, J. K., 2012. Holmes, L.A., Vanlaerhoven, S.L., Tomberlin, J.K. 2012. Relative Humidity Effects on the Life History of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*, Volume 41 (4), pp. 971-978.
- Kim, W. *et al.*, 2011. Biochemical Characterization of Digestive Enzymes in the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Jurnal of Asia-Pasific Entomology*, Volume 14, p. 1114.
- Newton, L. *et al.*, 2005. *Using The Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, As A Value-Added Tool For The Management Of Swine Manure*, California: North California Animal and Poultry Waste Management Center.
- Nurhidayati, E. S. 2020. Pengolahan Sampah Organik untuk Pakan Maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Serpong: Pusat Pelatihan Masyarakat dan Pengembangan Generasi Lingkungan.
- Popa, R. & Green, T., 2012. *Biology and Ecology of the Black Soldier Fly*'. e-book ed. s.l.: DipTerra LCC..
- Sheppard, C. D., Newton, G. L., Thompson, S. A. & Sava, 1994. A Value Added Manure Management System Using the Black Soldier Fly. *Bioresource Technology*, Volume 50, pp. 275- 279.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional [SIPSN]. 2023. Data Pengelolaan Sampah dan RTH Tahun 2023. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Diunduh pada tanggal: 21 Februari 2024.
- Wardhana , A. H., 2016. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak. *WARTAZOA*, 26(DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.1218>), pp. 069-078 .

GLOSARI

Anaerob adalah keadaan tanpa oksigen (tanpa “udara”)

Degradasi adalah kemunduran/kemerosotan/penurunan

Ekosistem adalah suatu system ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya,

Enzim adalah biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis reaksi kimia organik) dalam suatu reaksi kimia organik, Molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk.

Family adalah keluarga atau dalam Bahasa biologi adalah suatu takson yang berada antara ordo dan genus, merupakan taksonomi yang didalamnya terdiri atas beberapa genus yang secara filogenetis terpisah dari family lainnya.

Maggot adalah larva atau sejenis belatung yang dihasilkan dari lalat berjenis *Black Soldier Fly* (BSF).

Materi organik adalah sampah yang mudah terurai atau terdekomposisi menjadi menjadi tanah.

Pre pupa adalah salah satu fase dari siklus metamorphosis lalat BSF pada umur sekitar 18-21 hari dan masih bergerak menuju media yang kering.

Pupa adalah salah satu fase dari siklus metamorphosis lalat BSF pada umur sekitar 27-30 hari dan sudah tidak bergerak,

Reduksi adalah pengurangan

Spesies atau jenis adalah suatu takson yang dipakai dalam taksonomi untuk menunjuk pada satu atau beberapa kelompok individu (populasi) yang serupa dan dapat saling membuahi satu sama lain di dalam kelompoknya (saling membagi gen) namun tidak dapat dengan anggota kelompok yang lain.