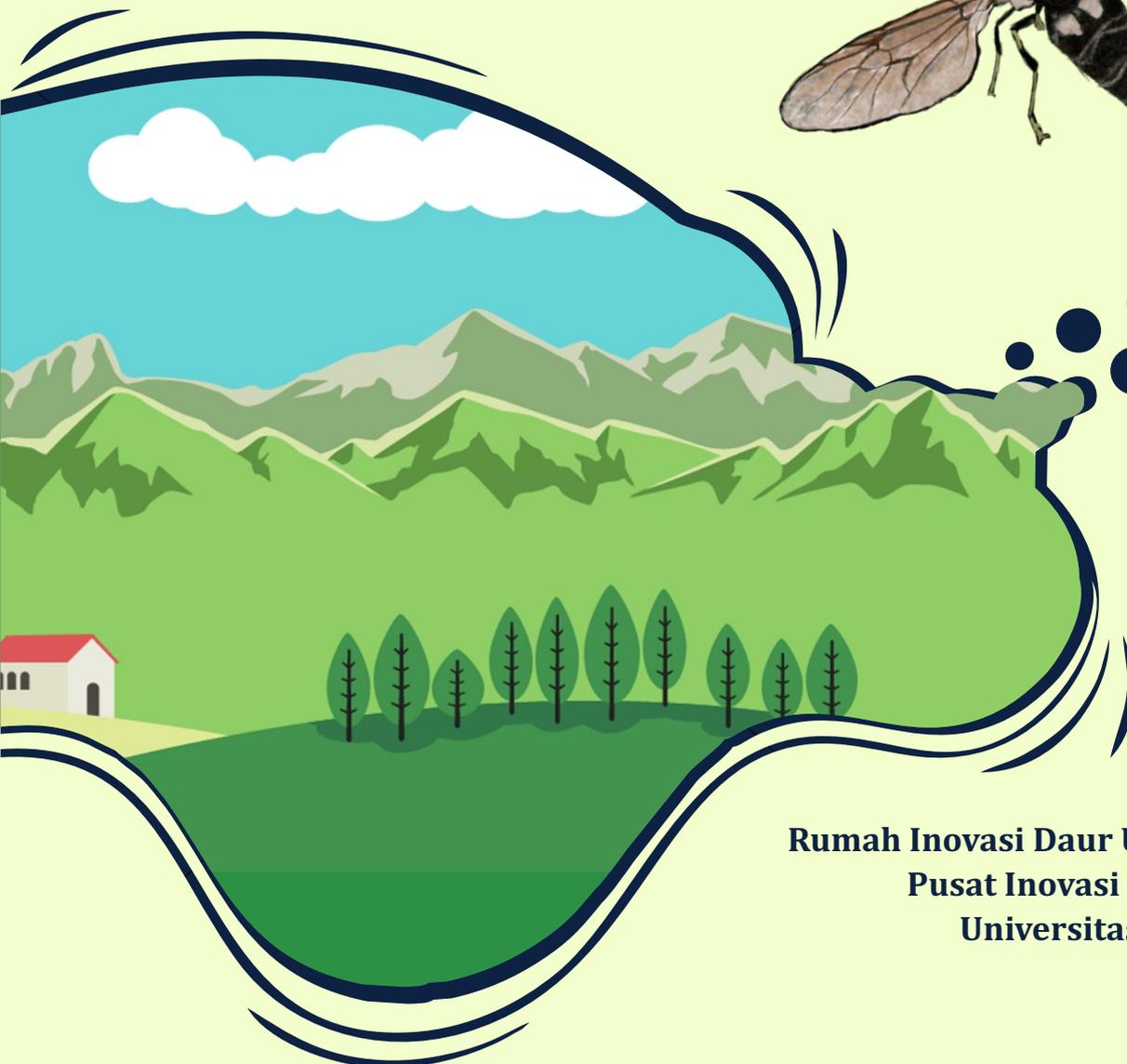
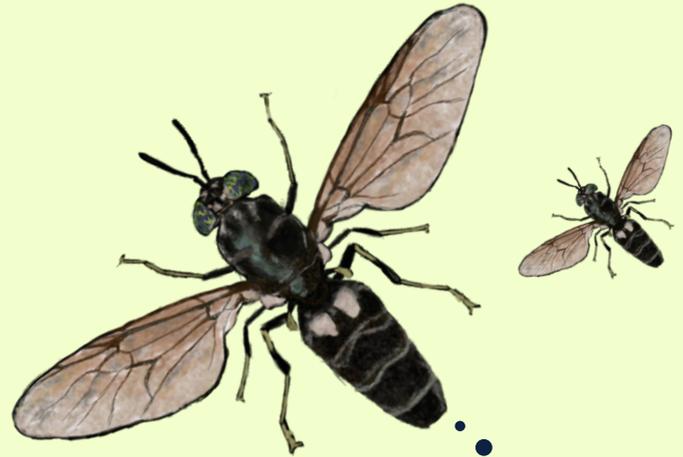




BUDIDAYA LALAT HITAM/ BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) UNTUK BIOKONVERSI LIMBAH ORGANIK

Panduan Praktis Budidaya

Disusun oleh:
Tim Energi dan Pengelolaan Limbah
Pusat Inovasi Agroteknologi
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

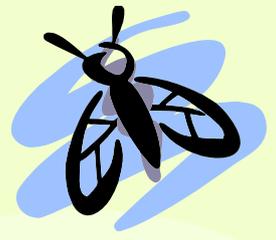


Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU)
Pusat Inovasi Agroteknologi
Universitas Gadjah Mada



DAFTAR ISI

BAB 1. PENDAHULUAN.....	1 >
1.1. Latar Belakang	1 >
1.2. Keunggulan Budidaya BSF	2 >
1.3. Tujuan	3 >
1.4. Manfaat Budidaya BSF	3 >
1.5. Jangkauan dan Sasaran	4 >
BAB 2. BIOKONVERSI LIMBAH ORGANIK DENGAN BSF	4 >
2.1. Tentang BSF	4 >
2.2. Jenis limbah untuk biokonversi	8 >
2.3. Kebutuhan peralatan dan bahan	9 >
BAB 3. PROSES BUDIDAYA BSF UNTUK BIOKONVERSI LIMBAH ORGANIK	12 >
3.1. Penyiapan media dan pakan BSF	12 >
3.2. Penyiapan telur	13 >
3.3. Penetasan telur	13 >
3.4. Pemeliharaan maggot	13 >
3.5. Pemindahan pre pupa	14 >
3.6. Penetasan pupa	14 >
3.7. Pemeliharaan lalat dewasa	14 >
3.8. Jadwal Harian.....	15 >
PENUTUP	



1.1. LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan penduduk jumlah sampah semakin membesar. Lebih dari 50% sampah yang ada di Indonesia adalah sampah organik yang biasanya mudah busuk yang harus segera dialihkan dari sumbernya sebelum menimbulkan masalah bau dan masalah sanitasi lainnya (Damanhuri, 2010). Sampah jenis ini diantaranya adalah sampah sisa makanan atau *food waste*. Sampah organik atau limbah makanan ini merupakan limbah organik yang dibuang dari berbagai sumber sampah terbesar antara lain dari pabrik pengolahan makanan, dapur domestik (rumah tangga), dapur komersial, kantin, dan restoran (Kiran *et al.*, 2014). Jenis sampah yang dihasilkan antara lain adalah limbah nasi, limbah sayuran, kacang-kacangan, bawang merah, tomat, kentang, buah-buahan, dan lain sebagainya.

Ciri ciri dan masalah yang ditimbulkan dari sampah organik domestik ini secara umum menghasilkan bau yang menyengat dan tidak enak, karena adanya kandungan ammonia dan asam organik volatile lainnya. Sampah jenis ini biasanya sangat mudah terurai dengan aktivitas alam karena dapat dibantu dengan kehadiran mikroorganisme pengurai. Mirisnya di Indonesia sekitar 74% limbah yang ditemukan berasal dari jenis sampah domestik ini dan hampir semuanya dibuang ke TPA (Gurero *et al.*, 2012 dan Shekdar, 2009).

Menurut pasal 13 UU Pengelolaan Sampah No 18 Tahun 2008 menyatakan bahwa pengelola kawasan permukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya wajib menyediakan fasilitas pengelolaan sampah. Salah satu upaya untuk pengolahan limbah domestic organic adalah dengan menggunakan bantuan *maggot* (belatung) atau *black soldier fly* atau BSF (*Hermetia illucens*). Pengelolaan dengan menggunakan cara ini disebut dengan biokonversi limbah. Menurut Fahmi (2015), biokonversi merupakan sebuah proses alami yang melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrient dari limbah organik menjadi biomassa larva serangga. Larva ini dapat dijadikan sebagai sumber protein hewani dan lemak hewani yang dibutuhkan untuk pakan ikan maupun unggas.



1.2. KEUNGGULAN BUDIDAYA BSF

Kehadiran maggot atau larva *Black Soldier Fly* (BSF) dalam sistem pengelolaan sampah sangat berguna. Hal ini dikarenakan larva memiliki kemampuan dalam mendegradasi limbah organik dan sebagian besar hidup dari BSF berperan sebagai decomposer atau pengurai. Di beberapa Negara maju seperti Amerika Serikat, Rusia, China, Kanada, dan beberapa Negara di Eropa telah menggunakan lalat jenis BSF untuk dekomposer limbah dan sumber protein bagi pakan ternak (BPTP, 2016). Proses degradasi sampah organik dengan menggunakan bantuan larva BSF merupakan salah satu alternatif yang menjanjikan dalam pengelolaan sampah (Paz *et al.*, 2015). Menurut Silimina *et al.* (2011), maggot dapat tumbuh dan berkembang pada media yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Budidaya larva dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik dan berbasis limbah ataupun hasil samping kegiatan agroindustri. Proses ini dikatakan sebagai bentuk degradasi limbah. Hasil degradasi dapat menghasilkan beberapa nilai tambah dengan menjadikannya sebagai pakan ternak, larva kompos, dan biofuel. Dengan menggunakan bantuan enzim yang terkandung dalam larva BSF sehingga dapat mereduksi zat kontaminan dari sampah sebesar 50% - 60%, selain itu mereduksi kadar nitrogen dan konsentrasi mineral lainnya sekitar 40% - 62% (Paz *et al.*, 2015).

Hal yang menarik dari larva BSF adalah larva ini mengonsumsi serta mendegradasi sejumlah bahan organik yang terkandung dalam limbah hingga sebesar 70% (Lalander *et al.*, 2014). Dalam perkembangan larva BSF akan menjadi prepupa dan akan merangkak keluar dari bahan makanan yang ada untuk mencari tempat kering dan gelap guna membentuk pupa dan tumbuh menjadi lalat dewasa.



Studi lainnya juga mengatakan sistem pengolahan limbah dengan menggunakan larva BSF terbukti dapat menghilangkan bakteri salmonella, sehingga dapat dikatakan BSF ini sungguh merupakan serangga atau larva yang sehat. Larva BSF mengandung protein kasar/mentah sebesar 50% dan sekitar 25% lemak. Kandungan yang baik inilah maka beberapa produksi pakan menjadikannya sebagai pengganti pakan ikan (Rambet *et al.*, 2016).

Hal menarik lainnya adalah lalat ini sangat mudah untuk dikembangbiakkan serta mudah ditemukan di sekitar. Untuk mengembangbiakkan lalat BSF ini, keberhasilan berkembangnya ditentukan dari media tumbuhnya. Ketika proses reproduksi lalat terjadi, lalat jenis ini akan menyukai media tumbuh yang khas dan ketika dia menyukai aroma tersebut maka lalat tersebut mau hidup dan berkembang di media tersebut (Katayane *et al.*, 2014). Larva BSF sangat cepat pertumbuhannya dan mudah tumbuh di limbah organik seperti kotoran unggas. Ketika maggot atau lalat BSF sudah matang, membutuhkan waktu 3 - 4 hari untuk dijadikan pakan yang melalui proses pengeringan dan penggilingan untuk dijadikan bahan pakan (Widjastuti *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian diatas bahwa kegunaan maggot sangat banyak dikarenakan memiliki kandungan gizi yang baik, dapat dijadikan pakan ikan, serta dapat mendegradasi limbah dan kandungan organik dalam limbah sebesar 70%. Namun, kebanyakan penelitian terdahulu lebih banyak menggunakan limbah industri daripada limbah rumah tangga. Pada penelitian Fahmi (2015), menggunakan limbah organik industri kelapa sawit dengan campuran limbah ikan, dan beberapa penelitian lainnya kurang menggunakan limbah dari rumah tangga, dapur, dan sebagainya, padahal limbah tersebut sangat berkontribusi dalam peningkatan limbah organik. Melalui kajian tersebut, sehingga hal ini mendorong dalam meneliti biokonversi BSF dengan limbah organik dapur.

Berdasarkan uraian diatas, larva BSF sangat baik dalam mendegradasi sampah organik. Lalat BSF merupakan jenis lalat sehat yang dapat mendegradasi zat kontaminan seperti bakteri salmonella dan senyawa patogen yang terkandung dalam limbah. Limbah yang digunakan adalah sampah dengan kandungan organik yang tinggi. Kehadiran BSF juga dapat memakan kandungan organik seperti kandungan lemak dan protein yang terkandung dalam limbah. Larva BSF sangat mudah untuk dikembangkan dan mudah dijumpai sehingga tidak sulit mencari induk lalat untuk dibiakkan. Hal yang perlu dipikirkan adalah medianya. Pada penelitian ini nantinya akan menggunakan limbah organik sebagai media tumbuhnya.

1.3. TUJUAN

Tujuan disusunnya buku ini adalah untuk memberikan panduan ringkas mengenai proses budidaya BSF untuk pengolahan limbah organik (biokonversi limbah organik). Sedangkan untuk budidaya BSF sendiri memiliki tujuan untuk:

- a. Biokonversi limbah organik domestik menjadi pakan yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut.
- b. Pemanfaatan larva BSF untuk bahan pakan ikan atau unggas.
- c. Menjadi alternatif pengolahan limbah domestic organic dengan cara yang mudah dan biaya terjangkau.

1.4. MANFAAT BUDIDAYA BSF

Budidaya BSF memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Menyelesaikan permasalahan pengolahan sampah organik mudah busuk.
- b. Pemanfaatan maggot menjadi alternatif pakan ikan dan ternak.
- c. Bekas maggot merupakan pupuk organik dengan kandungan nutrient yang baik.
- d. Komunitas lalat hitam dapat mencegah koloni lalat rumah/ lalat hijau untuk meletakkan telur.
- e. Bukan vektor penyebar penyakit karena lalat dewasa hanya mengonsumsi cairan seperti nektar (pada habitat alami) atau air gula (pada pembudidayaan).
- f. Lalat hitam merupakan *detritivor* dan *coprovor* (pemakan sisa).
- g. Dapat secara signifikan mereduksi koloni *Eschericia coli* dan *Salmonela enterica* pada percobaan pakan dengan kotoran ayam.

1.5. JANGKAUAN DAN SASARAN

Buku panduan ini ditujukan untuk masyarakat umum, pemerintah, maupun akademisi di seluruh Indonesia yang dapat diakses secara gratis guna menyebarkan teknologi budidaya BSF untuk mengatasi permasalahan limbah domestik organik.



BAB 2. BIOKONVERSI LIMBAH ORGANIK DENGAN BSF

2.1. TENTANG BSF



Gambar 1. Morfologi BSF dewasa.

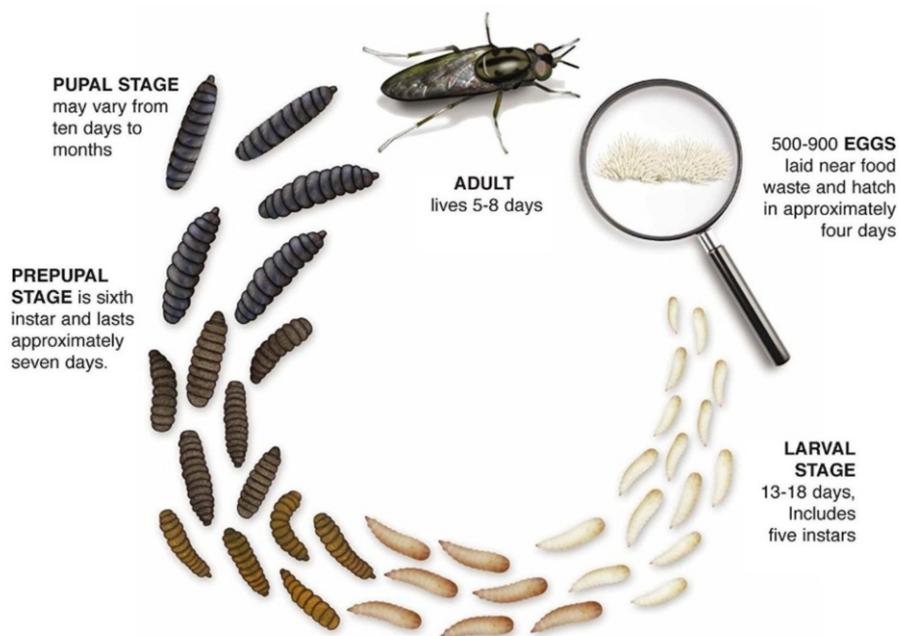
Klasifikasi

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Order	: Diptera
Family	: Stratiomyidae
Genus	: <i>Hermetia</i>
Species	: <i>Hermetia illucens</i>
Nama umum/nama lokal	: Black Soldier Fly, lalat hitam

• Persebaran



BSF berasal dari kawasan tropis, subtropis, dan area beriklim sedang benua Amerika namun saat ini tersebar di hampir seluruh bagian dunia dengan rentang 40°LU hingga 45°LS di negara-negara benua Eropa, Afrika, Australia, Selandia Baru, dan kawasan Asia (Indonesia, Jepang, Filipina, dan Srilanka).



Gambar 3. Siklus hidup BSF dari telur hingga dewasa.

Lama siklus hidup BSF bervariasi tergantung lingkungan (temperature, kelembaban, intensitas cahaya, kualitas dan kuantitas pakan).

► 2.1.1. FASE TELUR

Lalat betina meletakkan 320-1000 telur di substrat kering di lingkungan lembab untuk membatasi hilangnya air dari dalam telur. Telur diletakkan dalam tempat berupa celah untuk menghindari predator dan dekat dengan sumber pakan. Lalat betina meletakkan telurnya dekat dengan telur lalat lain karena lalat betina akan segera mati setelah bertelur. Masa inkubasi telur sekitar 4 hari pada suhu 27-29°C atau sekitar 3.5 hari pada suhu 30°C.



Gambar 4. Telur BSF berwarna kekuningan.
Gambar kanan merupakan salah satu media bertelur lalat yang dibuat dari karton.

► 2.1.2. FASE LARVA

Larva menetas dengan ukuran sekitar 0.66 mm dan akan mendekati material organik sebagai pakan. Di alam bebas fase larva sekitar 3 minggu dan dapat bertahan dalam fase ini hingga 5 bulan tergantung ketersediaan pakan dengan suhu optimum sekitar 20-30°C. Di luar rentang suhu tersebut pertumbuhan larva akan terhambat termasuk proses makannya. Proses biokonversi limbah organik menjadi energi terjadi saat fase larva. Fase larva umumnya dapat makan hingga usia 21-24 hari setelah menetas. Substrat tempat hidup larva baiknya merupakan substrat yang jenuh dengan air sehingga mengurangi resiko dehidrasi dan dapat mempermudah akses ke makanan. Namun apabila substrat terlalu basah akan menyebabkan larva tersebut menyingkir ke tempat yang lebih kering atau kesulitan bergerak hingga mati. Kegiatan makan oleh larva BSF ini dapat mengurangi volume material organik dari 40-80% dan mempengaruhi kandungan nitrogen dan fosfor dalam substrat. Larva BSF tidak kanibal sehingga aman apabila ketersediaan pakan terhambat. Larva ini dipelihara dalam ruangan yang disebut dengan larvarium.



Gambar 5. Larva BSF.

➤ 2.1.3. FASE PRE PUPA

Setelahnya larva akan berubah menjadi prepupa ditandai dengan perubahan warna dari krem menjadi coklat kehitaman dan migrasi dari substrat ke tempat yang lebih kering. Fase prepupa ini merupakan persiapan menuju fase pupa sehingga akan lebih fokus pada pembentukan bagian untuk menjadi lalat daripada makan.



Gambar 6. Prepupa BSF.

➤ 2.1.4. FASE PUPA



Gambar 7. BSF pada fase pupa berwarna hitam kecoklatan dengan cangkang kaku.

Fase terakhir adalah fase pupa dengan ukuran 12-25 mm. Pada fase pupa sama sekali tidak bergerak, kulitnya menjadi kaku dan kaya dengan garam kalsium membentuk selubung warna hitam. Pupa kemudian dipindah dalam ruangan gelap yang disebut dengan puparium. Puparium dapat diletakkan dalam insectarium.

➤ 2.1.5. FASE LALAT DEWASA

Secara umum metamorphosis akan lengkap dalam waktu 2 minggu dan lalat jantan terbentuk lebih cepat dibandingkan lalat betina. Proses kawin (mating) akan berlangsung setelah 2 hari fase imago dan 2 hari selanjutnya diperlukan untuk proses pematangan telur sebelum diletakkan. Lalat dewasa hidup dengan usia sekitar 5-14 hari. Usia lalat dewasa tergantung ukuran tubuh dan akses sumberdaya air. Dalam lingkungan cukup air lalat dewasa dapat hidup dengan usia hingga 14 hari sedangkan jika kekurangan air lalat sulit hidup lebih dari 8 hari.



Gambar 8. Lalat BSF dewasa.

Sebelah kiri merupakan gambar individu jantan sedangkan sebelah kanan adalah individu betina

BSF dewasa hidup dari energy yang tersimpan selama perkembangan larva namun untuk menjaga kondisi optimal lalat dewasa dapat diberikan sari buah atau air gula untuk mengurangi dehidrasi.

- Lalat dewasa berukuran sekitar 13-20 mm dengan warna hitam dominan. Bagian tubuh terdiri dari dua antenna panjang, sepasang sayap sempurna, dan tiga pasang kaki dengan tapak berwarna putih atau kuning.
- Lalat dewasa tinggal dan kawin dalam lingkungan ideal temperature 27-30°C. Lebih dari suhu 30°C akan menurunkan produktivitas. Lalat jantan berukuran lebih kecil dibandingkan lalat betina dengan perbedaan utama di segmen abdomen.
- Lalat dewasa terutama memerlukan cahaya langsung saat pagi hari untuk mengoptimalkan mating dan telur.
- Kelembaban optimal sekitar 70%.

Lalat dewasa biasanya berada di sekitar material organic yang membusuk karena aromanya dapat menarik lalat betina yang siap untuk meletakkan telurnya. Lalat jantan biasanya lebih memilih area terang. Sesuai dengan perilaku berikut maka dalam ruangan untuk mating harus memiliki intensitas cahaya yang cukup dan ada alat bantu untuk meletakkan telur. Di dekat tempat peletakan telur tersebut ditaruh limbah organic untuk menarik lalat betina. Lalat dewasa dipelihara dalam ruangan yang dapat disebut dengan insectarium.

2.2. JENIS LIMBAH UNTUK BIOKONVERSI

Limbah organik yang dapat diolah dengan biokonversi BSF antara lain jenis-jenis sebagai berikut:

Sampah Perkotaan	Sampah Agro-industri	Pupuk dan feses
<ul style="list-style-type: none"> • Sampah organik perkotaan • Sampah makanan dan restoran • Sampah pasar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sampah pengolahan makanan • Biji-bijian bekas pakai • Sampah rumah potong hewan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kotoran unggas • Kotoran babi • Kotoran manusia • Lumpur tinja

Limbah yang umum digunakan/ digunakan di budidaya BSF PIAT UGM adalah:

- a. sisa makanan
- b. sayuran busuk
- c. buah busuk
- d. ampas tahu
- e. kotoran ayam

Catatan:

- Makanan untuk larva merupakan bahan pakan yang kaya protein dan karbohidrat sehingga dapat mendukung pertumbuhan larva dengan baik.
- Ukuran makanan: larva tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah sehingga nutrient untuk larva akan lebih mudah diserap jika substratnya berupa bagian kecil atau dalam yang lebih lumat seperti bubur.

2.3. KEBUTUHAN PERALATAN DAN BAHAN

Pelaksanaan budidaya BSF untuk biokonversi limbah organik ini memerlukan fasilitas berupa alat dan bahan dalam uraian di bawah ini.

2.3.1. Lokasi Budidaya

Budidaya BSF dapat dilakukan dengan baik pada kawasan yang kering dengan sirkulasi udara yang baik. Luasan lokasi untuk budidaya menyesuaikan dengan ketersediaan tempat, tidak memerlukan tempat yang luas sehingga dapat diterapkan dalam skala rumah tangga hingga skala industri yang besar. Idealnya budidaya BSF ini memerlukan luasan sekurang-kurangnya $2 \times 2 \text{ m}^2$ agar bisa menempatkan lalat sesuai dengan fasenya dengan baik. Semakin luas lokasi yang tersedia maka berarti semakin banyak limbah organik yang dapat diolah.

2.3.2. Bangunan Untuk Budidaya Bsf

Bangunan untuk budidaya BSF ini terdiri dari beberapa ruangan untuk pemeliharaan lalat, tempat telur, ruang gelap untuk penetasan pupa, serta ruangan untuk pembesaran maggot/larva.

a. Penetasan telur

Penetasan telur memerlukan peralatan dan bahan sebagai berikut:

- Kain kasa atau kertas tissue
- Container dapat berupa wadah makan plastik, wadah plastik lainnya, besek dari anyaman bambu, atau wadah lain sesuai dengan alat yang tersedia
- Dedak
- Potongan buah

b. Larvarium

Larvarium merupakan tempat untuk pemeliharaan larva hingga fase prepupa. Larvarium ini berupa rak dengan wadah untuk tempat maggot. Larvarium ini idealnya berada pada lingkungan sebagai berikut:

- Iklim hangat: suhu ideal antara $24-30^\circ\text{C}$. Apabila terlalu panas larva akan keluar dari sumber makanan dan mencari tempat yang terlalu dingin. Sedangkan apabila terlalu dingin, metabolisme larva akan melambat dan mengurangi kecepatan makan dan pertumbuhan akan terhambat.
- Larvarium ini sebaiknya merupakan tempat yang teduh dan tidak di bawah sinar matahari langsung. Jika sumber makanan terpapar cahaya larva akan pindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.
- Media dasar untuk larvarium harus cukup lembab dengan kandungan air 60%-90% agar pencernaan makanan lebih mudah.



Untuk pembuatan larvarium diperlukan:

- Kerangka rak dengan ukuran lebar 60-100 cm dan panjang menyesuaikan dengan ketersediaan tempat. Di PIAT UGM rak untuk larvarium berukuran lebar 60cm. Rak paling bawah setidaknya berukuran 60 cm dengan jarak 60 cm antar rak.
- Wadah untuk larva dapat menggunakan bahan terpal/kain spanduk yang kemudian dipasang di kerangka rak atau dapat juga menggunakan container plastik.
- Di bagian tepi rak larvarium dipasang talang untuk memampung prepupa.
- Kaki rak dimasukkan ke dalam wadah berisi air untuk menghindari semut naik ke rak tersebut.



Gambar 9. Larvarium menggunakan bahan terpal atau kain spanduk.



Gambar 10. Larvarium menggunakan container plastik.

Prinsip dari larvarium ini adalah tempat pertumbuhan larva yang memungkinkan BSF untuk melakukan pemanenan diri sendiri karena dalam fase prepupa, akan bergerak menuju tempat yang lebih kering dan gelap.

c. Puparium

Puparium merupakan tempat untuk pemeliharaan pupa yang akan menetas menjadi lalat dewasa. Penetasan pupa menjadi lalat harus terjadi dalam kondisi gelap sehingga puparium ini merupakan ruang gelap. Ruang gelap ini dapat dibuat menggunakan kotak dari kerangka kayu atau besi kemudian diselimuti dengan kain hitam. Di salah satu bagian puparium diberi celah untuk keluarnya lalat. Puparium ini biasa diletakkan di dalam insectarium agar lalat yang sudah keluar dari pupa dapat langsung dipelihara. Puparium di PIAT UGM memiliki ukuran 50 cm x 200 cm dan terbuat dari kerangka besi yang dialasi dengan papan triplek.

Prinsip dari puparium ini adalah ruang gelap.

d. Insectarium

Insectarium merupakan ruangan untuk pemeliharaan lalat dewasa. Di dalam insectarium ini dapat diletakkan juga puparium, disediakan media untuk bertelur lalat, serta media untuk matting dan hinggap. Gambaran insectarium yang diperlukan dapat dilihat dari gambar dan skema di bawah ini.



Gambar 13. Populasi lalat dalam insectarium.



Gambar 11. Puparium berupa ruang gelap yang diletakkan di dalam insectarium. Bagian atas puparium digunakan untuk meletakkan eggies untuk menghemat tempat.



Gambar 12. Insectarium di PIAT UGM.

Media untuk bertelur lalat dapat dibuat dari papan kayu ukuran 5 cm x 20 cm dengan tebal 0.5-0.8 cm. Media untuk menaruh telur/eggies juga dapat menggunakan bioball Papan kayu tersebut diberi paku pines untuk memberikan sela dengan lapisan kayu selanjutnya. Papan kayu ini disusun lima lapis kemudian diikat dengan karet gelang. Media bertelur lalat ini kemudian ditaruh di atas wadah yang sudah diberi dedak dan potongan buah sebagai atraktan yang menarik lalat untuk bertelur di papan tersebut. Di alam bebas lalat ini akan meninggalkan telurnya di celah-celah tersembunyi sehingga media untuk telur yang digunakan meniru kondisi yang ada di alam untuk mempermudah pemanenan telur. Media untuk bertelur dapat dilihat dalam gambar berikut. Media ini juga dapat digantikan dengan alat lain seperti karton atau bola akuarium (lihat gambar).



Gambar 14. Beberapa contoh peralatan yang dapat digunakan untuk BSF bertelur.



Gambar 15. Media untuk bertelur yang digunakan dalam insectarium di PIAT UGM.

BAB 3. PROSES BUDIDAYA BSF UNTUK BIODIVERSI LIMBAH ORGANIK

**catatan:*

waktu yang ditulis dalam uraian ini merupakan waktu yang dicatat dalam proses budidaya PIAT UGM. Lama waktu yang diperlukan dalam perkembangan BSF tergantung dari ketersediaan pakan, air, serta kondisi fisik lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

3.1. PENYIAPAN MEDIA DAN PAKAN BSF

Pakan BSF berupa limbah organik seperti yang disebutkan dalam bagian limbah organik untuk biokonversi. Patokan pakan yang diberikan dalam 1 m² wadah larva dapat menghabiskan hingga 15 Kg limbah.

Pakan dapat diberikan dua kali sehari saat pagi hari dan sore hari.

Wadah harus dijaga agar tidak terlalu basah karena dalam kondisi basah larva tidak dapat bergerak dengan mudah. Untuk menguranginya dapat dilakukan dengan menambahkan media lain yang dapat menyerap kelebihan air seperti cacahan daun, dedak, atau serbuk gergaji. Media tersebut akan ikut terkomposkan bersama dengan pakan larva BSF.

3.2. PENYIAPAN TELUR

Media telur BSF dicek setiap hari. Apabila dijumpai telur maka dapat langsung dipindahkan ke media untuk penetasan. Telur yang menempel pada kayu dapat dikerok secara hati-hati menggunakan bagian ujung pisau cutter. Dalam pemindahan telur ini diperlukan kehati-hatian dan sedikit mungkin kontak dengan telur. Semakin banyak kontak dengan telur maka semakin besar kemungkinan telur akan rusak. Selanjutnya telur yang sudah dikumpulkan dipindahkan pada kain kassa dan diletakkan dalam media penetasan.

3.3. PENETASAN TELUR

Media penetasan telur berupa container yang diisi dengan dedak. Dalam media tersebut ditaruh potongan buah atau bahan organik lainnya karena setelah menetas larva akan langsung mendekati bahan organik sumber makanan. Sebagai alternatif, dedak dapat langsung dicampur dengan gula sebagai bahan makanan awal larva BSF. Proses penetasan ini memerlukan waktu sekitar 7 hari. Setelah 7 hari keseluruhan media penetasan dapat dipindahkan dalam larvarium untuk pembesaran larva.

3.4. PEMELIHARAAN MAGGOT (LARVA)

Pemeliharaan larva dilakukan di dalam larvarium. Proses pemeliharaan maggot ini terbilang cukup mudah karena yang dilakukan adalah:

- Pembalikan media: pembalikan media dilakukan karena larva biasa bersembunyi di bagian bawah. Pembalikan media ini bertujuan untuk membantu larva menjangkau makanan di bagian atas.
- Penambahan media untuk menyerap air: dalam kondisi media terlalu basah larva akan sulit bergerak sehingga dapat terjebak dan mati. Untuk menghindari hal ini maka diperlukan penambahan media. Media yang ditambahkan dapat berupa cacahan daun, sekam, serbuk gergaji, atau dedak.
- Pemberian makanan: makanan berupa bahan organik basah seperti sisa makanan, sayuran, buah-buahan, ampas tahu, hingga kotoran ayam. Pemberian makanan menyesuaikan ketersediaan limbah organik. Idealnya dalam 1 m² media pembesaran larva dapat diberikan makanan berupa limbah organik hingga 15 Kg/hari. Usia larva hingga menjadi pre pupa serta ukuran larva tergantung pada pakan yang diberikan. Untuk jenis limbah organik dengan kadar air tinggi seperti jeruk, papaya, semangka, melon, apel biasanya pertumbuhan larva tidak begitu baik. Harus diimbangi dengan pemberian limbah organik dengan kandungan yang lebih kompleks seperti sisa makanan atau ampas tahu.
- Pemanenan larva: larva dapat dipanen sesuai dengan kebutuhan serta untuk mengurangi populasi larva dalam larvarium. Sebagian larva dapat dipanen untuk pakan ikan maupun unggas sedangkan sebagian larva dapat melanjutkan pertumbuhan untuk memenuhi siklus lalat.
- Pemanenan larva dapat dilakukan dengan memancing larva menggunakan potongan buah. Larva akan mendekati potongan buah tersebut, larva yang menempel dapat langsung dipindahkan ke wadah lain dan digunakan sebagai pakan.

3.5. PEMINDAHAN PREPUPA

Prepupa merupakan fase peralihan dari larva menuju pupa. Larva akan berubah warna menjadi kehitaman dan menghentikan aktivitas makan. Prepupa akan bergerak menuju tempat yang lebih gelap dan kering sehingga di tepi larvarium dipasang wadah untuk menampung prepupa. Pada fase prepupa inilah yang disebut dengan BSF dapat melakukan pemanenan dirinya sendiri. Kita tidak perlu memilah prepupa tapi prepupa akan berpindah dengan sendirinya. Prepupa selanjutnya dipindah dalam wadah lain. Fase prepupa ini didiamkan hingga 5-7 hari. Perubahan menjadi fase pupa ditandai dengan sudah tidak bergerak dan memiliki cangkang yang kaku. Pupa selanjutnya dipindah ke dalam puparium.



3.6. PENETASAN PUPA

Pupa selanjutnya dimasukkan ke dalam container dan ditaruh di dalam puparium. Pupa dapat menetas menjadi lalat dalam kondisi lingkungan yang gelap dan kering. Pupa akan menetas menjadi lalat kurang lebih 5-10 hari. Puparium ini dapat diletakkan di dalam insectarium agar ketika lalat sudah menetas dapat langsung keluar dan dipelihara dalam insectarium tanpa perlu pemindahan.

3.7. PEMELIHARAAN LALAT DEWASA

Pemeliharaan lalat dewasa sangat sederhana yakni cukup dengan menyemprotkan air gula atau air yang sudah dicampur dengan molase. Lalat dewasa memang sudah tidak memerlukan makanan karena cukup menggunakan energy yang sudah dikumpulkan dan disimpan pada fase larva. Meskipun demikian lalat tetap mengonsumsi air, sehingga perlu disemprotkan larutan gula ke dalam lingkungan insectarium. Di dalam insectarium disediakan aksesoris berupa daun kering atau daun plastik sebagai tempat untuk hinggap lalat dan melakukan mating/kawin. Lalat biasanya akan kawin dalam usia 4 hari kemudian bertelur sekitar usia 8 hari. Dalam waktu 4 hari setelah bertelur biasanya lalat akan mati karena usia BSF dewasa hanya sekitar 12-14 hari.



Gambar 16. BSF dewasa sedang melakukan proses perkawinan/ mating. Proses perkawinan ini biasa terjadi dalam lingkungan dengan sinar matahari langsung.

Lalat ini harus dipelihara dalam kondisi yang terang dan sejuk dengan suhu optimal sekitar 27-30°C. Perubahan cuaca serta fluktuasi suhu lingkungan teramati dapat mengganggu proses mating dan bertelur. Lalat yang mati dalam insectarium tetap dapat dikumpulkan untuk digunakan sebagai pakan. Begitu pula dengan cangkang pupa juga tetap dapat dimanfaatkan untuk pakan. Lalat dewasa memerlukan cukup air sehingga setiap hari tempat hingga lalat harus disemprot dengan air gula/molase yang sudah dilarutkan di dalam air. Insectarium dibuat cukup tinggi lebih dari 2 meter. Proses mating memerlukan sinar matahari langsung.

3.8. JADWAL HARIAN

Perkembangan larva dipengaruhi oleh temperature, kelembaban, ukuran pakan, serta ketebalan substrat. Larva dapat dipelihara dalam suhu antara 25-38°C. Setelah menetas, larva akan mengalami pertumbuhan secara pesat hingga usia 18 hari. Setelah usia 18 hari akan terjadi penurunan pertumbuhan yaitu memasuki fase prepupa saat ukuran dan beratnya maksimal. Ukuran maksimal yang dapat dicapai adalah panjang sekitar 20 mm dan berat 180 mg. Ukuran tersebut sekitar 24 kali lebih besar dengan penambahan berat 9000x dari awal menetas.

Analisa pada larva yang telah dikeringkan diperoleh bahwa kandungan dalam karva tersebut:

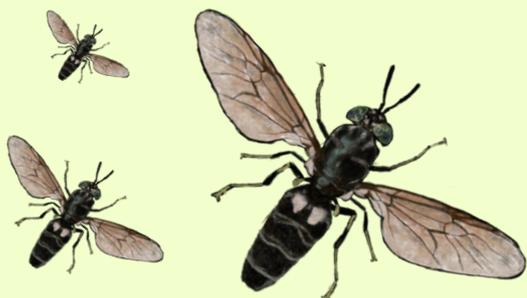
- 42.1% protein kasar
- 34.8% lemak kasar
- 14.6% abu
- 7.9% air
- 7.0% serat kasar
- 5.0% kalsium
- 1.5% fosfor
- 1.4% nitrogen free extract

Alat pelindung diri (APD) yang digunakan pada saat handling BSF:

- Kenakan masker
- Kenakan sarung tangan



Gambar 17. Hasil samping dari budidaya BSF yang juga dapat dimanfaatkan adalah kasgot (bekas maggot) untuk pupuk. Kualitas dari pupuk kasgot ini tergantung media bedding larva yang digunakan.





**BUDIDAYA LALAT HITAM/
BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*)
UNTUK BIOKONVERSI LIMBAH ORGANIK**