



BUKU MANUAL PENGEMBANGAN MAGGOT

DLH Kota Pekalongan

DAFTAR ISI

I. PENGERTIAN MAGGOT	2
1.1 Kadar bahan kering larva meningkat menurut umur	4
II. REPRODUKSI MAGGOT	5
III. PASCA-PRODUKSI MAGGOT (FASE PEMELIHARAAN)	14
3.1 Telur	15
3.2 Larva	17
3.3 Prapupa	18
3.4 Pupa	19
IV. MANAJEMEN KANDANG	23
4.1 Makanan	23
4.2 Suhu	26
4.3 Sanitasi Kandang	28
4.4 Bentuk dan Ukuran Kandang yang Baik	28
V. PRODUK YANG DIHASILKAN	31
5.1 Maggot	31
5.2 Lalat	31
5.3 Sisa pakan maggot	31
5.4 Pembuatan POC dari Limbah Sayur	33
5.5 Kompos dari Hasil Budidaya Maggot	34
5.6 Penggunaan POC	35
5.7 Penggunaan Kompos	36

I. PENGERTIAN MAGGOT

Maggot adalah organisme pada fase kedua setelah telur BSF menetas. *Maggot* beranjak pada fase pupa yang kemudian berubah menjadi lalat dewasa (Fauzi dan Sari 2018).

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Serangga
Ordo : Diptera
Famili : Stratiomyidae
Subfamili : Hermetiinae
Genus : Hermetia
Spesies : *Hermetia illucens*

Morfometri (panjang tubuh, panjang antena, serta panjang dan lebar sayap) *H. illucens* betina relatif lebih besar daripada jantan.

Tabel 1.1 Morfometri *H. illucens*

Jenis Kelamin	Morfometri rata-rata (mm) ± SD			
	Panjang tubuh	Panjang antena	Sayap	
			Panjang	Lebar
Jantan	12,7 ± 1,1	3,2 ± 0,4	9,4 ± 0,7	3,3 ± 0,2
Betina	13,5 ± 1,4	3,8 ± 0,4	10,6 ± 0,9	3,9 ± 0,4

Sumber : Rachmawati et al. 2010

Kadar air pada tubuh larva BSF menurun seiring pertumbuhannya dan paling rendah berada pada fase pupa. Kandungan protein pada tubuh larva BSF memiliki kandungan yang relatif tinggi. Kulit kering dari BSF dan larva mati yang diperoleh kemudian dapat dimanfaatkan menjadi campuran bahan pakan ternak. Hasil analisis kimia menunjukkan BSF kaya akan protein dan lemak yang bernilai ekonomi untuk pembuatan pakan ternak. Kandungan lemak dari larva BSF juga dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel. Biodiesel dari larva BSF yang digunakan untuk mendegradasi kotoran hewan diperkirakan memiliki nilai energi yang sebanding dengan gas metana (CH₄) yang dihasilkan kotoran hewan yang didegradasinya. Prapupa dan pupa BSF juga memiliki kandungan kalsium (Ca) dan fosfor (P) yang tinggi. Kandungan kimia tubuh BSF pada beberapa tahapan siklus hidup larva BSF disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Komposisi kimia tubuh larva BSF

Kandungan Kimia	Larva Prematur (%)	Prapupa (%)	Pupa (%)
Protein	17,3	36,0 - 48,0	42,1
Lemak	9,4	28,0 - 35,0	34,8
Kalsium	0,8	5,0	5,0
Fosfor	0,5	0,9 - 1,5	1,5
Debu	~ 15,0	14,6 - 16,6	14,6
Nilai Kalori	0,0	3,5 - 5,9	0,0

Sumber: Popa dan Green (2012)

1.1 Kadar bahan kering larva meningkat menurut umur

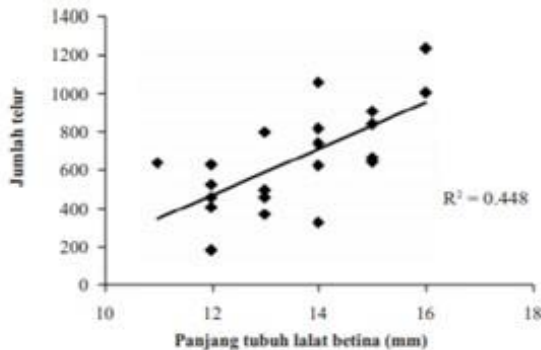
Tabel 1.3 Kandungan nutrisi *H. illucens* pradewasa pada media PKM

Umur (hari)	Kadar (%)			
	Bahan Kering	Protein Kasar	Lemak Kasar	Abu Kasar
5	26,61	61,42	13,37	11,03
10	37,66	44,44	14,60	08,62
15	37,94	44,01	19,61	07,65
20	39,20	42,07	23,94	11,36
25	39,97	45,87	27,50	09,91
Rata-rata	36,28	47,56	19,80	09,71
SD	05,48	07,86	06,02	01,58

Sumber: Rachmawati et al. (2010)

II. REPRODUKSI MAGGOT

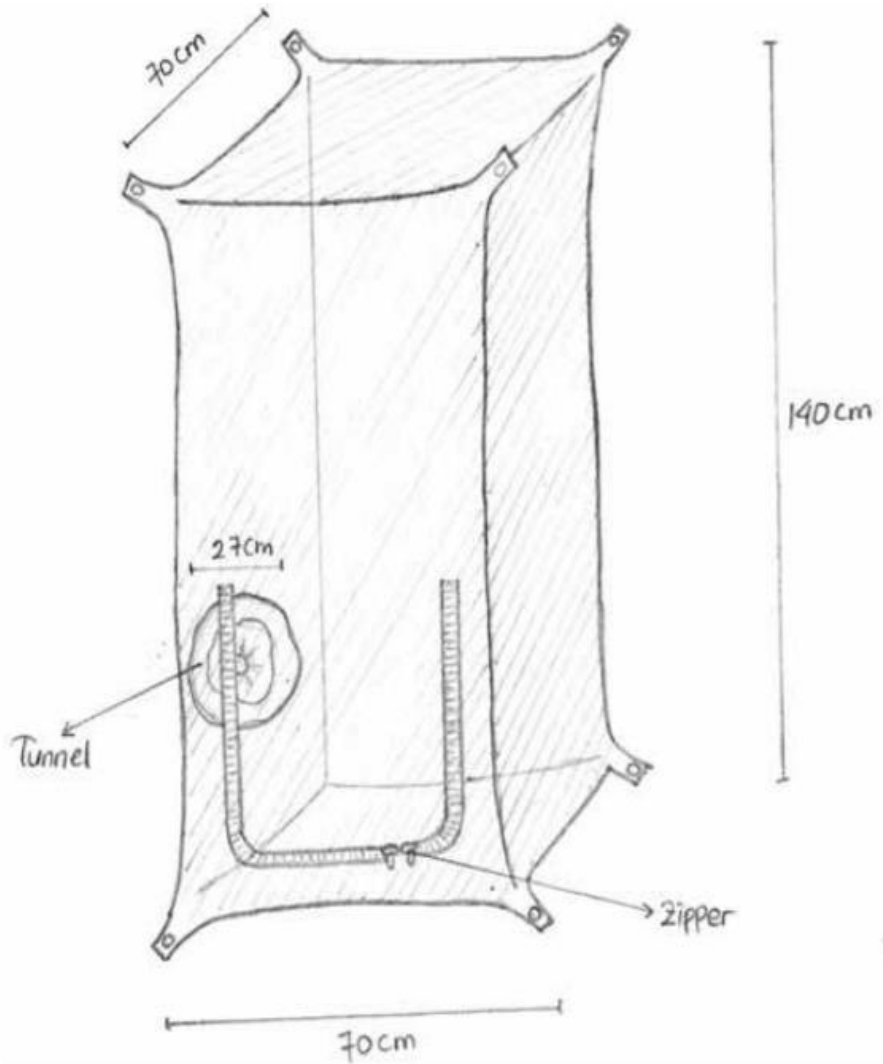
Larva BSF betina meletakkan telurnya pada bahan organik, baik tumbuhan maupun hewan yang membusuk seperti buah-buahan, sayuran, kompos, humus, ampas kopi, bahan-bahan pangan (kecap, madu, polen), kotoran ternak, manusia, bangkai hewan dan manusia, serta di dalam sarang rayap (Leclercq 1997). Betina hanya satu kali meletakkan telur, setelah itu tidak lagi ditemukan ovarium yang berkembang. Berdasarkan garis regresi linear, jumlah telur berbanding lurus dengan ukuran tubuh (Rachmawati *et al.* 2010). Telur-telur tersebut diletakkan dekat dengan bahan organik yang membusuk supaya saat menetas nanti larva dapat dengan mudah menemukan sumber makanan di sekitar mereka, karena ditempatkan dalam ronggarongga yang terlindungi dari pengaruh lingkungan.



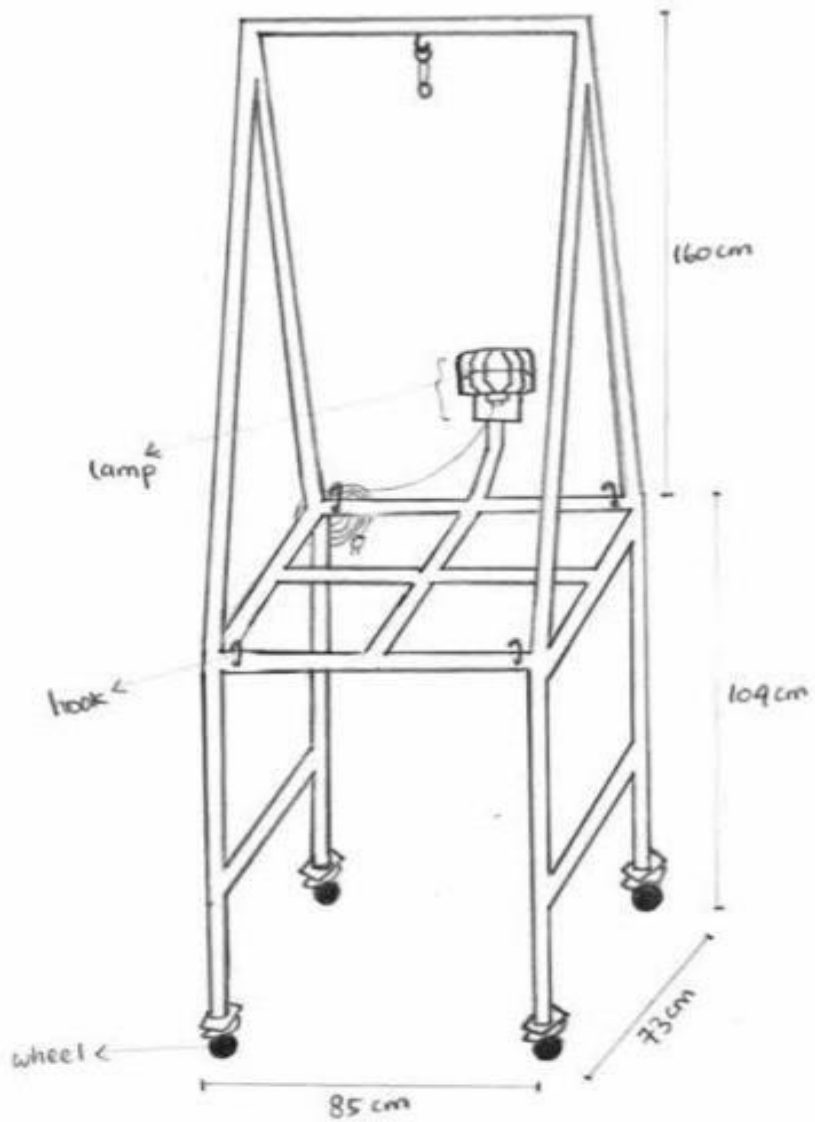
Gambar 2.1 Hubungan panjang tubuh *H. illucens* betina dengan jumlah telur
Sumber: Rachmawati *et al.* (2010)

Pada proses perkawinan setiap kali dibutuhkan, lalat yang keluar akan diambil dari kandang gelap. Hal ini dilakukan dengan cara menghubungkan kandang gelap ini dengan sebuah terowongan yang tidak gelap dan tergantung pada bingkai yang dapat dipindahkan. Ini merupakan tempat di mana perkawinan terjadi, maka kami menamakannya "*love cage*" atau kandang kawin (Gambar 2.2). Pencahayaan yang dipasang pada ujung terowongan akan menarik lalat untuk terbang dari kandang gelap ke kandang kawin. Kandang kawin secara berurutan dihubungkan dengan tiga sampai empat kandang gelap untuk mengumpulkan lalat yang baru keluar.

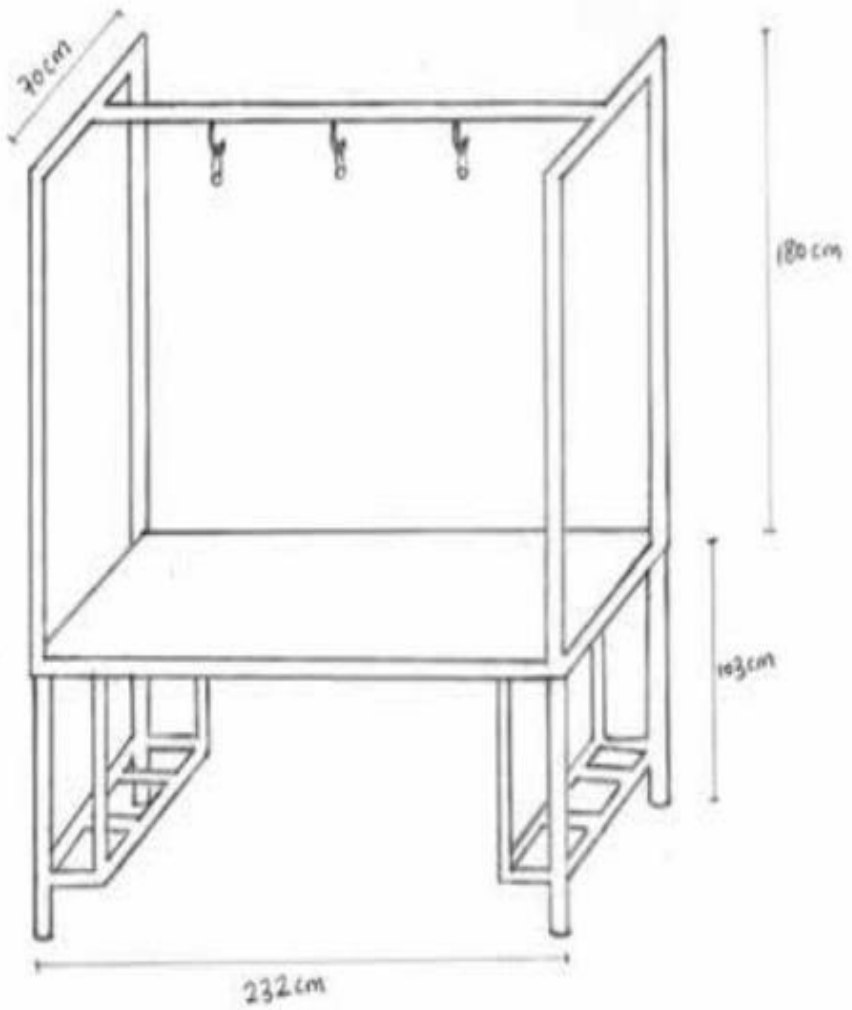
Metode ini memungkinkan kepadatan lalat yang konstan dan stabil dalam kandang kawin. Selain itu, lalat-lalat yang telah diambil tersebut memiliki usia yang sama. Ada manfaatnya apabila di kandang perkawinan terdapat lalat-lalat yang berusia sama, yaitu lalat-lalat tersebut akan kawin dan bertelur pada waktu yang kurang lebih sama, dan oleh karena itu, jumlah telurnya akan bisa diprediksi sehingga pembiakan massal dapat dilakukan dengan lebih efisien. Kandang kawin dilengkapi dengan kain basah untuk menjaga agar lalat-lalat di dalamnya tidak kekurangan kelembaban. Selain itu, terdapat juga eggies dan sebuah kotak berisi atraktan.



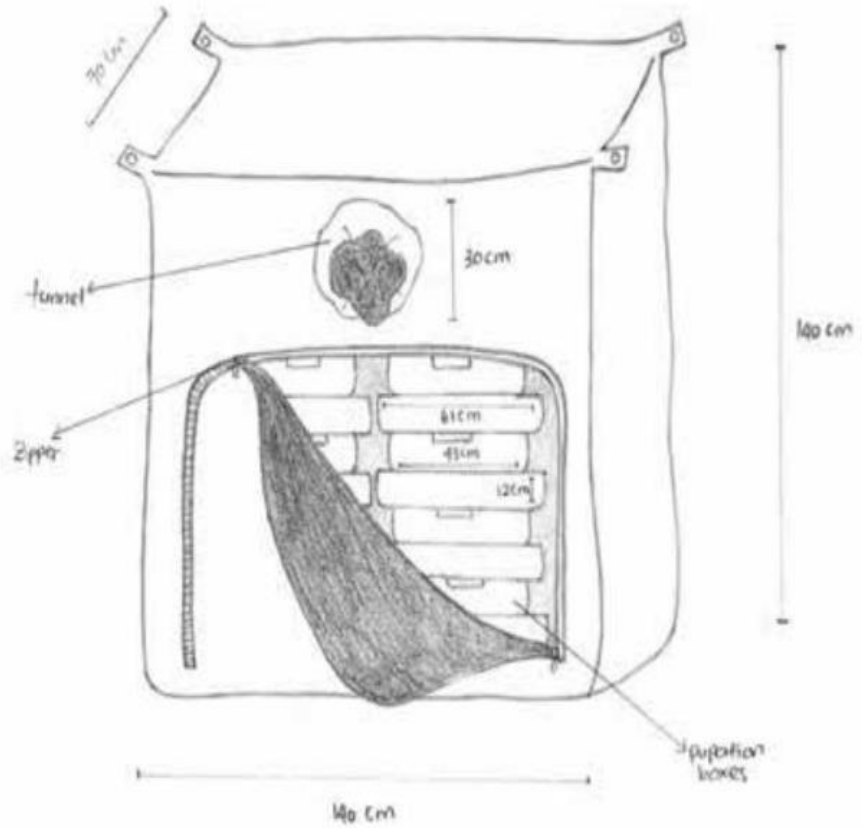
Gambar 2.2 Kandang untuk kawin



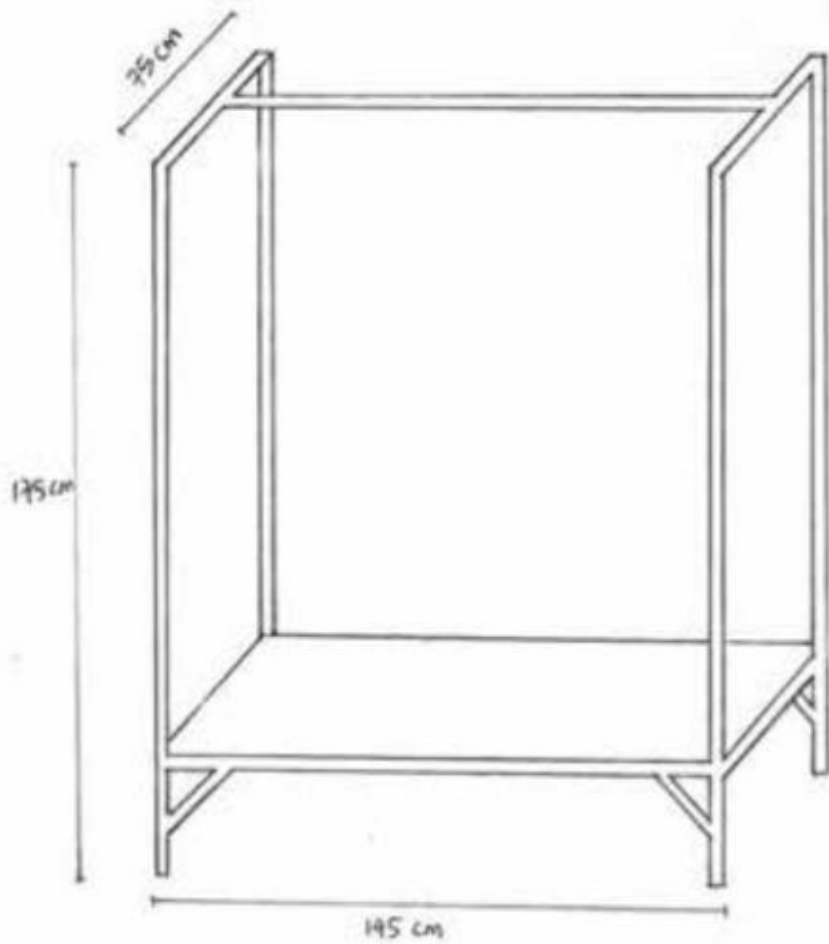
Gambar 2.3 Bingkai Yang Dapat Berpindah



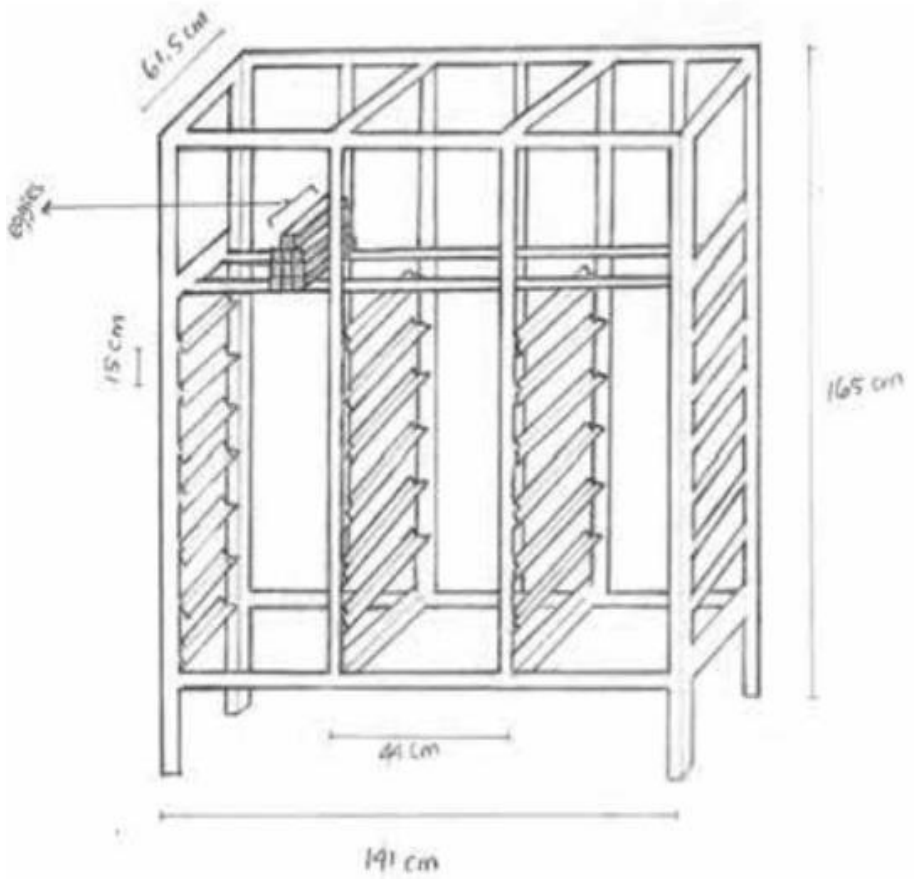
Gambar 2.4 Meja Kandang Kawin



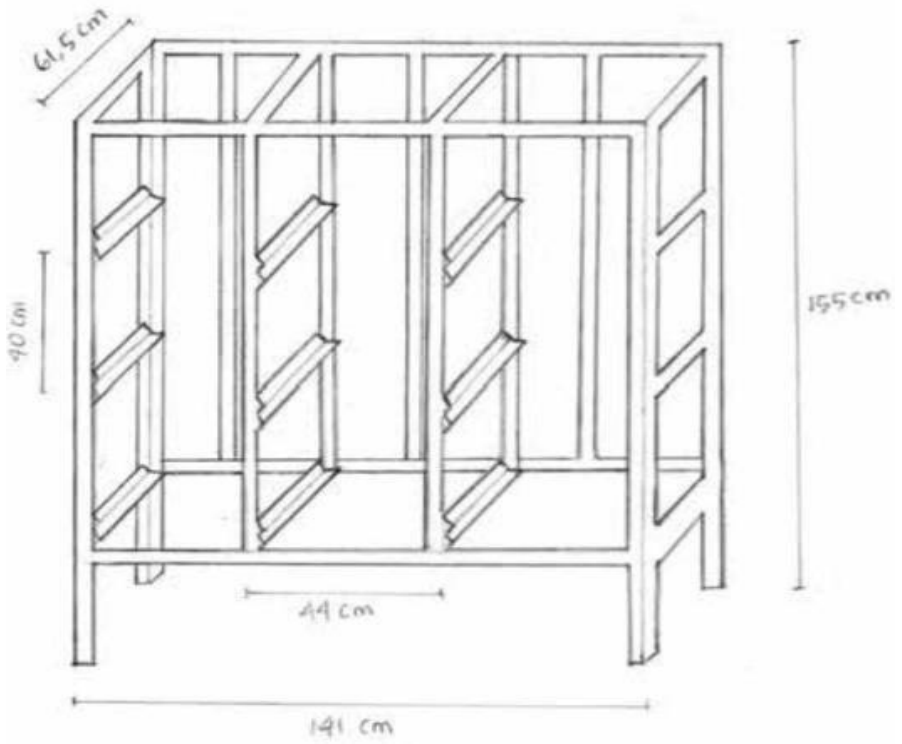
Gambar 2.5 Kandang Gelap



Gambar 2.6 Meja Kandang Gelap



Gambar 2.7 Rak Larva Yang Baru Menetas



Gambar 2.8 Rak Nursery Container

III. PASCA-PRODUKSI *MAGGOT* (FASE PEMELIHARAAN)



Gambar 3.1 Siklus hidup lalat tentara hitam (BSF)

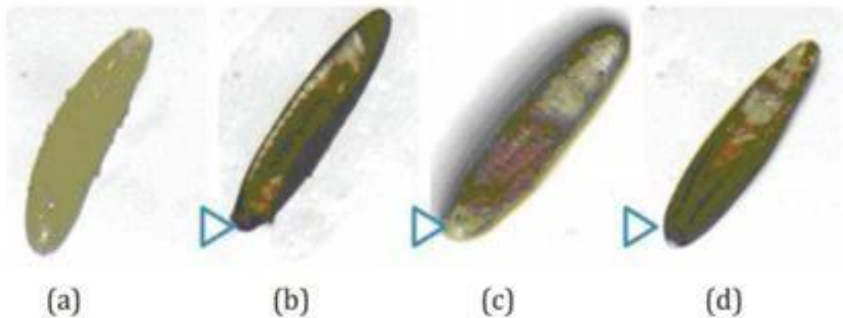


*Gambar 3.2 Morfologi larva, pupa, dan lalat dewasa
Sumber: McShaffrey (2013)*

3.1 Telur

Perubahan yang dapat diamati di bawah mikroskop stereo antara lain: (a) telur yang baru diletakkan; (b) dalam 24 jam telah terjadi embriogenesis, yang dapat terlihat antara lain segmentasi bakal tubuh larva; (c) dalam 48 jam bentuk tubuh larva mulai terlihat jelas, terdapat bintik mata merah dan bagian mulut yang mulai berpigmen; (d) dalam 72 jam tampak bagian-bagian yang lebih jelas seperti saluran spirakel yang memanjang dari lateral spirakel menuju posterior spirakel, serta bintik mata dan bagian mulut yang tampak semakin jelas, pergerakan tubuh embrio juga terlihat. Siklus Hidup Fase telur dalam larva BSF menandakan permulaan siklus hidup sekaligus berakhirnya tahap hidup

sebelumnya, di mana jenis lalat ini menghasilkan kelompok telur (juga biasa disebut ovipositing). Larva muncul dan langsung memasuki tahap makan. Laju pertumbuhan larva relatif sangat pesat hingga hari ke-8.



Gambar 3.3 Tahapan perkembangan telur di bawah stereo mikroskop;
(a) 1 jam; (b) 24 jam; (c) 48 jam; (d) 72 jam

Telur BSF melewati masa inkubasi selama 72 jam atau 3 hari. Lalat betina meletakkan sekitar 400 hingga 800 telur di dekat bahan organik yang membusuk dan memasukkannya ke dalam rongga-rongga yang kecil, kering, dan terlindung (Holmes *et al.* 2012). Masa inkubasi telur *H. illucens* beragam. Perbedaan waktu perkembangan tersebut diduga disebabkan oleh faktor suhu dan kelembaban udara, karena suhu lingkungan dan kelembaban berkorelasi negatif dengan waktu inkubasi telur atau perkembangan embrio (Chapman 1998).

Pada umumnya, telur-telur tersebut menetas setelah satu hingga dua hari. Larva yang baru menetas, yang berukuran hanya beberapa

milimeter, segera mencari makan dan memakan sampah organik di sekitarnya. Larva akan memakan bahan organik yang membusuk tersebut dengan rakus, sehingga ukuran tubuhnya yang awalnya hanya beberapa milimeter itu akan bertambah panjangnya menjadi 2,5 cm dan lebarnya 0,5 cm, sedangkan warnanya menjadi agak krem. Pada kondisi optimal dengan kualitas dan kuantitas makanan yang ideal, pertumbuhan larva akan berlangsung selama 12-13 hari. Waktu dari telur hingga prapupa berkisar dari 22-24 hari pada suhu 27 °C (Tomberlin *et al.* 2002). Siklus hidup lalat BSF disajikan pada Gambar 3.3.

3.2 Larva

Pada siklus hidup lalat tentara hitam (BSF), tahap perkembangan larva inilah mereka menyimpan cadangan lemak dan protein hingga cukup bagi mereka untuk berpupa sampai menjadi lalat, kemudian menemukan pasangan, kawin, dan bertelur (bagi betina) sebelum akhirnya mati. Setelah melalui lima fase larva (lima instar), larva tersebut sampai ke fase prapupa. Saat bertransformasi menjadi prapupa, struktur mulutnya berubah menjadi struktur yang bentuknya seperti kait dan warnanya menjadi coklat tua hingga abu-abu arang. Mulut berbentuk kait ini memudahkannya untuk keluar dan berpindah dari sumber makanannya ke lingkungan baru yang kering, bertekstur seperti humus, teduh, dan terlindung, yang aman dari predator. Pada tempat inilah

pupa menjadi imago dan kemudian terbang (Dengah *et al.* 2016). Bobot tubuh juga terus bertambah sampai ketika hendak memasuki tahapan prepupa.



Gambar 3.4 Larva lalat tentara hitam (BSF)

3.3 Prapupa

Tahapan prapupa adalah tahapan ketika tidak lagi dilakukan aktivitas makan, maka ada kecenderungan ketika hendak memulai inisiasi pupa, bobot tubuh prepupa menjadi sedikit berkurang. Tahapan larva yang berkulit putih berlangsung kurang lebih 12 hari. Selanjutnya larva mulai berubah warna menjadi coklat dan semakin gelap seminggu kemudian. Prapupa sejak hari ke-19.



Gambar 3.5 Prapupa lalat tentara hitam (BSF)

3.4 Pupa

Pupa 100% dicapai pada hari ke-24. Tahapan pupa berlangsung berikutnya selama 8 hari kemudian, imago mulai muncul pada hari ke32.



Gambar 3.6 Pupa lalat tentara hitam (BSF)

Pupasi merupakan proses transformasi dari pupa menjadi lalat. Pupa lalat tentara hitam disajikan pada Gambar 3.6. Tahap pupasi

dimulai saat prapupa menemukan tempat yang cocok untuk berhenti beraktivitas dan menjadi kaku. Supaya proses pupasi berhasil, sebaiknya tempat memiliki kondisi lingkungan yang tidak banyak mengalami perubahan, atau dapat dikatakan tempat yang selalu hangat, kering, dan teduh. Tahapan pupa berlangsung selama 6 hari, kemudian imago mulai muncul pada hari ke-32 (Rachmawati *et al.* 2010). Pupasi ditandai dengan keluarnya lalat dari dalam pupa. Proses keluarnya lalat ini berlangsung sangat singkat. Pada kurun waktu kurang dari lima menit, lalat sudah berhasil membuka bagian pupa yang dulunya merupakan bagian kepala, kemudian merangkak keluar, mengeringkan sayapnya lalu mengembangkannya dan terbang.

3.5 Lalat Dewasa (Imago)



Gambar 3.7 Lalat tentara hitam (BSF)

Imago yang muncul dari pupa, yang kemudian diberi perlakuan pakan tambahan air dan madu, menunjukkan sedikit perbedaan lama hidup dan jumlah telur. Betina tersebut akan mati tidak lama setelah bertelur.

Setelah keluar, lalat dapat hidup sekitar satu minggu. Lalat akan mencari pasangan, kawin, dan bertelur (bagi para betina) dalam waktu yang cukup singkat. Saat menjadi lalat, BSF tidak makan dan hanya membutuhkan sumber air dan permukaan yang lembab untuk menjaga tubuhnya agar tetap terhidrasi. Pada fase hidup ini, yang terpenting adalah tersedianya cahaya alami yang cukup dan suhu yang hangat (25-32°C). Lingkungan yang lembab dapat memperpanjang lama hidup lalat sehingga dapat meningkatkan jumlah telur yang diproduksi. Menurut hasil penelitian, lalat jenis ini lebih memilih melakukan perkawinan di waktu pagi hari yang terang. Setelah itu, lalat betina mencari tempat yang cocok untuk meletakkan telurnya (BPTP 2016).

Black Soldier Fly berwarna hitam dengan bagian segmen basal abdomen berwarna transparan (*wasp waist*) sekilas memiliki bentuk abdomen yang sama dengan lebah. Panjang lalat berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari. Lalat dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Pada waktu lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi

sayap dalam keadaan terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin dan Sheppard 2009).

IV. MANAJEMEN KANDANG

4.1 Makanan

Larva BSF dapat mengonsumsi berbagai makanan dengan variasi rasa yang bervariasi. Larva BSF dapat diberi berbagai macam pakan, diantaranya adalah sampah dapur, buah-buahan, sayuran, hati, limbah ikan, limbah perkotaan, limbah manusia, dan kotoran hewan. Fleksibilitas dari pakan larva BSF dapat menjadi serangga yang ideal dalam memproduksi protein. Namun perbedaan pakan dapat mempengaruhi proses perkembangan dari larva BSF. Maka dibutuhkan formulasi yang tepat dalam pemberian pakan terhadap larva BSF agar memaksimalkan produksi dan efisiensi. Menurut Wang dan Shelomi (2017), beberapa mikroba yang digunakan sebagai proses pra perlakuan dapat meningkatkan kemampuan pencernaan dari larva BSF, proses perkembangan larva, serta peningkatan massa dari tahap prapupa. Solusi potensial dari penentuan pakan ini yaitu penggunaan probiotik (Dossey *et al.* 2016).

Kebutuhan nutrisi lalat dewasa dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Pada saat simpanan lemak habis, maka lalat akan mati (Makkar *et al.* 2014). Lama hidup *H. illucens* dewasa berkisar antara 1 dan 2 minggu bergantung pada pakan larva dan juga pakan tambahan pada tahapan

dewasa tersebut. Imago yang diberi air dapat hidup lebih lama daripada yang tidak diberi air sama sekali (Tomberlin *et al.* 2002; Myers *et al.* 2008). Berdasarkan Rachmawati *et al.* (2010), imago yang diberi pakan madu hidup kurang lebih sama dengan yang diberi air saja. Namun, betina yang diberi pakan madu meletakkan telur lebih banyak daripada yang diletakkan betina yang diberi air saja.

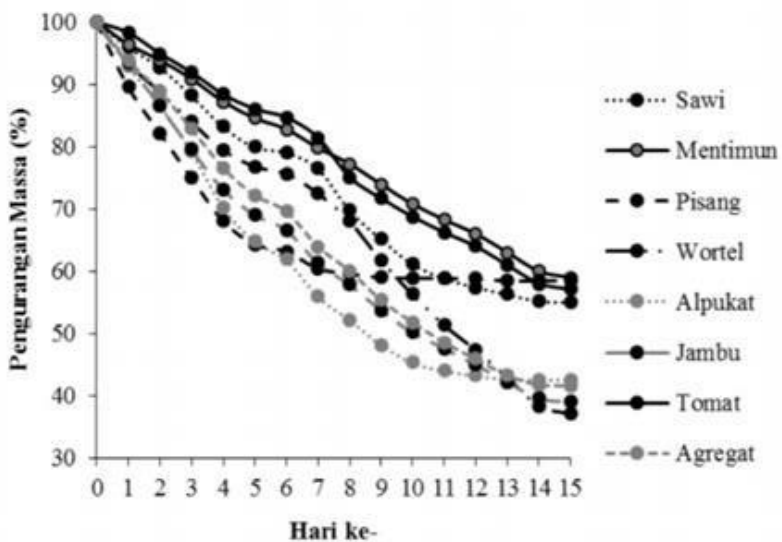
Secara umum, karakteristik pakan yang efektif diberikan kepada larva adalah (Dormans *et al.* 2017):

- Kandungan air dalam makanan: sumber makanan harus cukup lembab dengan kandungan air antara 60% sampai 90% supaya dapat dicerna oleh larva.
- Kebutuhan nutrisi pada makanan: bahan-bahan yang kaya protein dan karbohidrat akan menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi larva. Penelitian yang sedang berlangsung menunjukkan bahwa sampah yang telah melalui proses penguraian bakteri atau jamur kemungkinan akan lebih mudah dikonsumsi oleh larva.
- Ukuran partikel makanan: karena larva tidak memiliki bagian mulut untuk mengunyah, maka nutrisi akan mudah diserap jika substratnya berupa bagian-bagian kecil atau bahkan dalam bentuk cair atau seperti bubur.

Seperti serangga dewasa pada umumnya dan parasitoid pada khususnya, madu atau sumber gula lainnya (embun, madu, nektar, nektar selain dari bunga) merupakan salah satu sumber untuk memenuhi kebutuhan nutrisi jangka pendek untuk mencari inang yang sesuai (Lewis *et al.* 1998). Pada *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae), madu mampu meningkatkan produksi telurnya (Riddick 2007). *H. illucens* bukan termasuk ke dalam serangga proovigenik, karena betina dewasa yang muncul dari pupa tidak membawa sejumlah telur matang (Tomberlin *et al.* 2002). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *H. illucens* hanya meletakkan telur satu kali dalam hidupnya, karena ovarium tidak lagi berkembang pasca oviposisi. *H. illucens* diduga termasuk serangga sinovigenik. Hal tersebut diduga menjadi penyebab singkatnya lama hidup *H. illucens* dewasa. Sebagai serangga sinovigenik, imago *H. illucens* menggunakan cadangan energi (dalam bentuk badan lemak) yang ditimbunnya selama tahapan pradewasa (larva). Kelak cadangan energi tersebut digunakan imago untuk alokasi reproduksi dan sintasan, Dengan demikian, porsi alokasi reproduksi bisa saja berkurang guna memenuhi kebutuhan sintasan. Bila pada tahapan tersebut imago betina memperoleh makanan tambahan, maka diharapkan porsi untuk alokasi reproduksi tidak berkurang, bila mungkin bertambah. Pakan tambahan berupa madu 5% diduga tidak

terlalu mempengaruhi lama hidup. Akan tetapi, pakan tambahan diduga dapat mempengaruhi kepribadiannya.

Kebutuhan nutrisi pada makanan juga harus diperhatikan, bahan-bahan yang kaya protein dan karbohidrat dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik bagi larva. Penelitian yang sudah berlangsung menunjukkan bahwa sampah yang telah melalui proses penguraian bakteri atau jamur kemungkinan akan lebih mudah dikonsumsi oleh larva (Diener 2010).



Gambar 4.1 Laju dekomposisi sampah oleh larva BSF

4.2 Suhu

Suhu optimum pertumbuhan BSF adalah antara 30-36°C. Larva

BSF tidak dapat bertahan pada suhu kurang dari 7°C dan suhu lebih dari 45°C (Popa dan Green 2012). Kondisi lingkungan dan sumber makanan yang optimal bagi larva yaitu iklim yang hangat dengan suhu ideal berkisar antara 30-36°C. Jika terlalu panas, larva akan keluar dari sumber makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika terlalu dingin, metabolisme larva menjadi lebih lambat, akibatnya larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat. Kemudian lingkungan yang teduh juga baik bagi perkembangan larva BSF. Larva menghindari cahaya dan selalu mencari lingkungan yang teduh dan jauh dari cahaya matahari. Jika sumber makanannya terpapar cahaya, larva akan berpindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.

Larva lalat BSF ini tergolong "kebal" dan dapat hidup di lingkungan yang cukup ekstrim, seperti di media/sampah yang banyak mengandung garam, alkohol, acid/asam dan amonia. Mereka hidup di suasana yang hangat, dan jika udara lingkungan sekitar sangat dingin atau kekurangan makanan, maka larva BSF tidak mati tapi mereka menjadi vakum atau tidak aktif menunggu sampai cuaca menjadi hangat kembali atau makanan sudah kembali tersedia.

Kondisi lingkungan yang optimal bagi larva adalah sebagai berikut (Dormans *et al.* 2017). Iklim hangat, suhu idealnya adalah antara 24°C hingga 30°C. Jika terlalu panas, larva akan keluar dari sumber

makanannya untuk mencari tempat yang lebih dingin. Jika terlalu dingin, metabolisme larva akan melambat. Akibatnya, larva makan lebih sedikit sehingga pertumbuhannya pun menjadi lambat. Larva menghindari cahaya dan selalu mencari lingkungan yang teduh dan jauh dari cahaya matahari. Jika sumber makanannya terpapar cahaya, larva akan berpindah ke lapisan sumber makanan yang lebih dalam untuk menghindari cahaya tersebut.

4.3 Sanitasi Kandang

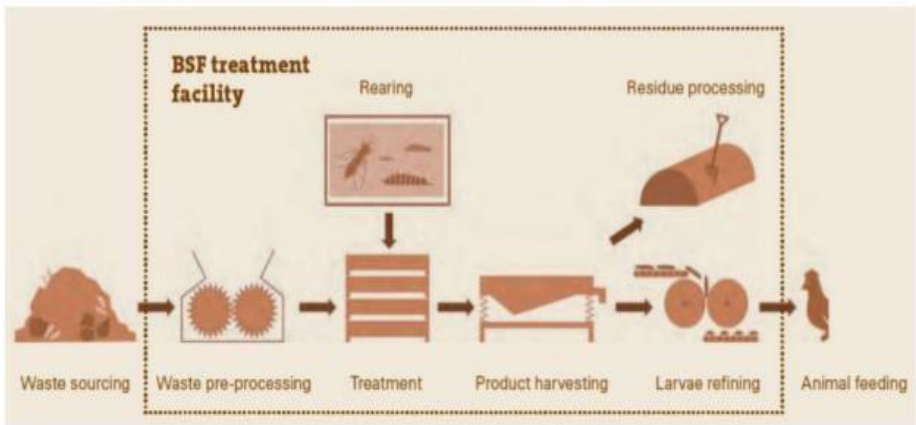
- Menyiram lantai kandang dengan teratur dan menggunakan desinfektan untuk membasmi mikroorganisme, baik itu kuman maupun bakteri, dari dalam kandang.
- Dijaga kebersihan kandang agar telur dan larva BSF terhindar dari serangan predator.

4.4 Bentuk dan Ukuran Kandang yang Baik

Fasilitas pengolahan BSF dapat didesain dan dioperasikan untuk mencapai target tertentu berdasarkan siklus hidup alami BSF.

Contohnya, biaya dapat diatur secara efektif dengan cara menambah kualitas larva atau memaksimalkan kuantitas massa larva yang diproduksi dalam waktu tertentu atau berdasarkan bahan baku, mirip

seperti sistem pembiakan hewan ternak (ayam, sapi, dll). Unit-unit dalam sistem pengolahan BSF disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Unit-unit dalam sistem pengolahan BSF

Fasilitas yang perlu ada dalam proses utama pengolahan sampah organik dengan BSF yaitu:

1. Unit pembiakan massal BSF

Unit ini digunakan untuk memelihara larva-larva kecil (disebut 5DOL) agar selalu tersedia dengan jumlah yang konsisten dan dapat digunakan untuk mengolah sampah organik yang datang setiap harinya di fasilitas pengolahan tersebut. Namun, dalam unit pemeliharaan ini, jumlah larva yang menetas dibatasi dalam jumlah tertentu untuk menjamin kestabilan pembiakan populasinya.

2. Unit penerimaan sampah dan praproses

Hal yang sangat penting adalah memastikan bahwa sampah yang diterima di fasilitas tersebut cocok untuk menjadi makanan bagi larva-larvanya. Untuk itu, langkah pertama adalah mengontrol sampah untuk memastikan bahwa sampah tersebut tidak mengandung material berbahaya dan bahan non-organik. Langkah selanjutnya adalah memperkecil ukuran partikel sampah, mengurangi kadar air jika tingkat kelembabannya terlalu tinggi, dan/atau mencampur beragam jenis sampah organik untuk menghasilkan makanan yang seimbang nutrisi dan kelembabannya untuk larva (70-80%). Macam-macam tipe sampah organik yang sesuai untuk pengolahan dengan BSF disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Macam-macam tipe sampah organik yang sesuai untuk pengolahan dengan BSF

Sampah perkotaan	Sampah Agro-industri	Pupuk dan feses
Sampah organik perkotaan	Sampah pengolahan makanan	Kotoran unggas
Sampah makanan dan restoran	Biji-bijian sisa	Kotoran babi
Sampah pasar	Sampah rumah potong hewan	Kotoran manusia Lumpur tinja

V. PRODUK YANG DIHASILKAN

5.1 *Maggot*

Maggot memiliki kandungan protein yang tinggi, yakni sekitar 3045% sehingga sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Azir *et al.* 2017). Kandungan protein yang tinggi ini sangat berpotensi dalam pertumbuhan dan pembesaran ternak. Selain protein, *maggot* juga mengandung asam laurat yang berperan sebagai antimikroba dan kitin yang dapat meningkatkan respon kekebalan dan kesehatan ternak (Harlystiarini 2017).

5.2 Lalat

Sisa lalat yang sudah mati dapat menjadi bahan tambahan dalam pembuatan kompos.

5.3 Sisa Pakan *Maggot*

Sisa pakan *maggot* dapat diolah menjadi pupuk organik cair (POC). POC merupakan pupuk berupa cairan berasal dari sisa-sisa makanan, tanaman, atau hewan yang sudah mengalami fermentasi dengan kandungan bahan kimianya maksimum 5% (Hadisuwito 2012). POC dapat dibuat dari berbagai sumber, seperti:

- **Sisa pakan *maggot***

Sisa pakan *maggot* biasanya berupa limbah sayur dan buah (limbah organik). Limbah organik ini mengandung unsur hara, khususnya nitrogen, fosfor, dan kalium yang dapat meningkatkan kualitas produksi pertanian (Meriatna *et al.* 2018).

- **Nasi basi**

Nasi basi dapat dijadikan sebagai bahan baku mikroorganisme lokal (MOL) yang merupakan bioaktivator pembuatan POC. POC nasi basi dapat menyediakan nutrisi bagi tanaman, menunjang produktivitas, dan mempercepat pertumbuhan tanaman (Selviana 2019).

- **Limbah ikan**

Limbah ikan (jeroan) mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Lepongbulan *et al.* 2017).

- **Kotoran sapi**

Pemberian POC kotoran sapi dapat menambah ketersediaan unsur hara tanah, juga memperbaiki struktur udara dan tata udara tanah sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perakaran tanaman (Farida dan Rohaeni 2019).

5.4 Pembuatan POC dari Limbah Sayur

Alat-alat yang diperlukan :

- Drum ataupun wadah bekas kaleng krupuk atau wadah lain.
- Karung beras ataupun kantong plastik ukuran 25 kg.
- Penutup drum atau plastik hitam, agar sinar matahari dan air hujan tidak dapat masuk ke wadah.
- Tali pengikat
- Batu untuk pemberat

Setelah alat dan bahan terkumpul, selanjutnya untuk membuat POC dari limbah sayur dengan EM4 (atau bahan lainnya yang mengandung bakteri pengurai) yaitu dengan mengikuti 7 langkah berikut ini:

1. Potong limbah sayur yang akan dijadikan POC.
2. Kemudian limbah sayuran yang telah terpotong dimasukkan ke dalam karung, setengah penuh dan tekan sampai padat, lalu diikat.
3. Masukkan larutan media (Molases, Air beras, EM4, dan Air bersih) ke dalam ember.
4. Masukkan karung tadi ke dalam ember hingga terendam seluruhnya dan berikan beban diatas karung tersebut agar tidak mengapung. Tutup rapat hingga udara tidak dapat masuk.

5. Simpan selama 7-10 hari di tempat teduh yang terhindar dari sinar matahari langsung.
6. Setelah proses fermentasi selesai, angkat karung dan pisahkan dari larutan media.
7. Pupuk cair organik sudah dapat digunakan.

Indikator Keberhasilan Membuat POC dari Limbah Sayur

1. Adanya bercak-bercak putih pada permukaan cairan
2. Warna cairan kuning kecoklatan
3. Aroma bau dan menyengat

5.5 Kompos dari Hasil Budidaya *Maggot*

Kompos merupakan hasil penguraian bahan organik (sayuran, buah, sisa tanaman) yang dibantu oleh organisme pengurai. Dalam peristiwa ini, organisme pengurai yang dimaksud adalah *maggot*. Kompos yang dihasilkan dari budidaya *maggot* sendiri sudah sesuai dengan standar SNI sehingga dapat digunakan pada lahan-lahan pertanian komersial. Kompos yang dihasilkan dari budidaya *maggot* ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan menggunakan EM4 yakni kandungan hara yang lebih tinggi terutama pada unsur hara kalium.

Alat dan Bahan yang Digunakan :

- Baskom yang telah berisi *maggot* dan makanannya yakni berupa sayuran dan atau buah.

Jika alat dan bahan sudah terkumpul maka lakukan hal berikut :

- Limbah sayuran dan *maggot* dibiarkan hingga 20-30 hari.
- Jika ingin hasil yang lebih maksimal, berikan tambahan makanan kepada *maggot* berupa buah-buahan. Buah-buahan tersebut diberikan kepada setiap 0,5 kg *maggot* per harinya.

Indikator keberhasilan Pembuatan Kompos

Ciri-ciri jika kompos berhasil dibuat adalah memiliki bau, warna dan tekstur yang mirip dengan tanah.

5.6 Penggunaan POC

- Pemberian dilakukan dengan 2 cara:
 1. Penyiraman pada media tanam di sekitar perakaran
 2. Penyemprotan langsung pada bagian yang membutuhkan tambahan nutrisi
- Pemberian 2-3 kali selama masa tanam, dengan dosis 10 ml POC/liter air.

5.7 Penggunaan Kompos

- Kompos hasil *maggot* yang dapat digunakan adalah kompos hasil pengolahan selama 30 hari.
- Penanaman di polybag : campurkan tanah dengan kompos dengan perbandingan 2 : 1, lalu diamkan selama \pm 2 minggu, kemudian ditanami benih atau bibit tanaman.
- Penanaman langsung di lahan : masukan kompos sebanyak 1015 g/lubang tanam, diamkan selama \pm 2 minggu, kemudian ditanami bibit tanaman, misalnya selada, tomat, cabai, dll.