

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sampah dan Jenis Sampah**

Menurut UU RI No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan menurut (Nugroho, 2013). sampah adalah barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi bagi sebagian orang masih bisa dipakai jika dikelola dengan prosedur yang benar. Dari beberapa pengertian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sampah adalah segala sesuatu hasil dari kegiatan manusia yang dianggap tidak berguna lagi.

Berdasarkan sifat kimia unsur pembentuknya, sampah padat dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu sebagai berikut :

1. Sampah organik atau sering disebut sampah basah adalah jenis sampah yang berasal dari jasad hidup sehingga mudah membusuk dan dapat hancur secara alami. Contohnya adalah sayuran, daging, ikan, nasi, dan potongan rumput atau daun dan ranting dari kebun.
2. Sampah non organic atau sampah kering adalah sampah yang tersusun dari senyawa non organik yang berasal dari sumber daya alam tidak diperbaharui seperti mineral dan minyak bumi atau dari proses industry. Contohnya adalah botol gelas, plastik, kaleng dan logam. (Zubair dkk, 2011).

#### **2.2 Biokonversi**

Semenjak paten internasional produksi maggot keluar dengan nomor publikasi WIPO: WO/2009/136057 dan nomor aplikasi PCT/FR2009/050592 dan paten di Thailand (Thailande nomor 0901001753) tahun 2009, hingga saat ini kegiatan produksi maggot sebagai agen biokonversi hamper tidak pernah terpublikasi lagi. Pada awalnya kegiatan biokonversi diarahkan pada pengolahan limbah pabrik

minyak inti sawit (PKO) berupa bungkil kelapa sawit (PKM) untuk pemenuhan kebutuhan pakan ikan. Namun seiring perkembangan waktu PKM tidak diklasifikasikan sebagai limbah karena memiliki nilai ekonomis untuk beberapa tujuan diantaranya sebagai bahan pakan ternak dan bahan bakar (Adesehinwa, 2007). Produksi maggot ukuran kecil (*mini larvae*) akhirnya menjadi solusi ketergantungan proses biokonversi dari pemanfaatan PKM menjadi limbah organik lainnya (Hem, 2011). Dengan adanya teknologi baru pada proses biokonversi sangat diharapkan dapat memberi solusi pada krisis sumber protein pakan ikan.

Perkembangan akuakultur selama 15 tahun terakhir dari tahun 1984 hingga tahun 2000 terus mengalami kemajuan yang pesat, produksinya meningkat dari 13 hingga 36 juta ton (FAO, 2004). Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, akuakultur juga memacu potensinya untuk terus berkembang dalam upaya memenuhi kebutuhan protein masyarakat. Peningkatan produksi akuakultur secara otomatis meningkatkan kebutuhan akan pakan ikan. Namun disisi lain tepung ikan sebagai salah satu sumber protein penting dalam formulasi pakan ikan, mulai mengalami fase stagnan semenjak tahun 90-an (Fahmi, 2009) . Kondisi ini tentu menjadi kendala yang cukup besar bagi pertumbuhan budidaya perikanan. Untuk menghadapi masalah tersebut maka dilakukan upaya untuk mencari pengganti tepung ikan (*fishmeal replacement*). Beberapa penelitian telah berhasil menemukan bahan-bahan pengganti tepung ikan, seperti penggunaan tepung keong, bulu ayam, kedele dan bungkil kelapa sawit (*Palm Kernel Meal*; PKM). Namun pada tahap aplikasi umumnya bahan-bahan tersebut mengalami kendala yaitu ketersediaan yang masih terbatas dan sebagian bahan baku juga digunakan oleh manusia sebagai sumber protein seperti tepung kedele (IRD, 2004).

Oleh karena itu dibutuhkan sumber protein yang tersedia dalam jumlah melimpah dan tidak bersaing dengan manusia dalam pemanfaatannya (Fahmi dkk, 2009), seperti limbah organik. Namun sebagian besar limbah organik atau limbah organik yang tersedia dalam jumlah berlimpah umumnya berasal dari tumbuhan (nabati), sehingga pemberian limbah organik secara langsung kepada ikan sebagai hewan monogastrik tidak dapat dilakukan (Warburton dan Hallman, 2002) (Hem

dkk, 2008). Sehingga dibutuhkan sebuah proses transformasi dari protein nabati menjadi hewani yaitu melalui proses biokonversi.

Biokonversi merupakan proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga (family: Chaliforidae, Mucidae, Stratiomyidae) (Newton dkk, 2005) (Warburton dan Hallman, 2002). Biomas agen biokonversi selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Hingga saat ini bahan baku pakan ikan sebagian besar diperoleh dari import terutama sumber protein (tepung ikan). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan maka perlu diupayakan pengganti tepung ikan dengan kriteria sebagai berikut dapat diproduksi dalam jumlah masal, mudah didapatkan dan memiliki kandungan nutrisi yang baik (Fahmi dkk, 2009). Larva serangga *Hermetia illucens* (famili: Stratiomyidae, Genus: *Hermetia*) banyak di temukan pada limbah-limbah organik dan tidak dilaporkan sebagai agen penyebar penyakit ( Newton dkk, 2005). Salah satu kunci keberhasilan proses biokonversi dengan menggunakan magot adalah kemampuan memproduksi magot kecil dalam jumlah banyak dan selanjutnya digunakan sebagai agen perombak berbagai limbah organik (WIPO: WO/2009/136057; (Fahmi dkk, 2007); (Tomberlin dkk, 2009). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi paten produksi mini-larve dalam mendekomposisi berbagai limbah organik dan sebagai pakan ikan alternatif

### **2.3 Black Soldier Fly**

*Black Soldier Fly* (BSF), lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*, Diptera: *Stratiomyidae*) adalah salah satu insekta yang mulai banyak dipelajari karakteristiknya dan kandungan nutriennya. Lalat ini berasal dari Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia (Čičková, 2015). Terdapat beberapa tahapan dalam siklus hidup *black soldier fly*, yakni diawali dengan fase telur oleh lalat *black soldier*, kemudian telur itu menetas dan menjadi larva yang disebut maggot, maggot berkembang menjadi pupa dan kemudian berkembang menjadi lalat *black soldier*.

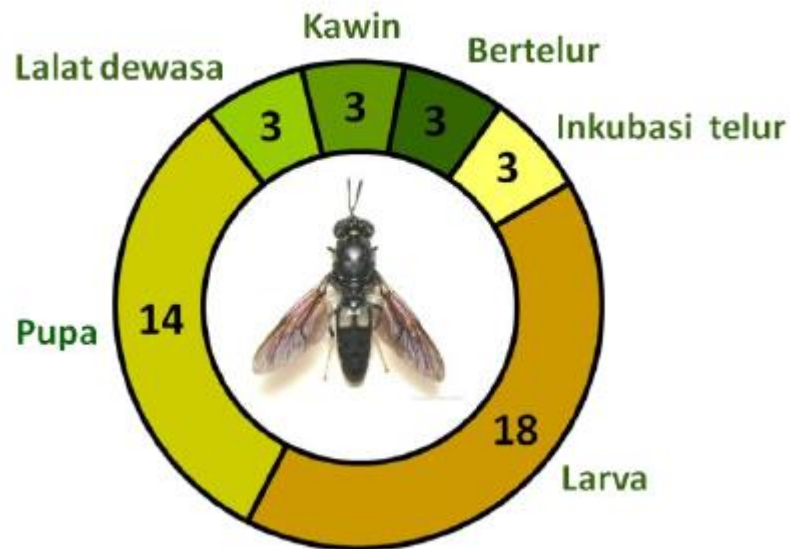
*Black Soldier Fly* berwarna hitam dan bagian segmen basal abdomennya berwarna transparan (*wasp waist*) sehingga sekilas menyerupai abdomen lebah. Panjang lalat berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari (Gambar 1). Saat lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap masih terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Lalat dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional, karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Kebutuhan nutrisi lalat dewasa tergantung pada kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Ketika simpanan lemak habis, maka lalat akan mati (Makkar dkk, 2014). Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin, 2009).



Gambar 2. 1 Morfologi larva dan pupa

Menurut Tomberlin dkk. (2002) bahwa siklus hidup BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-43 hari, tergantung dari kondisi lingkungan dan media pakan yang diberikan (Gambar 2). Lalat betina akan meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran unggas atau ternak, tumpukan limbah Bungkil Inti Sawit (BIS) dan limbah organik lainnya. Lalat betina tidak akan meletakkan telur di atas sumber pakan secara langsung dan tidak akan mudah terusik apabila sedang bertelur. Oleh karena itu,

umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus yang berongga diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat telur.



Angka yang tercantum dalam skema menunjukkan lama waktu perkembangan BSF dalam setiap tahapan metamorfosisnya (hari)

*Gambar 2. 2 Siklus hidup BSF (Sumber: Tomberlin et al. (2002) yang dimodifikasi)*

Seekor lalat betina BSF normal mampu memproduksi telur berkisar 185-1235 telur (Rachmawati dkk, 2010). Literatur lain menyebutkan bahwa seekor betina memerlukan waktu 20-30 menit untuk bertelur dengan jumlah produksi telur antara 546-1.505 butir dalam bentuk massa telur (Tomberlin dkk, 2002). Berat massa telur berkisar 15,8- 19,8 mg dengan berat individu telur antara 0,026-0,030 mg. Waktu puncak bertelur dilaporkan terjadi sekitar pukul 14.00-15.00. Lalat betina dilaporkan hanya bertelur satu kali selama masa hidupnya, setelah itu mati (Tomberlin dkk, 2009).

Dalam waktu dua sampai empat hari, telur akan menetas menjadi larva instar satu dan berkembang hingga ke instar enam dalam waktu 22-24 hari dengan rata-rata 18 hari (Barros-Cordeiro, 2014). Ditinjau dari ukurannya, larva yang baru menetas dari telur berukuran kurang lebih 2 mm, kemudian berkembang hingga 5 mm. Setelah terjadi pergantian kulit, larva berkembang dan tumbuh lebih besar

dengan panjang tubuh mencapai 20-25 mm, kemudian masuk ke tahap prepupa. (Tomberlin, 2009) menyebutkan bahwa larva betina akan berada di dalam media lebih lama dan mempunyai bobot yang lebih berat dibandingkan dengan larva jantan. Secara alami, larva instar akhir (prepupa) akan meninggalkan media pakannya ke tempat yang kering, misalnya ke tanah kemudian membuat terowongan untuk menghindari predator dan cekaman lingkungan.

Maggot umumnya dikenal sebagai organisme pembusuk karena kebiasaannya mengkonsumsi bahan-bahan organik. Maggot mengunyah makanannya dengan mulutnya yang berbentuk seperti pengait (*hook*). Maggot dapat tumbuh pada bahan organik yang membusuk di wilayah temperate dan tropis. Maggot yang telah berubah menjadi lalat tidak akan makan, tetapi hanya membutuhkan air untuk minum saja, sebab nutrisi hanya diperlukan untuk reproduksi selama fase larva.

Maggot dapat memakan hampir segala jenis sampah organik karena luasnya jangkauan toleransi terhadap PH makanan. Sebagian besar bahan organik dengan kandungan air sebanyak 60% sampai 90% dan dengan ukuran partikel yang spesifik pasti akan dicerna (Eawag, 2017). Berikut adalah macam-macam sampah organik yang dapat diolah dengan BSF :

*Tabel 2. 1 Macam-macam sampah organik yang sesuai untuk pengolahan dengan BSF*

Sampah Perkotaan	Sampah Agro Industri	Pupuk dan feses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sampah organik perkotaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sampah pengelolaan makanan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotoran unggas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sampah makanan dan restoran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biji-biji bekas pakai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kototran babi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sampah pasar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sampah rumah potong hewan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotoran manusia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lumpur tinja</li> </ul>

Sumber : eawag, 2017

*Hermetia illucens* dalam siklus hidupnya tidak hinggap dalam makanan yang langsung dikonsumsi manusia. Dalam usia dewasa makanan utamanya adalah sari bunga, sedangkan pada usia muda makanannya berasal dari cadangan makanan yang ada dalam tubuhnya. Perkembangbiakan dilakukan secara seksual, yang betina mengandung telur, kemudian telur diletakan pada permukaan yang bersih, namun berdekatan dengan sumber makanan yang cocok untuk larva. Larva kecil akan sangat banyak mengurai sampah organik dan proses tersebut berhenti ketika maggot mencapai fase pupa

## **2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Maggot**

### **a) Suhu**

Kondisi suhu pada media maggot akan berpengaruh pada produksi serta laju pertumbuhan. Menurut (Tomberlin, 2009) maggot *Hermetia illucens* yang dikembangkan di media dengan suhu 27°C pertumbuhannya lebih lambat, dibandingkan suhu 30°C dan jika suhu media mencapai 36°C tidak akan ada maggot yang dapat bertahan hidup.

### **b) Tingkat Keasaman (pH)**

Tingkat keasaman (pH) menunjukkan banyaknya ion hidrogen pada suatu bahan. Suatu mikrobia membutuhkan suatu kondisi pH tertentu untuk dapat tumbuh, hal ini berkaitan dengan permeabilitas membran sitoplasma dan metabolisme mikrobia. Setiap mikrobia memiliki tingkat toleransi terhadap lingkungan pH yang berbeda-beda tergantung permeabilitas membran sitoplasmannya.

## 2.5 Persyaratan Kompos

### A. Kematangan Kompos

Karakteristik pupuk kompos yang telah mengalami proses dekomposisi (Djuarnani, 2005) adalah sebagai berikut :

- 1) Penurunan temperatur di akhir proses
- 2) Penurunan kandungan organik pupuk kompos. kandungan air. dan rasio C/N
- 3) Berwarna coklat tua sampai kehitam- hitaman
- 4) Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga di akhir proses
- 5) Adanya warna putih atau abu-abu, karena proses mikroba
- 6) Memiliki temperatur yang hampir sama dengan temperatur udara
- 7) Tidak mengandung asam lemak yang kuat

Adapun syarat kematangan kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 dapat ditunjukkan oleh hal-hal berikut :

- 1) C/N - rasio mempunyai nilai (10-20) : 1
- 2) Suhu sesuai dengan dengan suhu air tanah.
- 3) Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah.
- 4) Berbau tanah.

*Tabel 2. 2 Parameter Fisik Kompos*

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	pH	-	6,8	7,49
3	Bau			berbau tanah
4	Warna			kehitaman
5	Besar Partikel	mm	0,55	25
6	Suhu	°C	-	suhu air tanah
7	Bahan asing	%	-	1,5

*Sumber : SNI 19-7030-2004*