

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akuakultur merupakan salah satu sektor dengan laju pertumbuhan tercepat di tingkat global. Saat ini, hampir 50% kebutuhan pangan dunia dipenuhi melalui produksi perikanan, dan proporsi tersebut diperkirakan meningkat hingga 70% pada tahun 2030 (Obiero *et al.*, 2019). Peningkatan pesat industri akuakultur tersebut secara langsung berimplikasi pada meningkatnya kebutuhan pakan ikan. Pakan berperan penting sebagai penyedia nutrisi esensial yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan optimal, kelangsungan hidup, serta menjaga fungsi fisiologis ikan. Selain itu, pakan juga menjadi faktor dominan dalam biaya operasional budidaya, dengan kontribusi sekitar 60% dari total pengeluaran (Pauly dan Zeller, 2017).

Tepung dan minyak yang berasal dari *Black Soldier Fly Larvae* (BSFL) telah diidentifikasi sebagai salah satu alternatif bahan pakan yang berpotensi menggantikan tepung ikan dan minyak ikan. Potensi tersebut terutama relevan pada formulasi pakan untuk ikan karnivora maupun jenis hewan lain, karena kandungan protein dan lipid BSFL yang tinggi meskipun bersumber dari limbah organik berbasis tumbuhan (Kroeckel *et al.*, 2012). Pentingnya peran tepung ikan dan minyak ikan dalam kegiatan akuakultur memang telah banyak diakui, namun ketersediaannya semakin terbatas akibat adanya kompetisi dengan kebutuhan konsumsi manusia serta berkurangnya stok perikanan. Kondisi ini, ditambah dengan meningkatnya biaya produksi, mendorong perlunya pengembangan bahan pakan alternatif yang lebih berkelanjutan (Li *et al.*, 2016).

Hingga saat ini, teknologi BSF telah berhasil diuji dalam skala laboratorium. Namun, sejauh mana hasil penelitian laboratorium tersebut dapat diaplikasikan di lapangan masih belum dapat dipastikan, sementara hal ini menjadi prasyarat penting bagi penerapan teknologi tersebut dalam skala industri di masa mendatang (Stefan *et al.*, 2011). Beberapa perusahaan berfokus secara khusus pada pembesaran larva serta produksi tepung serangga dan produk turunannya, sementara perusahaan lain lebih mengkhususkan diri pada produksi telur dan neonatus untuk tujuan komersial. Pendekatan ini menghadapi tantangan utama pada tahap penyimpanan dan distribusi telur maupun neonatus serangga yang sangat sensitif. Telur serangga rentan terhadap fluktuasi suhu dan dehidrasi, yang berakibat pada penurunan hasil produksi. Sementara itu, neonatus memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih baik dibandingkan telur, namun lebih rentan terhadap kepadatan selama proses penyimpanan (Susinchain).

Pengiriman telur maggot BSF secara komersial masih menghadapi kendala, seperti kontaminasi jamur, atau menetas sebelum tiba di tujuan. Kondisi ini, ditambah dengan suhu dan daya tetas, bahkan menimbulkan kerugian ekonomi karena telur tidak memiliki media pakan memadai. Hingga kini, literatur ilmiah mengenai penyimpanan telur maggot masih terbatas dan belum ada SOP baku yang mengatur prosesnya. Sebagian besar pelaku usaha masih memakai metode penyimpanan di wadah sederhana tanpa memperhatikan ketahanan terhadap kelembapan, dan kualitas udara. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi



berbagai metode pengemasan untuk memperoleh teknik yang lebih efektif dan efisien (Deruytter *et al.*, 2023).

Maggot berpotensi menjadi salah satu sumber pakan ikan alternatif yang berkelanjutan karena tidak bersaing dengan kebutuhan pangan manusia. Namun demikian, telur maggot memiliki karakteristik yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga memerlukan perlakuan khusus selama proses pengiriman. Beberapa pembudidaya maggot menambahkan pakan cadangan ke dalam kemasan untuk mengantisipasi kemungkinan telur menetas selama perjalanan. Akan tetapi, metode tersebut berpotensi menimbulkan masalah, seperti munculnya hama pada media pengemasan. Oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi dalam teknik pengiriman guna meminimalkan risiko dan memastikan kualitas telur tetap terjaga hingga sampai ke tujuan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi metode pengiriman yang telah diterapkan oleh pembudidaya dan mengidentifikasi risiko yang mungkin timbul akibat metode pengemasan. Sedangkan manfaat dan kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan inovasi dan rekomendasi kepada pelaku usaha dalam mengoptimalkan metode pengiriman telur maggot agar lebih efisien, aman dan berkelanjutan.

1.3 Teori

1.3.1 Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)

Klasifikasi Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) menurut Linnaeus 1758) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Ordo : Diptera
 Family : Stratiomyidae
 Subfamily : Hermetiinae
 Genus : Hermetia
 Species : *Hermetia illucens*

Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dewasa memiliki ukuran tubuh sekitar 15–20 mm dengan bentuk agak pipih. Individu betina umumnya berwarna biru kehitaman, sedangkan jantan cenderung memiliki abdomen berwarna cokelat. Pada k jantan maupun betina, terdapat warna putih, sementara sayapnya u-abuan dan dilipat rata di atas punggung saat beristirahat. Bentuk g dan mengecil pada bagian pangkal, dengan dua segmen awal ng translusen. Pola venasi sayap tersusun rapat di dekat costa dan men dibandingkan bagian posterior, sedangkan vena C tidak



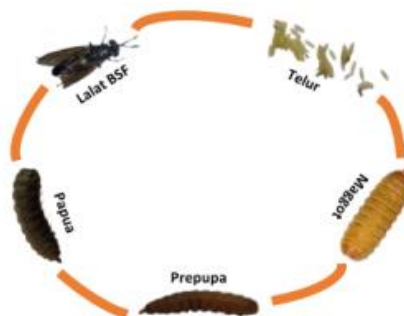
membentuk lingkaran penuh di sepanjang tepi sayap (Wangko, 2014). Untuk melihat gambar lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lalat BSF (*Hermetia illucens*)
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

1.3.2 Siklus Hidup Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)

Siklus hidup BSF terdiri atas empat tahap, yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Pada fase akhir larva (prepupa), individu bermigrasi menuju tempat kering yang sesuai untuk kemudian bertransformasi menjadi pupa. Imago BSF bukan merupakan hama maupun vektor penyakit, karena kehidupannya hanya bergantung pada cadangan lemak yang tersimpan selama fase larva dan selanjutnya hanya memerlukan air untuk bertahan hidup. Betina BSF meletakkan telur di sekitar tepi sumber pakan larva, bukan langsung pada substrat, sehingga tidak berperan dalam penularan patogen dari limbah (Liu *et al.*, 2017). Untuk melihat siklus hidup lalat BSF dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus hidup lalat BSF
Sumber: Herlinda dan Jelly, 2021

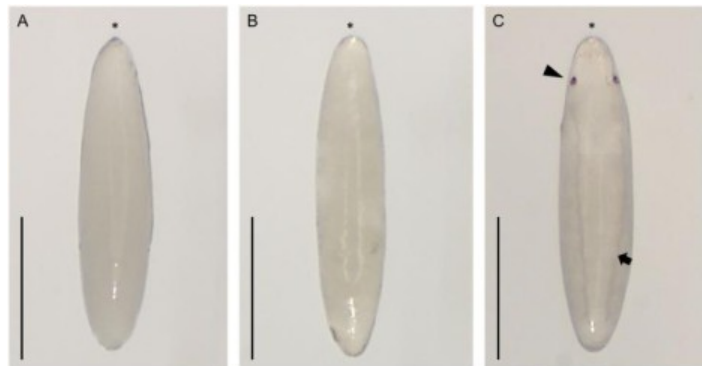
1.3.3 Perkembangan Telur Lalat *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)



Optimized using
trial version
www.balesio.com

h dibuahi memiliki bentuk memanjang dengan ukuran sekitar 2 mm homogen. Proses penetasan umumnya berlangsung dalam rentang pat hari setelah peletakan, dengan perubahan warna dan morfologi selama perkembangan embrio. Pada 24 jam pertama, telur n warna menjadi kuning pucat dengan bagian ujung yang tampak

translusen, sehingga sumbu antero-posterior dapat dikenali. Bagian anterior berbentuk meruncing dan tembus cahaya, sedangkan bagian posterior cenderung membulat dan lebih opak. Memasuki 72 jam perkembangan, telur memperlihatkan warna kuning yang lebih intens. Pada tahap ini, dua titik merah yang merupakan cikal bakal antena larva dapat diamati pada kutub anterior, serta dua saluran paralel dari batang trakea utama terlihat memanjang mengikuti sumbu antero-posterior (Bruno *et al.*, 2025). Untuk dapat melihat perkembangan telur lalat BSF dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perkembangan Telur BSF (A) Telur Baru (B) Perkembangan Telur dalam Waktu 24 Jam (C) Perkembangan Telur dalam Waktu 72 Jam

1.3.4 Hubungan Penetasan Telur BSF dengan Lingkungan

Kondisi lingkungan sangat menentukan keberhasilan pengiriman telur BSF. Suhu yang terlalu rendah ($<6^{\circ}\text{C}$) dapat menghambat perkembangan embrio hingga menyebabkan kematian, sementara suhu yang terlalu tinggi berisiko memicu penetasan dini. Kelembapan juga berperan penting; kondisi terlalu kering membuat telur cepat rusak, sedangkan kelembapan berlebih dapat menumbuhkan jamur atau bakteri. Selain itu, keberadaan atraktan atau media pendukung memengaruhi kelangsungan hidup larva yang menetas selama perjalanan. Media yang terlalu kering tidak mampu menyediakan nutrisi awal, sedangkan atraktan dengan kelembapan yang sesuai dapat membantu mempertahankan viabilitas. Oleh karena itu, pengendalian suhu, kelembapan, dan media dalam kemasan menjadi faktor kunci untuk menjaga kualitas telur selama distribusi (Suinchain).



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 hari yang berlangsung mulai tanggal 19 Agustus – 23 Agustus 2025. Pengambilan sampel bertempat di PT. Agrofarm Econesia, Kecamatan Segeri, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Kemudian, pengamatan perkembangan telur dilaksanakan di Laboratorium Pakan Alami Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian dapat dilihat pada tabel-tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang Digunakan Selama Penelitian

Nama alat	Fungsi
Mikroskop stereo	Mengamati perkembangan telur BSF
<i>Vacum sealer</i>	Menciptakan metode baru
<i>Cutter</i>	Memisahkan telur BSF
Gunting	Menggunting packaging telur BSF
Neraca analitik	Menimbang
Sendok plastic	Mengambil telur BSF
Spidol permanen	Memberikan tanda
Pulpen	Alat tulis
Keranjang	Wadah penyimpanan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat paada tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang Digunakan Selama Penelitian

Nama bahan	Fungsi
Telur Maggot BSF	Sampel uji penelitian
<i>Thin wall cup</i>	Media penyimpanan telur BSF
Plastik <i>ziplock klip</i>	Packaging
Plastik <i>embossed vaccum</i>	Packaging
Dedak	Media penyedia pakan
atung	Packaging
	Membersihkan
	Memberikan tanda pada



2.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode 4 perlakuan 10 ulangan sehingga total jumlah unit penelitian adalah 40 unit seperti terlihat pada gambar 4. Sampel berjumlah 10 butir/wadah yang dihitung dibawah mikroskop dan dipisahkan menggunakan pisau cutter. Sampel diperoleh dari PT. Agrofarm Econesia, Kecamatan Segeri, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Adapun perlakuan yang dicobakan adalah sebagai berikut:

Perlakuan A = packing menggunakan thinwall cup dengan persediaan pakan

Perlakuan B = packing menggunakan thinwall cup tanpa persediaan pakan

Perlakuan C = packing menggunakan ziplock dengan vakum manual

Perlakuan D = packing menggunakan ziplock dengan mesin vakum



Gambar 4. Kondisi Inkubasi Sampel Penelitian
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025



Gambar 5. Bentuk Packingan Setiap Perlakuan
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025



Penelitian

Penelitian terdiri atas pengambilan sampel yang kemudian dilakukan (media BSF bertelur) yang dilanjutkan dengan pemanenan telur

bertujuan untuk mendapatkan telur maggot BSF yang layak. Setelah itu, dilakukan proses *packing* yang berlangsung di PT. Agrofarm Econesia kemudian sampel dibawa ke Laboratorium Pakan Alami untuk dilakukan pengamatan perkembangan telur maggot BSF dan dilakukan *packing* ulang sesuai perlakuan.

2.4.1 Persiapan eggis (media bertelur lalat BSF)

Eggis yang digunakan sebagai sampel penelitian dibuat dari bahan kayu lis yang telah dilengkapi dengan bantalan sebagai ruang penampung telur lalat BSF. Setiap satu ikatan eggis terdiri atas tiga batang kayu lis dengan panjang masing-masing 30 cm. Pemilihan kayu lis sebagai bahan utama didasarkan pada sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, serta mampu menyediakan permukaan yang sesuai untuk peletakan telur BSF.

Setelah proses perakitan selesai, eggis yang telah siap digunakan kemudian ditempatkan di dalam kandang lalat BSF. Posisi penempatan eggis diatur tepat di atas media atraktan yang telah disiapkan sebelumnya. Penempatan ini bertujuan untuk menarik lalat betina agar meletakkan telurnya pada eggis, sehingga proses pengumpulan telur dapat berlangsung secara optimal dan seragam antar perlakuan. Tahapan persiapan eggis dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Persiapan Eggis lalat BSF
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.4.2 Sampel uji

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa telur maggot BSF yang berusia kurang dari 24 jam. Telur tersebut diperoleh dari eggis yang berfungsi sebagai media peletakan telur lalat BSF. Pemilihan telur dengan usia di bawah 24 jam dilakukan untuk memastikan bahwa sampel yang digunakan berada pada tahap perkembangan tingkat viabilitas yang seragam, sehingga hasil penelitian dapat lebih



lih memiliki warna kuning cerah mendekati putih sebagai indikator t masih baru. Proses pemanenan dilakukan dengan hati-hati bantu steril untuk mencegah kontaminasi. Untuk mengantisipasi sampel selama penelitian, telur yang dipanen ditimbang sebanyak 5

gram sebagai sampel uji yang siap digunakan pada tahap perlakuan selanjutnya. Gambar sampel uji dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Sampel Uji
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.4.3 Pemanenan telur

Sampel dipanen pada pagi hari diwaktu lalat BSF selesai bertelur. Telur yang siap dipanen kelihatan berkumpul dan memenuhi rongga eggis. telur dipanen dengan metode gerus menggunakan cutter yang tajam. Proses pemanenan harus secara perlahan untuk menjaga telur maggot tetap dalam kondisi optimal dan tidak pecah. Sediakan piring yang dilapisi tissue sebaga wadah pemanenan telur sebelum ditimbang. Tahapan pemanenan telur maggot dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pemanenan Telur
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.4.4 Packing pada lokasi pengambilan sampel



Optimized using
trial version
www.balesio.com

i Standar Operasional Prosedur (SOP) perusahaan untuk menjaga i tetap hidup hingga sampai di lokasi tujuan. *Packing* menggunakan ng bagian tutupnya dilobangi hampir seluas tutup toples. Di dalam an dedak sebagai persediaan pakan telur maggot dan sebagai tidak terlalu terguncang saat perjalanan. Telur dibungkus agar tidak bercampur secara langsung dengan dedak yang

disiapkan. *Tissue* memiliki fungsi lain yaitu untuk menjaga kelembapan telur sebagai upaya memperbesar tingkat keberhasilan penetasan telur. Di bagian tutup toples sosis dilapisi kain tipis untuk menjaga sirkulasi udara dan mencegah telur dan media keluar dari wadah packing. Bentuk *packing* telur dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Packing Telur Maggot
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.4.5 Packing pada lokasi penelitian

Packing sesuai dengan perlakuan yang diinginkan dilakukan di Laboratorium Pakan Alami Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan. Proses pengemasan (*packing*) dilakukan di Laboratorium Pakan Alami, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Penelitian ini terdiri atas empat perlakuan, yaitu: (A) pengemasan menggunakan wadah *thinwall cup* dengan penambahan persediaan pakan, (B) pengemasan menggunakan wadah *thinwall cup* tanpa persediaan pakan, (C) pengemasan menggunakan kantong *ziplock* dengan metode vakum manual, dan (D) pengemasan menggunakan kantong *ziplock* dengan mesin vakum. Telur BSF yang telah teridentifikasi terbuahi dipindahkan ke dalam wadah pengemasan pada masing-masing perlakuan. Setiap perlakuan berisi sebanyak 10 butir telur BSF. Untuk menjamin ketepatan jumlah telur pada setiap unit perlakuan, penghitungan telur dilakukan secara langsung menggunakan mikroskop.





Gambar 10. Packing Sesuai Perlakuan Penelitian
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.5 Pengamatan Harian

Pengamatan harian dilakukan secara rutin untuk memantau kondisi telur maggot selama proses penelitian serta mengevaluasi pengaruh metode *packing* terhadap tingkat keberhasilan pengiriman dan penetasan telur. Kegiatan pengamatan dilaksanakan dua kali dalam sehari, yaitu pada pagi dan sore hari, dengan interval waktu 12 jam.

Setiap kegiatan pengamatan diawali dengan pemeriksaan kondisi lokasi penelitian untuk memastikan sampel telur berada dalam keadaan aman dan bebas dari gangguan hama seperti semut, lalat liar, dan tikus. Setelah memastikan kondisi lingkungan stabil, peneliti melakukan pengumpulan data yang meliputi jumlah telur yang masih utuh, telur yang pecah, telur yang menetas, serta telur yang gagal menetas pada masing-masing perlakuan metode *packing*.

Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop untuk memperoleh visualisasi yang lebih detail terhadap morfologi telur maggot, dapat dilihat pada gambar 11. Dokumentasi hasil pengamatan dilakukan dengan mengambil gambar melalui lensa mikroskop menggunakan kamera ponsel. Semua hasil pengamatan kemudian dicatat secara sistematis ke dalam buku catatan lapangan (log book) dan dilengkapi dengan dokumentasi foto sebagai bahan pendukung analisis.

Data hasil pengamatan harian digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi efisiensi metode *packing* yang diterapkan, terutama dalam menjaga integritas telur selama proses pengiriman dan dalam mendukung tingkat keberhasilan penetasan setelah pengiriman.





Gambar 11. Pengamatan Harian
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

2.6 Pengukuran Parameter

Pada penelitian ini ada 2 parameter utama yang ingin dilihat, diantara lain yaitu sebagai berikut:

2.6.1 Hatching Rate

Hatching rate (HR) merupakan kemampuan telur untuk berkembang selama proses embriologis hingga menetas. Nilai hatching rate ditentukan dengan cara menghitung jumlah sampel telur yang menetas dan selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus yang dikemukakan oleh (Hui *et al.*, 2014 dalam Septihandoko *et al.*, 2011).

$$HR = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur keseluruhan}} \times 100\%$$

2.6.2 Tingkat Kerusakan Telur

Tingkat kerusakan telur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat kerusakan telur} = \frac{\text{Jumlah telur pecah}}{\text{Jumlah telur keseluruhan}} \times 100\%$$

2.7 Analisis Data



Hatching Rate dan persentase telur pecah diperoleh dan dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh yang nyata, maka uji *W-Tuckey*. Sebagai alat bantu untuk pelaksanaan uji statistik perangkat lunak computer program SPSS versi 23.0.