

## Identifikasi Enzim pada Maggot Black Soldier Flies (*Hermetia illucens*) yang Telah Dikeringkan

Salma Awalya Putri Yuliani \*, Vinda Maharani, Dina Mulyanti

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

awalyasalma22@gmail.com, solanum.tuberosum89@gmail.com, dina.sukma83@gmail.com

**Abstract.** BSF *maggot* (*Hermetia illucens*) is the larva of the black soldier fly which is widely used as a waste bioconversion agent. This study aims to see the characterization and enzyme activity of amylase, protease, and lipase in dried BSF *maggot*. The determination of enzyme activity was carried out colorimetrically using a UV-Vis spectrophotometer. Identification of amylase enzyme was carried out using amylum and DNS reagent which was then measured absorbance at a wavelength of 540 nm. For protease enzyme, the test was carried out using casein and TCA (Trichloroacetic Acid) then, the absorbance was measured at a wavelength of 660 nm. In the lipase enzyme, the test was carried out using the Kwon and Rhee method and the absorbance was measured at a wavelength of 715 nm. The results of this study showed the presence of amylase enzyme activity in BSF *maggot* Freeze Drying (FD) of 0.0273  $\mu\text{g/ml}$  and in BSF *maggot* oven (Ov) of 0.0298  $\mu\text{g/ml}$ . The protease activity of BSF *maggot* FD and Ov was 0.2320  $\mu\text{g/ml}$  & 0.3808  $\mu\text{g/ml}$ , respectively. Then, the lipase enzyme activity produced in BSF FD and Ov *maggot* amounted to 0.5756  $\mu\text{g/ml}$  and 0.5686  $\mu\text{g/ml}$ . Based on the results of this study, it shows that the characterization test on BSF *maggot* (water content & ash content) meets the requirements and enzyme activity is not affected by the drying method.

**Keywords:** *Maggot BSF, Freeze Drying, Oven, Enzyme.*

**Abstrak.** *Maggot* BSF (*Hermetia illucens*) merupakan larva dari lalat tentara hitam yang banyak dimanfaatkan sebagai agen biokonversi limbah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakterisasi dan aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase pada *maggot* BSF yang telah dikeringkan. Penentuan aktivitas enzim dilakukan secara kolorimetri menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Identifikasi enzim amilase dilakukan menggunakan amilum dan pereaksi DNS yang selanjutnya diukur absorbansi pada panjang gelombang 540 nm. Untuk enzim protease, pengujian dilakukan menggunakan kasein dan TCA (Trichloroacetic Acid) lalu, absorbansi diukur pada panjang gelombang 660 nm. Pada enzim lipase, pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Kwon dan Rhee dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 715 nm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya Aktivitas enzim amilase pada *maggot* BSF *Freeze Drying* (FD) sebesar 0,0273  $\mu\text{g/ml}$  dan pada *maggot* BSF oven (Ov) sebesar 0,0298  $\mu\text{g/ml}$ . Pada aktivitas protease *maggot* BSF FD dan Ov masing-masing sebesar 0,2320  $\mu\text{g/ml}$  & 0,3808  $\mu\text{g/ml}$ . Kemudian, aktivitas enzim lipase yang dihasilkan pada *maggot* BSF FD dan Ov sebesar 0,5756  $\mu\text{g/ml}$  dan 0,5686  $\mu\text{g/ml}$ . Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian karakterisasi pada *maggot* BSF (kadar air & kadar abu) memenuhi syarat dan aktivitas enzim tidak dipengaruhi metode pengeringan.

**Kata Kunci:** *Maggot BSF, Freeze Drying, Oven, Enzim.*

## A. Pendahuluan

Permasalahan penumpukan sampah di Indonesia terus berlangsung tanpa penyelesaian yang signifikan. Pada tahun 2024, timbunan sampah di Indonesia mencapai 22.879.610,40 ton per tahun, dengan sekitar 33,09% di antaranya belum dikelola dengan baik (SIPSN, 2024). Pengelolaan sampah yang kurang memadai dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan, seperti pencemaran air dan udara, serta memicu berbagai penyakit yang mengancam kesehatan masyarakat (Dewi, 2021). Salah satu solusi yang mulai diterapkan dalam pengelolaan sampah organik adalah biokonversi, yaitu proses penggunaan organisme hidup untuk mengubah sampah organik menjadi produk bernilai tinggi. Salah satu agen biokonversi yang semakin populer digunakan adalah larva Black Soldier Flies (BSF) atau yang dikenal sebagai *maggot* (Salman et al., 2020)

*Maggot* BSF merupakan larva dari lalat tentara hitam yang dapat tumbuh pada iklim tropis atau daerah dengan temperatur hangat. BSF mampu berkembang biak dengan cepat dan memiliki siklus hidup yang singkat, sehingga banyak yang memanfaatkan dan membudidayakannya (Seyedalmoosavi et al., 2022).

*Maggot* BSF banyak dimanfaatkan dan dibudidayakan oleh masyarakat sebagai agen konversi biomassa. *Maggot* BSF ini menjadi alternatif dalam penguraian limbah organik karena kemudahan dalam pengelolaannya. Kemampuan BSFL untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan dan pakan adalah salah satu faktor utama yang mendukung efisiensi mereka dalam proses biokonversi. Dibandingkan dengan serangga budidaya lainnya seperti larva ulat grayak, BSFL memiliki kemampuan untuk mengonsumsi dan berkembang pada berbagai sumber pakan yang lebih luas, termasuk sampah dapur, pupuk kandang, lumpur tinja, dan residu penyulingan. Fleksibilitas ini memungkinkan BSFL untuk berkontribusi secara signifikan dalam mengurangi volume sampah organik yang mencemari lingkungan (Seyedalmoosavi et al., 2022)

*Maggot* BSF telah terbukti efisien dalam menguraikan limbah organik karena kemampuannya mencerna berbagai jenis bahan organik dan mengkonversinya menjadi biomassa. Selain kemampuannya sebagai agen pengelola limbah, *maggot* BSF memiliki kandungan nutrisi yang kaya, termasuk protein sebesar 49,67%, lemak 21,17%, dan karbohidrat 0,18%, hal ini menjadikannya bahan yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam berbagai aplikasi, termasuk industri farmasi dan kesehatan (Cahyani et al., 2020).

Larva Black Soldier Fly (BSFL) memiliki kemampuan mencerna berbagai jenis bahan organik dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh kelenjar ludah dan saluran pencernaannya. Enzim utama yang ditemukan di dalam saluran pencernaan BSFL adalah amilase, lipase, dan protease. Dibandingkan dengan larva lalat rumah (*Musca domestica*), BSFL menunjukkan jumlah dan aktivitas enzim yang lebih tinggi. Aktivitas enzim pencernaan BSFL dapat bervariasi bergantung pada jenis makanan, kondisi lingkungan usus, pH, dan suhu lingkungan. Selain itu, faktor anti-nutrisi dalam substrat juga dapat mempengaruhi efisiensi pencernaan *Maggot* BSF (Seyedalmoosavi et al., 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada saluran cerna *maggot* BSF memiliki aktivitas enzim amilase sebesar 3,85 U/g, protease sebesar 3,33 OD/h/ $\mu$ g, dan lipase sebesar 7,75 U/g (Kim et al., 2011). Dengan aktivitas enzim yang tinggi ini, *maggot* BSF berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku untuk produk farmasi seperti suplemen pencernaan dan produk kosmetik. Selain itu, aktivitas enzim yang tinggi ini juga menunjukkan kemungkinan besar untuk digunakan dalam pengolahan limbah dan pembuatan pakan ternak dengan kandungan nutrisi yang optimal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kim et al. (2011) pengujian aktivitas enzim dilakukan dengan menggunakan sampel saluran cerna *maggot* BSF yang memungkinkan pengerjaannya lebih rumit. Oleh karena itu, perlu pengkajian mengenai aktivitas enzim pada *maggot* BSF utuh yang memungkinkan kemudahan dalam pengerjaan dan mengidentifikasi aktivitas enzim selain dari saluran cerna.

Berdasarkan penjelasan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dirancang pada penelitian ini adalah bagaimana hasil yang diperoleh dari karakterisasi dan identifikasi enzim pada *maggot* BSF yang dikeringkan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi dan melihat aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase pada *maggot* BSF yang telah dikeringkan. Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi data untuk acuan pengembangan produk baru dalam ranah kesehatan seperti suplemen, kosmetika, dan obat, sebagai acuan analisis gizi untuk pakan ternak, serta menjadi sumber acuan untuk penelitian selanjutnya.

## B. Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium riset prodi farmasi fakultas MIPA Universitas Islam Bandung. Pengujian dilakukan terhadap *maggot* BSF hasil budidaya di Kecamatan Arcamanik, Bandung, Jawa Barat yang diberi pakan limbah organik. *Maggot* BSF dikembangbiakkan dengan diberi substrat limbah organik kemudian dipanen pada usia 18 hari dan dilakukan sortasi. *Maggot* BSF utuh yang berasal dari hasil budidaya tersebut dilakukan determinasi di Laboratorium Entomologi, Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada, untuk memastikan kebenaran bahan. Selanjutnya, dilakukan pengeringan *maggot* menggunakan *freeze drying* pada suhu 4°C selama 48 jam dan menggunakan oven suhu 50°C selama 3 hari. *Maggot* BSF yang sudah dikeringkan masing-masing ditimbang dan dihitung bobot rendemennya. Selanjutnya *maggot* BSF diblender untuk diuji karakterisasi bahan meliputi kadar abu dan kadar air.

Pada penentuan kadar air *maggot* BSF kering dilakukan dengan menggunakan destilasi azeotrop. *Maggot* BSF ditambahkan ke dalam toluen yang sebelumnya telah dilakukan penjuhan dengan aquadest. Penyulingan dilakukan hingga volume air pada bahan dan toluen terpisahkan. Volume air yang tertampung akan terlihat pada skala lalu dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Kadar air} = \frac{\text{ml air} \times \text{BJ air} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right)}{\text{Bobot sampel (gr)}} \times 100\% \quad (1)$$

(Depkes RI, 2000)

Pengujian karakteristik *maggot* BSF selanjutnya adalah penetapan kadar abu secara gravimetri. Krus kosong dipijarkan ke dalam tanur selama 30 menit dan ditimbang secara seksama. Selanjutnya *maggot* BSF kering dimasukkan ke dalam krus dan dilakukan pengabuan pada 600°C selama 24 jam hingga tersisa abu. Krus didinginkan dan ditimbang hingga mencapai bobot konstan, lalu dihitung persentase kadar abunya.

$$\% \text{Kadar abu} = \frac{B_1 - B_2}{B} \times 100\% \quad (2)$$

(Azir et al., 2017)

### Keterangan:

**B** = Berat Sampel

**B1** = Berat cawan kosong (g)

**B2** = Berat cawan dan sampel setelah dikeringkan (g)

Pada *maggot* BSF kering tersebut dilakukan ekstraksi untuk diuji aktivitas enzimnya. Ekstraksi dilakukan pada *maggot* BSF kering yang ditambahkan buffer fosfat pH 7,2 dengan perbandingan 1:4. Selanjutnya, dilakukan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm di suhu 4°C selama 10 menit. Supernatan diambil untuk dilakukan pengujian aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase.

Pada pengujian aktivitas enzim amilase, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan induk glukosa sebagai standar. Larutan dibuat seri pengenceran pada beberapa konsentrasi yaitu 1500, 3000, 4500, 6000, 7500, dan 9000 µg/mL. Kemudian uji aktivitas enzim *maggot* BSF dilakukan secara duplo menggunakan ekstrak yang telah dibuat, lalu ditambahkan amilum 1% sebagai substrat. Dilakukan inkubasi pada suhu 40°C selama 10 menit agar reaksi dapat berjalan. Reaksi dihentikan dengan ditambahkan pereaksi dinitrosalisilat (DNS). Campuran tersebut diukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Aktivitas enzim dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\text{Aktivitas Amilase (U/ml)} = \frac{\text{konsentrasi}(\mu\text{g/ml}) \times \text{Volume Sampel} \times \text{faktor pengenceran}}{180,15 \times \text{waktu inkubasi}} \quad (3)$$

(Supriyatna et al., 2015)

Pada pengujian aktivitas enzim protease dilakukan menggunakan metode Bergmeyer & Grassl (1974) dengan menggunakan kasein sebagai substrat dan dibantu reagen *folin ciocalteu*. Terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan induk tirosin 15 µg/mL sebagai standar. Larutan dibuat seri pengenceran pada beberapa konsentrasi yaitu 4, 6, 8, 10, dan 12 µg/mL. Kemudian uji aktivitas enzim *maggot* BSF dilakukan secara duplo menggunakan ekstrak yang telah dibuat, lalu ditambahkan kasein 2% sebagai substrat. Dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit agar reaksi dapat berjalan. Reaksi dihentikan dengan ditambahkan *Trichloroacetic acid* (TCA) 0,6M. Campuran tersebut divortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 menit. Selanjutnya, supernatan dipisahkan dari endapan menggunakan sentrifugasi. Kemudian supernatan ditambahkan dengan reagen *folin ciocalteu* lalu diinkubasi kembali. Campuran tersebut diukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 660 nm. Aktivitas enzim dapat dihitung dengan cara berikut:

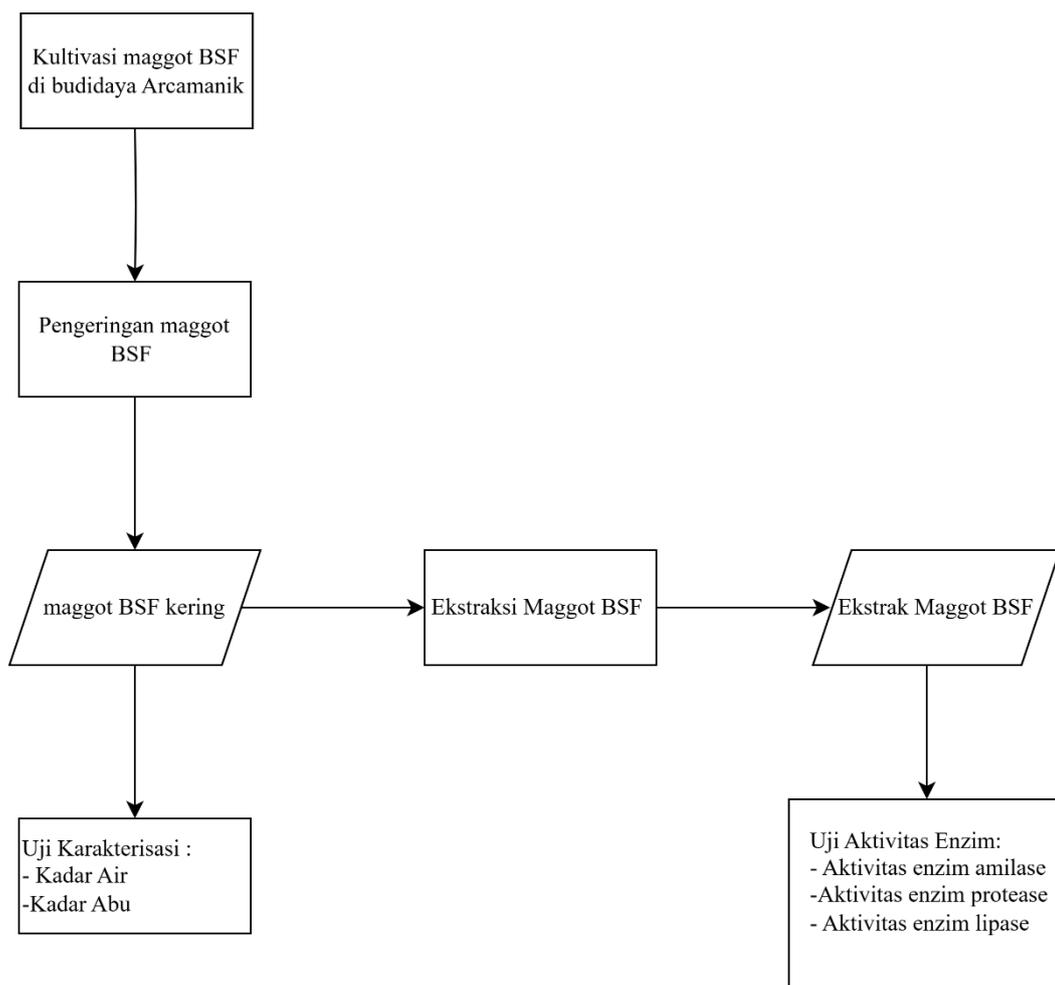
$$\text{Aktivitas protease(U/ml)} = \frac{\mu\text{mol Tirosin} \times \text{Volume reaksi}}{\text{volume sampel} \times \text{waktu inkubasi} \times \text{volume yang diukur}} \quad (5)$$

(Sumardi et al., 2019)

Pada pengujian aktivitas enzim lipase dilakukan menggunakan metode Kwon dan Rhee secara duplo dengan menggunakan minyak zaitun sebagai substratnya. Terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan induk asam oleat sebagai standar. Larutan dibuat seri pengenceran pada beberapa konsentrasi yaitu 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,2 M Kemudian uji aktivitas enzim *maggot* BSF dilakukan secara duplo menggunakan ekstrak yang telah dibuat, lalu ditambahkan minyak zaitun sebagai substrat dan ditambahkan dapar fosfat pH 7,2. Dilakukan inkubasi pada suhu 40°C selama 20 menit agar reaksi dapat berjalan. Reaksi dihentikan dengan ditambahkan 1ml HCl dan ditambahkan 5 ml n-heksan kedalamnya. campuran dihomogenkan kembali menggunakan vortex dan diambil lapisan atasnya untuk ditambahkan reagen tembaga (II) asetat beberapa tetes. Campuran tersebut diukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 715 nm. Aktivitas enzim dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\text{Aktivitas Lipase (U/ml)} = \frac{\mu\text{mol asam oleat} \times \text{Vol.reaksi}}{282,47} \times \frac{1}{\text{waktu inkubasi}} \quad (6)$$

(Supriyatna et al., 2015)



**Gambar 1.** Diagram Alir Metode Penelitian

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengujian kadar air menunjukkan kandungan air yang ada di dalam bahan kering *maggot* BSF. Berdasarkan data pada **tabel 1**, menunjukkan bahwa kadar air pada *maggot* BSF yang dikeringkan dengan *freeze drying* dan oven masing-masing sebesar 6,43% dan 9,42%. Hasil kadar air dari *maggot* BSF yang dikeringkan dengan oven ataupun *freeze drying* telah memenuhi persyaratan mutu <10% (BPOM, 2014).

**Tabel 1.** Hasil Kadar Air

Sampel	Hasil (%)	Pustaka (%) **
FD	6,43	10%
Ov	9,42	

**Ket:**

FD = *Freeze Dry*

Ov = Oven

\*\* = BPOM (2014)

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat adanya perbedaan kadar air pada *maggot* yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* dan metode oven. Kadar air dari *maggot*

BSF yang dikeringkan dengan *freeze drying* lebih rendah dibandingkan dengan yang dikeringkan dengan oven. Hal ini menunjukkan bahwa metode *freeze drying* lebih unggul dibandingkan oven. *Freeze drying* mampu menghilangkan hingga 90% kandungan air dari bahan, dengan proses sublimasi yang berlangsung perlahan, sehingga menghasilkan pengeringan yang lebih optimal dibandingkan oven (de Castro & García, 2022).

Pengujian kadar abu total menunjukkan banyaknya mineral dan komponen anorganik yang terkandung dalam suatu bahan (Azir et al., 2017). Hasil kadar abu menunjukkan bahwa *maggot* BSF memiliki kandungan mineral seperti kalsium, seng, besi yang baik (Monisha & Loganathan, 2022).

**Tabel 2.** Hasil Kadar Abu Total

Sampel	Hasil (%)	Pustaka
FD	7,2828	8,8*
Ov	7,8319	7,65**

**Ket:**

FD = *Freeze Dry*

Ov = Oven

\* = (Saucier et al., 2020)

\*\* =(Rachmawati et al., 2015)

Hasil kadar abu pada *maggot* BSF yang dikeringkan dengan *freeze drying* lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Saucier et al. (2020), hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan substrat yang digunakan. Pada penelitian Saucier et al. (2020), substrat yang digunakan adalah campuran dedak gandum, tepung jagung, dan alfalfa, sedangkan pada penelitian ini substrat yang digunakan adalah limbah organik (sayur, buah, dan sisa makanan). Menurut Romano et al. (2023), kandungan mineral pada *maggot* BSF yang diberi substrat buah dan sayur kadarnya lebih rendah dibandingkan dengan substrat yang kaya akan sumber protein. Sedangkan, pada *maggot* BSF yang dikeringkan dengan oven nilai kadar abu yang dihasilkannya telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati et al. (2015).

Berdasarkan data yang tertera pada **tabel 2** menunjukkan bahwa terdapat sedikit perbedaan hasil kadar abu pada *maggot* BSF yang dikeringkan dengan oven dan *freeze drying*. Hasil kadar abu dari *maggot* BSF yang dikeringkan dengan oven sedikit lebih besar dibandingkan dengan yang dikeringkan menggunakan *Freeze Drying*. Hal ini menunjukkan bahwa cara pengeringan *maggot* BSF tidak mempengaruhi nilai kadar abu total.

Pada pengujian aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase pada *maggot* BSF yang dikeringkan dengan 2 metode (*Freeze Drying* & oven) menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda antar keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim tidak dipengaruhi oleh cara pengeringan dari *maggot* BSF itu sendiri.

Pada pengujian aktivitas enzim amilase pada *maggot* BSF, ditinjau dari data pada **tabel 4** menunjukkan tidak adanya perbedaan aktivitas enzim amilase yang signifikan antara sampel *maggot* BSF yang dikeringkan dengan metode *Freeze Drying* dan metode oven.

**Tabel 3.** Aktivitas Enzim Amilase *Maggot* BSF

Sampel	Aktivitas Amilase (U/ml)	Pustaka **
FD	0,0273	0,416
Ov	0,0298	

**Ket:**

FD = *Freeze Dry*

Ov = Oven

\*\* = (Supriyatna et al., 2015)

Hasil aktivitas amilase dari penelitian ini hanya berkisar 0,02 U/mL, sedangkan pada penelitian Supriyatna et al. (2015), aktivitas amilase pada *maggot* BSF sebesar 0,42 U/mL. Perbedaan aktivitas ini dapat diakibatkan adanya perbedaan penggunaan sampel yang dapat berpengaruh

terhadap hasil yang didapatkan. Pada penelitian Supriyatna et al. (2015) sampel yang digunakan yaitu hanya bagian saluran cernanya saja, sedangkan pada penelitian ini tidak hanya menggunakan bagian usus saja, tetapi seluruh bagian tubuh *maggot* BSF sehingga konsentrasi amilase tidak terfokus dan tersebar. Menurut Kim et al. (2011), aktivitas enzim pada *maggot* BSF paling tinggi terdapat di saluran cerna. Jika sampel yang digunakan spesifik pada saluran cerna, konsentrasi amilase akan lebih tinggi dan aktivitasnya lebih mudah terdeteksi. Penggunaan sampel yang kurang spesifik dapat menjadi kemungkinan penyebab aktivitas amilase yang terdeteksi lebih rendah.

Pada pengujian aktivitas protease, ditinjau dari data pada **Tabel 4** didapatkan sedikit perbedaan aktivitas antara ekstrak *maggot* BSF yang dikeringkan dengan metode oven dan dengan metode *freeze drying*.

**Tabel 4.** Aktivitas Enzim Protease *Maggot* BSF

Sampel	Aktivitas Protease (U/ml)	Pustaka**
FD	0,2320	0,962
Ov	0,3808	

**Ket:**

FD = *Freeze Dry*

Ov = Oven

\*\* = (Supriyatna et al., 2015)

Hasil aktivitas protease pada penelitian ini berkisar 0,23-0,38 U/ml, berbeda dengan penelitian Supriyatna et al. (2015) yang memiliki aktivitas enzim pada *maggot* BSF sebesar 0,962 U/ml. Hal ini diakibatkan karena adanya perbedaan suhu inkubasi yang digunakan pada pengujian. Aktivitas suatu enzim dapat dipengaruhi oleh pH, suhu, dan substrat yang digunakan (Seyedalmoosavi et al., 2022). Pada penelitian Supriyatna et al. (2015), suhu yang digunakan yaitu sebesar 45°C yang kemungkinan besar merupakan suhu optimum dari enzim protease, sedangkan pada penelitian ini suhu yang digunakan hanya sebesar 37°C sehingga enzim bekerja kurang optimal dalam menghidrolisis substrat yang berkorelasi dengan aktivitas enzim yang lebih rendah (Yulianti & Rakhmawati, 2017).

Pada hasil pengujian aktivitas enzim lipase pada *Maggot* BSF menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan, hal tersebut menunjukkan bahwa metode pengeringan *maggot* BSF tidak mempengaruhi aktivitas enzim didalamnya.

**Tabel 5.** Aktivitas Enzim Lipase *Maggot* BSF

Sampel	Aktivitas Lipase (U/ml)	Pustaka**
FD	0,5756	0,8248
Ov	0,5686	

**Ket:**

FD = *Freeze Dry*

Ov = Oven

\*\* = (Supriyatna et al., 2015)

Hasil yang didapatkan dari aktivitas enzim lipase pada ekstrak *maggot* BSF berdasarkan **tabel 5** yaitu berkisar 0,5 U/mL. Aktivitas ini dapat dinilai cukup besar, namun sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Supriyatna et al. (2015) yang memiliki aktivitas enzim lipase pada *maggot* BSF sebesar 0,8248 U/ml. Hal ini dapat diakibatkan oleh perbedaan penggunaan sampel yang digunakan. Pada penelitian Supriyatna et al. (2015) sampel yang digunakan yaitu hanya bagian usus saja, sedangkan pada penelitian ini tidak hanya menggunakan bagian usus saja, tetapi seluruh bagian tubuh *maggot* BSF sehingga konsentrasi amilase tidak terfokus dan tersebar

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa karakteristik *maggot* BSF baik kadar air dan kadar abu telah memenuhi rentang persyaratan yang seharusnya. Pada aktivitas enzim, ekstrak *maggot* BSF memiliki aktivitas amilase sekitar 0,02U/ml, protease sebesar 0,3 U/ml dan aktivitas lipase sebesar 0,5U/ml.

## Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada tim tugas akhir yang berusaha selalu saling membantu, terimakasih kepada apt Vinda Maharani., M.Si dan Dr.apt. Dina Mulyanti,M.Si atas bimbingan yang diberikan kepada penulis dari awal perancangan hingga penulisan skripsi selesai. Terimakasih kepada kedaireka atas dana penelitian yang diberikan selama keberlangsungan penelitian ini. Terimakasih kepada laboratorium riset farmasi Unisba yang senantiasa membantu dalam penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Melanti, N. A., Sri Peni Fitrianiingsih, & Ratu Choernia. (2021). Potensi Antidepresan Beberapa Tumbuhan Suku Fabaceae. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 73–80. <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i1.195>
- Prahayati, S. (2023). No Title Uji In Silico Aktivitas Senyawa Kumarin Turunannya Terhadap Enzim Alfa Glukosidase Antidiabetes. *Jurnal Riset Farmasi*, Vol 3 no 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.29313/jrf.v3i1.2343>
- Azir, A., Harris, H., Bayu, R., & Haris, K. (2017). Produksi dan Kandungan Nutrisi Maggot (*Chrysomya Megacephala*) Menggunakan Komposisi Media Kultur Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1).
- BPOM. (2014). *PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 12 TAHUN 2014*.
- Cahyani, P. M., Maretha, D. E., & Asnilawati. (2020). Uji Kandungan Protein, Karbohidrat dan lemak pada Larva Maggot (*Hermetia illucens*) yang Diproduksi di Kalidoni Kota Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi Insecta di Kelas X SMA/MA. *Biolimi*, 6(2), 120–128.
- de Castro, M. D. L., & García, J. L. L. (2022). *Analytical freeze-drying* (pp. 11–41). [https://doi.org/10.1016/S0167-9244\(02\)80004-X](https://doi.org/10.1016/S0167-9244(02)80004-X)
- Dewi, N. M. N. B. S. (2021). Analisa Limbah Rumah Tangga Terhadap Dampak Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Ganec Swara*, 15(2), 1159–1164. <http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA>
- Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., Choi, Y., Han, S., & Koh, Y. (2011). Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(1), 11–14. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.11.003>
- Monisha, C., & Loganathan, M. (2022). Impact of drying methods on the physicochemical properties and nutritional composition of defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16184>
- Rachmawati, Buchori, D., Hidayat, P., Hem, S., & Fahmi, M. R. (2015). Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.5994/jei.7.1.28>
- Romano, N., Sinha, A., Powell, A., & Fischer, H. (2023). Mineral composition in black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and resulting frass from fruit and their peels. *Journal of Insects as Food and Feed*, 9(1), 43–53. <https://doi.org/10.3920/JIFF2022.0019>
- Salman, N., Nofiyanti, E., & Nurfadhilah, T. (2020). Pengaruh dan Efektivitas Maggot Sebagai Proses Alternatif Penguraian Sampah Organik Kota di Indonesia. *Serambi Engineering*, 5(1).

- Saucier, L., M'ballou, C., Ratti, C., Deschamps, M. H., Lebeuf, Y., & Vandenberg, G. W. (2020). Comparison of black soldier fly larvae pre-treatments and drying techniques on the microbial load and physico-chemical characteristics. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(1), 45–64. <https://doi.org/10.3920/JIFF2021.0002>
- Seyedalmoosavi, M. M., Mielenz, M., Veldkamp, T., Daş, G., & Metges, C. C. (2022). Growth efficiency, intestinal biology, and nutrient utilization and requirements of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae compared to monogastric livestock species: a review. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 13, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00682-7>
- SIPSN. (2024). *Sistem Pengelolaan Sampah Nasional*. <https://Sipsn.Menlhk.Go.Id/Sipsn/>.
- Sumardi, S., Farisi, S., Ekowati, C. N., & Diana, M. S. (2019). Aktivitas dan Karakterisasi Enzim Protease Isolat *Bacillus* sp. (UJ132) Secara Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(3), 193. <https://doi.org/10.15578/jra.14.3.2019.193-199>
- Supriyatna, A., Amalia, D., Jauhari, A. A., & Holydaziah, D. (2015). *Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva Hermetia Illucens yang Diberi Pakan Jerami Padi*. IX(2).
- Yulianti, E., & Rakhmawati, A. (2017). PENGARUH SUHU DAN pH TERHADAP AKTIVITAS ENZIM FOSFATASE BAKTERI TERMOFILIK SUNGAI GENDOL PASCA ERUPSI MERAPI The INFLUENCE of TEMPERATURE and pH TOWARD the ACTIVITY of the PHOSPHATASE ENZYME FROM THERMOPHILIC BACTERIA of GENDOL RIVER PASCA MERAPI ERUPTION. In *Jurnal Prodi Biologi* (Vol. 6).