

# AKTIVITAS ENZIM AMILASE, LIPASE, DAN PROTEASE DARI LARVA

*Hermetia illucens* yang diberi pakan jerami padi

Ateng Supriyatna<sup>1</sup>, Dea Amalia<sup>2</sup>, Ayu Agustini Jauhari<sup>2</sup>, Dyna Holydaziah<sup>2</sup>

Email: ateng.supriatna@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Kemampuan larva *Hermetia illucens* untuk hidup dalam sampah organik, mengindikasikan bahwa larva tersebut dapat memanfaatkan sampah tersebut sebagai pakan. Dalam saluran pencernaannya larva tersebut mengeluarkan enzim pencernaan untuk mengkonversi sampah organik menjadi protein dan lemak tubuh. Aktivitas enzim organisme dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah suhu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimum aktivitas enzim amilase, lipase dan protease dari usus larva *H. illucens* yang diberi pakan jerami padi. metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan memberikan faktor variasi suhu (30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C). Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease pada setiap suhu yang berbeda. Aktivitas enzim amilase pada variasi suhu secara berturut-turut 0,30 U/mL, 0,39 U/mL, 0,42 U/mL, 0,30 U/mL, 0,28 U/mL. Aktivitas enzim amilase optimum pada suhu 40 °C yaitu 0,42 U/mL. Aktivitas enzim lipase pada variasi suhu secara berturut-turut yaitu 0,22 U/mL, 0,24 U/mL, 0,41 U/mL, 0,32 U/mL dan 0,21 U/mL. Aktivitas enzim lipase optimum pada suhu 40 °C yaitu 0,41 U/mL. Aktivitas enzim protease pada variasi suhu secara berturut-turut yaitu 0,57 U/mL, 0,67 U/mL, 0,87 U/mL, 0,96 U/mL, 0,77 U/mL. Aktivitas enzim protease optimum pada suhu 45 °C yaitu 0,96 U/mL.

Kata kunci: amilase, lipase, protease, Larva *H. illucens*

## PENDAHULUAN

Kemampuan larva *Hermetia illucens* untuk hidup dalam sampah organik membuka kemungkinan lain, yaitu potensi larva *H.illucens* untuk menghasilkan enzim amilase, lipase, dan protease. Larva *H.illucens* banyak ditemukan hidup di tumpukan sampah organik atau pada kotoran hewan ternak. Melihat fenomena tersebut, larva *H.illucens* diduga mengekskresikan senyawa kimia berupa enzim untuk menghidrolisis substrat yang digunakan sebagai pakannya. Enzim adalah

biokatalisator yang berfungsi sebagai katalis dalam proses biologis (Lehninger, 1982). Enzim yang dikenal luas penggunaannya adalah enzim amilase, lipase, dan protease yang merupakan enzim hidrolitik pemecah senyawa makromolekul karbohidrat, lemak, dan protein. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan “Uji Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, Dan Protease dari Ekstrak Usus Larva *Hermetia illucens*” untuk mempelajari potensi larva *H.illucens* sebagai penghasil enzim amilase, lipase, dan protease serta pendegradasi limbah organik. Larva *H. illucens* memiliki enzim protease, amilase, dan lipase, protease berfungsi mengubah protein menjadi asam amino, amilase mengubah pati menjadi maltosa, dan lipase mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. (Kim, dkk., 2011).

Enzim merupakan sekelompok protein yang mengatur dan menjalankan perubahan-perubahan kimia dalam sistem Biologi. Enzim dihasilkan oleh organ-

organ pada hewan dan tanaman yang secara katalitik menjalankan berbagai reaksi, seperti hidrolisis, oksidasi, reduksi, isomerasi, adisi, transfer radikal, pemutusan rantai karbon (Sumardjo, 2009).

Secara umum, enzim menghasilkan kecepatan, spesifikasi, dan kedali pengaturan terhadap reaksi dalam tubuh. Enzim berfungsi sebagai katalisator, yaitu senyawa yang meningkatkan kecepatan reaksi kimia (Marks, dkk., 2000). Suatu enzim dapat mempercepat reaksi  $10^8$  sampai  $10^{11}$  kali lebih cepat dibandingkan ketika reaksi tersebut tidak menggunakan katalis. Seperti katalis lainnya, enzim juga menurunkan atau memprkecil energi aktivasi suatu reaksi kimia (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009). Dalam reaksi tersebut enzim mengubah senyawa yang selanjutnya disebut substrat menjadi suatu senyawa yang baru yaitu produk, namun enzim tidak ikut berubah dalam reaksi tersebut (Palmer, 1991). Setiap enzim memiliki aktivitas

maksimum pada suhu tertentu, aktivitas enzim akan semakin meningkat dengan bertambahnya suhu hingga suhu optimum tercapai. Setelah itu kenaikan suhu lebih lanjut akan menyebabkan aktivitas enzim menurun (Megiadari, 2009)

Amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber mikroorganisme, tanaman, dan hewan (Aiyer, 2005). Molekul amilum dakan dipercah oleh amilase pada ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosida dan  $\alpha$ -1,6-glikosida (Richana, 2000). Amilase dibedakan menjadi endoamilase dan eksoamilase. Endoamilase umumnya dikenal seagai  $\alpha$ -amilase, sedangkan eksoamilase dikenal sebagai  $\beta$ -amilase (Sumardjo, 2009). Enzim protease mempunyai dua pengertian, yaitu proteinase yang mengkatalisis hidrolisis molekul protein menjadi fragmen-fragmen yang lebih sederhana, dan peptidase yang menghdirolisis fragmen polipeptida menjadi asam amino. Enzim proteoitik yang berasal dari mikroorganisme adalah

protease yang mengandung proteinase dan peptidase (Frazier dan Westhoff, 1983, dalam Ferdiansyah, 2005).

Enzim lipase adalah enzim yang bekerja untuk menghidrolisis lemak dan minyak. Berdasarkan fungsi fisiologisnya enzim lipase mempunyai peranan penting menghidrolisis lemak dan minyak menjadi asam lemak dan gliserol yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Enzim lipase ini dapat memecah ikatan ester pada lemak sehingga menjadi asam lemak dan gliserol (Poedjiadi dan Supriyanti, 2007). Menurut Mingrui Yu dkk., (2007) lipase merupakan kelompok enzim yang secara umum berfungsi dalam hidrolisis triasilgliserol (trigliserida) untuk menghasilkan asam lemak rantai panjang dan gliserol

*Hermetia illucens* merupakan salah satu jenis serangga potensial untuk dimanfaatkan sebagai pakan tambahan bagi ikan dan hewan ternak (Newton dkk., 1977; St-Hilaire dkk., 2007). Kandungan protein larva (magot) *H.*

*illucens* cukup tinggi, yaitu sekitar 40%. Oliver (2004) melaporkan bahwa larva *H. illucens* mengandung 42% protein. Sheppard dan Newton (1994) juga melaporkan hal yang serupa, bahwa kandungan protein yang tinggi pada larva lalat *black soldier* dapat digunakan sebagai pakan ternak atau ikan.

Hasil lain pada tubuh larva serangga adalah protein. Serangga memiliki kandungan protein tinggi yang dapat dijadikan sebagai suplemen untuk pakan ternak, kandungan proteinnya hampir sama dengan protein pada tepung ikan (Chiou dkk., 1982; Moreki dkk., 2012).

Larva serangga dapat dijadikan sumber pakan karena memiliki kandungan protein tinggi (Finke, 2003). Larva atau magot *H. illucens* sangat potensial digunakan sebagai sumber protein pengganti pada pakan ikan dan ternak lainnya. Menurut Hem (2008) dalam penelitiannya di Republik Guinea, dimana biaya pelet ikan dan bahan seperti tepung ikan, minyak ikan, kedelai

sangat tinggi sehingga menjadi kendala untuk pengembangan akuakultur. Pemanfaatan larva *H. illucens* sebagai sumber protein alternatif berhasil mengatasi masalah tersebut (Hem dkk., 2008). Pakan ikan alternatif ini bisa didapatkan dengan harga yang relatif murah dan efisien. Larva atau magot memiliki kandungan protein mencapai 42%, lemak 35%, dan kadar air hanya 8% (Sheppard dkk., 1994). Tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengukur aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease yang diisolasi dari usus larva *H.illucens*, dan 2) mengetahui suhu optimum enzim amilase, lipase, dan protease yang dihasilkan dari ekstrak usus larva *H.illucens*.

## **METODE PENELITIAN**

### **Ekstrak usus larva *H.illucens***

Bahan utama yang digunakan adalah larva *H.illucens* dari daerah Cibiru Bandung. Bahan kimia yang digunakan meliputi bahan proses ekstraksi dan

bahan kimia untuk uji aktivitas amilase, lipase, dan protease. Parameter yang diuji adalah suhu inkubasi pada lima taraf (30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C). Sebanyak 200 ekor larva dibedah pada bagian dorsal dengan membuat sayatan membujur dari kepala hingga anus, kemudian ususnya dipisahkan dan disimpan dalam pelarut buffer posfat (PBS) pH 7,2 dalam suhu 4 °C. Usus larva divorteks selama  $\pm 1$  menit, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit. Supernatan diambil dengan mikropipet 1 ml yang digunakan sebagai ekstrak enzim kasar untuk dilakukan uji aktivitas enzim amilase, lipase dan protease.

### **Uji Aktivitas Amilase**

Sebelum uji aktivitas amilase dilakukan, terlebih dahulu membuat kurva standar glukosa. Larutan glukosa 1000  $\mu\text{g/ml}$  sebanyak 100 ml, diencerkan menjadi berbagai konsentrasi dari 100-600  $\mu\text{g/ml}$ . Tiap konsentrasi dimasukkan kedalam

tabung reaksi masing-masing 1 ml kemudian ditambahkan reagen DNS 1,5 ml dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 5 menit, lalu didinginkan dengan air mengalir, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Uji amilase dilakukan dengan menambahkan amilum 1% sebanyak 1 ml pada ekstrak enzim kasar sebanyak 1 ml, kemudian diinkubasi pada variasi suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C selama 10 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambahkan 2 ml DNS, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 5 menit. Aktivitas amilase ditentukan dengan mengukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

### **Uji Aktivitas Lipase**

Penentuan aktivitas lipase, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kurva standar. Kurva standar dibuat dengan

menggunakan beberapa variasi konsentrasi asam oleat. Konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi 31,68 ; 63,38 ; 95,04 ; 126,72 ; 158,84 ( $\times 10^{-2}$  M). Variasi konsentrasi tersebut dibuat dengan menggunakan larutan standar asam oleat 3,168 M, larutan tersebut diambil sebanyak 1; 2; 3; 4; 5 mL lalu dencerkan dengan Heksana sampai 10 mL. Campuran selanjutnya diambil 4 mL dan ditambahkan reagen tembaga (II) asetat 1 mL diaduk 1 menit. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 715 nm. Penentuan aktivitas lipase dilakukan dengan menggunakan metode Kwon dan Rhee, yaitu substrat yang digunakan dalam metode ini adalah minyak zaitun. Minyak zaitun sebanyak 1 mL, ditambahkan dengan 1 mL buffer fosfat pH 7,2 dan 1 mL larutan enzim. Campuran ini di vorteks selama 10 menit dan selanjutnya diinkubasi pada waterbath selama 20 menit. Selanjutnya campuran ditambahkan larutan 1 mL HCl

6N dan 5 mL heksana. Campuran selanjutnya dikocok kuat dengan menggunakan vorteks tube dan lapisan atas diambil sebanyak 4 mL, kemudian ditambahkan 1 mL reagen tembaga (II) asetat dan diaduk 1 menit. Campuran diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 715 nm. Aktivitas lipase diukur pada suhu inkubasi yang bervariasi yaitu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C dengan menggunakan inkubator, dan masing-masing variasi diperlakukan sama seperti penentuan aktivitas yang sebelumnya (Yuneta, 2009 ; Kwon dan Rhee, 1986). Untuk larutan blanko dibuat sesuai dengan prosedur untuk sampel, tanpa penambahan larutan enzim karena larutan enzim diganti dengan menggunakan aquades.

#### **Uji Aktivitas Protease**

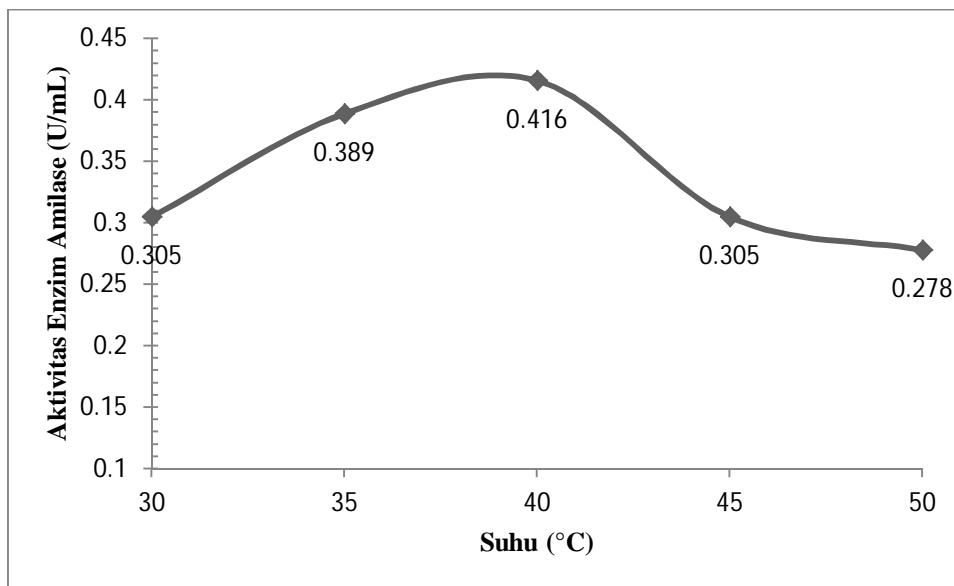
Pengukuran aktivitas protease dilakukan berdasarkan metode Bergmeyer (1983). Sebanyak 1 mL larutan 2% kasein dicampur dengan 1 mL buffer borat (0,01

M) pH 8,0, 0,20 mL asam klorida 0,05 M dan 0,20 mL ekstrak enzim protease (ekstrak usus larva *Hermetia illucens*) yang akan ditetapkan aktivitasnya. Kemudian diinkubasi pada watterbath dengan variasi suhu yang ditetapkan yaitu : yaitu 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C selama 10 menit, lalu ditambahkan 2 mL asam trikloroasetat (TCA) 0,1 M, kemudian diinkubasi selama 10 menit lalu lakukan sentrifugasi. Bagian filtrat 1,5 mL dicampur dengan 5 mL dinatrium karbonat 0,4 M dan pereaksi Folin Ciocalteu's 1ml dan biarkan selama 20 menit kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 578 nm.

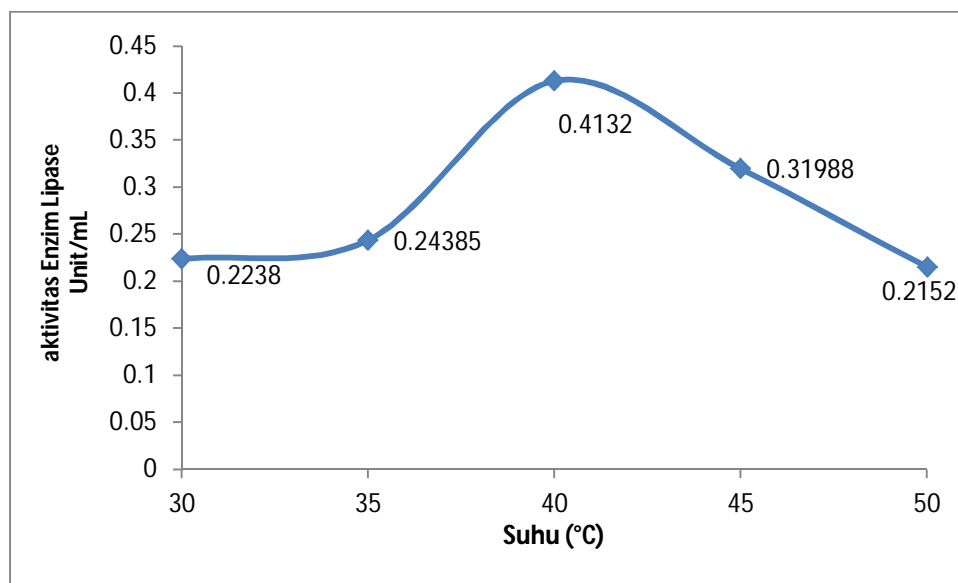
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kasar usus larva mempunyai aktivitas enzim amilase, protease, dan

lipase pada suhu yang berbeda. Amilase memiliki aktivitas pada suhu 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C, secara berturut-turut yaitu 0,12 unit/mL, 0.13 unit/mL, 0.30 unit/mL, 0.27 unit/mL, dan 0.13 unit/mL (Gambar 1), aktivitas enzim amilase optimum pada suhu 40 °C dengan aktivitas enzim 0,30 unit/mL. Aktivitas enzim lipase pada suhu 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C secara berturut-turut yaitu 0,44526 unit/mL, 0,6789 unit/mL, 0,8248 unit/mL, 0,5758 unit/mL, dan 0,5758 unit/mL (Gambar 2), aktivitas lipase optimum pada suhu 40 °C yaitu 0,8248 unit/mL. Aktivitas enzim protease pada suhu 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C, secara berturut-turut yaitu 0,0516 unit/mL, 0,1088 unit/mL, 0,1713 unit/mL, 0,1855 unit/mL, dan 0,1463 unit/mL (Gambar 3), aktivitas protease optimum pada suhu 45 °C yaitu 0,1855 unit/mL

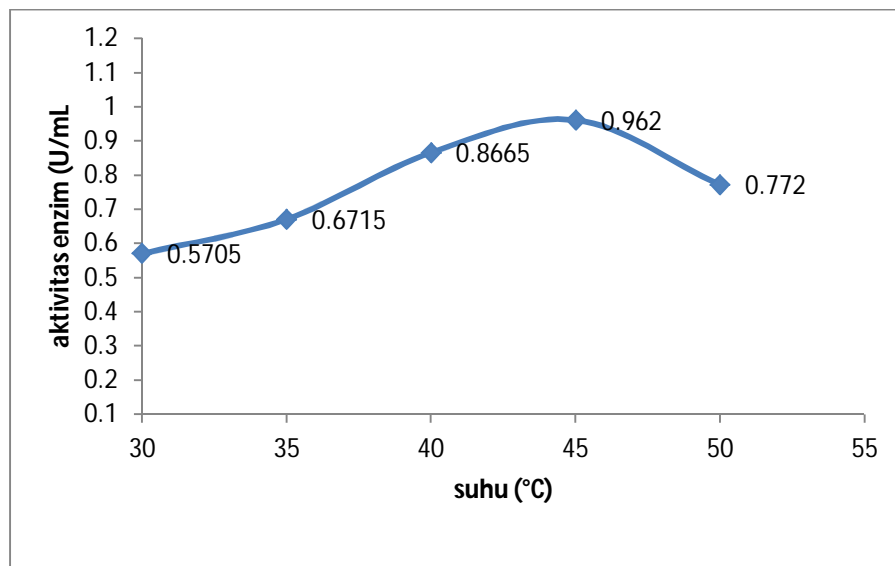


Gambar 1. Aktivitas enzim amilase ekstrak usus larva *Hermetia illucens*



Gambar 2. Aktivitas enzim lipase ekstrak usus larva *Hermetia illucens*





Gambar 3. Aktivitas enzim protease ekstrak usus larva *Hermetia illucens*

Berdasarkan grafik di atas, suhu berpengaruh terhadap aktivitas enzim amilase, lipase dan protease. Aktivitas enzim amilase dari ekastrak usus larva *H. illucens* yang diinkubasi pada variasi suhu 30°C, 35°C, 40 °C, 45°C, dan 50 °C secara berturut-turut yaitu 0,30 U/mL, 0,39 U/mL, 0,42 U/mL, 0,30 U/mL, 0,28 U/mL. Pada suhu 40 °C enzim amilase mencapai suhu optimum untuk menghidrolisis substrat dengan nilai aktivitas mencapai 0,42 U/mL. Aktivitas enzim lipase dari ekstrak usus larva *H. illucens* yang diinkubasi pada varisi suhu 30°C, 35°C, 40

yaitu 0,22 U/mL, 0,24 U/mL, 0,41 U/mL, 0,32 U/mL dan 0,21 U/mL. Pada suhu 40 °C enzim lipase mencapai suhu optimum untuk menghidrolisis substrat dengan nilai aktivitas mencapai 0,41 U/mL. Aktivitas enzim proteasae dari ekstrak usus larva *H. illucens* yang diinkubasi pada variasi suhu 30°C, 35°C, 40 °C, 45°C, dan 50 °C secara berturut-turut yaitu 0,57 U/mL, 0,67 U/mL, 0,87 U/mL, 0,96 U/mL, 0,77 U/mL. Pada suhu 45 °C enzim protease mencapai suhu optimum untuk menghidrolisis substrat dengan nilai aktivitas 0,96 U/mL.

Pada suhu rendah aktivitas enzim amilase tidak optimal karena energi yang diserap oleh enzim tersebut tidak cukup menghidrolisis substrat sehingga nilai aktivitas enzim tersebut menjadi rendah. Sedangkan ketika suhu terlalu tinggi, enzim akan mengalami denaturasi yaitu terganggunya bagian aktif enzim sehingga kecepatan reaksinya pun menurun (Poedjiadi dan Supriyanti, 2007). Menurut Sebayang (2010), struktur tertier enzim yang terdiri dari ikatan hidrofobik jika menyerap energi tinggi akan terjadi pemutusan dan mengakibatkan terjadinya pembukaan struktur tertier sehingga konformasi enzim berubah dan menyebabkan aktivitasnya menurun. Penurunan aktivitas enzim setelah suhu optimum terjadi karena pada suhu yang paling tinggi dari suhu optimum, protein dapat terdenaturasi, selain itu substrat juga dapat mengalami perubahan konformasi sehingga dalam memasuki sisi aktif tidak selemah seperti pada keadaan suhu

optimumnya dan menyebabkan aktivitas enzim berkurang (Lehninger, 1982).

Peningkatan suhu sebelum tercapainya suhu optimum akan meningkatkan laju reaksi katalitik enzim karena meningkatnya energi kinetik molekul-molekul yang bereaksi. Sebaliknya, suhu dinaikkan sesudah suhu optimum kompleks enzim-substrat yang melampaui energi aktivasi terlalu besar, sehingga memecah ikatan sekunder pada konformasi enzim dan sisi aktifnya. Hal ini mengakibatkan enzim terdenaturasi dan kehilangan sifat katalitiknya (Novita, W. 2006).

Aktivitas enzim pada serangga secara umum adalah sekitar 35 – 45 °C, di bawah 35 °C, aktivitas enzim pada serangga akan sangat lambat dikarenakan kurangnya energi untuk terjadinya reaksi, sedangkan jika di atas suhu 50 °C, enzim akan terdenaturasi dengan cepat. Hal ini bergantung pada batas toleransi suhu serangga untuk bertahan hidup dan perilaku termoregulasinya (Chapman,

1998). Pada serangga *pentatomid*, *Cyclopelta siccifolia*, aktivitas optimum amilase pada ususnya adalah 35 °C (Neveed, dkk., 2007), sedangkan pada larva kumbang kelapa *Rhynchophorus phoenicis* (Omotoso dan Aedire, 2011), dan larva kumbang, kolanut, *Sophrorhinus insperatus* (Adedire dan Balogun, 1992), aktivitas enzim amilase tertinggi adalah pada suhu 45 °C. Dalam hal ini, larva *H. illucens* dipelihara pada media dengan kisaran suhu 33 °C - 38 °C, dengan usia katif makan hingga 28 hari. Suhu dan kualitas media pertumbuhan berpengaruh terhadap waktu perkembangan larva. Tomberlin (2002), menyatakan bahwa larva *H. illucens* dengan media pertumbuhan gandum pada suhu 30 °C - 36 °C, perkembangan larva mencapai 18 - 25,9 hari. Rachmawati (2009), larva *H. illucens* yang dipelihara pada media PKM (Palm Kernel Meal), perkembangan larva mencapai 19 hari. Usia larva pada penelitian ini sedikit lebih lama dibandingkan dengan penelitian di

atas. Hal tersebut diduga nutrisi yang terdapat pada jerami padi lebih rendah dari PKM dan gandum, sehingga perkembangan larva lebih lama. Namun pada penelitian ini telah membuktikan bahwa larva *H. illucens* dapat mengkonsumsi bahan organik, salah satunya adalah jerami padi.

#### KESIMPULAN

Enzim amilase, lipase, dan protease dari ekstrak kasar usus larva *Hermetia illucens* yang diberi pakan jerami padi, memiliki nilai aktivitas yang berbeda pada variasi suhu (30, 35, 40, 45, 50) °C. Aktivitas enzim amilase optimum pada suhu 40 °C yaitu 0,42 U/mL, Aktivitas enzim lipase optimum pada suhu 40 °C yaitu 0,41 U/mL, sedangkan Aktivitas enzim protease optimum pada suhu 45 °C yaitu 0,96 U/mL.

#### REFERENSI

Adedire, C.O. dan Balogun, R.A. 1992. Amylase Activity In The Gut

- Homogenate Of The Kola Nut Weevil. *Sophrorhinus Insuperatus* Faust And Its Response To Inhibitors From Kola Nuts. *Insect Science And Its Application*. 13,223-230.
- Aiyer, P.V. 2005. Amylases And Their Applications. *African Journal Of Biotechnology*. Vol.4 (13).
- Bergmeyer, H.V., Grassl. 1983. *Method Of Enzymatic Analysis* Vol. 2. Florida: Weinheim Deefield.
- Chapman, R.F. 1998. *The Insect: Structure And Function*. Cambridge University Press. New York.
- Chiou, Y. Y. And Chen W. J., 1982. Production Of The Maggot Protein Reared With Swine Manure. *Natl. Sci. Council Mo. (ROC)* 10:677-672.
- Ferdiansyah. V. 2005. Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang Sebagai Matriks Penyangga Pada Imobilisasi Enzim Protease [Skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- Finke, D. M. 2003. Gut Loading To Enhance The Nutrient Content Of Insects As Food For Reptiles: A *Mathematical Approach* Volume 22, Issue 2, Pages 147-162.
- Hem, S., Toure, S., Sabla, C., Legendre, M. 2008. Bioconversion Of Palm Kernel Meal For Aquaculture: Experience From The Forest Region (Republic Of Guinea). *African Journal Of Biotechnology* Vol. 7(8), Pp. 1192-1198.
- Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., Choi, W., Han, S., Koh, Y., 2011. Biochemical Characterization Of Digestive Enzymes In The Black

- Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal Of Asia Pasific Entomology*. Vol 14.
- Kwon Y.D, Rhee J.S., (1986), A Simple And Rapid Colorimetric Method For Determination Of Free Fatty Acids For Lipase Assay, *JAOCS*, 63: 89-92
- Lehninger, A.L., 1982. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*. Erlangga, Jakarta
- Marks, D.B.A.D., Marks, C.M., Smith. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinis*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Megiandari, A. 2009. Isolasi Dan Pencirian Enzim Protease Keratinolitik Dari Usus Biawak Air [Tesis] Jurusan Kimia FMIPA. IPB. Bogor.
- Moreki, J. C., Tiroesele, B., Chiripasi, S. C. 2012. Prospect Of Utilizing Insect As Alternative Sources Of Protein In Polutry Diets In Botswana: A Review. *Journal Of Animal Science Advances*, 2(8): 649-658.
- Naveed, A., Dayananda, G.Y., Bhawane, G.P., Hosseti, B.B. 2007. Amylase, Invertase And Trehalase Activity In The Pentatomid Bug. *Cyclopelta Siccifolia W. Journ Of Ecophysiol And Ocupatio. Health.7.*
- Newton, G.L., Booram, C.V., Barker, R.W., Hale, O.M., 1977. Dried *Hermetia illucens* Larvae Meal As A Supplement For Swine.

- Journal If Animal Science*, 44, 395-400.
- Novita, W.K., Arif, F.C., Nisa, Dan Murdiyatmo, U., 2006. Karakteristik Parsial Ekstrak Kasar Enzim Protease Dari *Bacillus Amyliquefaciens*. NRRL B-14396. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 7(2) 96-105.
- Oliver, P. A. 2004. The Bioconversion Of Putrescent Wastes. Engineering Separation Recycling (ESR). Washington, Lousiana
- Otomoso, O.T. Dan Adedire, C.O. 2011. Amylase Activity In The Midgut Homogenate Of The Palm Weevil. *Rhynchophorus Phoenicis* F. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal Of Agriculture And Biological Science*. Vol 2(1).
- Palmer, T. 1991. Understanding Enzyme Third Edition. Ellis Horwood Limited. England
- Poedjiadi, A., Supriyanti, F.M.T. 2009. Dasar-Dasar Biokimia. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Rachmawati, Buchori, D., Hidayati, P., Hem, S., Fahmi, M.R. 2010. Perkembangan Dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptea: Stratiomydae) Pada Bungkil Kelapa Sawit. *J. Entomol. Indon*. Vol. 7. No 1, 28-41.
- Richana, N. 2000. Prospek Dan Produksi Enzim  $\alpha$ -Amilase Dari Mikroorganisme. *Agro Bio*. Vol. 3(2):15-58.
- Sebayang, F. 2005. Isolasi Dan Pengujian Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amylase Dari *Aspergillus niger* Dengan

- Menggunakan Media Campuran Onggok Dan Dedak. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. Vol. 17(5).
- Sheppard, D.C., Newton, G.L. 1994. Avalue Added Manure Management System Using The Black Soldier Fly. *Bioresource Technology* 50, 275-279.
- St-Hilaire, S., Sheppard, D.C., Tomberlin, J.K., Irving, S., Newton, G.L., Mcguire, M.A., Mosley, E.E., Hardy, R.W., Sealey, W., 2007. Fly Prepupae As A Feedstuff For Rainbow Trout, *Oncorhynchusmykiss*. *Journal Of The World Aquaculture Society*, 38, 59-67.
- Tomberlin, J.K., Sheppard, D.C., Joyce, J.A., 2002. Selected Life-History Traits Of Black Soldier Flies (Diptera: *Stratiomyidae*) Reared On Three Artificial Diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95, 379-286
- Yu, G., He, P., Shao, L., And Lee, D. 2007. Enzyme Activities In Activated Sludge Flocs. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 77, 605-612.
- Yuneta, R. 2009. Pengaruh Suhu Pada Lipase Dari Bakteri *Bacillus Subtilis*. *Skripsi*. Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.