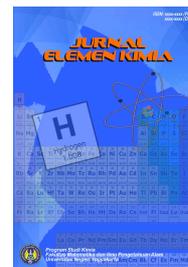




Akses online: <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/elemen>

**Program Studi Kimia  
Departemen Pendidikan Kimia  
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta**

Jurnal Elemen Kimia 8(1) (2024) 1-7



**PENGARUH ION LOGAM  $Zn^{2+}$  DALAM BENTUK SENYAWA  $ZnSO_4$  TERHADAP  
AKTIVITAS ENZIM  $\alpha$ -AMILASE**

***THE EFFECT OF  $Zn^{2+}$  METAL ION IN THE FORM OF  $ZnSO_4$  COMPOUND ON  $\alpha$ -  
AMYLASE ENZYME ACTIVITY***

**Fadilla Panca Syaputri\*, Das Salirawati**

Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta, Jalan Colombo No 1, Karang  
Malang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia, 55281

\*Korespondensi: [pancafadilla@gmail.com](mailto:pancafadilla@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan substrat pati kentang yang meliputi waktu inkubasi, pH, suhu, konsentrasi substrat, dan konsentrasi enzim, serta untuk mengetahui pengaruh penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dalam berbagai variasi konsentrasi terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan substrat pati kentang pada kondisi optimum. Penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan substrat pati kentang dilakukan dengan menggunakan metode Bailey. Analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan membandingkan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan dan tanpa penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  pada kondisi optimum. Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi optimum enzim  $\alpha$ -amilase pada waktu inkubasi 20 menit, pH 7, suhu  $42^\circ C$ , konsentrasi substrat 25 mg/mL, dan konsentrasi enzim 20 mg/mL. Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum yaitu 0,01141 mg/mL/menit dan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan  $ZnSO_4$  pada konsentrasi 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M; dan 0,1 M berturut-turut sebesar 0,0176 mg/mL/menit; 0,0429 mg/mL/menit; -0,0022 mg/mL/menit; -0,0012 mg/mL/menit; dan -0,0002 mg/mL/menit. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa ion logam  $Zn^{2+}$  berperan sebagai aktivator dan inhibitor.

Kata kunci: aktivitas enzim, enzim  $\alpha$ -amilase,  $ZnSO_4$ , ion logam  $Zn^{2+}$

**Abstract**

*This research aims to determine the optimum conditions for  $\alpha$ -amylase enzyme activity with potato starch substrate which includes incubation time, pH, temperature, substrate concentration, and enzyme concentration, as well as to determine the effect of adding metal ions  $Zn^{2+}$  in the form of  $ZnSO_4$  compounds in various concentrations to the activity of  $\alpha$ -amylase enzymes with potato starch substrate at optimum conditions. Determination of  $\alpha$ -amylase enzyme activity with potato starch as a substrate was carried out using the Bailey method. The data analysis used was descriptive qualitative by comparing the activity of the  $\alpha$ -amylase enzyme with and without the addition of  $Zn^{2+}$  metal ions at optimum conditions. The*

*results of this study indicate the optimum conditions for the  $\alpha$ -amylase enzyme at an incubation time of 20 minutes, pH 7, temperature 42 °C, substrate concentration 25 mg/mL, and enzyme concentration 20 mg/mL. The activity of the  $\alpha$ -amylase enzyme under optimum conditions was 0.01141 mg/mL/minute and the activity of the  $\alpha$ -amylase enzyme with the addition of ZnSO<sub>4</sub> at a concentration of 0.02 M; 0.04 M; 0.06 M; 0.08 M; and 0.1 M are 0.0176 mg/mL/minute respectively; 0.0429 mg/mL/minute; -0.0022 mg/mL/minute; -0.0012 mg/mL/minute; and -0.0002 mg/mL/minute. Based on these data, it can be concluded that the metal ion Zn<sup>2+</sup> acts as an activator and an inhibitor.*

*Keywords: enzyme activity,  $\alpha$ -amylase enzyme, ZnSO<sub>4</sub>, metal ion Zn<sup>2+</sup>*

## **Pendahuluan**

Enzim berperan penting dalam proses pencernaan makanan atau metabolisme zat makanan di dalam tubuh. Untuk mencapai bentuk dengan tingkat energi tertinggi dalam suatu reaksi kimia diperlukan enzim, karena salah satu peran enzim yaitu mereduksi energi aktivasi. Aktivitas enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa macam aspek, seperti konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, temperatur, dan pH. Ada berbagai macam enzim hidrolitik yang sangat penting peranannya. Enzim hidrolitik tersebut, seperti enzim amilase, enzim protease, enzim katalase, dan enzim lipase. Penelitian ini akan menggunakan enzim hidrolitik amilase yang berperan dalam hidrolisis pati menjadi molekul karbohidrat sederhana, yaitu maltosa dan glukosa [1]. Enzim  $\alpha$ -amilase adalah enzim yang mampu memecah molekul-molekul pati dan glikogen. Enzim  $\alpha$ -amilase membentuk molekul karbohidrat yang lebih pendek dengan cara memotong ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 dalam molekul pati [2]. Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan komponen penting dalam proses pencernaan makanan. Tanpa enzim ini, karbohidrat yang kita konsumsi tidak dapat diubah menjadi gula, tetapi menjadi ATP. Hal ini sangat penting untuk metabolisme makhluk hidup.

Setiap enzim bekerja pada substrat tertentu, demikian pula dengan enzim amilase yang bekerja pada substrat pati kentang, pati beras, pati jagung, dan pati tapioka. Enzim dapat mempercepat atau memperlambat reaksi kimia, tetapi tidak dapat mempengaruhi kesetimbangan akhir reaksi. Enzim memiliki banyak sifat, salah satunya yaitu membutuhkan kofaktor, yaitu komponen non protein dari enzim yang menentukan aktivitas katalitiknya. Kofaktor ini dapat berbentuk molekul anorganik atau organik untuk membuat enzim tersebut aktif. Kofaktor zat organik (contohnya flavin dan heme) dapat berupa gugus prostetik yang mengikat dengan kuat, ataupun koenzim, yang akan melepaskan diri dari sisi aktif enzim ketika reaksi berlangsung [3]. Kofaktor anorganik terutama mencakup ion logam. Contoh ion logam yang bertindak sebagai kofaktor adalah Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, dan Ca<sup>2+</sup> [4].

Salah satu sumber mineral penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia adalah Zinc (Zn<sup>2+</sup>). Zinc merupakan salah satu mineral mikro yang memiliki fungsi dan kegunaan penting bagi tubuh, khususnya dalam organ tubuh, seperti kulit dan mukosa saluran cerna. Dampak kekurangan mineral ini adalah nafsu makan menurun dan rusaknya sistem pertahanan tubuh [5]. Zinc atau seng juga sebagai kofaktor penting untuk lebih dari 300 enzim. Fungsi penting seng adalah berperan dalam struktur dan fungsi biomembran. Beberapa peneliti telah menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi seng dalam biomembran merupakan dasar dari penyakit tertentu yang berkaitan dengan defisiensi seng. Seng merupakan komponen penting

dari beberapa enzim yang mengatur pertumbuhan sel, sintesis protein dan DNA, metabolisme energi, regulasi transkripsi gen, kadar hormon, dan metabolisme faktor pertumbuhan [6].

Pada penelitian ini ingin diketahui secara empiris pengaruh ion logam terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, apakah berperan sebagai aktivator atau inhibitor dalam tubuh. Dalam hal ini ion logam yang ditambahkan sebagai kofaktor adalah ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk larutan  $ZnSO_4$  dengan menggunakan substrat pati kentang. Penelitian diawali dengan terlebih dahulu menentukan waktu inkubasi, pH, suhu, konsentrasi substrat, konsentrasi enzim optimum, baru kemudian dilakukan variasi penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  yang ditambahkan pada kondisi optimum tersebut untuk diketahui ion logam  $Zn^{2+}$  bertindak sebagai aktivator atau inhibitor. Penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya dan penelitian ini dibedakan dengan penelitian yang lain pada larutan buffer serta pada variasi konsentrasi waktu inkubasi, pH, suhu, konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, dan konsentrasi ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  yang digunakan.

## **Metode**

### **Penentuan Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase pada Kondisi Optimum**

Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase ditentukan pada kondisi optimum enzim  $\alpha$ -amilase yaitu waktu inkubasi 20 menit, pH 7, suhu  $42^\circ C$ , konsentrasi substrat 25 mg/mL, dan konsentrasi enzim 20 mg/mL. Penentuan aktivitas enzim dilakukan dengan menggunakan metode Bailey atau disebut juga DNS. 0,25 mL larutan pati 25 mg/mL dilakukan pra-inkubasi selama 5 menit pada suhu  $42^\circ C$ . Kemudian menambahkan 0,25 mL larutan buffer fosfat pH 7 dan 0,5 mL larutan enzim  $\alpha$ -amilase 20 mg/mL lalu dihomogenkan dengan *vortex* dan diinkubasi selama 20 menit pada suhu  $37^\circ C$ . Setelah itu, menambahkan 1 mL larutan DNS 5% (v/v) kedalam tabung reaksi dan larutan dihomogenkan. Larutan tersebut dipanaskan dalam penangas air didih selama 5 menit dan didinginkan dalam air es. Setelah larutan dingin ditambahkan akuades sebanyak 8 mL lalu dihomogenkan. Larutan yang telah homogen diambil secukupnya untuk dipindahkan ke dalam *kuvet*, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 360 nm. Larutan kontrol dibuat dengan menambahkan substrat pati 25 mg/mL dan buffer fosfat pH 7 masing-masing sebanyak 0,25 mL diinkubasi selama 5 menit lalu ditambahkan 1 mL larutan DNS 5% (v/v) dan 0,5 mL larutan enzim  $\alpha$ -amilase 20 mg/mL kemudian dihomogenkan. Setelah itu, tabung dipanaskan dalam air mendidih selama 5 menit. Langkah selanjutnya seperti pada prosedur larutan sampel. Larutan blanko dibuat dengan memasukkan larutan buffer fosfat pH 7 dan larutan DNS 5% (v/v) masing-masing sebanyak 1 mL lalu ditambahkan 8 mL akuades. Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{A_{ts} - A_{tk}}{t}$$

Keterangan:

V : aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase

$A_{ts}$  : absorbansi tabung sampel

$A_{tk}$  : absorbansi tabung kontrol

T : waktu inkubasi (20 menit)

## Penentuan Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase dengan Penambahan Ion Logam $Zn^{2+}$ dalam Bentuk Senyawa $ZnSO_4$ pada Kondisi Optimum

Penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dilakukan pada kondisi optimum enzim  $\alpha$ -amilase yang telah diperoleh pada prosedur sebelumnya yang meliputi waktu inkubasi, pH, suhu, konsentrasi substrat, dan konsentrasi enzim. Prosedur ini dilakukan sama seperti prosedur penentuan pada kondisi optimum, hanya saja pada tabung kontrol larutan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dalam berbagai variasi konsentrasi ditambahkan sebelum larutan enzim  $\alpha$ -amilase dan pada tabung sampel larutan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dalam berbagai variasi konsentrasi ditambahkan setelah larutan enzim  $\alpha$ -amilase. Variasi konsentrasi senyawa  $ZnSO_4$  yang ditambahkan, yaitu 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M; dan 0,10 M.

### Hasil dan Pembahasan

#### Penentuan Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase pada Kondisi Optimum

Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dihitung dari nilai absorbansi yang diperoleh pada tabung larutan sampel dan tabung larutan kontrol. Berdasarkan nilai aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dalam tabel 1, maka dapat dihitung rerata aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum, yaitu 0,01141 mg/mL pada suhu  $42^\circ C$ .

**Tabel 1.** Hasil Penentuan Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amilase

Sampel	Rerata Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase (mg/mL per menit) pada suhu $42^\circ C$
1	0,01148
2	0,01150
3	0,01114
4	0,01147
5	0,01149
<b>Rerata</b>	<b>0,01141</b>

Penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum dilakukan menggunakan tiga tabung yang berbeda, yaitu tabung sampel, tabung kontrol, dan tabung blanko, masing-masing tabung dibuat secara *triplo*. Tabung sampel berisi enzim  $\alpha$ -amilase, substrat pati, dan reagen-reagen yang digunakan untuk mengetahui besarnya aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase. Tabung kontrol adalah tabung yang berisi enzim yang telah dinonaktifkan, sehingga kemungkinan besar tidak dapat menghidrolisis substrat, sedangkan tabung blanko adalah tabung yang berisi semua reagen tanpa adanya sampel. Blanko berfungsi untuk mengeliminasi absorbansi reagen-reagen yang digunakan dalam larutan sampel dan larutan kontrol, sehingga absorbansi larutan sampel dan larutan kontrol dapat dihitung secara tepat.

Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dalam penelitian ini menggunakan satuan mg/mL/menit pada suhu  $42^\circ C$ . Penggunaan satuan aktivitas enzim tersebut berdasarkan rumus penentuan aktivitas enzim, yaitu absorbansi tabung sampel dikurangi absorbansi tabung kontrol yang diperoleh dengan pengukuran sampel menggunakan spektrofotometer dibagi waktu inkubasi (20 menit) serta suhu inkubasi yang digunakan, yaitu  $42^\circ C$ . Penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada

kondisi optimum dilakukan sebanyak lima kali (*pentaplo*) agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Berdasarkan kelima data tersebut dapat diperoleh rerata aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum, yaitu sebesar 0,01141 mg/mL/menit pada 42°C.

### **Penentuan Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase dengan Penambahan Ion Logam $Zn^{2+}$ pada Kondisi Optimum**

Perhitungan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  sama seperti perhitungan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase optimum. Variasi konsentrasi senyawa  $ZnSO_4$  yang ditambahkan, yaitu 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M; dan 0,10 M.

**Tabel 2.** Hasil Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amilase dengan Penambahan Ion Logam  $Zn^{2+}$

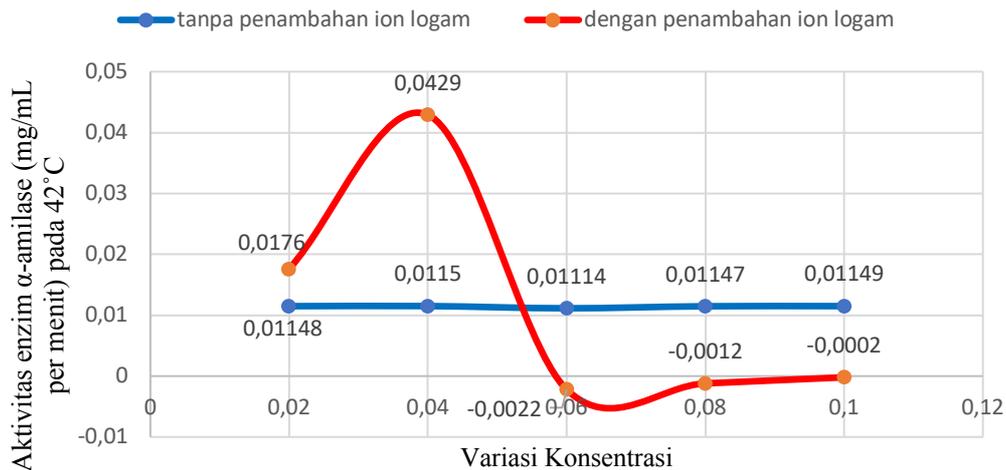
Konsentrasi Ion Logam $Zn^{2+}$ (M)	Rerata Aktivitas Enzim $\alpha$ -amilase (mg/mL per menit) pada suhu 42°C
0,02	0,0176
0,04	0,0429
0,06	-0,0022
0,08	-0,0013
0,1	-0,0003

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  konsentrasi 0,02 M dan 0,04 M lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum (0,01141 mg/mL), sedangkan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  konsentrasi 0,06 M; 0,08 M; dan 0,1 M lebih rendah dibandingkan dengan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum.

Penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  hampir sama seperti penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dalam kondisi optimum, yang membedakan adanya penambahan ion logam  $Zn^{2+}$ , baik pada tabung sampel maupun tabung kontrol. Pada tabung sampel, ion logam  $Zn^{2+}$  ditambahkan setelah penambahan larutan enzim  $\alpha$ -amilase, sedangkan pada tabung kontrol ion logam  $Zn^{2+}$  ditambahkan sebelum penambahan larutan enzim  $\alpha$ -amilase.

Penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  pada tabung sampel dilakukan setelah penambahan larutan substrat pati dan larutan enzim  $\alpha$ -amilase agar terbentuk ikatan enzim dengan substrat terlebih dahulu, sehingga konformasinya stabil dan substrat mampu berikatan dengan sisi aktif enzim secara spesifik. Setelah substrat dan enzim membentuk suatu ikatan, ion logam  $Zn^{2+}$  ditambahkan, sehingga dapat mengganti ion-ion logam yang tidak efektif dari sisi aktif enzim maupun substrat.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  pada penentuan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dapat meningkatkan dan menurunkan kerja enzim  $\alpha$ -amilase. Hal ini dapat dilihat dari naiknya aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, kemudian aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase tersebut menurun pada saat penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  secara berlebihan (di atas konsentrasi 0,04 M). Peningkatan dan penurunan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva Hubungan Konsentrasi Ion Logam  $Zn^{2+}$  terhadap Aktivitas Enzim  $\alpha$ -Amilase

Berdasarkan kurva pada Gambar 1 menunjukkan adanya perbedaan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase tanpa dan dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$ . Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase mengalami peningkatan dan penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$ . Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase meningkat setelah adanya penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dengan konsentrasi 0,02 M dan 0,04 M, selanjutnya aktivitas tersebut mengalami penurunan setelah penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  dinaikkan, yaitu konsentrasi 0,06 M; 0,08 M, dan 0,1 M. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  berperan sebagai aktivator pada konsentrasi ion logam  $Zn^{2+}$  rendah ( $\leq 0,4$  M) dan inhibitor terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada konsentrasi ion logam  $Zn^{2+}$  tinggi ( $\geq 0,6$  M). Menurunnya aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dengan penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dimungkinkan karena ion logam  $Zn^{2+}$  mengganggu pembentukan kompleks enzim-substrat. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dali et al., (2016) bahwa pengaruh ion  $Zn^{2+}$  pada konsentrasi 1 mM maupun pada konsentrasi 10 mM terhadap enzim amilase dari isolat bakteri termofilik *Bacillus Substilis* dengan menggunakan substrat pati menunjukkan bahwa ion  $Zn^{2+}$  menurunkan aktivitas enzim. Dengan kata lain, ion logam  $Zn^{2+}$  berperan sebagai inhibitor terhadap enzim amilase [7]. Terjadinya kenaikan aktivitas dan penurunan aktivitas ini menunjukkan bahwa kita dalam mengonsumsi makanan yang mengandung mineral zink (Zn) harus seimbang, tidak boleh berlebihan, karena ternyata justru dapat menghambat kerja enzim  $\alpha$ -amilase,

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, Enzim  $\alpha$ -amilase memiliki kondisi optimum waktu inkubasi 20 menit, pH 7, suhu 42°C, konsentrasi substrat 25 mg/mL, dan konsentrasi enzim 20 mg/mL, dengan aktivitas optimum sebesar 0,01141 mg/mL/menit pada suhu 42°C. Penambahan ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  konsentrasi 0,02 M; 0,04 M; 0,06 M; 0,08 M dan 0,1 M terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada kondisi optimum mengalami fluktuasi, yaitu pada konsentrasi

ion logam  $Zn^{2+}$  rendah ( $\leq 0,4$  M) ion logam  $Zn^{2+}$  dalam bentuk senyawa  $ZnSO_4$  berperan sebagai aktivator dan pada konsentrasi ion logam  $Zn^{2+}$  tinggi ( $\geq 0,6$  M) berperan sebagai inhibitor terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase.

### **Daftar Pustaka**

- [1]. Ningsih, D. R., Rastuti, U. and Ridlwan Kamaludin. (2012). Karakterisasi enzim amilase dari bakteri *bacillus amyloliquefaciens*. *Pengembangan Sumber Daya Pedesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II*, 978–979.
- [2]. Janeček, Š. (2021). Amylolytic enzymes-focus on the alpha-amylases from archae and plants. *Nova Biotechnologica et Chimica* 9(1) (2021), 5–26. <https://doi.org/10.36547/nbc.1284>
- [3]. Jeklin, A. Pengaruh senyawa kofaktor dan stabilitas terhadap aktivitas enzim  $\beta$ -1,3-glukanase dari isolat bakteri termofil *bacillus licheniformis* HSA3-1a. *As-Syifaa* 04(02) (2016), 1–23.
- [4]. Soeka, Y. S. Karakterisasi bakteri penghasil  $\alpha$ -amilase dan identifikasi isolat C2 yang diisolasi dari terasi curah Samarinda, Kalimantan Timur. *Berita Biologi* 15(2) (2016), 185–193.
- [5]. Y. Hilal, E., A. E. Elkhairey, M. and O. A. Osman, A. (2016). The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. *Open Journal of Animal Sciences* 06(04) (2016), 304–324. <https://doi.org/10.4236/ojas.2016.64035>
- [6]. Hidayat, A., Ilmu, B., Masyarakat, K., Kedokteran, F. and Trisakti, U. Seng (zinc) : esensial bagi kesehatan. *Jurnal Kedokteran Trisakti* 1-9 (2007).
- [7]. Dali, S., Arfah, R., Karim, A. and Patong, A. R. Karakterisasi enzim amilase dari isolat bakteri termofilik *bacillus substilis*. *Jurnal Kimia* 1–8 (2016).

