

Pengaruh Volume Substrat Terhadap Kerja Enzim Katalase Menggunakan Respirometer Ganong Sebagai Rekonstruksi Desain Kegiatan Praktikum Siswa

Dita Amalia¹, Nisrina Nur Rahmi², Nor Hidayati³, Rina Oktaviana⁴, Zevira Fransisca Aurora⁵, Bambang Supriatno⁶, Sri Anggraeni⁷

(1,2,3,4,5,6,7) Universitas Pendidikan Indonesia, Jalan Dr. Setiabudi No.229, Bandung, 40154

ditaamaliao1@gmail.com (1), nisrinanurrahmi1223@gmail.com (2), norhidayatnr@gmail.com (3),
rinaoktaviana043@gmail.com (4), virafransisca@gmail.com (5) bambang@upi.edu (6)
anggraeni_said@yahoo.co.id (7)

ABSTRAK

Praktikum menguji enzim katalase di sekolah menggunakan tabung reaksi masih bersifat kualitatif dalam mengukur tekanan dari reaksi yang dihasilkan substrat dan enzim menghasilkan gelembung. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan respirometer ganong untuk melihat pengukuran bersifat kuantitatif pada tekanan oksigen yang dihasilkan dan lamanya nyala bara api. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan melakukan praktikum enzim menggunakan respirometer ganong serta melakukan analisis sesuai dengan indikator Novak Gowin yang terdiri atas tiga komponen yaitu: 1) relevansi, 2) kompetensi, dan 3) konstruksi. Berdasarkan hasil yang didapatkan terdapat adanya perubahan terhadap jumlah substrat dengan tekanan oksigen yang dihasilkan dan lamanya bara api yang menyala. Pada perbedaan jumlah substrat membuktikan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja reaksi enzim katalase adalah jumlah substrat. Substrat pada reaksi enzim memiliki senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bersifat racun. Banyak dan sedikitnya senyawa hidrogen pada penelitian ini sangat mempengaruhi kinerja enzim katalase. Terjadinya reaksi antara H_2O_2 dan katalase dapat diuraikan menjadi air dan oksigen yang tidak berbahaya dengan ditandai timbulnya gelembung dan nyala bara api apabila dibakar.

Kata Kunci : Substrat, Respirometer Ganong, Enzim Katalase, Praktikum

ABSTRACT

The practicum of testing the catalase enzyme at school using test tubes is still qualitative in measuring the pressure of the reaction produced by the substrate and the enzyme producing bubbles. Therefore, this study used a ganong respirometer to see quantitative measurements of the oxygen pressure produced and the length of the flame. This research is a quantitative descriptive study by conducting enzyme practicum using a ganong respirometer and analyzing according to the Novak Gowin indicator which consists of three components, namely: 1) relevance, 2) competence, and 3) construction. Based on the results obtained, there is a change in the amount of substrate with the resulting oxygen pressure and the length of the burning coals. The difference in the number of substrates proves that one of the factors that affect the performance of the catalase enzyme reaction is the number of substrates. The substrate in the enzyme reaction contains hydrogen peroxide (H_2O_2) which is toxic. The amount and lack of hydrogen compounds in this study greatly affected the performance of the catalase enzyme. The reaction between H_2O_2 and catalase can be broken down into harmless water and oxygen by marked bubbling and burning coals when burned.

Keywords : Substrate, Ganong Respirometer, Enzyme Catalase, Practicum

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penggunaan tabung reaksi dinilai masih bersifat kualitatif karena pengukuran hasil reaksi berupa tekanan akibat adanya oksigen yang dilihat dari timbulnya gelembung dirasakan dengan menggunakan tangan bersifat kualitatif. Hal ini dapat mempengaruhi unsur subjektif bagi peneliti yang melakukan percobaan tersebut. Oleh karena itu, melakukan suatu penelitian seharusnya memiliki hasil percobaan yang bersifat objektif dan dapat diperhitungkan (kuantitatif). Penggunaan alat respirometer ganong memiliki skala pengukuran yang dinilai secara kuantitatif untuk melihat tekanan yang dihasilkan dari timbulnya gelembung hasil reaksi enzim katalase dengan substrat yakni senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2). Enzim merupakan protein yang berperan sebagai katalis dalam metabolisme makhluk hidup. Enzim berperan untuk mempercepat reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup, tetapi enzim itu sendiri tidak ikut bereaksi. Oleh sebab itu, enzim disebut sebagai salah satu katalisator alami (Agrios, 1997). Enzim atau biokatalisator adalah katalisator organik yang dihasilkan oleh sel. Enzim sangat penting dalam kehidupan, karena semua reaksi metabolisme dikatalis oleh enzim. Jika tidak ada enzim, atau aktivitas enzim terganggu maka reaksi metabolisme sel akan terhambat hingga pertumbuhan sel juga terganggu (Valko, 2007). Enzim katalase adalah salah satu jenis enzim yang umum ditemui di dalam sel – sel makhluk hidup. Enzim katalase berfungsi untuk merombak Hidrogen Peroksida (H_2O_2) yang bersifat racun yang merupakan sisa/hasil sampingan dari proses metabolisme. Apabila H_2O_2 tidak diuraikan dengan enzim ini, maka akan menyebabkan kematian pada sel – sel. Oleh sebab itu, enzim katalase untuk merombak H_2O_2 menjadi substansi yang tidak berbahaya, yaitu berupa air dan oksigen. Selain bekerja secara spesifik pada substrat tertentu. Enzim juga bersifat termolabil (rentan terhadap perubahan suhu) serta merupakan suatu senyawa golongan protein (Valko, 2007). Melalui berbagai reaksi metabolisme, oksigen dapat diubah menjadi bentuk molekul yang sangat reaktif seperti singlet oksigen (O_2), hidrogen peroksida (H_2O_2), superoksida (O_2) dan radikal hidroksil (OH). Superoksida dapat berubah bentuk menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2), radikal ini dapat menyebabkan kerusakan melalui beberapa cara yaitu memutus ikatan rantai protein, merusak membran lemak dan bereaksi dengan DNA sehingga menyebabkan mutasi sel (Untari, 2014). Cara kerja yang dilakukan enzim yaitu molekul selalu bergerak dan saling bertumbukan satu sama lainnya. Jika ada molekul substrat menumbuk molekul enzim yang tepat maka akan menempel pada enzim. Tempat menempelnya molekul substrat tersebut disebut dengan sisi aktif. Kemudian terjadi reaksi dan terbentuk molekul produk. Enzim katalase bekerja secara optimal pada suhu kamar ($\pm 30^\circ C$) dan suasana netral. Hal ini dapat dilihat pada suasana asam, basa, dan suhu tinggi, laju reaksi menjadi sangat lambat. Bahkan terhenti sama sekali. Indikasinya adalah sedikitnya gelembung yang dihasilkan dan bara api tidak menyala. Sedangkan pada suhu normal dan pH netral, reaksi berjalan dengan lancar (West and Tood, 1961). Banyak faktor yang mempengaruhi kerja enzim katalase, salah satunya adalah substrat. Jumlah substrat atau senyawa Hidrogen Peroksida (H_2O_2) memiliki peran dalam aktivasi kerja enzim katalase. Reaksi enzim katalase dengan senyawa Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dapat diuraikan menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2) yang tidak berbahaya ditandai dengan timbulnya gelembung. Ada tidaknya gelembung merupakan indikator adanya air dalam wujud uap. Sedangkan menyala atau tidaknya bara merupakan indikator adanya gas oksigen dalam tabung tersebut. Pada uji katalase dapat dinyatakan positif apabila sumber katalase yang di tetesi dengan H_2O_2 maka akan menimbulkan gelembung. Sumber katalase yang tidak menghasilkan gelembung dapat dinyatakan sebagai katalase negatif (Cappucino dan Sherman, 2001). Terjadinya reaksi antara H_2O_2

dibantu enzim katalase menjadi oksigen dan air ditandai dengan adanya gelembung dan menyala apabila dibakar. Ada tidaknya gelembung sebagai indikasi adanya air dalam wujud uap. Sedangkan menyala atau tidaknya bara merupakan indikator adanya gas oksigen dalam tabung tersebut. Keterlibatan H_2O_2 pada reaksi enzim menggunakan jumlah yang berbeda yakni 0 ml; 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml; 2 ml; 2,5 ml; 3 ml; 3,5 ml; dan 4 ml. Tekanan oksigen yang dihasilkan dari reaksi enzim katalase dapat diukur menggunakan tabung ganong, pada ganong menerapkan prinsip manometer. Manometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara melalui perubahan tekanan fluida dimana prinsip kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan tekanan fluida untuk mengukur tekanan udara (Janice Vancleave, 2004). Persamaan yang menghubungkan tekanan dengan kedalaman fluida: $P_o = P_a + \text{selisih tinggi}$. P_o adalah tekanan di permukaan, dan P_a adalah tekanan luar (76 cmHg). Ganong adalah alat yang dapat digunakan untuk menentukan angka secara kuantitatif dalam suatu peristiwa. Bagian-bagian alat yang penting ialah: tabung bertutup yang volumenya kurang lebih 100 ml, bagian yang menggelembung sampai pada lehernya bervolume 75 ml + 2 ml merupakan lekukan kecil. Pada tutup terdapat lubang kecil untuk menghubungkan atau memutuskan hubungan udara dalam tabung dan udara luar. Pipa bagian bawah berskala mulai dari 75 ml hingga 100 ml; di bawah skala 100 ml masih tersedia ruang kurang lebih 10 ml, dan dihubungkan dengan pipa karet dengan pipa kaca yang berujung terbuka. Pipa ini dapat dinaik-turunkan pada waktu menyamakan permukaan zat cair pada kedua pipa. Penelitian ini menguji jumlah substrat yang berbeda dapat mempengaruhi kerja enzim yang hasilnya berupa tekanan oksigen dan dapat diukur secara kuantitatif menggunakan alat respirometer ganong. Penggunaan alat respirometer ganong pada kegiatan praktikum merupakan suatu inovasi yang belum dilakukan di penelitian sebelumnya yakni dengan mengkuantitatifkan tekanan dan hal ini dapat sejalan dengan hakekat penelitian yang membuat siswa dapat berpikir secara objektif, karena penilaian subjektif dalam melakukan suatu penelitian dapat menghasilkan ketidakakuratan data sehingga data tidak dapat dipertanggungjawabkan.

2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh volume substrat terhadap kerja enzim menggunakan respirometer ganong sebagai rekonstruksi kegiatan praktikum siswa?.

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume substrat terhadap kerja enzim dan merekonstruksi kegiatan praktikum siswa menggunakan respirometer ganong.

4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat bermanfaat untuk rujukan bagi guru dan sekolah dalam merancang kegiatan praktikum yang bersifat kuantitatif

II. METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Universitas Pendidikan Indonesia. Pada tanggal 29 Maret 2022.

Rancangan Penelitian atau Model

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan melakukan pengujian pengaruh jumlah substrat terhadap kerja enzim katalase pada materi biologi mengenai enzim dan metabolisme.

Bahan dan Peralatan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian adalah ganong, gelas ukur 10 ml, gelas baker 100ml, korek api, corong kaca, blender, kain kasa, tabung reaksi, tempat tabung reaksi. Sedangkan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian adalah hati ayam, aquades, H₂O₂, vaseline.

III. HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil percobaan pengaruh jumlah substrat terhadap kerja enzim

Nomor perlakuan	H ₂ O ₂ (ml)	Awal			Akhir		
		Gelembung	Tekanan (ml)	Nyala Api (detik)	Gelembung	Tekanan (CmHg)	Nyala api
1	0	-	90	-	-	0	0
2	0,5	-	90	-	+	9.03	13
3	1	-	90	-	+	9.09	16
4	1,5	-	90	-	++	9.09	29
5	2	-	90	-	+++	9.09	35
6	2,5	-	90	-	+++	9.12	46
7	3	-	90	-	+++	9.15	50
8	3,5	-	90	-	++++	9.15	66
9	4	-	90	-	++++	9.15	75

Keterangan Gelembung:

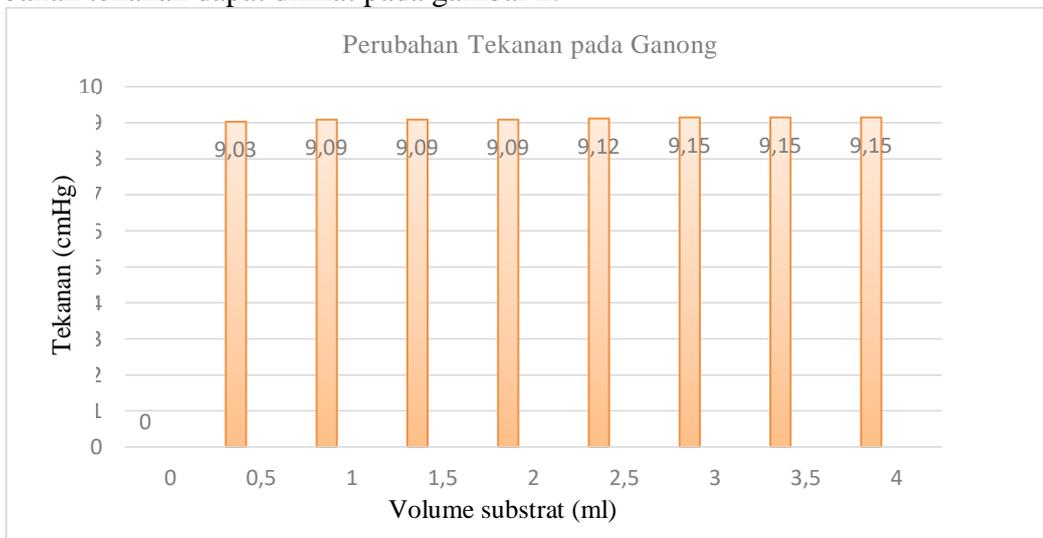
- : Tidak ada gelembung
- + : Gelembung sangat sedikit
- ++ : Gelembung sedikit
- +++ : Gelembung banyak
- ++++ : Gelembung sangat banyak

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa setiap perlakuan yang melibatkan jumlah substrat H₂O₂ yang berbeda dapat mempengaruhi kerja enzim yang dilihat dari tekanan oksigen, keberadaan gelembung dan lamanya bara api yang menyala. Enzim katalase merupakan enzim yang mengkatalisa penguraian hidrogen peroksida (H₂O₂) menjadi H₂O dan O₂. Hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena abahan ini menginaktifkan enzim dalam sel. Hidrogen peroksida terbentuk sewaktu metabolisme aerob, sehingga mikroorganisme yang tumbuh dalam lingkungan aerob pasti menguraikan bahan tersebut (Lay, 1994). Katalase ditemukan di beberapa organ tubuh seperti hepar, ginjal, sumsum tulang dan darah, namun yang terbanyak terdapat di hepar (Kaushal, 2018). Penguraian racun dari H₂O₂ menjadi H₂O dan O₂ pada percobaan ditunjukkan dari gelembung dan nyala api yang terbentuk. Gelembung merupakan uap air dan nyala api terjadi karena adanya oksigen. H₂O dan O₂ merupakan produk dari H₂O₂ sehingga semakin banyak H₂O₂ maka semakin cepat kerja enzim katalase. Hal ini ditunjukkan dari banyaknya gelembung yang terbentuk dan lamanya nyala api. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, pada perlakuan ke-1 volume enzim katalase sebanyak 3 ml tanpa ditambahkan dengan H₂O₂ menunjukkan bahwa tidak terdapat gelembung maupun nyala api yang teridentifikasi dan tidak terjadi juga perubahan tekanan pada ganong. Hal ini disebabkan tidak adanya reaksi yang terjadi dalam perlakuan ke-1 tersebut. Tanpa adanya substrat yakni H₂O₂ maka enzim katalase tidak dapat melakukan reaksi kimia. Pada perlakuan ke-2 yaitu volume enzim katalase sebanyak 3 ml ditambahkan dengan volume substrat H₂O₂ 0,5 ml menunjukkan

adanya gelembung yang sangat sedikit dan tekanan pada ganong yang terbentuk sebesar 9,03 cmHg. Adanya substrat H_2O_2 dalam jumlah yang kecil mempengaruhi kerja enzim katalase. Katalisis terjadi hanya jika enzim dan substrat membentuk suatu kompleks. Oleh sebab itu, laju rekaksi bergantung pada jumlah enzim dan substrat yang berhasil membentuk kompleks. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pembentukan H_2O dan O_2 yang mempengaruhi tekanan udara dalam ganong.

Selanjutnya pada perlakuan ke-3 yaitu volume substrat 1 ml menunjukkan adanya gelembung yang sangat sedikit dan terdapat perubahan tekanan sebesar 9.0.9 cmHg pada ganong. Sama halnya dengan perlakuan ke-2, adanya substrat H_2O_2 dalam jumlah yang kecil mempengaruhi kerja enzim katalase. Pada perlakuan ke-4 yaitu 3 ml enzim katalase ditambahkan dengan 1,5 ml substrat menunjukkan adanya sedikit gelembung dan terdapat perubahan tekanan sebesar 9.0.9 cmHg pada ganong. Pada perlakuan ke-5 yaitu 3 ml enzim katalase ditambahkan dengan 2 ml substrat menunjukkan adanya banyak gelembung dan terdapat perubahan tekanan sebesar 9.0.9 cmHg pada ganong. Perubahan tekanan dapat dilihat pada gambar 2.

Perubahan tekanan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perubahan Tekanan pada Ganong

IV. KESIMPULAN

Jumlah substrat yang diberikan memiliki volume yang berbeda-beda. Setiap volume substrat yang direaksikan dengan enzim katalase menghasilkan tekanan dan lama bara api menyala yang berbeda-beda. Semakin banyak jumlah volume substrat yang diberikan maka tekanan oksigen, jumlah gelembung dan lama bara api menyala semakin meningkat. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa pemberian substrat dapat mempengaruhi kerja enzim katalase. Enzim katalase yang diproduksi di dalam hati ayam memiliki sifat racun yang berbahaya bagi tubuh. Pemberian substrat H_2O_2 mampu memecah senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi substansi yang tidak berbahaya berupa air dan oksigen. Keberadaan oksigen dapat dilihat timbulnya gelembung pada reaksi tersebut, sehingga terdapat tekanan oksigen di dalamnya.

Amalia Dita, Nur Rahmi N, Hidayati N, Oktaviana R, Fransisca Aurora Z, Supriatno B, Anggraeni S : Pengaruh Volume Substrat Terhadap Kerja Enzim Katalase Menggunakan Respirometer Ganong Sebagai Rekonstruksi Desain Kegiatan Praktikum Siswa

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1997. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*.(Terjemahan) Edisi Ketiga. UGM Press, Yogyakarta.
- Cappucino, J.G., dan Sherman, N., 2001, *Microbiology A Laboratory Manual*, Rockland Community College, State University of New York
- Kaushal J, Mehandia S, Singh G, Raina A, Arya SK. 2018. *Catalase Enzyme: Application in Bioremediation and Food Industry*. *Biocatal Agric Biotechnol*, vol. 16, no. 8, pp. 192–199.
- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Miller, G.L., 1958. *Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar*. *Analytical Chemistry - ANAL CHEM*, vol. 31, no. 3, pp. 426-428.
- Permanasari A R, Yulistiani F, Purnama R W, Widjaja T, Gunawan S. 2017. *The Effect of Enzyme and Substrate Concentration on the Fructose Syrup Production by Enzymatic Hydrolysis*.
- Poedjiadi, A. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia Edisi Revisi*. Jakarta: UI Press. Poedjiadi, A dan Supriyanti, F.M. 1992. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Suhara. 2009. *Dasar-dasar Biokimia*. Bandung: Prima Press
- Untari, E.K. Sri. W., Agustia, D. 2014. *Efek Fraksi n-heksana Kulit *Hylocereus polyrhizus* Terhadap Aktivitas Katalase Tikus Stres Oksidatif*. Original Article. Vol.1 No. 1
- Valko , Leibfritz D, Moncol J, Cronin. MTD, Mazur M, Telser J. 2007. *Review: Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84
- Van Cleave, Janice. 2004. *A+ Proyek Fisika: Perkara Jaya*, Bandung
- Volk WA and MF Wheeler. 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Jilid 1. S Adisoemarto (Ed.). Erlangga, Jakarta. Terjemahan dari *Basic Microbiology*
- West, ES dan Todd, W. R, 1961. *Text Book of Biochemistry 3th Ed*. The McMilan Company, New York.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
09 Juni 2022	10 Juni 2022	12 Juni 2022	Ya