



Alternatif Kegiatan Praktikum Tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap Hasil Kerja Katalase Menggunakan Respirometer Ganong

**Ghina Nur Inayah^{1✉}, Annesha Rahamadayanti², Anna Argiyanti³, Ridho Ilafi Sukma⁴,
Bambang Supriatnto⁵, Sri Anggraeni⁶**

Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3,4,5,6}

E-mail : ghinanurinayah@gmail.com¹, annesharahmadayanti75@gmail.com², argiyantianna@gmail.com³,
ridho.ilafisukma@gmail.com⁴, bambangsupriatnto@upi.edu⁵, anggraeni_said@upi.edu⁶

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis desain kegiatan laboratorium (DKL) yang beredar dan merekonstruksi praktikum enzim katalase agar dapat diukur secara kuantitatif maupun kualitatif dengan menggunakan respirometer ganong sebagai pengganti tabung reaksi. Praktikum enzim katalase menggunakan respirometer ganong ini akan melihat reaksi enzim katalase yang dipengaruhi oleh berbagai pH dan melihat tekanan yang dihasilkan dari masing-masing reaksi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode *purposive sampling* dengan total 4 LKPD sebagai sampel. Pada setiap LKPD dilakukan analisis berdasarkan indikator Novak&Gowin yang terdiri atas tiga indikator yaitu relevansi, kompetensi dan konstruksi pengetahuan. Hasil dari analisis terhadap ke empat LKPD menunjukkan bahwa aspek relevansi, aspek kompetensi dan konstruksi pengetahuan masih kurang memenuhi standar pada beberapa aspek dan butuh perbaikan. Berdasarkan hasil uji coba terhadap enzim katalase dengan berbagai pH, terdapat perbedaan jumlah gelembung dan lama nya nyala bara api pada suasana pH yang berbeda. Secara kuantitatif, dapat dilihat perbedaan tekanan pada bagian lengan respirometer ganong dari berbagai tingkat pH. Penelitian ini juga menjelaskan bahwa respirometer ganong pada praktikum enzim katalase dapat membantu peserta didik mengukur hasil secara kuantitatif dan perlu penelitian lainnya dengan menggunakan variabel yang berbeda.

Kata Kunci: Alternatif praktikum, Katalase, pH, Respirometer ganong

Abstract

The purpose of this study was to analyze the circulating design of laboratory activities (DKL) and reconstruct the catalase enzyme practicum so that it can be measured quantitatively and qualitatively using a Ganong respirometer as a substitute for test tubes. The catalase enzyme practicum using a ganong respirometer will see the reaction of the catalase enzyme which is influenced by various pHs and see the pressure generated from each reaction. This research is a quantitative descriptive study with purposive sampling method with a total of 4 student worksheets as samples. In each LKPD an analysis is carried out based on the Novak & Gowin indicator which consists of three indicators, namely relevance, competence and knowledge construction. The results of the analysis of the four worksheets show that aspects of relevance, competence and knowledge construction still do not meet the standards in several aspects and need improvement. Based on the test results on the catalase enzyme with various pHs, there are differences in the number of bubbles and length of the flame at different pH conditions. Quantitatively, it can be seen the difference in pressure on the arm of the ganong respirometer from various pH levels. This study also explains that the ganong respirometer in the catalase enzyme practicum can help students measure results quantitatively and need other research using different variables.

Keywords: Alternative practicum, katalase, pH, ganong respirometer

Copyright (c) 2022 Ghina Nur Inayah, Annesha Rahamadayanti, Anna Argiyanti,
Ridho Ilafi Sukma, Bambang Supriatnto, Sri Anggraeni

✉ Corresponding author

Email : ghinanurinayah@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3289>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Biologi adalah salah satu cabang dari banyaknya ilmu pengetahuan alam yang dipelajari di pendidikan tingkat menengah pertama maupun menengah atas. Pembelajaran biologi merupakan materi yang menuntut peserta didik memiliki pengetahuan ilmiah serta konseptual. Materi biologi sebagai bagian dari sains tidak pernah terpisahkan dari tiga aspek sains yaitu proses, produk serta sikap. Biologi memiliki banyak sekali cabang ilmu. Salah satu materi biologi yang diajarkan di sekolah menengah atas adalah materi metabolisme terutama materi enzim. Pada pembelajaran biologi, peserta didik diharapkan tidak hanya memiliki penguasaan berupa fakta-fakta, konsep serta prinsip-prinsip kognitif saja, namun peserta didik juga dituntut untuk memiliki pengalaman secara langsung yang dapat menimbulkan interaksi antara peserta didik dengan objek belajar sehingga pembelajaran dapat menjadi lebih bermakna bagi peserta didik (Dewi Sartika Sari, Lia Auliandari, 2020).

Cara yang dapat dilakukan oleh seorang guru sebagai pendidik agar dapat memberikan pengalaman yang nyata kepada peserta didik adalah melaksanakan praktikum di sekolah. Biologi merupakan salah satu dari sekian banyak ilmu yang tidak bisa lepas dari kegiatan praktikum. Praktikum dalam pembelajaran biologi dapat membimbing peserta didik untuk dapat merancang percobaan di laboratorium maupun di lapangan. Percobaan yang dirancang oleh peserta didik dapat membantu peserta didik menghubungkan aspek konseptual yang dipelajari di kelas dengan aspek metodologi yang peserta didik pelajari di laboratorium maupun di lapangan secara langsung (Hindriana, 2016). Metode praktikum juga dapat membantu peserta didik agar peserta didik lebih cepat memahami, mengingat serta mengerti akan materi yang disampaikan. Kegiatan praktikum yang dilakukan peserta didik akan berdampak positif seperti: 1) keterampilan peserta didik dapat terlatih; 2) peserta didik memiliki kesempatan dalam menerapkan serta mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan yang mereka miliki secara nyata; 3) peserta didik mampu membuktikan sesuatu secara ilmiah; 4) peserta didik dapat menghargai ilmu pengetahuan (Nisa, 2017).

Salah satu cara dalam pengimplementasian kegiatan praktikum adalah pemberian Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD) sebagai sarana dan petunjuk praktikum bagi peserta didik (Kidman, 2012). LKPD merupakan lembar-lembar yang berisikan materi, ringkasan serta tugas yang harus dipelajari dan dikerjakan oleh peserta didik. LKPD merupakan salah satu contoh bahan ajar yang dapat memaksimalkan peran serta keaktifan peserta didik dalam pembelajaran (Sulistiyono, 2017). Penggunaan dari LKPD diharapkan dapat merubah kondisi dimana pembelajaran yang biasanya guru selaku pendidik berperan menentukan apa yang akan peserta didik pelajari menjadi bagaimana peserta didik dapat belajar sambil memperkaya pengalamannya dalam belajar, sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21, salah satu keterampilan yang perlu ditingkatkan adalah literasi sains (Setiya Rini et al., 2022). Sejalan dengan penelitian Setiya (Putri et al., 2022), menyatakan bahwa salah satu upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains peserta didik yaitu melalui pembelajaran berbasis praktikum, karena dapat mendorong mereka untuk belajar secara aktif dan merekonstruksi pengetahuannya menjadi lebih konseptual. Selain itu, literasi sains yang perlu dicapai meliputi kemampuan berpikir secara ilmiah dan kritis dan menggunakan pengetahuan ilmiah mereka untuk mengembangkan keterampilan membuat keputusan. Berdasarkan hasil dari Programme for International Student Assessment (Heuston, 2022) tahun 2018 skor Indonesia masih tergolong rendah karena berada di urutan ke-74 dari 79 negara. Kemampuan literasi sains dapat dicapai jika guru dapat membangun pembelajaran yang aktif melalui desain kegiatan laboratorium berkualitas.

Terdapat 16 keterampilan yang harus dikuasai peserta didik untuk memenuhi tantangan pendidikan abad 21, salah satu keterampilan tersebut ialah literasi sains (Pratiwi et al., 2019). Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh guru untuk meningkatkan literasi sains peserta didik adalah dengan membangun pembelajaran aktif melalui lembar kerja peserta didik yang berkualitas.

Di lapangan ditemukan banyak sekali berbagai jenis LKPD yang dapat digunakan. Namun, banyak guru yang masih belum mengerti dan mengetahui bagaimana kriteria LKPD yang baik sehingga mampu membantu jalannya pembelajaran secara efektif dan maksimal. Kenyataannya masih banyak sekali LKPD yang beredar ternyata belum baik dan masih sering digunakan oleh guru sehingga mengakibatkan tujuan pembelajaran tidak dapat dicapai dengan maksimal. Hasil analisis LKPD sering ditemukan belum memenuhi komponen-komponen LKPD yang lengkap seperti judul, cara kerja, pertanyaan diskusi yang kurang menuntun peserta didik untuk menkonstruksi konsep yang harus dicapai peserta didik (Astika et al., 2020). Hal-hal sederhana seperti jumlah alat dan bahan juga terkadang masih tidak terlalu jelas ditemukan pada beberapa LKPD. LKPD yang beredar juga tidak mempertimbangkan sarana dan prasarana yang ada. Kegiatan praktikum yang dilakukan dengan kurang maksimal dapat mengakibatkan pembelajaran menjadi tidak maksimal dan kurang bermakna bagi peserta didik. Berdasarkan uraian di atas, peneliti berkesimpulan bahwa diperlukan LKPD yang efektif dan mampu membantu serta mendorong peserta didik dalam pembelajaran.

LKPD yang dianalisis pada penelitian ini adalah LKPD pada materi metabolisme khususnya pada materi enzim. Materi enzim katalase termasuk kedalam kompetensi dasar (KD) 3.2 yaitu menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup dan KD 4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi aerob. Pemilihan materi ini didasarkan pada tuntutan kurikulum terhadap 2 KD tersebut. Kerja enzim di dalam tubuh makhluk hidup tidak dapat langsung diamati oleh mata sehingga memerlukan kegiatan praktikum pada materi ini agar peserta didik dapat memahami lebih jauh bagaimana enzim berkerja. Materi enzim juga merupakan materi yang memerlukan tingkat keterampilan serta ketelitian yang tinggi untuk mengerjakannya sehingga dibutuhkan LKPD agar peserta didik dapat melaksanakan praktikum tersebut dengan benar dan terarah. Analisis pada LKPD ini akan menggunakan 3 indikator dari Novak & Gowin. Meliputi analisis konseptual, analisis praktikan dan analisis konstruksi pengetahuan dan disajikan dalam bentuk *Diagram Vee*. *Diagram vee* dari Novak & Gowin juga menekankan pada cara berpikir dan melakukan aktivitas bagi peserta didik agar pembelajaran dapat optimal.

Enzim katalase adalah salah satu golongan hidroperoksidase yang berfungsi melindungi tubuh dari hidrogen peroksida (H_2O_2). Katalase ditemukan di beberapa organ tubuh seperti hepar, ginjal, sumsum tulang dan darah, namun ditemukan paling banyak di hepar. Enzim katalase bekerja sama dengan enzim superoksida dismutase. Superoksida dismutase mengubah superoksida radikal (O_2) menjadi H_2O_2 yang kemudian oksigennya direduksi oleh katalase menjadi H_2O dan O_2 (Josephine et al., 2020). Enzim katalase mempunyai kemampuan untuk mereduksi hydrogen peroksida yang berlebihan di dalam tubuh hasil metabolisme oksidatif dan mampu menggunakan H_2O_2 dalam oksidasi fenol, alkohol, dan hydrogen lainnya. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kerja dari enzim katalase, salah satunya adalah pH (Marlinda, 2017). Enzim peka terhadap perubahan pH, sehingga pada umumnya enzim dapat bekerja paling efektif pada kisaran pH lingkungan yang agak sempit. Fungsi katalase paling baik pada pH 7 dan akan mengalami denaturasi dalam lingkungan diatas pH 10. Di luar pH optimum tersebut, kenaikan ataupun penurunan pH dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim dengan cepat. Pengaruh pH terhadap kerja enzim ini dapat terdeteksi karena enzim terdiri atas protein. Jumlah muatan positif dan negatif yang terdapat di dalam molekul protein serta bentuk permukaan protein sebagian ditentukan oleh pH (Sepasi Tehrani & Moosavi-Movahedi, 2018).

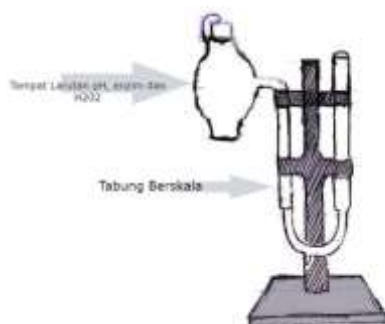
Kegiatan praktikum enzim katalase di sekolah biasanya hanya menggunakan tabung reaksi untuk mereaksikan enzim katalase dan H_2O_2 . Penggunaan tabung reaksi dianggap peneliti tidak terlalu efektif karena hanya dapat mengukur secara kualitatif karena hasil yang didapatkan terbatas pada data jumlah gelembung dan nyala bara api. Astika et al. (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Komponen Penyusun Desain Kegiatan Laboratorium Enzim Katalase” juga menyebutkan kekurangan lain pada penggunaan tabung reaksi pada praktikum enzim katalase, yaitu praktikan kesulitan memasukkan ekstrak hati ayam kedalam tabung reaksi. Penelitian dari Lestari et al. (2020) yang berjudul “Analisis Konseptual, Praktikal, Konstruksi

Pengetahuan dan Rekonstruksi Lembar Kerja Praktikum Enzim Katalase” menyebutkan bahwa alat-alat laboratorium standat disekolah mudah didapatkan termasuk tabung reaksi, namun tabung reaksi yang biasanya disediakan disekolah tidak memiliki satuan yang tertera. Satuan yang tidak tertera pada tabung reaksi tidak dapat membantu pengumpulan data secara kuantitatif pada praktikum enzim katalase. Kekurangan pada tabung reaksi seperti peserta didik yang kesulitan memasukkan ekstrak hati ayam serta tidak memiliki keterangan satuan pada tabung dapat mempersulit peserta didik dalam melaksanakan praktikum enzim katalase. Kegiatan praktikum kerja enzim katalase dapat diperbaharui dan dilakukan secara kuantitatif dengan melihat tekanan dari pergeseran skala. Pergeseran skala tersebut terjadi akibat adanya tekanan yang diberikan oleh gelembung yang dihasilkan dari reaksi katalase. Oleh karena itu, percobaan kali ini peneliti akan menggunakan alat ganong respirometer untuk melihat perubahan tekanan tersebut pada kerja katalase.

Penggunaan respirometer ganong untuk melihat ada tidaknya tekanan gas pada praktikum enzim katalase adalah kegiatan yang baru dicoba. Respirometer ganong merupakan alat yang biasanya digunakan untuk mengukur angka respirasi pada praktikum kecambah atau praktikum lainnya yang berhubungan dengan respirasi. Sholikhah et al. (2018), menyebutkan pada penelitiannya yang berjudul “Pengembangan Respirometer Sederhana dari Bahan Daur Ulang” bahwa respirometer adalah alat yang dapat digunakan dalam mengukur laju respirasi pada tumbuhan kecil seperti kecambah. Respirometer ganong yang biasanya hanya digunakan dalam praktikum respirasi ini mendorong peneliti untuk mencoba menggunakannya dalam praktikum enzim katalase guna melihat ada tidaknya gas yang dihasilkan oleh gelembung, yang akan ditandai oleh pergeseran skala pada lengan di rangkaian alat respirometer ganong.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran serta menganalisis kualitas LKPD yang beredar di lapangan. Dalam mengumpulkan sampel, penelitian ini menggunakan teknik *pusposive sampling*, dimana sampel ialah 4 LKPD Biologi kelas XII SMA pada materi metabolisme pada kurikulum 2013 dan kurikulum 2013 revisi. Analisis pada LKPD akan dilakukan dengan tiga indikator dari Novak & Gowin yang terdiri atas: 1) aspek relevansi; 2) aspek kompetensi; dan 3) aspek konstruksi pengetahuan dan melakukan uji coba kegiatan laboratorium dan menganalisis sesuai dengan indikator Novak Gowin untuk merekonstruksi LKPD Enzim Katalase. Data penelitian hasil analisis LKPD disajikan dalam bentuk persentase. Uji coba kegiatan di laboratorium dilaksanakan sesuai dengan petunjuk praktikum yang tertera pada LKPD. Hasil analisis dan uji coba secara langsung LKPD yang dianalisis dijadikan landasan bagi peneliti untuk merekonstruksi LKPD yang disertai dengan studi literatur dan mengacu pada indikator kompetensi, praktikan serta konstruksi pengetahuan. Kegiatan uji coba praktikum lembar kerja peserta didik alternatif menggunakan respirometer ganong sebagai pengganti tabung reaksi (Gambar 1) untuk mendapatkan data hasil kerja enzim katalase secara kuantitatif.



Gambar 1. Respirometer Ganong yang Digunakan Pada Uji Katalase

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

1. Hasil Analisis Relevansi, Kompetensi, Praktikal, dan Konstruksi Pengetahuan

Peneliti melakukan analisis secara komprehensif kesemua sampel LKPD untuk mendapatkan gambaran kualitas dari LKPD yang tersedia di lapangan. LKPD yang digunakan diperoleh dari buku-buku biologi kelas XII yang berlaku pada kurikulum 2013. Pada kurikulum 2013 dinyatakan secara jelas bahwa terdapat tuntutan untuk melaksanakan kegiatan percobaan mengenai metabolisme terutama pada enzim katalase. Kegiatan praktikum enzim katalase terkait dengan Kompetensi Dasar 3.2 yaitu menjelaskan proses metabolisme yang meliputi peran sebagai reaksi enzimatisasi dalam makhluk hidup, dan KD 4.2 yaitu menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob.

Analisis LKPD pada penelitian ini terbagi menjadi empat bagian yaitu analisis relevansi, analisis kompetensi, analisis praktikal dan analisis aspek konstruksi pengetahuan. Analisis relevansi digunakan untuk melihat kesesuaian LKPD dengan kurikulum. Analisis kompetensi digunakan untuk mengetahui sejauh mana LKPD yang beredar melibatkan keterampilan-keterampilan khusus peserta didik seperti keterampilan observasi, representasi data, interpretasi data serta kemampuan kognitif. Analisis praktikal digunakan untuk menggambarkan bagaimana ketersediaan alat dan bahan dalam melakukan kegiatan praktikum serta keterlaksanaan kegiatan praktikum melalui langkah kerja yang terdapat pada LKPD. Yang terakhir adalah analisis konstruksi pengetahuan, dimana analisis ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana objek/fenomena yang diobservasi dan dicatat pada kegiatan praktikum mampu digunakan untuk membangun pengetahuan peserta didik (Agustina et al., 2019).

Berikut adalah hasil dari analisis LKPD percobaan enzim katalase yang digunakan di sekolah menggunakan Diagram Vee.

Tabel 1. Hasil Analisis LKPD Enzim Katalase

Aspek	Indikator	Skor Maks	LKPD				Hasil (%)
			A	B	C	D	
Aspek Relevansi	Kompetensi LKPD sesuai dengan tuntutan KD	2	1	1	1	1	50%
	Konten pada LKPD sesuai dengan KD	2	1	2	1	1	62,5%
Aspek Kompetensi (Hands on & Minds on)	Transformasi data	3	1	2	2	2	58,3%
	Interpretasi data	4	2	0	1	3	37,5%
	Level kemampuan kognitif	3	1	2	1	2	50%
Analisis Praktikal	Alat dan bahan mudah didapatkan	3	2	2	2	2	66,7%
	Alat dan bahan memiliki satuan yang jelas	3	2	2	2	2	66,7%
	Prosedur kerja terstruktur dan tidak menimbulkan kesalahan	3	1	1	2	2	50%
	Objek dan fenomena muncul dan mudah diamati melalui prosedur kerja	3	2	2	2	2	66,7%
	Tabel perekaman data sesuai dengan objek fenomena yang muncul	3	1	0	1	2	33,3%
	Judul/ tujuan/ pertanyaan fokus	3	1	1	1	2	41,7%
Aspek Konstruksi Pengetahuan	Teori, prinsip dan konsep	4	1	1	1	2	31,3%
	Perolehan pengetahuan	4	2	1	1	2	37,5%

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis dari empat LKPD enzim katalase adalah sebagai berikut: 1) aspek relevansi pada kompetensi LKPD sesuai tuntutan KD dari LKPD yang dianalisis didapatkan hasil 50% dan konten pada LKPD sesuai dengan KD didapatkan hasil 62,5%; 2) aspek kompetensi pada transformasi data didapatkan hasil 58,3%; interpretasi data 37,5%; dan level kemampuan kognitif 50%; 3) aspek analisis praktikal didapatkan hasil alat dan bahan mudah didapatkan sebesar 66,7%; alat dan bahan memiliki satuan yang jelas sebesar 66,7%; prosedur kerja terstruktur dan tidak menimbulkan kesalahan sebesar 50%; objek dan fenomena muncul dan mudah diamati melalui prosedur kerja sebesar 66,7%; tabel perekaman data sesuai dengan objek fenomena yang muncul 33,3%; dan 4) aspek konstruksi pengetahuan didapatkan hasil judul/ tujuan/ pertanyaan fokus sebesar 41,7%; teori, prinsip, dan konsep sebesar 31,3%; dan perolehan pengetahuan sebesar 37,5%.

Berdasarkan hasil dari analisis LKPD enzim katalase ini dapat disimpulkan bahwa LKPD enzim katalase sudah cukup baik, namun tetap diperlukan perbaikan. Dari keempat LKPD enzim katalase yang telah dianalisis, tidak ada satupun LKPD yang menunjukkan pengukuran bersifat kuantitatif. Hasil praktikum terbatas hanya pada muncul tidaknya gelembung dan nyala bara api. Peserta didik tidak mungkin menghitung banyaknya gelembung pada tabung reaksi. Praktikum yang dapat mendorong peserta didik mengukur hasilnya secara kuantitatif dapat secara tidak langsung mendorong literasi kuantitatif peserta didik. Literasi kuantitatif merupakan dapat dikatakan sebagai *habit of mind* yang dapat membentuk pola pemikiran seseorang untuk membuat pemaknaan dari informasi numerik yang didapatkan dari *National Council on Education and the Disciplines* 2001. Literasi sains dapat berguna untuk meningkatkan daya saing peserta didik dalam pembelajaran maupun daya saing nasional dan internasional (Widiarini et al., 2016).

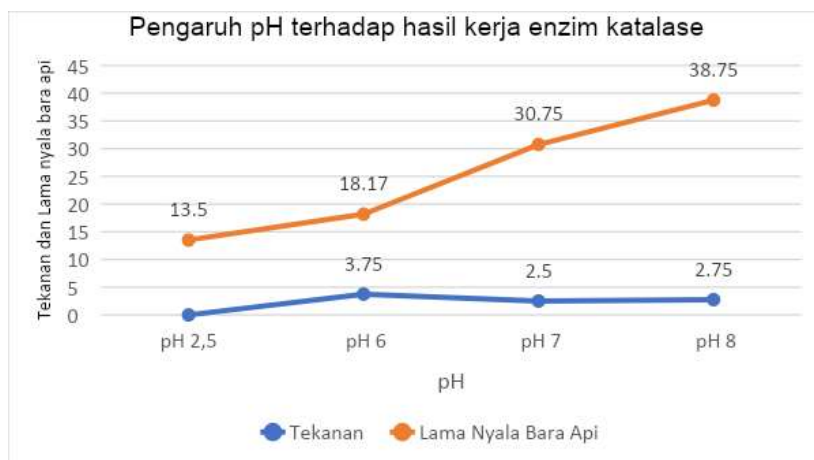
Kebutuhan penguasaan keterampilan literasi sains dan literasi kuantitatif ini mendorong peneliti untuk merekonstruksi LKPD enzim katalase terutama dalam penggunaan alat percobaan agar literasi sains dan literasi kuantitatif peserta didik terlihat. Rekonstruksi LKPD dilakukan untuk melakukan penambahan pada bagian yang belum dimuat dalam LKPD (Lestari et al., 2020). Selain itu dalam rekonstruksi LKPD perlu menyelaraskan dengan kompetensi dasar yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan dirancang untuk mengembangkan keterampilan abad 21 (Wahyu Tri Darmawati, Bambang Supriatno, 2021).

Pada LKPD yang dianalisis bagian yang perlu direkonstruksi secara keseluruhan adalah pada aspek konstruksi pengetahuan; judul/ tujuan/ pertanyaan fokus, teori, prinsip, dan konsep, dan perolehan pengetahuan dan penggunaan alat respirometer ganong untuk melihat hasil kerja enzim katalase secara kualitatif dan kuantitatif. Rekonstruksi LKPD harus membantu peserta didik untuk belajar aktif dan menghubungkan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan kehidupan sehari-hari (Sulistiyono, 2017). Penerapan LKPD yang dikembangkan sebaiknya dapat meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik, memfasilitasi untuk membangun skema kognitif karena memperoleh pengetahuan holistik melalui hubungan antara materi konseptual yang dipelajari dengan bidang studi yang relevan, dan mengatasi kesulitan tugas kognitif yang dihadapi karena kapasitas kognitif peserta didik yang berbeda-beda (Hindriana, 2016). Hendrawan et al. (2021), menyatakan bahwa melalui kegiatan praktikum peserta didik dapat lebih mudah memahami konsep dan menjadikan pembelajaran lebih berarti karena dengan melakukan secara langsung dapat diingat untuk jangka panjang, serta dapat menjadi sarana untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan menimbulkan sikap ilmiah. Sehingga dalam membuat LKPD perlu diperhatikan lagi apakah telah sesuai dengan kaidah Novak Gowin dan langkah kerja mampu dilakukan oleh peserta didik atau tidak.

2. Hasil Percobaan Pengaruh Ph Terhadap Hasil Kerja Enzim Katalase Menggunakan Respirometer Ganong

Percobaan pengaruh pH terhadap hasil kerja enzim katalase menggunakan respirometer ganong ini dilaksanakan guna memperbaiki dan menginovasi LKPD enzim katalase yang telah dianalisis. Berdasarkan

penelitian praktikum enzim katalase terhadap pH dengan menggunakan Ganong didapatkan hasil sebagai berikut:



Grafik 1 Pengaruh Ph Terhadap Hasil Kerja Enzim Katalase

Pada percobaan kerja enzim kali ini, peneliti menggunakan 4 macam pH berbeda yang merepresentasikan suasana asam, basa dan netral yang meliputi; pH 2.5, pH 6, pH 7, dan pH 8. pH yang digunakan bersumber dari air *kangen water*. Pada percobaan ini, air *kangen water* berfungsi sebagai variabel kontrol. Enzim katalase bersumber dari ekstrak hati ayam H_2O_2 3% pada percobaan ini berfungsi sebagai substrat yang nantinya akan diuraikan oleh enzim katalase pada ekstrak hati ayam.

Melalui grafik 1, dapat terlihat beberapa kadar pH yang digunakan dalam percobaan yaitu pH 2,5, pH 6, pH 7, pH 8. Setiap kadar pH tersebut menunjukkan menunjukkan hasil tekanan dan bara api yang berbeda secara signifikan. Tekanan tertinggi dihasilkan oleh kerja enzim katalase pada pH 8, sedangkan terendah pada pH 2,5 dan lama nyala bara api terlama pada pH 8 sedangkan tersingkat pada pH 2,5. Hal ini membuktikan bahwa pH mampu mempengaruhi cara kerja enzim katalase. Pengukuran tekanan gas yang digunakan pada praktikum enzim katalase di sekolah biasanya hanya menggunakan indikator peraba saja yaitu dengan menggunakan ibu jari. Selanjutnya, dengan ibu jari dirasakan apakah ada tekanan udara yang ditimbulkan dari eksperimen enzim katalase tersebut atau tidak. Namun dengan penggunaan respirometer ganong, peserta didik dapat mengukur secara akurat bagaimana nilai dari tekanan udara yang dihasilkan dari percobaan enzim katalase.

Selain mengetahui tekanan gas yang dihasilkan dari reaksi enzim katalase, hasil reaksi lain yang diamati adalah gelembung dan nyala bara api. Pembahasan mengenai uji gelembung, nyala bara api serta tekanan gas yang dihasilkan akan dijelaskan sebagai berikut:

1) Uji gelembung dan nyala bara api

Uji gelembung dan nyala bara api merupakan uji sederhana yang biasa dilakukan pada percobaan enzim katalase. Gelembung-gelembung yang muncul ketika ekstrak hati ayam yang telah diberikan pH tertentu ditetesi oleh larutan H_2O_2 merupakan hasil penguraian H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 . Enzim katalase dapat menggunakan molekul H_2O_2 sebagai substrat (Edi Aluk, Andriani, 2018). Substrat tersebut harus dihancurkan oleh enzim katalase karena akan berbahaya bagi tubuh jika tidak diuraikan segera (Goyal & Basak, 2010).

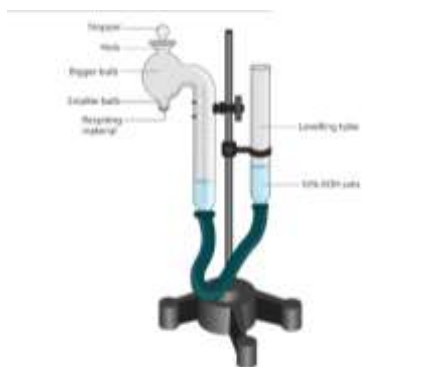
Enzim katalase pada percobaan ini akan berperan sebagai katalis yang mempercepat penguraian senyawa H_2O_2 . Oleh enzim katalase, H_2O_2 akan diuraikan menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2). Enzim merupakan protein yang akan berfungsi sebagai katalis atau senyawa yang dapat mempercepat proses suatu reaksi namun tidak habis bereaksi. Munculnya gelembung pada percobaan ini menunjukkan proses

penguraian H_2O_2 oleh enzim katalase sedang terjadi. Bara api yang tetap menyala pada percobaan ini akan menunjukkan bahwa gas yang timbul dan terjebak di dalam gelembung adalah oksigen. Api dapat terbentuk karena adanya oksigen (O_2), benda-benda yang dapat terbakar, dan sumber panas bagi nyala api.

Pada percobaan ini, gelembung paling banyak didapatkan pada penambahan pH 8 dan yang paling sedikit didapatkan pada penambahan pH 2.5. Nyala bara api terlama didapatkan dari hasil penambahan pH 8, di mana nyala bara api bertahan selama 38,75 detik hingga padam. Nyala bara api yang paling sedikit didapatkan pada penambahan pH 2.5, dimana bara api bertahan selama 13.5 detik hingga padam. Dari hasil percobaan tersebut dapat dilihat terdapat perbedaan yang cukup signifikan.

Adanya perbedaan jumlah gelembung dan lama nyala bara api pada suasana pH yang berbeda membuktikan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja enzim katalase adalah pH. pH memiliki kaitan dengan keberadaan ion hidrogen. Seberapa tinggi atau rendahnya ion hidrogen akan sangat mempengaruhi kinerja suatu enzim. Enzim bisa aktif apabila asam amino yang merupakan sisi aktif enzim berada pada keadaan ionisasi yang tepat. pH yang terlalu tinggi atau terlalu basa dapat menyebabkan enzim menjadi terdenaturasi dan menyebabkan enzim menjadi tidak aktif (Supriyanti dan Poedjianti, 2007). Dari percobaan gelembung dan uji bara api dapat disimpulkan bahwa enzim katalase bekerja optimum pada pH 8 dan sangat tidak baik pada pH 2.5. Aktivitas enzim katalase dapat bekerja secara optimum pada pH 6-8 dan temperatur stabil antara 10°C - 30°C (Ambar Kusumaningrum, Ida Bagus Wayan Gunam, 2019).

2) Uji Tekanan



Gambar 2 Respiroter ganong

(sumber: <https://byjus.com/>)

Uji tekanan pada percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan data secara kuantitatif pada uji enzim katalase. Perubahan tekanan dapat dilihat dengan memperhatikan adanya perubahan pada skala awal sebelum reaksi terjadi dan skala akhir setelah reaksi terjadi pada levelling tube pada ganong. Pada praktikum ini skala awal pada levelling tube adalah 85 ml. Ketika sudah dilakukan perlakuan skala bergeser menjadi 88,75 ml. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa terdapat tekanan yang dihasilkan akibat dari kerja enzim katalase. Nilai 3,75 ml didapat dari selisih skala akhir dan skala awal. Terdapat perbedaan hasil tekanan yang terlihat pada Grafik 1. Tekanan air tertinggi dapat terlihat pada pH 8, yaitu sebesar 3,75 ml dan tekanan terendah pada pH 2,5 yaitu sebesar 0 ml atau tidak terdapat tekanan yang dihasilkan. Adanya tekanan yang mendorong air pada levelling tube ganong menandakan adanya gas yang terbentuk dari reaksi penguraian H_2O_2 oleh katalase. Semakin tinggi tekanan yang didapatkan maka semakin banyak gas yang dihasilkan dari proses penguraian H_2O_2 oleh katalase. Banyaknya gas akibat dari proses penguraian H_2O_2 oleh katalase dipengaruhi oleh pH yang ditambahkan sebelumnya. pH yang terlalu asam atau terlalu basa akan mempengaruhi kinerja enzim katalase (Ambar Kusumaningrum, Ida Bagus Wayan Gunam, 2019).

Kinerja enzim katalase yang kurang optimal pada kondisi terlalu asam yang menyebabkan tekanan pada hasil pemberian pH 2,5 menjadi 0 atau tanpa tekanan, dan tinggi pada pH optimum katalase yaitu pH 8.

Secara keseluruhan dalam percobaan ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa pH memiliki pengaruh terhadap kerja katalase. Untuk mendapatkan kinerja enzim katalase yang optimal, maka enzim katalase harus berada kondisi-kondisi optimum yang baik untuk aktivitasnya. Hasil percobaan menggunakan ganong dalam percobaan ini terbukti dapat mengamati hasil katalase secara kualitatif maupun kuantitatif. Maka dari itu, peneliti mencoba untuk merancang desain kegiatan laboratorium pada kerja katalase menggunakan ganong sebagai pengganti tabung reaksi. Peneliti berpendapat bahwa penggunaan ganong dalam percobaan katalase memiliki nilai positif lainnya jika dibandingkan dengan menggunakan tabung reaksi yang hanya dapat melihat hasil secara kualitatif saja. Rancangan desain kegiatan laboratorium enzim katalase yang dirancang sebagai berikut:

Berikut ini merupakan desain kegiatan praktikum alternatif yang dirancang oleh peneliti:

Kompetensi Dasar:

3.1 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup

4.1 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme enzim

A. Tujuan

1. Mengukur pengaruh pH terhadap katalase yang ditandai dengan lama api dan tekanan oksigen.
2. Mengukur banyaknya oksigen yang dihasilkan oleh enzim yang dipengaruhi pH

B. Teori



Gambar Respirometer ganong

Enzim katalase merupakan satu dari banyaknya enzim yang ada dalam tubuh makhluk hidup. Enzim katalase memiliki fungsi untuk melindungi tubuh makhluk hidup dari akumulasi hidrogen peroksida (H_2O_2). Enzim katalase berkerja dengan cara memecah H_2O_2 menjadi air dan oksigen (Josephine et al., 2020). H_2O_2 dapat meracuni tubuh jika tidak segera diuraikan.

Respirometer ganong merupakan alat yang digunakan untuk menentukan angka respirasi (RQ = Respiratory Quotient) secara kuantitatif dalam suatu peristiwa pernapasan. Penggunaan respirometer ganong pada percobaan kerja enzim katalase dapat digunakan untuk melihat data secara kuantitatif dari hasil kerja katalase. Data kuantitatif ini terlihat dari perubahan skala awal dan skala akhir pada *leveling tube*. Kerja enzim

katalase dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu suhu, pH, konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, zat hasil, aktivator, dan inhibitor yang akan mempengaruhi hasil kerja enzim katalase.

C. Alat dan Bahan

Alat

1. Ganong (6 buah)
2. Pipet tetes (5 buah)
3. Gelas ukur 10 ml (1 buah)
4. Lumpang dan alu (1 pasang)
5. Beaker glass 250 ml (1 buah)
6. Beaker glass 50 ml (7 buah)
7. Batang pengaduk (1 buah)
8. Rak tabung reaksi (1 buah)
9. Scalpel (1 buah)
10. Pinset (1 buah)
11. Stopwatch

Bahan

1. Ekstrak hati ayam (33 ml)
2. H₂O₂ 3% (15 ml)
3. Kertas indikator pH (6 lembar)
4. Kasa (2 lembar)
5. Korek api (1 kotak)
6. Aquades (85 ml)
7. Lidi (1 buah)
8. Kertas label (1 lembar)

D. Langkah Kerja

a) Pembuatan Ekstrak Hati ayam

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Timbanglah hati ayam sebanyak 50 gram.
3. Potonglah hati ayam menjadi potongan kecil menggunakan scalpel.
4. Geruslah potongan hati ayam menggunakan lumpang alu kemudian tuangkan kangen water dengan pH yang berbeda-beda sesuai perlakuan sebanyak 10 ml hingga halus.
5. Aduk hingga rata menggunakan batang pengaduk kaca.
6. Saringlah hati ayam yang sudah dilarutkan menggunakan kain kasa ke dalam beaker glass yang sudah disiapkan sebelumnya.

b) Uji Katalase

1. Siapkan 6 buah alat ganong dan berilah label A, B, C, D, E dan F pada tiap ganong.
2. Tuangkan aquades melalui mulut tabung U sampai skala 85 ml dan pastikan tidak terdapat rongga udara pada pipa ganong.
3. Tuangkan ekstrak hati ayam sebanyak 5 ml ke dalam masing-masing glassbulb Ganong menggunakan gelas ukur.
4. Berikan perlakuan berbeda pada setiap Ganong (lihat tabel perlakuan).

Ganong	Perlakuan	Keterangan
A	5 ml ekstrak hati (kangen water pH 2,5) + 2 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk
B	5 ml ekstrak hati (kangen water aquades pH 4) + 5 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk
C	5 ml ekstrak hati (kangen water pH 5)+ 2 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk
D	5 ml ekstrak hati (kangen water pH 7 + 2 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk
E	5 ml ekstrak hati (kangen water aquades pH 8) + 2 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk
F	5 ml ekstrak hati (kangen water pH 9,5) 2 ml H ₂ O ₂ 3%	Diaduk

5. Tutuplah mulut ganong menggunakan penutup ganong dan eratkan penutup mulut ganong supaya tidak ada rongga udara.
6. Amatilah perubahan skala volume awal dan volume akhir selama 3 menit dan catat hasil pengamatan pada tabel hasil pengamatan.
7. Siapkan bara api dari lidi yang telah dibakar, keudian dimasukkan bara api dari lidi ke glass bulb pada ganong.
8. Amati lama nyala bara api pada masing-masing ganong hingga nyala bara api pada menggunakan stopwatch. Catat hasil pengamatan pada lembar kerja.

E. Tabel Pengamatan

Ganong	pH	Tekanan	Lama Bara Api Menyala	Dokumentasi
A	2.5			
B	6			
C	7			
D	8			

F. Pertanyaan Diskusi

1. Apakah terbentuk gelembung pada hasil pengamatan? Mengapa dapat terjadi?
2. Apakah terbentuk gelembung dan terdapat nyala bara api pada semua perlakuan? Pada perlakuan apa saja yang membentuk gelembung dan nyala bara api?

5443 *Alternatif Kegiatan Praktikum Tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap Hasil Kerja Katalase Menggunakan Respirometer Ganong* – Ghina Nur Inayah, Annesha Rahamadayanti, Anna Argyanti, Ridho Ilafi Sukma, Bambang Supriatno, Sri Anggraeni
DOI: <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3289>

3. Pada perlakuan manakah yang terbentuk gelembung paling banyak dan terdapat nyala api paling lama?
4. Buatlah grafik batang dari perubahan tekanan dan lamanya bara api dari percobaan yang telah anda lakukan!

KESIMPULAN

Hasil analisis pada aspek relevansi, aspek kompetensi, analisis praktikal dan analisis konstruksi pengetahuan terhadap empat LKPD enzim katalase secara keseluruhan cukup baik, namun tetap diperlukannya rekonstruksi LKPD enzim katalase dan LKPD enzim katalase belum mengukur hasil kerja enzim katalase secara kuantitatif. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan menggunakan respirometer ganong dapat dilihat hasil kerja enzim katalase secara kualitatif dan kuantitatif dan terlihat perbedaan kerja enzim katalase yang dipengaruhi oleh pH. Percobaan menggunakan Ganong Respirometer dinilai jauh lebih efektif dibandingkan jika menggunakan tabung reaksi biasa. Sehingga, Desain Kegiatan Laboratorium ini dapat dijadikan sebagai alternatif untuk lembar kerja laboratorium di SMA/MA yang lebih representatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini yaitu Annesha Rahamadayanti, Anna Argyanti, dan Ridho Ilafi Sukma selaku partner dalam menyelesaikan penulisan penelitian Alternatif Kegiatan Praktikum Tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap Hasil Kerja Katalase menggunakan Respirometer Ganong dan Dr. Bambang Suprianto, M.Si. dan Dr. H. Sri Anggraeni, M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Pengembangan Kegiatan Laboratorium Pendidikan Biologi yang memberikan masukan dan saran, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, P., Saputra, A., & Khotimah, E. V. A. K. (2019). *Evaluasi Pelaksanaan Praktikum Biologi di SMA Negeri di Klaten pada ditinjau dari Kualitas Laboratorium , Pengelolaan , dan Pelaksanaan Praktikum* *Evaluation of the Implementation of Biology Practicum in Public High School in Klaten in terms of Laboratory* . 8, 105–110.
- Ambar Kusumaningrum, Ida Bagus Wayan Gunam, I. M. M. W. (2019). *Optimasi Suhu dan pH terhadap Aktivitas Enzim Endoglukanase Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)* *Optimization of Temperature and pH on Endoglucanase Enzyme Activity Using Response Surface Methodology (RSM)*. 7(2), 243.
- Astika, E., Anggraeni, S., & Supriatno, B. (2020). *Analisis Komponen Penyusun Desain Kegiatan Laboratorium Enzim Katalase (Analysis of the Components of the Catalyst Enzyme Laboratory Design Activity)*. 6(c), 336–351.
- Dewi Sartika Sari, Lia Auliandari, S. N. (2020). *Di Sma Negeri Bingin Teluk Dengan Analisis Model Rasch Practicum Implementation on Biology Learning in Bingin*. 4, 45–50.
- Edi Aluk, Andriani, M. H. (2018). 赵敏 1 , 郝伟 2 , 李静 3* (1. 4(14), 63–65. <https://doi.org/10.15900/j.cnki.zylf1995.2018.02.001>
- Goyal, M. M., & Basak, A. (2010). Human catalase: Looking for complete identity. *Protein and Cell*, 1(10), 888–897. <https://doi.org/10.1007/s13238-010-0113-z>

- 5444 *Alternatif Kegiatan Praktikum Tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap Hasil Kerja Katalase Menggunakan Respirometer Ganong – Ghina Nur Inayah, Annesha Rahamadayanti, Anna Argyanti, Ridho Ilafi Sukma, Bambang Supriatno, Sri Anggraeni*
DOI: <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3289>
- Hendrawan, E., Hadi, L., Sahputra, R., Enawaty, E., & Rasmawan, R. (2021). Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan Deskripsi Pengetahuan Alat – Alat Praktikum Kimia Peserta Didik. *Universitas Tanjungpura*, 3(5), 3385–3396.
- Heuston, B. (2022). *Pursuing Excellence and Equity in Education: Vol. I*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8649-5.ch026>
- Hindriana, A. F. (2016). the Development of Biology Practicum Learning Based on Vee Diagram for Reducing Student Cognitive Load. *JETL (Journal Of Education, Teaching and Learning)*, 1(2), 61. <https://doi.org/10.26737/jetl.v1i2.39>
- Josephine, Candra, A., & Rahadiyanti, A. (2020). Efek Ekstrak Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Terhadap Enzim Katalase Hepar Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Yang Terpapar Minyak Jelantah. *JNH (Journal of Nutrition and Health)*, 8(1), 1–11.
- Kidman, G. (2012). Australia at the crossroads: A review of school science practical work. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(1), 35–47. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.815a>
- Lestari, R., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2020). Analisis Konseptual, Praktikal, Konstruksi Pengetahuan dan Rekonstruksi Lembar Kerja Praktikum Enzim Katalase. *Biodik*, 6(4), 476–491. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i4.9548>
- Marlinda. (2017). Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember. *Digital Repository Universitas Jember*, September 2019, 2019–2022.
- Nisa, U. M. (2017). *Metode Praktikum untuk Meningkatkan Pemahaman dan Hasil Belajar Siswa Kelas V MI YPPI 1945 Babat pada Materi Zat Tunggal dan Campuran Practical methods to improve understanding and Learning Outcomes Grade V MI YPPI 1945 Babat on Single Substances and Mate*. 14, 62–68.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 34–42.
- Putri, W. A., Astalini, A., & Darmaji, D. (2022). Analisis Kegiatan Praktikum untuk Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3361–3368. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2638>
- Sepasi Tehrani, H., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2018). Catalase and its mysteries. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 140, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2018.03.001>
- Setiya Rini, E. F., Darmaji, D., & Kurniawan, D. A. (2022). Identifikasi Kegiatan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di SMPN Se-Kecamatan Bajubang. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 2476–2481. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2360>
- Sholikah, N., Rahmawati, K. W., & Prajoko, S. (2018). Pengembangan Respirometer Sederhana Dari Bahan Daur Ulang. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 1(1), 41–47. <https://doi.org/10.31002/nse.v1i1.169>
- Sulistiyono, S. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Kerja Laboratorium untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Fisika. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 1(1), 59–64. <https://doi.org/10.31539/spej.v1i1.69>
- Wahyu Tri Darmawati, Bambang Supriatno, S. A. (2021). *EduMatSains*. 6(1), 163–174.
- Widiarini, D., Supriatno, B., Anggraeni, S., & Saefudin. (2016). *Pengembangan Kegiatan Pembelajaran dengan Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Literasi Kuantitatif Siswa SMP pada Materi Pencemaran Lingkungan*. 13(1), 70–74.