

Anna Fitri Hindriana
Handayani

Pengembangan
Lembar Kerja Praktikum
Berbasis VIPSTA



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
BERBASIS VIPSTA**

**Penulis : Anna Fitri Hindriana
Handayani**

ISBN : 978-623-495-365-7

Copyright © Januari 2023
Ukuran: 15.5 cm X 23 cm; hlm.: vi + 61

Desainer sampul : AnNuha Zarkasyi
Penata isi : Syafira Isna

Cetakan I: Januari 2023

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
CV. Literasi Nusantara Abadi
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: penerbitlitnus@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 209/JTI/2018

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian atau keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia, rahmat, kesempatan, kekuatan, kesehatan hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku panduan ini. Buku ini sebagai produk penelitian yang berjudul : “Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Berbasis VIPSTA”. Pada penelitian ini, penulis menyusun lembar kerja praktikum dalam melaksanakan praktikum Biologi. Lembar kerja praktikum ini bertujuan untuk mahasiswa calon guru/guru biologi dalam membuat LKP dapat mengintegrasikan antara pengetahuan, nilai-nilai yang terdapat pada materi dan keterampilan proses sains, sehingga pelaksanaan praktikum menjadi lebih bermakna.

Buku panduan ini penulis susun agar dapat digunakan oleh calon guru/guru biologi dalam merencanakan praktikum. Lembar Kerja Praktikum yang dikembangkan di sini adalah Lembar Kerja Praktikum berbasis VIPSTA yang mengandung empat karakteristik yaitu mengembangkan nilai-nilai yang terkandung dalam sains (valuasi biologi), mengembangkan pengetahuan secara komprehensif (internalisasi pengetahuan), mengembangkan keterampilan proses sains (persepsi proses sains) dan mengembangkan kemampuan transformasi dan analisis data (transformasi dan analisis). Dengan karakteristik tersebut calon guru/guru biologi memiliki alternatif pengembangan LKP di sekolah dalam melaksanakan pembelajaran secara bermakna dengan beban kognitif yang rendah selama pelaksanaan praktikum, sehingga kemampuan keterampilan proses sains, usaha mental dalam memahami informasi, dan kemampuan mengkonstruksi pengetahuan menjadi lebih baik.

Ucapan terimakasih tak terhingga, penulis haturkan kepada Dr. Dikdik Harjadi M.Si sebagai Rektor yang telah mendukung peningkatan kompetensi dosen dan kepada Handayani, M.Pd yang telah mendukung selama proses penelitian dan penulisan laporan.

Penulis menyadari buku panduan ini masih belum sempurna, namun penulis berharap semoga buku panduan ini dapat bermanfaat bagi kemajuan pendidikan Indonesia.

Kuningan, Agustus 2022

Anna Fitri Hindriana & Handayani

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
BAB I.....	1
Pendahuluan	1
BAB II.....	17
Lembar Kerja Praktikum Berbasis Vipsta	17
BAB III.....	23
Pelaksanaan Praktikum Menggunakan Lembar Kerja Siswa Vipsta	23
BAB IV	39
Penilaian Lembar Kerja Praktikum Vipsta	39
LAMPIRAN	43
Hasil Pengembangan LKS Vipsta	43
Lampiran 1	43
Lampiran 2	47
Lampiran 3	52
Daftar Pustaka.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Praktikum

Sains adalah kombinasi dari proses dan produk yang terkait satu sama lainnya. Sains menawarkan metode penyelidikan yang bermanfaat dalam mempelajari lebih banyak tentang alam semesta dan cara kerjanya. Proses sains adalah sikap ilmiah dan metode penyelidikan sedangkan produk sains adalah hasil dari proses ini yang merupakan kumpulan pengetahuan yang terakumulasi dan sistematis. Ketika manusia menggunakan proses ilmiah untuk menyelidiki fenomena alam, ia memperoleh produk ilmiah yang teruji berupa konsep, prinsip, generalisasi, teori, dan hukum (Carin dan Sund, 1970).

Pendidikan sains memiliki tujuan untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman tentang alam, apa yang dikandungnya, cara kerjanya dan bagaimana kita menjelaskan dan memprediksi proses-proses alam tersebut. Jadi, dalam mengajar sains harus membangun pengetahuan sehari-hari siswa tentang lingkungan sekitar mereka dan ditingkatkan dengan menyediakan kegiatan yang dirancang dengan cermat dimana siswa mengamati atau berinteraksi dengan objek yang nyata (Leach, 2002). Sains, pada dasarnya, adalah kumpulan pengetahuan yang diterima secara konsensual tentang alam, jadi mengajar sains adalah aktivitas yang diarahkan pada tujuan. Tujuannya bukan hanya untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman mereka tentang alam, tetapi untuk mengembangkannya ke arah tertentu yaitu untuk membawa ide dan pemahaman siswa agar lebih dekat dengan komunitas ilmiah (Millar, 2004). Pendidikan dalam sains terdiri dari tiga elemen utama: 1) Belajar sains, memperoleh dan mengembangkan pengetahuan konseptual dan teoritis; 2) Belajar tentang sains, mengembangkan pemahaman tentang sifat dan metode sains dan kesadaran akan interaksi yang kompleks antara sains, teknologi, masyarakat dan lingkungan; dan 3) Melakukan sains, terlibat dan mengembangkan keahlian dalam penyelidikan ilmiah dan pemecahan masalah (Hodson, 1996).

Berdasarkan hal tersebut, belajar sains tidak hanya mempelajari konsep saja tetapi mencakup hakekat sains yang meliputi sains sebagai konten, proses, sikap, nilai, dan hubungan sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat. Proses disini berkaitan dengan aktivitas penyelidikan ilmiah salah satunya praktikum. Kegiatan praktikum ini erat kaitannya dengan aktivitas laboratorium.

Praktikum merupakan bagian penting dari pendidikan sains. Dalam pembelajaran sains, siswa dapat memperluas pengetahuan tentang alam dan mengembangkan pemahaman tentang ide, teori, dan model yang menurut para ilmuwan berguna dalam menjelaskan dan memprediksi perilakunya. Mengajar sains secara alami melibatkan hal-hal atau menempatkan siswa ke dalam situasi dimana siswa dapat melihat sendiri (Millar dan Abrahams, 2009). Praktikum adalah kegiatan yang berkaitan dengan interaksi siswa dengan objek, untuk mengamati dan mengembangkan pemahaman mereka tentang alam. Kegiatan ini mencakup prosedur laboratorium dan teknik, investigasi dan kerja lapangan. Tambahan definisi untuk praktikum juga mencakup kegiatan seperti analisis data sekunder, simulasi komputer, pemodelan dan permainan peran, diskusi yang dihasilkan dari pengamatan, atau pelaksanaan survei (SCORE, 2008). Sedangkan menurut Millar (2010) praktikum adalah kegiatan belajar mengajar sains yang melibatkan siswa yang bekerja secara individu atau dalam kelompok kecil dalam mengamati atau memanipulasi objek untuk mengembangkan pemahaman.

Praktikum telah lama memiliki peran khas dan sentral dalam kurikulum sains sebagai sarana untuk memahami alam sehingga laboratorium telah menjadi ciri khas dari pembelajaran sains. Kegiatan ini melibatkan siswa dengan penyelidikan, penemuan, dan aktivitas pemecahan masalah. Dengan kata lain, kegiatan-kegiatan ini menjadikan laboratorium sebagai inti dari pembelajaran sains (Hofstein, 2017). Dalam proses pendidikan, laboratorium dapat digunakan untuk mengembangkan notasi ilmiah dan membuat model untuk menguji hipotesis. Praktikum juga membantu dalam memahami perbedaan antara observasi dan penyajian data. Untuk mendukung fakta ini, praktikum dinyatakan menarik sebagai cara yang memungkinkan siswa untuk belajar dengan pemahaman dan pada saat yang sama, terlibat dalam proses membangun pengetahuan dengan melakukan sains (Tobin, 1990). Eksperimen laboratorium sangat penting dalam mempelajari semua mata pelajaran ilmiah (kimia, fisika, dan biologi).

B. Tujuan Praktikum

Praktikum digambarkan sebagai penghubung antara dua domain yaitu domain pengetahuan: yang dapat diamati dengan domain ide-ide (Gambar 1) (Tiberghien et al, 2001; Millar dan Abrahams, 2008). Oleh karena itu, siswa perlu dilibatkan dalam ide-ide ilmiah dibalik praktikum yang mereka lakukan, baik tentang konsep yang diselidiki atau metode penyelidikan. Hal ini memunculkan istilah dalam praktikum yaitu minds-on dan hands-on.



Gambar 1. Hubungan Dua Domain dalam Praktikum

Beberapa guru sains memberikan pendapat terkait apa tujuan dari praktikum dalam pembelajaran sains berdasarkan pengalaman mereka melakukan praktikum dalam pembelajaran sains. Tujuan praktikum ini dirangkum oleh Miller (2010) menjadi 3 tujuan utama (Gambar 2) yaitu:



Gambar 2. Tiga Tujuan Utama Praktikum

a. Mengembangkan pengetahuan dan pemahaman ilmiah

Peran praktikum dalam pembelajaran sains adalah untuk membantu siswa dalam membuat hubungan antara dua domain yaitu domain pengetahuan: yang dapat diamati dengan domain ide-ide (Gambar 1). Berdasarkan peran tersebut, berikut ini merupakan beberapa tujuan dari praktikum dalam pembelajaran sains yang dimaksudkan

untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman ilmiah (Millar et al, 2002).

Tabel 1. Tujuan Praktikum untuk Mengembangkan Pengetahuan dan Pemahaman Ilmiah

Praktikum bertujuan untuk membantu siswa dalam hal:	
a	Mengidentifikasi objek dan fenomena sehingga menjadi lebih dikenal oleh siswa
b	Mempelajari fakta-fakta
c	Mempelajari konsep
d	Belajar membuat hubungan
e	Mempelajari teori atau model

Pada kategori pertama (tujuan a) siswa diberikan tugas-tugas praktikum yang memungkinkan siswa mengamati suatu objek, materi, peristiwa atau fenomena untuk mencatat beberapa aspek yang digunakan untuk mengingat kembali. Sebuah “Fakta” (tujuan b) secara sederhana berupa kalimat yang diputuskan dengan cepat, berupa pernyataan yang muncul dari hasil pengamatan yang mudah disepakati dan diungkapkan dalam bahasa sehari-hari. Contohnya garam larut dalam air, air mendidih pada suhu 100°C. Contoh konsep-konsep (tujuan c) yang dapat dipelajari melalui praktikum misalnya dengan melakukan praktikum fotosintesis, praktikum arus listrik tentang hambatan dan beda potensial. Hubungan (tujuan d) yaitu pola yang menghubungkan dua atau lebih sifat atau karakteristik yang dapat diamati. Biasanya berupa situasi yang dapat diamati, tetapi dapat juga melibatkan abstraksi (misalnya, situasi pemodelan dalam hal variabel, hubungan yang melibatkan istilah konseptual). Dapat dikatakan semua kegiatan praktikum melibatkan kedua domain seperti pada gambar 1, domain ide memainkan peran yang lebih signifikan dalam praktikum dengan tujuan pembelajaran c, d dan e. Untuk semua tujuan, tetapi tujuan c, d dan e, adalah tujuan utama yang penting untuk membantu siswa belajar. Banyak pendapat yang menyatakan keraguan tentang efektivitas praktikum seperti yang dinyatakan oleh Hodson (1991) bahwa praktikum di sekolah membingungkan, sulit dipahami dan tidak produktif. Pendapat ini didukung oleh Woolnough dan Allsop (1985) serta Osborne (1993) yang menyatakan keraguan tentang praktikum. Fokus kritik ini terutama pada tujuan praktikum c, d dan e pada Tabel 1. Sedangkan praktikum untuk tujuan a dan b yang menekankan pada domain objek yang dapat diamati, menunjukkan bahwa praktikum dengan dua tujuan ini efektif.

- b. Mengajarkan keterampilan dalam melakukan teknik-teknik dalam praktikum atau memilih dan menggunakan peralatan ilmiah

Pelaksanaan praktikum membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan siswa untuk menggunakan instrumen dan standar prosedur laboratorium dalam melakukan penyelidikan (Psillos & Niedderer, 2003). Praktikum sebagai kegiatan belajar mengajar yang melibatkan siswa dalam mengamati atau memanipulasi objek dimana siswa memiliki kebebasan untuk memilih peralatan dan metode untuk menafsirkan temuan siswa (Millar, 2004). Praktik dan inkuiri ilmiah yang merupakan bagian dari belajar sains (Hodson, 1996) di dalamnya mencakup keterampilan proses sains yang menjadi modal dasar untuk melakukan penelitian di laboratorium dan di lapangan. Praktik dan inkuiri ilmiah ini semuanya cenderung mengacu pada keterampilan dan teknik serta keterampilan yang berkaitan dengan pelaksanaan eksperimen secara ilmiah (Reid & Syah, 2007). Oleh karena itu, kegiatan praktikum tidak lepas dari mengembangkan keterampilan proses sains yang terdiri dari keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi.

Kemampuan eksperimen dikembangkan dengan melatih kemampuan observasi agar siswa mampu melihat persamaan dan perbedaan serta menemukan hal-hal penting dari fenomena yang diamati. Siswa perlu dilatih mengukur secara akurat menggunakan instrumen sederhana atau canggih untuk memperluas sifat-sifat fisis di luar jangkauan indera manusia. Selama pelaksanaan praktikum agar siswa dapat menggunakan peralatan laboratorium dengan aman, siswa perlu dilatih keterampilan menggunakan alat. Sedangkan keterampilan proses dalam bentuk merancang, melakukan dan menginterpretasikan eksperimen perlu dikembangkan melalui kegiatan praktikum (Rustaman, 2012), dimana keterampilan proses ini tidak dapat dilakukan pada kegiatan praktikum tradisional atau praktikum verifikasi.

- c. Mengembangkan pemahaman penyelidikan ilmiah

Pada pelaksanaan praktikum siswa diminta untuk memahami pertanyaan ilmiah yang memotivasi atau siswa diminta untuk mengetahui alasan dibalik bagaimana prosedur ilmiah dirancang. Membantu siswa berpikir seperti ilmuwan atau bagaimana ilmuwan bekerja merupakan tujuan kegiatan di laboratorium (Flick dan Lederman, 2006). Melalui kegiatan yang menempatkan siswa sebagai ilmuwan, siswa telah belajar pendekatan ilmiah. Ilmuwan yang mengumpulkan pola hubungan diantara data yang kemudian

menemukan teori yang merasionalisasi hal tersebut, melahirkan bentuk praktikum induktif. Sedangkan ilmuwan yang mengawali dengan mengajukan hipotesis yang diperoleh berdasarkan pengalaman dan kreativitasnya kemudian diuji kebenarannya melalui observasi dan praktikum. Paham ini menghasilkan bentuk praktikum verifikasi (Rustaman, 2012). Kegiatan praktikum memusatkan kegiatan yang memiliki tujuan utama mengembangkan penyelidikan ilmiah dimana siswa ikut terlibat di dalamnya serta mengembangkan ide-ide siswa tentang sifat pengetahuan ilmiah. Melalui kegiatan penyelidikan ilmiah siswa memiliki kebebasan untuk memilih peralatan dan metode untuk menafsirkan temuan mereka. Ketika bentuk praktikum investigasi dimasukkan ke dalam kurikulum sains, bentuk tugas yang dilakukan siswa dalam praktikum adalah penyelidikan empiris tentang hubungan antara dua variabel. Kegiatan praktikum ini merupakan salah satu bentuk penyelidikan ilmiah yang penting dan menyoroti gagasan-gagasan penting tentang penalaran ilmiah (Millar, 2004).

Praktikum memberikan kesempatan pada siswa untuk terlibat dan mengalami proses penyelidikan ilmiah. Penyelidikan ilmiah disini tidak hanya melakukan penyelidikan dan pengumpulan data, yang lebih menekankan pada 'hands-on', tetapi harus ada komponen 'minds-on'. Siswa mengalami seluruh proses inkuiri ilmiah dimana siswa harus memahami pertanyaan yang mereka ajukan, terlibat dalam proses merancang percobaan, mengumpulkan data, kemudian menganalisis dan menafsirkan data untuk menetapkan jenis klaim apa yang dapat didukung oleh data (Osborne, 2015).

Tujuan praktikum lain yang juga banyak diutarakan oleh guru sains adalah praktikum dapat memberikan motivasi bagi siswa. Sejalan dengan pendapat Woolnough dan Allsop (1985) dimana salah satu alasan pentingnya kegiatan praktikum adalah membangkitkan motivasi belajar IPA dan alasan lainnya adalah mengembangkan keterampilan dasar praktikum, sebagai wahana belajar pendekatan ilmiah dan menunjang pemahaman materi pelajaran.

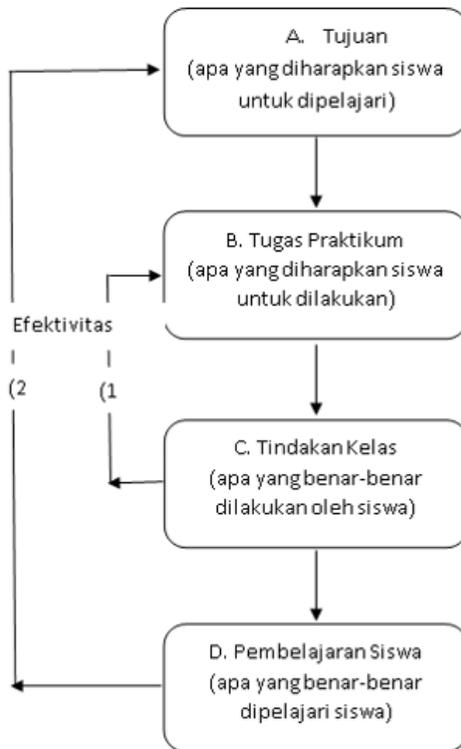
Praktikum dapat memotivasi siswa, merangsang minat mereka dalam belajar, meningkatkan pembelajaran pengetahuan ilmiah, memberi mereka pengalaman dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan memperluas cara berpikir mereka (Shana dan Abdulibdeh, 2020). Kegiatan di laboratorium membantu menghilangkan citra sains sebagai hal yang sulit dan membosankan dengan menghadirkan citra sains yang menekankan terutama pada 'melakukan' pekerjaan

'langsung' yang menyenangkan. Ketika kerja praktik dilakukan oleh siswa berkemampuan akademik rendah, tujuannya mungkin tidak hanya memotivasi mereka untuk belajar melainkan untuk memberi mereka ingatan positif tentang subjek (Abrahams, 2007). Kerja praktik memotivasi dan merangsang minat siswa terhadap penguasaan konsep (Johnstone, 1997). Kerja praktik juga menciptakan dan meningkatkan motivasi, minat dan prestasi siswa (Okam & Zakari, 2017). Selain itu, metode pengajaran praktikum menciptakan lingkungan dimana siswa dapat belajar sains dengan serius (Amunga, Amadalo, & Musera, 2011), mengendalikan proses pembelajaran dan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang praktikum (Musasia et al., 2012). Praktikum dapat berfungsi sebagai platform yang berguna untuk mengembangkan efek positif pada motivasi dan pemahaman siswa terhadap pembelajaran. Kerja praktik membantu siswa dalam memperoleh lebih banyak minat, pengalaman baru, kegembiraan, memiliki pemahaman yang lebih baik dan mampu berkolaborasi dengan teman, termotivasi untuk mendapatkan nilai baik, mendapatkan lebih banyak motivasi, mendapatkan kepercayaan diri dan mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan dibandingkan dengan metode pengajaran tradisional yang tidak meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap pembelajaran (Lee & Sulaiman, 2018).

C. Efektivitas dalam Penerapan Praktikum

Efektivitas dalam penerapan praktikum terdiri dari empat tahap dalam pengembangan dan pelaksanaan praktikum (Gambar 3). "Efektivitas" mengacu pada tautan berlabel (2): apakah siswa mempelajari apa yang dimaksudkan oleh guru untuk dipelajari? Tetapi agar kata "efektivitas" dalam pengertian ini benar-benar efektif, tugas yang diberikan pertama harus efektif pada tingkatan (1), yaitu siswa harus melakukan (dan mampu melakukan) hal-hal yang diminta oleh guru sebagai perancang praktikum. Berdasarkan kegiatan praktikum ini muncul istilah kegiatan praktikum "resep" yang menjadi kritik dari pembelajaran di laboratorium. Pada kegiatan praktikum ini siswa sering tidak memahami mengapa mereka melakukan apa yang mereka lakukan. Kegiatan praktikum dalam bentuk 'resep' yang terperinci merupakan cerminan dari perhatian guru (atau perancang tugas) terhadap keefektifan pada tingkat (1). Sementara ini, kondisi yang diperlukan untuk efektivitas penerapan praktikum berada di tingkat (2), dan itu tidak cukup jika pelaksanaan praktikum dilakukan dalam bentuk "resep" (Millar dan Abrahams, 2009).

Tahap awal dalam perencanaan praktikum adalah mengidentifikasi tujuan yang menyatakan materi atau objek yang diinginkan guru untuk dipelajari siswa dari praktikum (kotak A). Setelah tujuan ditentukan, kegiatan praktikum atau tugas direncanakan dan ditetapkan untuk siswa. Tugas dapat berupa terstruktur atau terbuka, dimana guru memiliki target atau harapan tentang apa yang akan dilakukan oleh siswa dalam kegiatan praktikum dalam rangka mencapai tujuan (kotak B). Oleh karena itu, tahap pertama penilaian keefektifan penerapan praktikum dalam pembelajaran sains dapat dilakukan ketika aktivitas praktikum dilakukan di ruang kelas. Guru memantau apa yang siswa lakukan dan mengarahkan siswa. Penilaian efektivitas dapat dilakukan pada tahap ini, berdasarkan apa yang telah siswa lakukan (kotak C). Hal ini merupakan tingkat efektivitas 1.



Gambar 3. Efektivitas Penerapan Praktikum

Setelah kegiatan praktikum selesai, penilaian dibuat berkaitan dengan capaian hasil belajar siswa: apakah siswa telah belajar (dapat mengingat atau mendemonstrasikan pemahaman) tentang hal-hal yang

siswa pelajari. Tahap kedua dan penting dalam mengukur efektivitas adalah tingkat efektivitas tingkat 2 (kotak D). Agar praktikum menjadi lebih efektif, guru perlu menentukan tujuan praktikum lebih jelas dan tepat serta memilih metode praktikum yang tepat untuk mencapai tujuan pembelajaran. Siswa dapat menjadi lebih efektif 'mind on' serta 'hands on' ketika mereka memahami bagaimana peralatan yang mereka gunakan bekerja. Dalam hal tugas-tugas praktis yang mengharuskan siswa untuk membuat hubungan antara domain objek yang dapat diamati dan domain ide, tugas yang efektif adalah yang menggunakan metode eksplisit dan terencana yang memperkuat pemikiran siswa, untuk mengarahkan dan menyalurkan penalaran mereka sepanjang pelaksanaan praktikum.

Ketika direncanakan dengan baik dan diimplementasikan secara efektif, laboratorium pendidikan sains menempatkan pembelajaran siswa dalam berbagai tingkat penyelidikan yang mengharuskan siswa untuk terlibat baik secara mental maupun fisik dengan cara yang tidak mungkin dilakukan dalam pengalaman pendidikan sains lainnya. Teori pembelajaran sosial memperjelas pentingnya mendorong kerja kelompok di laboratorium sehingga terjadi dialog terfokus yang bermakna secara konseptual antara siswa maupun antara guru dan siswa (Lunetta dkk, 2007).

D. Hambatan-hambatan dalam kegiatan praktikum

Hasil wawancara beberapa guru yang diwawancarai menggambarkan sejumlah masalah yang dihadapi ketika akan melaksanakan praktikum.

1. Kurangnya sumber daya

Sebagian besar guru yang diwawancarai mengeluh bahwa mereka tidak memiliki sumber daya dan peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan kerja praktik. Kurangnya sumber daya menyebabkan tidak memungkinkan untuk melakukan praktikum (Chetcuti, 1999). Kurangnya laboratorium, peralatan yang tidak memadai, jumlah kelas besar dan kurangnya kecukupan guru di sekolah sebagai hambatan utama untuk pelaksanaan praktikum dalam proses belajar mengajar. Minimnya petunjuk praktikum akan menghambat guru dalam mengintegrasikan praktikum dalam proses belajar mengajar (Niyitanga, dkk, 2021).

Kesiapan guru dalam melakukan praktikum juga turut menyumbang suksesnya pelaksanaan praktikum. Praktikum sangat tergantung pada motivasi guru. Guru yang termotivasi untuk melakukan praktikum akan menemukan cara untuk melakukannya bahkan di sekolah yang sumber

dayanya paling buruk. Sebaliknya guru yang tidak termotivasi tidak akan melakukan praktikum bahkan ketika guru memiliki akses ke sumber daya terbaik (Hattingh, 2007).

2. Manajemen Waktu

Salah satu kesulitan besar dalam praktikum adalah bahwa merancang kegiatan praktikum melibatkan banyak waktu, waktu yang dibutuhkan untuk mengatur peralatan dan perlengkapan. Waktu yang dibutuhkan akan lebih banyak jika laboratorium tidak memiliki laboran sehingga persiapan yang harus dilakukan oleh guru lebih banyak. Waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan praktikum bersama siswa juga memerlukan waktu lebih banyak seperti saat siswa melakukan prosedur kerja laboratorium maupun saat siswa menyusun laporan praktikum. Kerangka kerja dasar pembelajaran khusus untuk praktikum IPA adalah ketersediaan waktu. Guru dan siswa membutuhkan waktu yang cukup untuk melaksanakan praktikum IPA. Praktikum membutuhkan waktu yang memadai untuk belajar sains (Henshaw, 2013).

Sebagian besar waktu di kelas, baik guru maupun siswa, digunakan untuk melakukan praktikum yaitu memberikan instruksi, mengumpulkan peralatan, menggunakan peralatan dalam menghasilkan data dan membersihkan peralatan setelah praktikum (Abrahams, 2010). Sangat sedikit atau tidak ada sama sekali waktu yang dicurahkan untuk mendiskusikan ide-ide di balik fenomena atau sebaliknya mengembangkan keterampilan konseptual siswa. Dalam studi sebelumnya (Millar dan Abrahams, 2008) menemukan bahwa sebagian besar guru mencurahkan sangat sedikit atau tidak sama sekali waktu untuk mendukung pengembangan pengetahuan siswa melalui diskusi dimana waktu dihabiskan berkonsentrasi pada kegiatan praktikum.

3. Partisipasi Siswa

Satu hal yang harus dilakukan siswa di akhir sesi praktik adalah untuk menghasilkan laporan yang telah mereka lakukan selama praktikum. Banyak siswa merasa sangat sulit dalam menyusun laporan terutama dalam membahas temuan-temuan dalam praktikum yang harus mereka kaitkan dengan teori yang mereka peroleh di kelas. Hal ini bertolak belakang dimana siswa menikmati melakukan praktikum tetapi tidak menikmati menulis laporan (Klanin, 1991). Dalam pelaksanaan praktikum siswa terkadang tidak benar-benar memahami prosesnya. Siswa hanya mengandalkan ingatan ketika mengerjakan tes yang berkaitan dengan praktikum.

Keterbatasan waktu dalam praktikum juga dapat memengaruhi partisipasi siswa dalam pelaksanaan praktikum. Siswa cenderung lupa waktu karena belum menyelesaikan produk atau laporan praktikum tepat waktu. Siswa lain menyatakan bahwa karena terburu-buru dan ingin selesai tepat waktu siswa menggunakan bahan yang salah atau bahkan mengumpulkan laporan praktikum yang belum tepat. Siswa gagal menghasilkan apa yang sesuai dengan tujuan praktikum sebagaimana mestinya karena gagal menafsirkan resepnya atau petunjuk praktikumnya. Terbukti bahwa beberapa siswa tidak dapat membedakan dan menganalisis resep atau petunjuk praktikum karena mereka tidak terbiasa dengan beberapa alat atau bahan yang siswa gunakan pertama kali (Ngwenya, 2019).

4. Penilaian

Salah satu kesulitan utama yang dihadapi oleh guru adalah penilaian terhadap praktikum. Pertama-tama kesulitannya ada pada apa yang menjadi dasar penilaian. Dilemanya adalah pada kriteria apa yang dijadikan penilaian bagi siswa. Masalah lain yaitu fakta bahwa praktikum yang dinilai meliputi masalah keseragaman dan keandalan. Penilaian guru sangat subjektif dan satu guru menilai berbeda dari guru lain (Chetcuti, 1999). Saat ini, ada sedikit penilaian tentang praktikum seperti merangkai peralatan dan mengukur yang membutuhkan pengamatan langsung oleh penilai, namun keterampilan ini merupakan bagian penting dari praktikum. Diperlukan cara menilai praktikum yang lebih baik untuk memastikan bahwa nilai atau poin dapat diberikan kepada siswa untuk perolehan keterampilan proses serta penalaran ilmiah (Chala, 2019).

Banyak guru kurang pengalaman dengan metode penilaian yang ditujukan untuk menilai pemahaman siswa dan kinerja di laboratorium sains (Yung, 2001). Akibatnya, dalam banyak kasus, nilai akhir siswa tidak termasuk komponen yang secara langsung mencerminkan kinerja siswa dalam pekerjaan laboratorium dan pemahaman mereka tentang kerja laboratorium. Capaian pembelajaran siswa harus termasuk di dalamnya ujian praktikum sebagai bagian integral dari sains (Chala, 2019).

Pendidikan biologi merupakan salah satu wahana yang dapat mengembangkan potensi peserta didik sesuai dengan tujuan pendidikan nasional, namun pada umumnya pembelajaran biologi di sekolah-sekolah kurang memfasilitasi peserta didik untuk mencapai tujuan tersebut. Penekanan pemahaman konsep di sekolah tidak menyentuh hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-

hari dan kurang disertai dengan pembelajaran yang menekankan pada nilai-nilai yang terkandung dalam pelajaran biologi, yang seharusnya tergalikan pada saat mempelajari biologi. Keadaan demikian disebabkan pembelajaran biologi dilaksanakan tidak secara menyeluruh dan terpadu. Banyak guru IPA yang tidak menyadari pentingnya mengembangkan tiga aspek dalam bidang pendidikan, mereka lebih menekankan pada salah satu aspek saja, yaitu aspek kognitif, sehingga tidak sesuai dengan tujuan dari pendidikan sains. Menurut DeBoer (2000) tujuan pendidikan sains adalah 1) mengajar dan belajar tentang sains sebagai kekuatan budaya dalam dunia, 2) mempersiapkan untuk dunia kerja, 3) mengajar dan belajar tentang sains yang memiliki aplikasi dalam kehidupan sehari-hari 4) mengajar siswa untuk menjadi warganegara yang mengetahui, 5) mengajar tentang sains sebagai cara berpikir untuk memeriksa alam 6). memahami laporan dan diskusi tentang sains yang berkembang dalam media populer 7). belajar tentang sains tentang estetika, 8) memahami hakikat dan pentingnya teknologi dan hubungan antara teknologi dan sains

Apa bila kita cermati, tujuan-tujuan pendidikan sains tersebut, tujuan pendidikan sains tersebut memberikan perhatian pada target pemahaman sains bagi siswa yang tidak terbatas pada konten sains itu sendiri, tetapi juga habits of mind dari sains yang meliputi nilai-nilai, sikap dan keterampilan sains seperti yang dikemukakan oleh Rutherford & Ahlgren (1990). Habits of mind tersebut merupakan jembatan antara konten sains dan fungsinya dalam lingkungan sosial masyarakat termasuk dinamika perkembangan teknologi di dalamnya. Tujuan pendidikan sains seperti yang dikemukakan oleh DeBoer selaras dengan tujuan pendidikan nasional, yang menghendaki peserta didik tergalikan potensinya baik aspek kognitif, afektif dan psikomotor.

Perkembangan IPTEK yang semakin pesat mendorong kita untuk segera mempersiapkan peserta didik untuk dapat berpikir, berbicara, bersikap, dan bertindak tetap dan bertanggung jawab terhadap masalah dalam kehidupan sehari-hari, agar siswa memiliki pemahaman terhadap sains dan teknologi, sikap dan keterampilan teknologi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan isu atau masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari serta agar aspek personal needs, societal issues, career education awareness, dan academic preparation siswa dapat dipenuhi. Untuk mengembangkan potensi peserta didik pada aspek kognitif, afektif dan psikomotor dalam pembelajaran maka diperlukan suatu proses pembelajaran yang sesuai, peserta didik harus melakukan sesuatu untuk bisa memperoleh jawaban dari permasalahannya, peserta

didik harus terlibat aktif secara intelektual dalam percobaan atau observasi atau refleksi, sehingga semuanya menjadi lebih bermakna. Proses pembelajaran yang sesuai untuk hal tersebut di atas salah satunya adalah melakukan praktikum, karena dalam kegiatan praktikum ketiga aspek tersebut akan terpenuhi.

Metode praktikum adalah metode pembelajaran dengan cara mempraktikkan langsung untuk membuktikan suatu konsep yang sedang dipelajari (Zulfiani, et al. 2009). Rustaman (2005) praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan mengaplikasikan teori dengan menggunakan fasilitas laboratorium maupun di luar laboratorium. Praktikum dalam pembelajaran Biologi merupakan metode yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Pada pembelajaran berbasis praktikum siswa lebih diarahkan pada *experiential learning* (belajar berdasarkan pengalaman konkret), diskusi dengan teman, yang selanjutnya akan diperoleh ide dan konsep baru (Hayat dan Anggraeni (2011). Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa metode praktikum adalah metode pembelajaran dengan cara mempraktikkan langsung untuk membuktikan atau untuk menguji teori yang telah dipelajari. Kegiatan praktikum merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam pembelajaran IPA sehingga IPA disebut dengan *experimental science*. Jokiranta (2014) dan Hindriana A.F. (2016) menyatakan bahwa pentingnya praktikum dalam pendidikan sains, dikarenakan dengan melaksanakan praktikum akan membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan tentang pemahaman fenomena alam dan menggunakan ide, teori, dan model yang digunakan ilmuwan untuk menjelaskan tentang fenomena alam tersebut. Dengan demikian pelaksanaan praktikum di sekolah, selain dapat mengembangkan kemampuan aspek kognitif dan keterampilan, juga dapat menanamkan nilai-nilai sains yang terkandung dalam penjelasan fenomena alam tersebut dan hal ini tentu saja akan berdampak pada kompetensi sikap spiritual yang menjadi hal penting pada kurikulum nasional.

Secara teoritis pelaksanaan praktikum jelas dapat mengembangkan potensi siswa menguasai kemampuan kognitif, psikomotor dan sikap termasuk sikap religius, namun pada kenyataannya pelaksanaan praktikum di sekolah pada umumnya tidak memberikan makna bagi peserta didik, hal tersebut dikarenakan pelaksanaan praktikum selama ini cenderung hanya bersifat klarifikasi terhadap konsep-konsep yang dipelajari oleh siswa. Pernyataan tersebut didukung oleh Supriatno

(2013) yang menyatakan umumnya pelaksanaan praktikum dilakukan dengan pendekatan deduktif dengan model ekspositori, yang sering disebut juga dengan verifikasi atau confirmatory. Selanjutnya Supriatno menjelaskan bahwa aspek prosedur, pada umumnya hampir semua langkah dituntun seperti melaksanakan kegiatan pada resep masakan, hampir tidak ada langkah yang dikembangkan sendiri oleh siswa. Siswa tidak diberi kesempatan untuk merancang kegiatan ataupun melakukan manipulasi variabel.

Salah satu masalah pokok dalam melaksanakan praktikum di sekolah adalah masih terfokus pada penguasaan konsep sehingga praktikum tidak memberikan nilai tambah untuk meningkatkan keterampilan proses dan nilai-nilai yang terkandung dalam materi yang sedang dipelajari. Hal ini diduga sebagai akibat adanya kendala yang dihadapi oleh pendidik dan peserta didik, antara lain:

1. Peserta didik mengalami kesulitan dalam menemukan nilai sains yang terkandung dalam materi yang sedang dipraktikkan, karena penyajian landasan teori tidak menggambarkan dasar nilai, sehingga peserta didik sulit untuk memaknai adanya keterkaitan antara pengetahuan dan nilai-nilai sains.
2. Peserta didik mengalami kesulitan untuk menentukan objek/kejadian apa yang akan diamati, karena penyajian landasan teori tidak menuntun peserta didik dalam menemukan objek/kejadian yang harus diamati, sehingga pendidik perlu menerangkannya terlebih dahulu dan berdampak pada penggunaan waktu praktikum.
3. Peserta didik belum mampu menginterpretasi data dari objek/kejadian yang diamati karena tidak tersedia objective performance yang jelas, sehingga hasil interpretasi data tidak bisa digeneralisasikan.
4. Peserta didik mengalami kesulitan dalam menerapkan nilai sains dalam kehidupan sehari-hari, karena dalam hasil analisis tidak dihubungkan dengan permasalahan dunia nyata, sehingga siswa tidak dapat merumuskan claim nilai dari objek/kejadian yang telah diamati.

Berdasarkan permasalahan di atas perlu dikembangkanlah Lembar Kerja Praktikum (LKP) yang mampu mengembangkan kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan. Pelaksanaan praktikum harus memfasilitasi peserta didik untuk melihat struktur pengetahuan secara utuh, agar koherensi antara setiap kompetensi dapat tergambar secara jelas dan dapat dinilai sesuai tujuannya. Oleh karena itu, untuk memfasilitasi

pelaksanaan praktikum agar menghasilkan pengetahuan yang bermakna, terlebih dahulu harus mengetahui objek/kejadian apa yang akan diamati, bagaimana cara mengamati objek/kejadian tersebut, serta indikator keberhasilan dari hasil pengamatan terhadap objek/kejadian yang diamati. Selanjutnya pelaksanaan praktikum harus memfasilitasi perkembangan keterampilan proses sains, agar peserta didik menjadi terampil dalam melaksanakan pengamatan, klasifikasi, interpretasi, prediksi, komunikasi, hipotesis, merencanakan percobaan/penyelidikan, dan mengajukan pertanyaan. Rustaman (2005) membagi keterampilan proses menjadi sembilan indikator yaitu:

a. Mengamati

Menggunakan indera penglihatan, pembau, pendengar, pengecap, dan peraba pada waktu mengamati merupakan kegiatan yang sangat dituntut dalam belajar IPA. Menggunakan fakta yang relevan dan memadai dari hasil pengamatan juga termasuk keterampilan proses mengamati

b. Mengelompokkan (Mengklasifikasi)

Dalam proses pengelompokan tercakup beberapa kegiatan seperti mencari perbedaan, mengontraskan ciri-ciri, mencari kesamaan, membandingkan, dan mencari dasar penggolongan.

c. Menafsirkan Pengamatan (Interprestasi)

Keterampilan menafsirkan pengamatan meliputi kegiatan mencatat setiap hasil pengamatan, menghubungkan-hubungkan hasil pengamatan serta menemukan pola keteraturan dari suatu seri pengamatan.

d. Meramalkan (Memprediksi)

Keterampilan memprediksi mencakup keterampilan mengajukan perkiraan tentang sesuatu yang belum terjadi berdasarkan suatu kecenderungan atau pola yang sudah ada.

e. Berkomunikasi

Keterampilan berkomunikasi mencakup kegiatan membaca grafik, tabel atau diagram serta menggambarkan data empiris dengan grafik, tabel, atau diagram, menjelaskan hasil percobaan serta menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas.

f. Berhipotesis

Hipotesis menyatakan hubungan antara dua variabel atau mengajukan perkiraan penyebab sesuatu terjadi. Dengan berhipotesis diungkapkan cara melakukan pemecahan masalah,

karena dalam rumusan hipotesis biasanya terkandung cara untuk mengujinya.

g. Merencanakan Percobaan atau Penyelidikan

Keterampilan ini meliputi kegiatan menentukan alat dan bahan, menentukan variabel yang terlibat dalam suatu percobaan, menentukan variabel kontrol dan variabel bebas, menentukan apa yang diamati atau diukur, menentukan cara dan langkah kerja serta menentukan cara mengolah data percobaan.

h. Menerapkan Konsep atau Prinsip

Kemampuan merupakan konsep yang telah dikuasai untuk menyajikan masalah tertentu atau menjelaskan suatu peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang telah dimiliki. Serta konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.

i. Mengajukan Pertanyaan

Pertanyaan yang diajukan dapat meminta penjelasan tentang apa, mengapa, bagaimana atau menanyakan latar belakang hipotesis. Praktikum biologi merupakan pedoman belajar yang membantu siswa dalam mengaitkan antara materi yang dipelajarinya dengan situasi dunia nyata, dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM BERBASIS VIPSTA

Praktikum biologi merupakan suatu matakuliah yang membekali mahasiswa untuk merancang eksperimen di laboratorium maupun di lapangan. Rancangan eksperimen mahasiswa harus mampu menghubungkan aspek konseptual yang dipelajari di kelas secara teoritis dan aspek metodologikal yang dilakukan di laboratorium ataupun di lapangan. Eksperimen merupakan metode dimana ilmuwan menguji fenomena alami dengan harapan mendapatkan pengetahuan baru (Nuryani, 2005). Rancangan eksperimen yang baik harus mengikuti rancangan logis untuk mengisolasi dan menguji variabel spesifik yang didefinisikan secara tepat. Dengan mempelajari prinsip fundamental di belakang rancangan eksperimen, akan mampu mengaplikasikan prinsip ini pada eksperimen Anda sendiri. Tak peduli ruang lingkupnya, semua eksperimen bagus beroperasi sesuai dengan prinsip logis dan deduktif dari metode sains. Para ilmuwan merancang eksperimen untuk menjawab pertanyaan pertanyaan atau memecahkan masalah.

A. Karakteristik LKP VIPSTA

Kegiatan praktikum yang dilaksanakan di laboratorium maupun di luar laboratorium memerlukan Lembar Kerja agar kegiatan praktikum menjadi terarah. Lembar Kerja Praktikum berbasis VIPSTA memiliki karakteristik adanya; pertama valuasi biologi yang bertujuan untuk mengembangkan karakter siswa yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, selain itu setelah mempelajari biologi diharapkan siswa mempunyai persepsi yang baik terhadap materi yang sedang dipelajari berkaitan dengan manfaat yang dapat diambil oleh siswa. Hal ini sesuai dengan tujuan dari kurikulum yang diterapkan di Indonesia dimana setelah mempelajari materi biologi siswa harus memiliki kompetensi inti pada aspek religius, sikap, pengetahuan dan keterampilan. Kedua internalisasi pengetahuan yang bertujuan agar siswa setelah melaksanakan praktikum mendapatkan teori yang komprehensif.

Dimana landasan teori yang diinformasikan dalam LKP tidak hanya menginformasikan tentang apa yang terjadi pada objek atau peristiwa secara teoritis, tetapi bagaimana mengamati objek atau peristiwa serta menggunakan metode apa objek dan peristiwa diamati. Ketiga persepsi proses sains yang bertujuan agar siswa mampu memiliki keterampilan memahami fenomena alam yang dipelajarinya, melalui keterampilan proses sains inilah siswa difasilitasi untuk melakukan pengamatan terhadap fenomena alam tersebut sehingga siswa mengetahui proses dihasilkannya pengetahuan. Keempat Transformasi dan Analisis bertujuan memudahkan siswa dalam mengomunikasikan data hasil praktikum, dan memudahkan untuk melihat pola data hasil praktikum. Analisis bertujuan memfasilitasi siswa dalam menghubungkan hasil praktikum dengan pengetahuan yang telah diperolehnya baik dari aspek Internalisasi Pengetahuan maupun Persepsi Proses Sains, melalui transformasi data.

Berdasarkan hasil validasi terhadap LKP VIPSTA didapatkan hasil bahwa membantu memudahkan siswa untuk melaksanakan praktikum karena lebih menekankan pada konsep dasar dan prinsip yang harus diamati pada saat praktikum, selain itu memudahkan siswa untuk mencari pola suatu hubungan dan mengomunikasikan serta menerapkan hasil praktikum dalam kehidupan sehari-hari (Hindriana.A.F, 2018). Dengan demikian diharapkan penggunaan LKP VIPSTA dapat mengembangkan potensi siswa pada aspek kognitif, afektif dan psikomotor, selain itu pelaksanaan praktikum di sekolah akan lebih mengembangkan hakikat sains, dimana nilai-nilai yang terdapat di dalam sains dapat berguna untuk membentuk watak peserta didik.

B. Tujuan Pengembangan LKS VIPSTA

Pengembangan Lembar Kerja VIPSTA bertujuan untuk melaksanakan kegiatan praktikum secara bermakna sehingga siswa lebih mudah melakukan memadukan antara berpikir (*thinking*) dan bekerja (*doing*) selama praktikum berlangsung. Tujuan khusus pengembangan LKS VIPSTA adalah :

1. Meningkatkan kemampuan analisis konsep dan nilai-nilai yang terkandung pada materi yang dipraktikkan.
2. Meningkatkan kemampuan keterampilan proses sains pada saat praktikum
3. Meningkatkan kemampuan dalam merumuskan hipotesis

4. Meningkatkan kemampuan menganalisis dan mentransformasikan data
5. Meningkatkan kemampuan dalam merumuskan klaim pengetahuan dan klaim nilai.

C. Hasil yang diharapkan

1. Dapat memberikan kontribusi terhadap kegiatan praktikum yang dapat mengembangkan kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan.
2. Dapat memahami dan menjelaskan adanya keterkaitan antara teori dan praktik, yang menjadi dasar untuk mengembangkan pengetahuan berbentuk fakta, menjadi pengetahuan berbentuk konsep, prinsip, prosedur dan nilai.

D. Manfaat Pengembangan LKS VIPSTA

Lembar Kegiatan Siswa VIPSTA apabila disusun sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan diharapkan dapat melaksanakan kegiatan praktikum secara bermakna, sehingga bermanfaat untuk:

1. Memadukan antara berpikir (thinking) dan bekerja (doing) selama praktikum berlangsung
2. Meningkatkan analisis konsep pengetahuan dan nilai-nilai yang terkandung pada materi yang dipraktikkan.
3. Mengembangkan keterampilan proses sains

E. Lembar Kerja VIPSTA

Lembar Kerja VIPSTA adalah bahan ajar yang menekankan pada kegiatan praktikum yang memfasilitasi siswa untuk memadukan berpikir dan bekerja. LKS VIPSTA yang dikembangkan memiliki karakteristik dapat menghubungkan antara konsep dan metode untuk mengkonstruksi konsep, mengembangkan keterampilan dalam melaksanakan praktikum, dan menghasilkan klaim nilai agar praktikum yang dilaksanakan menjadi bermakna bagi peserta didik. LKS VIPSTA yang digunakan akan menekankan pada hubungan antara konsep dan metode dalam merancang eksperimen melalui penentuan fokus pertanyaan, untuk menentukan pelaksanaan praktikum dengan cara mengembangkan konsep, prinsip dan teori yang akan menuntun pengumpulan data, transformasi data dan membuat simpulan. LKS VIPSTA diimplementasikan karena LKS tersebut dapat memfasilitasi 1) keterkaitan antara konsep dengan metode sehingga rancangan eksperimen menjadi efisien dan produktif, 2) meningkatkan pemahaman

peserta didik dalam mengembangkan kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dikembangkanlah LKP yang mampu mengembangkan kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan. LKP hasil pengembangan memiliki karakteristik sebagai berikut;

1. Valuasi biologi yang bertujuan untuk mengembangkan karakter siswa yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, selain itu setelah mempelajari biologi diharapkan siswa mempunyai persepsi yang baik terhadap materi yang sedang dipelajari berkaitan dengan manfaat yang dapat diambil oleh siswa. Hal ini sesuai dengan tujuan dari kurikulum yang diterapkan di Indonesia dimana setelah mempelajari materi biologi siswa harus memiliki kompetensi inti pada aspek religius, sikap, pengetahuan dan keterampilan.
2. Internalisasi pengetahuan yang bertujuan agar siswa setelah melaksanakan praktikum mendapatkan teori yang komprehensif. Dimana landasan teori yang diinformasikan dalam LKP tidak hanya menginformasikan tentang apa yang terjadi pada objek atau peristiwa secara teoritis, tetapi bagaimana mengamati objek atau peristiwa serta menggunakan metode apa objek dan peristiwa diamati.
3. Persepsi proses sains yang bertujuan agar siswa mampu memiliki keterampilan memahami fenomena alam yang dipelajarinya, melalui keterampilan proses sains inilah siswa difasilitasi untuk melakukan pengamatan terhadap fenomena alam tersebut sehingga siswa mengetahui proses dihasilkannya pengetahuan.
4. Transformasi dan Analisis bertujuan memudahkan siswa dalam mengomunikasikan data hasil praktikum, dan memudahkan untuk melihat pola data hasil praktikum. Analisis bertujuan memfasilitasi siswa dalam menghubungkan hasil praktikum dengan pengetahuan yang telah diperolehnya baik dari aspek Internalisasi Pengetahuan maupun Persepsi Proses Sains, melalui transformasi data.

Berdasarkan hasil validasi terhadap LKP VIPSTA didapatkan hasil bahwa membantu memudahkan siswa untuk melaksanakan praktikum karena lebih menekankan pada konsep dasar dan prinsip yang harus diamati pada saat praktikum, selain itu memudahkan siswa untuk mencari pola suatu hubungan dan mengomunikasikan serta menerapkan hasil praktikum dalam kehidupan sehari-hari (Hindriana.A.F, 2018). Dengan

demikian diharapkan penggunaan LKP VIPSTA dapat mengembangkan potensi siswa pada aspek kognitif, afektif dan psikomotor, selain itu pelaksanaan praktikum di sekolah akan lebih mengembangkan hakikat sains, dimana nilai-nilai yang terdapat di dalam sains dapat berguna untuk membentuk watak peserta didik.

BAB III

PELAKSANAAN PRAKTIKUM

MENGGUNAKAN LEMBAR KERJA SISWA

VIPSTA

A. Praktikum Biologi

Praktikum biologi merupakan suatu matakuliah yang membekali mahasiswa untuk merancang eksperimen di laboratorium maupun di lapangan. Rancangan eksperimen mahasiswa harus mampu menghubungkan aspek konseptual yang dipelajari di kelas secara teoritis dan aspek metodologikal yang dilakukan di laboratorium ataupun di lapangan. Eksperimen merupakan metode dimana ilmuwan menguji fenomena alami dengan harapan mendapatkan pengetahuan baru (Nuryani, 2005). Rancangan eksperimen yang baik harus mengikuti rancangan logis untuk mengisolasi dan menguji variabel spesifik yang di definisikan secara tepat. Dengan mempelajari prinsip fundamental di belakang rancangan eksperimen, akan mampu mengaplikasikan prinsip ini pada eksperimen Anda sendiri. Tak peduli ruang lingkupnya, semua eksperimen bagus beroperasi sesuai dengan prinsip logis dan deduktif dari metode sains. Para ilmuwan merancang eksperimen untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan atau memecahkan masalah. Langkah selanjutnya adalah menuliskan hipotesis. Hipotesis adalah jawaban yang mungkin benar terhadap suatu pertanyaan atau penjelasan yang akan diuji. Selama melakukan eksperimen, mahasiswa harus mencatat seluruh pengamatan yang telah dilakukan. Hasil pengamatan tersebut merupakan data yang kalian miliki. Penginterpretasian data berarti menjelaskan data tersebut. Mahasiswa dapat melakukan perbandingan sederhana atau mencari kecenderungan pola untuk melakukan interpretasi data. Langkah terakhir dalam merancang eksperimen adalah menarik kesimpulan. Dalam menarik kesimpulan mahasiswa perlu untuk membandingkan hasil interpretasi data dengan hipotesis yang telah dibuat. Berdasarkan hal tersebut, untuk selanjutnya dapat

memutuskan apakah hipotesis yang telah di buat itu benar atau salah. Langkah tersebut disebut dengan penarikan kesimpulan.

B. Pembelajaran Bermakna Melalui Kegiatan Praktikum

Kegiatan praktikum bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seorang. Struktur kognitif ialah fakta-fakta, konsep-konsep, dan generalisasi-generalisasi yang telah dipelajari dan diingat siswa. Belajar bermakna menurut Ausubel (1963) dalam Dahar (1996) merupakan proses mengaitkan informasi atau materi baru dengan konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitif. Ada tiga faktor yang memengaruhi kebermaknaan dalam suatu pembelajaran, yaitu struktur kognitif yang ada, stabilitas dan kejelasan pengetahuan dalam suatu bidang studi tertentu dan pada waktu tertentu. Sehubungan dengan hal ini, Dahar (1996) mengemukakan dua prasyarat terjadinya belajar bermakna, yaitu: (1) materi yang akan dipelajari harus bermakna secara potensial, dan (2) anak yang akan belajar harus bertujuan belajar bermakna. Di samping itu, kebermaknaan potensial materi pelajaran bergantung kepada dua faktor, yaitu (1) materi itu harus memiliki kebermaknaan logis, dan (2) gagasan-gagasan yang relevan harus terdapat dalam struktur kognitif peserta didik.

Muchlas Samani (2007) mengemukakan bahwa apapun metode pembelajarannya, maka harus bermakna (*meaningfull learning*). Pembelajaran bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Struktur kognitif ialah fakta-fakta, konsep-konsep dan generalisasi-generalisasi yang telah dipelajari dan diingat siswa.

Suparno (1997) mengatakan, bahwa pembelajaran bermakna adalah suatu proses pembelajaran dimana informasi baru dihubungkan dengan struktur pengertian yang sudah dipunyai seorang yang sedang dalam proses pembelajaran. Pembelajaran bermakna terjadi bila siswa mencoba menghubungkan fenomena baru ke dalam struktur pengetahuan mereka. Artinya, bahan pelajaran itu harus cocok dengan kemampuan siswa dan harus relevan dengan struktur kognitif yang dimiliki siswa. Oleh karena itu, pelajaran harus dikaitkan dengan konsep-konsep yang sudah dimiliki siswa, sehingga konsep-konsep baru tersebut benar-benar terserap olehnya. Dengan demikian, faktor intelektual emosional siswa terlibat dalam kegiatan pembelajaran.

Pembelajaran bermakna adalah pembelajaran yang menyenangkan yang akan memiliki keunggulan dalam meraup segenap informasi secara

utuh sehingga konsekuensi akhir meningkatkan kemampuan siswa. Pembelajaran bermakna merupakan suatu proses dikaitkannya informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Pembelajaran bermakna ditandai oleh terjadinya hubungan antara aspek-aspek, konsep-konsep, informasi atau situasi baru dengan komponen-komponen yang relevan di dalam struktur kognitif siswa. Proses belajar tidak sekadar menghafal konsep-konsep atau fakta-fakta belaka, tetapi merupakan kegiatan menghubungkan konsep-konsep untuk menghasilkan pemahaman yang utuh, sehingga konsep yang dipelajari akan dipahami secara baik dan tidak mudah dilupakan. Dengan demikian, agar terjadi belajar bermakna maka guru harus selalu berusaha mengetahui dan menggali konsep-konsep yang telah dimiliki peserta didik dan membantu memadukannya secara harmonis konsep-konsep tersebut dengan pengetahuan baru yang akan diajarkan. Jadi belajar akan lebih bermakna jika anak mengalami langsung apa yang dipelajarinya dengan mengaktifkan lebih banyak indera daripada hanya mendengarkan orang/guru menjelaskan. Belajar bermakna memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut:

- a. Menjelaskan hubungan atau relevansi bahan-bahan baru dengan bahan-bahan lama. Lebih dahulu memberikan ide yang paling umum kemudian hal-hal yang lebih terperinci
- b. Menunjukkan persamaan dan perbedaan antara bahan baru dengan bahan lama
- c. Mengusahakan agar ide yang telah ada dikuasai sepenuhnya sebelum ide yang baru disajikan.

Menurut Nana (2005) dalam pembelajaran terdapat syarat-syarat yang dapat menunjang terciptanya pembelajaran bermakna yaitu:

- a. Bahan yang dipelajari harus dihubungkan dengan struktur kognitif secara substansial dan dengan beraturan.
- b. Siswa memiliki konsep yang sesuai dengan bahan yang akan dihubungkan.
- c. Siswa harus memiliki kemauan untuk menghubungkan konsep tersebut dengan struktur kognitifnya secara substansial dan beraturan pula.

Ausubel dalam Dahar (1989) mengemukakan tiga kebaikan dari belajar bermakna yaitu:

- a. Informasi yang dipelajari secara bermakna lebih lama dapat diingat.
- b. Informasi yang dipelajari secara bermakna memudahkan proses belajar berikutnya untuk materi pelajaran yang mirip.
- c. Informasi yang dipelajari secara bermakna mempermudah belajar hal-hal yang mirip walaupun telah terjadi lupa.

Pembelajaran bermakna erat kaitannya dengan teori konstruktivisme pemikiran Vygotsky (Social and Emancipator Constructivism). Paham ini berpendapat bahwa siswa mengkonstruksikan pengetahuan atau menciptakan makna sebagai hasil dari pemikiran dan berinteraksi dalam suatu konteks sosial. Teori belajar ini merupakan teori tentang penciptaan makna. Selanjutnya, teori ini dikembangkan oleh Piaget (Piagetian Psychological Constructivism) yang menyatakan bahwa setiap individu menciptakan makna dan pengertian baru berdasarkan interaksi antara apa yang telah dimiliki, diketahui dan dipercayai dengan fenomena, ide atau informasi baru yang dipelajari. Piaget menjelaskan bahwa setiap siswa membawa pengertian dan pengetahuan awal yang sudah dimilikinya ke dalam setiap proses belajar yang harus ditambahkan, dimodifikasi, diperbaharui, direvisi, dan diubah oleh informasi yang dijumpai dalam proses belajar. Itulah sebabnya Vygotsky menyatakan bahwa proses belajar tidak dapat dipisahkan dari aksi (aktivitas) dan interaksi karena persepsi dan aktivitas berjalan seiring secara dialogis. Belajar merupakan proses penciptaan makna sebagai hasil dari pemikiran individu dan melalui interaksi dalam suatu konteks sosial. Penciptaan makna terjadi pada dua jenjang, yaitu pemahaman mendalam (*inert understanding*) dan pemahaman terpadu (*integrated understanding*). Hal demikian bisa terwujud melalui partisipasi aktif antara guru dan siswa, saling menghormati dan menghargai. Setiap individu dapat belajar, menciptakan makna, dan berkreasi berdasarkan konteks komunitas budayanya masing-masing. Dalam hubungan ini, David Ausubel (1963) mengklasifikasikan belajar dalam dua dimensi. Pertama, menyangkut cara penyajian materi diterima oleh peserta didik. Melalui dimensi ini, peserta didik memperoleh materi/informasi melalui penerimaan dan penemuan. Maksudnya peserta didik dapat mengasimilasi informasi/materi pelajaran dengan penerimaan dan penemuan. Dimensi kedua, menyangkut cara bagaimana peserta didik dapat mengaitkan informasi atau materi pelajaran dengan struktur kognitif yang telah ada. Jika peserta didik hanya mencoba-coba menghafalkan informasi atau materi pelajaran baru tanpa menghubungkannya dengan konsep-konsep atau hal lainnya yang ada dalam struktur kognitifnya, maka terjadilah yang disebut dengan belajar hafalan. Sebaliknya, jika peserta didik

menghubungkan informasi atau materi pelajaran baru dengan konsep-konsep atau hal lainnya yang telah ada dalam struktur kognitifnya, maka terjadilah yang disebut dengan belajar bermakna.

C. Tahap Persiapan Pengembangan LKP VIPSTA

Pelaksanaan praktikum merupakan hal yang sangat penting dalam mengimplementasikan hakikat sains dalam mempelajari sains, dimana peserta didik dapat dikembangkan kompetensi dalam bidang pengetahuan, keterampilan dan sikap melalui eksplorasi value/ nilai-nilai yang terkandung dalam materi yang sedang dipraktikumkan dan interaksi sosial pada saat melaksanakan praktikum.

Kompetensi bidang pengetahuan dibangun melalui proses berpikir secara bermakna dengan menyajikan permasalahan yang berkaitan dengan pengalaman peserta didik serta memberikan informasi baru yang dapat menstimulasi peserta didik untuk menghubungkannya dengan pengalaman atau informasi yang sudah mereka miliki. Hasil dari pengembangan kompetensi ini adalah penguasaan pengetahuan sains (*scientific knowledge*) meliputi fakta-fakta, konsep, prinsip, generalisasi, teori, hukum-hukum, serta model yang dapat dinyatakan dengan beberapa cara.

Kompetensi bidang keterampilan dikembangkan melalui penerapan metode ilmiah melalui penguasaan keterampilan proses sains dalam penyelidikan ilmiah (*scientific inquiry methods*) didasarkan atas kombinasi observasi, eksperimen, dan penalaran selama pelaksanaan praktikum, sains sebagai proses atau metode penyelidikan ilmiah juga meliputi prosedur atau langkah-langkah kegiatan yang ditempuh oleh saintis untuk memperoleh ilmu pengetahuan atau produk-produk, alat-alat prediksi, perumusan dan pengujian hipotesis, kecenderungan sikap/tindakan, keinginan, keterbukaan dan kebiasaan berpikir. Kompetensi sikap yang dikembangkan adalah kompetensi sikap spiritual yaitu peserta didik dapat menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya.

Kompetensi sikap spiritual dikembangkan melalui analisis kebermaknaan materi yang sedang dipelajari yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah/fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari baik konteks personal, sosial maupun global. Kompetensi sikap sosial dikembangkan melalui interksi peserta didik untuk menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab,

peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam.

Pengembangan LKS VIPSTA diawali dengan melakukan analisis silabus berbasis hakikat sains berdasarkan kompetensi inti dan kompetensi dasar. Hal ini didasari bahwa pembelajaran sains di sekolah bertujuan untuk mengajarkan siswa nilai-nilai sains dan memfasilitasi siswa membangun literasi sains. Pemahaman siswa akan nilai-nilai sains ini akan mengantarkan siswa untuk menguasai kemampuan saintifik untuk memecahkan masalah sehari-hari. Hal inilah yang mendasari diskursus tentang pembelajaran hakekat sains di sekolah. Hakekat sains sendiri didefinisikan oleh McComas (2017) sebagai “rules of games” dari sains yang meliputi pengetahuan mengenai proses dan nilai yang digunakan untuk memperoleh dan terdapat dalam pengetahuan sains. Definisi inilah yang mendasari hakekat sains sebagai elemen penting dalam pembelajaran sains dan pengembangan literasi sains (Rianita et al., 2017). Sejatinya, pembelajaran hakekat sains menekankan pada relasi antara sains sebagai ilmu dan sains sebagai proses dengan peristiwa sosial yang terjadi di kehidupan sehari-hari. Hal ini didukung dengan pernyataan bahwa pengintegrasian aspek epistemic dan sosial dalam aspek kognitif akan menghasilkan pembelajaran yang kontekstual dan memiliki makna mendalam (Dagher & Erduran, 2016). Maka dari itu, pengajaran hakekat sains dalam pembelajaran sains tidak hanya berfokus pada aspek konten, tetapi juga aspek sikap, keterampilan berpikir saintifik, dan kemampuan pemecahan masalah. Aspek hakikat sains yang dicantumkan dalam silabus tersebut adalah pengetahuan, metode dan keterampilan, serta nilai – nilai yang terkandung dalam sains.

Rumusan aspek pengetahuan bertujuan untuk mengarahkan peserta didik mempunyai pengetahuan (faktual, koseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan terkait fenomena dan kejadian di alam semesta. Rumusan aspek metode/keterampilan bertujuan untuk mengarahkan peserta didik dalam mengolah dan melaksanakan keterampilan proses (mengamati, menginterpretasi, mengklasifikasi, membuat hipotesis, menganalisis, merancang eksperimen dan mengomunikasikan) serta keterampilan menganalisis dan transformasi data (menulis, membaca, menghitung, menggambar dan membuat tabel/diagram) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori. Rumusan aspek nilai/ sikap bertujuan untuk mengarahkan peserta didik dalam mengeksplorasi manfaat yang terkandung dalam mempelajari materi sains dan menerapkannya untuk memecahkan masalah/

fenomena di kehidupan sehari-hari, serta interaksi peserta didik untuk menciptakan lingkungan belajar yang nyaman. Contoh analisis silabus berbasis hakikat sains adalah sebagai berikut:

Tabel.1 Contoh Analisis Silabus Berbasis Hakikat Sains

Kompetensi Dasar	Komponen Hakikat Sains		
	Pengetahuan (Kognitif)	Metode & Proses (Keterampilan)	Nilai (Sikap)
Merancang penelitian uji pengaruh luar terhadap pertumbuhan pada tanaman	Siswa mampu menganalisis, mengajukan hipotesis dengan menerapkan prinsip dengan mengkombinasikan antara fakta dan konsep tentang faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan.	Siswa mampu merancang desain penelitian dengan cara merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menentukan variabel penelitian untuk mendapatkan data tentang faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan.	Mengagumi keteraturan proses pertumbuhan dengan cara menjaga faktor luar yang akan merusak pertumbuhannya
4.1.Merancang desain penelitian pengaruh luar terhadap pertumbuhan tanaman melalui diskusi kelompok dan mempresentasikan hasil diskusi kelompok 4.2.Melaksanakan penelitian pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tanaman dan mempresentasikan hasilnya sebagai laporan		Siswa mampu melaksanakan langkah-langkah ilmiah dalam melakukan penyelidikan faktor-faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan melalui pengamatan, pengumpulan dan analisis data	Siswa berkembang rasa keingintahuannya, ketelitian, ketekunan, hati-hati, toleran dalam mengambil suatu keputusan. Pertumbuhan dan perkembangan akan berjalan dengan baik apabila semua faktor yang dibutuhkan terpenuhi.

D. Tahap Penyusunan Lembar Kerja

Lembar Kerja VIPSTA merupakan lembar kerja yang digunakan oleh siswa dalam melaksanakan praktikum, dan berperan penting untuk mempelajari tentang hakikat sains secara utuh. Lembar kerja VIPSTA dapat memfasilitasi kebermaknaan praktikum peserta didik untuk memiliki kemampuan dalam menerapkan prinsip-prinsip yang berkenaan dengan aspek konseptual dan aspek metodologikal. Tahap penyusunan lembar kerja diawali dengan menyusun;

1. Judul Praktikum

Merupakan salah satu aspek penting dalam mengembangkan lembar kerja, judul praktikum harus mencerminkan isi dari kegiatan yang akan dilakukan, spesifik dan harus memuat kata kunci, sebagai contoh

- a. “Enzim katalase menguraikan H_2O_2 ” judul tersebut mencerminkan bahwa praktikum yang akan dilakukan adalah menguji enzim katalase menggunakan H_2O_2 , bersifat spesifik karena siswa pada saat praktikum akan melihat reaksi perubahan H_2O_2 , serta memiliki kata kunci yaitu enzim katalase dan H_2O_2 .
- b. “Identifikasi struktur organ tumbuhan dikotil dan monokotil”, judul tersebut mencerminkan bahwa pada saat praktikum peserta didik akan mengamati perbedaan daun, batang dan akar tumbuhan dikotil dan monokotil dengan cara menggambar dan melakukan identifikasi persamaan dan perbedaan organ tumbuhan dikotil dan monokotil serta menentukan dasar perbedaan antara tumbuhan dikotil dan monokotil.

2. Tujuan praktikum

Dalam menentukan tujuan harus terukur, dapat diamati dan sesuai dengan kompetensi dasar, dengan demikian tujuan praktikum harus dirumuskan secara jelas dan mengarahkan pada apa yang akan diamati peserta didik pada saat melaksanakan praktikum. Tujuan praktikum dapat dirumuskan lebih dari satu, sebagai contoh :

- a. “Mengamati perubahan yang terjadi pada reaksi enzim katalase dengan H_2O_2 ”, dengan tujuan tersebut peserta didik akan mengamati penguraian hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen.
- b. “Menganalisis perubahan pH terhadap kerja enzim katalase”, dengan tujuan tersebut peserta didik akan mengamati pengaruh pH terhadap perubahan kecepatan reaksi penguraian hidrogen

peroksida menjadi air dan oksigen.

- c. “Mengamati perbedaan daun tumbuhan monokotil dan dikotil”, dengan tujuan tersebut peserta didik akan mengamati antara lain bentuk daun, susunan petulangan daun, dan struktur permukaan daun.

3. Landasan Teori

Landasan teori dalam lembar kegiatan praktikum merupakan teori yang digunakan untuk memahami fenomena mengenai berbagai kejadian/keadaan pada objek yang sedang diselidiki. Landasan teori ini memuat nilai-nilai yang terkandung dalam materi yang sedang dipraktikkan, serta dasar teori, konsep dasar dan prinsip dari suatu kejadian /keadaan pada objek yang sedang diselidiki, dengan rincian sebagai berikut;

- a. Valuasi (dasar nilai), berisi suatu konsep yang mengarahkan siswa untuk berkembang kompetensi spiritual dan sikapnya. Siswa akan menyadari adanya sang pencipta yang telah menciptakan keteraturan di muka bumi ini, dan ciptaan-Nya akan menghasilkan sinergitas antara alam dan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Selain itu valuasi pun akan memunculkan sikap positif terutama terhadap manfaat mempelajari biologi, sehingga diharapkan sikap positif ini akan berkembang menjadi scientific mind yang tertanam dalam diri siswa. Valuasi biologi dalam LKP ini bertujuan untuk mengembangkan kompetensi isi pada aspek religius dan sikap, serta mengembangkan nilai-nilai yang terkandung yang terkandung dalam biologi. Hal ini dikarenakan valuasi biologi yang dikembangkan dalam LKP akan memfasilitasi munculnya nilai-nilai biologi yang berhubungan dengan tanggung jawab moral, nilai-nilai sosial, manfaat biologi untuk kehidupan manusia dan membangun scientific mind. Sebagai contoh pada saat siswa melakukan praktikum fotosintesis dalam menguji teori yang menyatakan bahwa pada proses fotosintesis adanya reduksi CO_2 menjadi karbohidrat, dan oksidasi H_2O menjadi oksigen dengan bantuan sinar matahari, maka valuasi yang muncul adalah:

- 1) Diantara sekian banyak jenis makhluk hidup di dunia ini hanya tumbuhanlah yang bisa mengubah sisa hasil metabolisme makhluk hidup lain berupa CO_2 yang diubah menjadi sumber makanan untuk seluruh makhluk hidup yang ada di dunia ini, dan tumbuhan pula yang menyediakan oksigen di dunia ini sebagai hasil samping penggunaan air untuk keperluan proses metabolismenya.
- 2) Sinar matahari merupakan sumber energi satu-satunya di dunia ini, karena secara tidak langsung semua makhluk hidup untuk mempertahankan kehidupannya tergantung kepada matahari, dan hanya tumbuhanlah yang dapat memindahkan energi matahari ke dunia kehidupan, sedangkan makhluk hidup lain akan menggunakan energi matahari melalui makanan yang disediakan oleh tumbuhan.
- 3) Dengan adanya proses fotosintesis di dunia maka keseimbangan ekosistem dapat terjaga, karena adanya saling ketergantungan antar makhluk hidup yang berperan sebagai produsen dan konsumen. Selain itu ada ketergantungan antara lingkungan dan makhluk hidup di dalamnya.

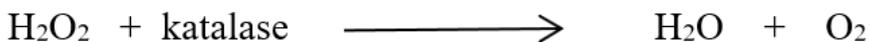
b. Internalisasi Pengetahuan

Internalisasi pengetahuan merupakan landasan teori yang tidak hanya menginformasikan tentang apa yang terjadi pada objek atau peristiwa secara teoritis, tetapi bagaimana mengamati objek atau peristiwa serta menggunakan metode apa objek dan peristiwa diamati. Internalisasi pengetahuan dalam LKP ini bertujuan agar siswa setelah melaksanakan praktikum mendapatkan teori yang komprehensif. Dengan dicantumkan dasar teori, konsep dasar dan prinsip, memberikan informasi secara komprehensif sehingga siswa dibantu dalam hal apa yang diamati dan metode apa yang digunakan untuk mengamati objek/peristiwa. Dengan adanya informasi yang komprehensif pada LKP yang dikembangkan dapat dinyatakan bahwa LKP tersebut merupakan alat bantu (Schaffolding) untuk melaksanakan praktikum sehingga siswa dapat melaksanakan analisis terhadap variabel-variabel dalam melaksanakan praktikum, menerapkan prinsip untuk menentukan jenis kegiatan/ pengamatan dalam pelaksanaan praktikum, dan mengajukan hipotesis. Langkah - langkah

yang dilakukan oleh siswa dalam membangun pengetahuannya tersebut tidak lain untuk melatih kemampuan kerja ilmiah (scientific abilities) serta melatih berpikir analisis, proporsional, dan sebab akibat baik secara induktif maupun secara deduktif. Internalisasi pengetahuan dalam LKP menyajikan pengetahuan yang dikemas menjadi suatu informasi yang saling berhubungan dan memiliki makna, hal ini akan memudahkan siswa dalam mengelola informasi. Penyajian informasi tersebut sesuai dengan teori pemrosesan informasi bahwa informasi yang saling berhubungan akan menghilangkan keterbatasan working memory dalam memproses informasi (Schnotz & Kürschner, 2007). Informasi yang saling berhubungan dalam LKP mencakup teori, konsep dasar dan prinsip yang harus siswa pahami untuk melaksanakan praktikum.

- 1) Teori merupakan suatu pernyataan yang memiliki hubungan secara sistematis dan terstruktur sesuai dengan fenomena alamiah dari objek/kejadian yang akan diselidiki
- 2) Konsep dasar merupakan representasi dari objek/kejadian yang saling berhubungan yang akan diselidiki.
- 3) Prinsip merupakan kepastian yang menjadi dasar untuk menyelidiki suatu objek/kejadian.

Di bawah ini merupakan contoh internalisasi pengetahuan yang terdiri dari teori, konsep dasar dan prinsip pada saat melaksanakan praktikum enzim katalase; Enzim katalase merupakan enzim yang mengkatalisis reaksi di mana hidrogen peroksida diurai menjadi air dan oksigen.



Senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) ini merupakan salah satu produk uraian dari setiap sel yang menggunakan oksigen sebagai sumber energi dalam proses metabolisme. Enzim katalase ini ada di dalam tubuh tiap organisme yang menggunakan oksigen. Oksigen yang dihasilkan dari reaksi penguraian tersebut berupa gelembung. Sifat oksigen sebagai oksidator dalam pembakaran menyebabkan oksigen mudah bereaksi dengan bahan-bahan yang mudah terbakar. Semakin banyak kandungan enzim katalase pada suatu substrat yang diuji maka akan semakin banyak oksigen yang dihasilkan, dengan demikian Semakin banyak kandungan oksigen semakin besar nyala api yang dihasilkan.

c. Persepsi Proses Sains

Keterampilan proses sains yang dapat dikembangkan dalam LKP antara lain ;

- 1) Observasi, observasi merupakan hal yang paling mendasar dalam keterampilan proses sains. Dalam melakukan observasi terhadap objek atau kejadian siswa dituntut untuk menggunakan semua inderanya. Tujuan ditekankan keterampilan observasi adalah untuk menghasilkan informasi yang detail tentang suatu objek atau kejadian, sebagai contoh pada saat mengamati daun, awalnya siswa hanya mendapatkan informasi bahwa daun berwarna hijau, hal ini dikarenakan siswa hanya melakukan observasi menggunakan satu indera saja, tetapi apabila siswa melakukan observasi menggunakan beberapa indra maka informasi tentang daun akan lebih banyak lagi, misalnya terdapat daun yang permukaannya halus dan kasar, daun memiliki aroma yang berbeda-beda, sehingga konsep tentang daun akan berkembang sesuai dengan informasi yang dikumpulkannya. Hal ini tentu sangat berhubungan dengan teori perkembangan kognitif Piaget bahwa pengalaman seseorang dalam mendapatkan pengetahuan melalui proses akomodasi dan asimilasi, melalui keterampilan observasi inilah siswa akan difasilitasi untuk melakukan akomodasi dan asimilasi. Özgelen (2012) menyatakan bahwa keterampilan observasi sangat erat hubungannya dengan berpikir kritis, bernalar dan memecahkan masalah.
- 2) Klasifikasi, klasifikasi merupakan dasar siswa untuk mengelompokkan objek atau kejadian berdasarkan persamaan, perbedaan, serta memutuskan dasar perbedaannya. Keterampilan klasifikasi akan berkembang dengan baik apabila keterampilan observasinya baik, hal ini dikarenakan siswa akan mampu melakukan klasifikasi berdasarkan informasi dari hasil observasi. Pengelompokan objek atau kejadian sangat penting dalam mempelajari biologi, sebagai contoh pada saat siswa melakukan praktikum tentang zat makanan siswa dapat mengelompokkan bahan makanan yang mengandung lemak, protein dan karbohidrat berdasarkan hasil dari

observasi terhadap reaksi positif terhadap reagen yang diujikannya.

- 3) Interpretasi, merupakan keterampilan yang sangat diperlukan dalam melaksanakan praktikum hal ini dikarenakan siswa dituntut untuk menghubungkan hasil pengamatan, menemukan pola dari suatu seri hasil penamatan dan membuat kesimpulan. Dalam LKP yang dikembangkan siswa dipandu dalam melakukan interpretasi dengan cara mengumpulkan data hasil pengamatan secara kualitatif, sebagai contoh pada saat siswa melakukan praktikum tentang enzim siswa diminta untuk mencatat data banyaknya gelembung yang dihasilkan dari reaksi enzim katalase dan H_2O_2 secara kuantitatif menggunakan tanda (-) tidak ada gelembung, (+) sedikit gelembung yang dihasilkan (++) banyak gelembung yang dihasilkan dan (+++) sangat banyak gelembung yang dihasilkan. Dari hasil tersebut siswa dapat melihat adanya pola yang sama untuk organ daun, batang dan akar apabila direaksikan dengan H_2O_2 , sehingga siswa dapat menyimpulkan bahwa pada tumbuhan organ daun merupakan organ yang paling banyak mengandung enzim katalase. Keterampilan interpretasi akan mendorong siswa untuk berpikir kritis, dari hasil diskusi dengan siswa dihasilkan suatu pertanyaan “ mengapa daun memiliki enzim katalase paling banyak pada tumbuhan?” dari pertanyaan tersebut berkembanglah penalaran siswa dengan menghubungkan fungsi daun pada tumbuhan dan paparan sinar radioaktif selama proses fotosintesis sehingga siswa memiliki kemampuan dalam memecahkan masalah dengan cara menghubungkan satu konsep dengan konsep lainnya.
- 4) Mengajukan hipotesis, dalam melakukan praktikum siswa diminta untuk menguji suatu teori menggunakan langkah-langkah ilmiah. Dalam mengajukan hipotesis siswa dituntut untuk mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian dan menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah. Dalam LKP siswa dibantu untuk mengajukan teori dengan memperhatikan prinsip yang tercantum dalam LKP, sebagai contoh siswa diberi arahan

bahwa reaksi positif yang menunjukkan adanya pengaruh lamanya penyinaran terhadap kandungan karbohidrat adalah “semakin gelap warna daun yang telah ditetesi oleh KI maka semakin banyak kandungan karbohidrat pada daun tersebut, berdasarkan prinsip tersebut siswa mengajukan hipotesis “ semakin lama penyinaran maka semakin banyak kandungan karbohidrat pada daun”

- 5) Merencanakan percobaan dan menggunakan alat bahan, dalam LKP siswa dituntut untuk mampu menentukan alat yang akan digunakan, menentukan variabel atau faktor penentu, menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat, menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja, menggunakan alat/bahan, memakai alat dan bahan dan mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan serta mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan. Merencanakan percobaan dan menggunakan alat bahan sangat diperlukan agar siswa mampu menggunakan metode yang tepat untuk menghasilkan data yang dapat dipertanggung jawabkan. Dalam LKP yang dikembangkan tercantum dalam prinsip dimana siswa sudah diarahkan untuk menentukan variabel, menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat, menentukan apa yang akan dilaksanakan memakai alat dan bahan dan mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan serta mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan. Sebagai contoh pada saat menguji zat makanan tentu siswa dibantu dalam menentukan alat dan bahan apa yang digunakan untuk mengetahui adanya karbohidrat, protein dan lemak, apa yang harus diamati untuk mengetahui adanya reaksi positif, mengapa untuk menguji zat makanan diperlukan reagen dan alat yang berbeda.

Berdasarkan hasil pengembangan LKP melalui aspek persepsi proses sains siswa sudah diarahkan untuk mampu melakukan penyelidikan melalui observasi, berpikir kritis dan memecahkan masalah melalui keterampilan interpretasi dan mengajukan hipotesis serta melaksanakan eksperimen melalui keterampilan merancang percobaan dan menggunakan alat bahan, sehingga aspek persepsi proses sains dapat mendukung terhadap penguasaan konsep secara bermakna. Hal ini sesuai dengan pendapat Marzano (1992), bahwa pembelajaran di kelas dapat dikatakan

bermakna, apabila siswa sudah mampu mengambil keputusan, melakukan penyelidikan, melaksanakan eksperimen, memecahkan masalah, dan menemukan sesuatu.

d. Transformasi dan Analisis

Transformasi yang dimaksud dalam LKP VIPSTA adalah mengubah data dari satu representasi ke representasi lainnya, perubahan representasi pada umumnya dari representasi tabel ke bentuk grafik. Aspek transformasi diperlukan untuk memudahkan siswa dalam mengomunikasikan data hasil praktikum, dan memudahkan untuk melihat pola data hasil praktikum. Dengan dilakukan transformasi terhadap data yang dikumpulkan akan mengembangkan keterampilan proses pada aspek interpretasi, prediksi dan mengajukan hipotesis, sebagai contoh pada saat siswa melakukan praktikum tentang pengaruh enzim terhadap suhu, siswa mendapatkan pola bahwa semakin meningkat suhu dari suatu substrat akan semakin tinggi kecepatan reaksi enzim, tetapi pada suhu 60° kecepatan reaksi enzim akan menurun, dari data tersebut siswa dapat melakukan interpretasi bahwa enzim bekerja secara optimal pada rentang suhu tertentu, hasil interpretasi ini akan memfasilitasi siswa mengajukan hipotesis bahwa “suhu memengaruhi kecepatan reaksi enzim” dan siswa mampu memprediksi bahwa apabila suhu substrat melebihi 60° kecepatan reaksi enzim akan semakin menurun. Karamustafaoglu (2011) menyatakan bahwa dengan adanya transformasi data akan meningkatkan kemampuan siswa menghubungkan informasi-informasi yang didapat, dan memfasilitasi siswa untuk meningkatkan keterampilan proses sains terutama kemampuan mengajukan hipotesis.

Analisis data yang dimaksud pada LKP VIPSTA adalah memfasilitasi siswa dalam menghubungkan hasil praktikum dengan pengetahuan yang telah diperolehnya baik dari aspek Internalisasi Pengetahuan maupun Persepsi Proses Sains, melalui transformasi data. Sebagai contoh dalam melaksanakan praktikum fotosintesis siswa menganalisis hubungan antara lamanya pencahayaan dan kandungan karbohidrat dalam melakukan analisis tersebut siswa harus menghubungkan bahwa cahaya berperan dalam mengubah CO_2 menjadi pati karena cahaya merupakan sumber energi yang menggerakkan proses fotosintesis, dengan demikian semakin banyak energi

yang diterima akan semakin banyak pati yang dihasilkan, dan berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa semakin lama pencahayaan maka semakin pekat warna daun yang telah ditetesi oleh KI. Kemampuan siswa dalam menghubungkan seluruh informasi berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya dan pengalaman ilmiahnya melalui praktikum akan menghasilkan pengetahuan yang koheren. Koherensi pengetahuan sangat berperan dalam menghasilkan pengetahuan yang bermakna. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dahar (1996), yang menyatakan bahwa prasyarat terjadinya belajar bermakna, yaitu materi yang akan dipelajari harus bermakna secara potensial. Kebermaknaan potensial materi pelajaran bergantung kepada dua faktor, yaitu (1) materi itu harus memiliki kebermaknaan logis, dan (2) gagasan-gagasan yang relevan harus terdapat dalam struktur kognitif peserta didik.

e. Evaluasi

Evaluasi merupakan proses penilaian hasil praktikum siswa, capaian hasil praktikum berupa perolehan pengetahuan dan perolehan nilai. Perolehan pengetahuan mengandung konsep-konsep sesuai dengan hasil transformasi dan analisis serta perolehan pengetahuan mengarah ke pembentukan pertanyaan yang baru, sedangkan perolehan nilai mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi serta perolehan nilai dapat mencerminkan manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

BAB IV

PENILAIAN LEMBAR KERJA PRAKTIKUM VIPSTA

Penilaian LKP VIPSTA dinilai berdasarkan enam aspek yaitu; (1) tujuan, (2) Peristiwa/objek, (3) teori, konsep dasar dan prinsip, (4) transformasi data (pencatatan), (5) perolehan pengetahuan, (6) perolehan nilai. Aspek – aspek tersebut dinilai menggunakan rubrik sebagai berikut :

1. Judul Praktikum

Kriteria	Keterangan
1	Tidak ada judul yang bisa diidentifikasi
2	Judul mencerminkan isi dari kegiatan yang akan dilakukan
3	Judul mencerminkan isi dari kegiatan yang akan dilakukan dan bersifat spesifik
4	Judul mencerminkan isi dari kegiatan yang akan dilakukan, bersifat spesifik dan memuat kata kunci

2. Tujuan Praktikum

Kriteria	Keterangan
1	Tidak ada tujuan praktikum yang dapat diidentifikasi
2	Tujuan praktikum teridentifikasi, meliputi konsep, terukur, objek atau kegiatan belum teridentifikasi dan belum berhubungan dengan kinerja di laboratorium.
3	Tujuan praktikum teridentifikasi, meliputi konsep yang digunakan, terukur, objek atau kegiatan teridentifikasi namun belum berhubungan dengan kinerja di laboratorium.
4	Tujuan praktikum jelas teridentifikasi, meliputi konsep yang digunakan, terukur, objek atau kegiatan teridentifikasi dan berhubungan dengan kinerja di laboratorium.

3. Peristiwa / objek

Kriteria	Keterangan
1	Kegiatan utama atau peristiwa teridentifikasi dan konsisten dengan tujuan atau kegiatan dan permasalahan teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan tujuan praktikum
2	Kegiatan utama disertai dengan peristiwa dapat teridentifikasi, namun tidak konsisten dengan tujuan praktikum.
3	Kegiatan utama disertai dengan peristiwa dapat teridentifikasi, dan konsisten dengan fokus pertanyaan.
4	Kegiatan utama disertai dengan peristiwa dapat teridentifikasi, konsisten dengan fokus pertanyaan, dan disertai dengan pencatatan yang akan diambil.

4. Landasan Teori

Kriteria	Keterangan
1	terdapat konsep yang bisa diidentifikasi tetapi tanpa prinsip-prinsip serta teori
2	Terdapat konsep-konsep dan sekurang-kurangnya satu bentuk prinsip atau terdapat konsep dan teori yang relevan dapat diidentifikasi.
3	Adanya konsep-konsep dan dua bentuk prinsip (prinsip konseptual dan prinsip metodologis) atau adanya konsep-konsep, satu prinsip dan sebuah teori yang relevan dapat diidentifikasi.
4	Konsep-konsep, prinsip, teori dan nilai-nilai (value) yang relevan dapat diidentifikasi

5. Pencatatan

Kriteria	Keterangan
1	Pencatatan teridentifikasi, tetapi tidak konsisten dengan tujuan praktikum dan kegiatan utama
2	Pencatatan atau transformasi teridentifikasi, tetapi tidak konsisten dengan tujuan praktikum atau kegiatan utama
3	Pencatatan dapat diidentifikasi dan sesuai dengan kegiatan utama, transformasi tidak sesuai dengan tujuan praktikum.
4	Pencatatan dapat diidentifikasi dan sesuai dengan kegiatan utama, transformasi sesuai dengan tujuan praktikum dengan tingkat pencapaian dan kemampuan siswa

6. Perolehan Pengetahuan

Kriteria	Keterangan
1	Perolehan pengetahuan tidak mengandung bagian konseptual terutama prinsip
2	Perolehan pengetahuan tidak konsisten dengan data dan peristiwa atau perolehan pengetahuan tidak konsisten dengan kegiatan/peristiwa yang dicatat dan ditransformasikan atau perolehan pengetahuan sudah sesuai dengan sisi konseptual
3	Perolehan pengetahuan mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan fokus pertanyaan dan sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi
4	Perolehan pengetahuan mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan fokus pertanyaan dan sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi serta perolehan pengetahuan mengarah ke pembentukan fokus pertanyaan yang baru.

7. Perolehan Nilai

Kriteria	Keterangan
1	Perolehan nilai tidak mengandung bagian konseptual terutama prinsip
2	Perolehan nilai tidak konsisten dengan data dan peristiwa atau perolehan nilai tidak konsisten dengan kegiatan/peristiwa yang dicatat dan ditransformasikan.
3	Perolehan nilai mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan tujuan praktikum dan sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi namun belum tercermin manfaat dalam kehidupan sehari-hari
4	Perolehan nilai mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan tujuan praktikum dan sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi serta perolehan nilai dapat mencerminkan manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

LAMPIRAN

HASIL PENGEMBANGAN LKS VIPSTA

Lampiran 1

Kompetensi Dasar

4.2. Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob

A. Judul Praktikum : Enzim Katalase Menguraikan H_2O_2

Fokus pertanyaan

1. Bagaimana reaksi enzim katalase terhadap H_2O_2 ?
2. Apakah pH memengaruhi kerja enzim katalase?
3. Apakah enzim katalase terdapat pada tumbuhan?
4. Bagaimana membandingkan kandungan enzim katalase pada tumbuhan?
5. Bagaimana membandingkan kandungan enzim katalase pada hewan?
6. Apakah kandungan enzim katalase sama pada semua organ pada hewan maupun tumbuhan?
7. Bagaimana membandingkan kandungan enzim katalase pada setiap organ baik pada hewan maupun pada tumbuhan?

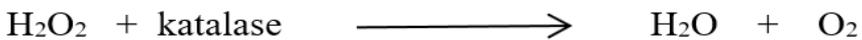
B. Landasan Teori

(Dasar Nilai, Dasar Teori, Konsep Dasar dan Prinsip)

Makhluk hidup memerlukan enzim untuk melaksanakan proses metabolisme, suatu enzim hanya bekerja pada substrat yang spesifik untuk membentuk produk yang spesifik juga. Dalam hal ini, kamu bisa membayangkan enzim sebagai “kunci” yang mempunyai bentuk khusus, sehingga hanya bisa membuka satu “gembok” saja. Enzim memiliki sebagian besar sifat protein yaitu dipengaruhi oleh suhu dan pH. Pada

suhu rendah protein enzim akan mengalami koagulasi dan pada suhu tinggi akan mengalami denaturasi. Begitu pula dengan pengaruh pH terhadap enzim akan memengaruhi sisi aktif suatu enzim untuk bergabung dengan substrat.

Enzim katalase merupakan salah satu enzim yang berperan penting dalam mencegah akumulasi peroksida dan melindungi organel seluler dan jaringan dari kerusakan oleh peroksida, yaitu zat yang terus diproduksi oleh berbagai reaksi metabolik, dengan kata lain enzim katalase berperan dalam menguraikan radikal bebas hasil metabolisme di dalam tubuh untuk mencegah kerusakan sel. Enzim katalase merupakan enzim yang mengkatalisis reaksi di mana hidrogen peroksida diurai menjadi air dan oksigen.



Senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) ini merupakan salah satu produk uraian dari setiap sel yang menggunakan oksigen sebagai sumber energi dalam proses metabolisme. Enzim katalase ini ada di dalam tubuh tiap organisme yang menggunakan oksigen. Oksigen yang dihasilkan dari reaksi penguraian tersebut berupa gelembung. Sifat oksigen sebagai oksidator dalam pembakaran menyebabkan oksigen mudah bereaksi dengan bahan-bahan yang mudah terbakar. Semakin banyak kandungan enzim katalase pada suatu substrat yang diuji maka akan semakin banyak oksigen yang dihasilkan, dengan demikian Semakin banyak kandungan oksigen semakin besar nyala api yang dihasilkan.

C. Alat dan Bahan

1. Tabung reaksi
2. Rak tabung reaksi
3. Lidi/ dupa
4. Sarung tangan karet
5. Pipet tetes
6. H_2O_2
7. NaOH dan HCl
8. Ekstrak hati dan otak
9. Ekstrak daun pepaya dan melinjo
10. Ekstrak buah jambu dan buah jeruk
11. Ekstrak umbi bit dan wortel

D. Cara Kerja

1. Siapkan tabung reaksi dan isi setiap tabung reaksi dengan ekstrak yang tersedia masing-masing sebanyak 1 ml (kurang lebih 24 tetes).
2. Masukkan H_2O_2 (Hidrogen peroksida) pada setiap tabung yang akan diuji sebanyak 5 tetes dan langsung ditutup.
3. Amati dan bandingkan banyaknya gelembung pada setiap ekstrak yang diuji.
4. Ujilah masing-masing tabung dengan bara api, amati dan bandingkan antara setiap ekstrak yang diuji.
5. Ujilah salah satu ekstrak dengan menambahkan asam atau basa, amati apa yang terjadi pada reaksi tersebut.

E. Hasil Pengamatan

No	Perlakuan	Gelembung	Nyala api
1	Ekstrak hati ayam + H_2O_2		
2	Ekstrak otak + H_2O_2		
3	Ekstrak daun pepaya + H_2O_2		
4	Ekstrak daun singkong + H_2O_2		
5	Ekstrak buah jambu + H_2O_2		
6	Ekstrak buah jeruk + H_2O_2		
7	Ekstrak umbi bit + H_2O_2		
8	Ekstrak umbi wortel + H_2O_2		
9	Ekstrak + asam/basa + H_2O_2		

	Keterangan gelembung	Keterangan nyala api
+	gelembung sedikit	menyala sedikit
++	gelembung sedang	menyala sedang
+++	gelembung banyak	menyala terang
++++	gelembung banyak sekali	menyala terang sekali
-	Tidak ada gelembung	tidak menyala

F. Analisis Hasil Pengamatan

1. Mengapa untuk membuktikan adanya enzim katalase menggunakan H_2O_2 ?
2. Mengapa ekstrak yang mengandung enzim katalase apabila diberikan bara api akan menyala?
3. Buat grafik garis dari data yang anda dapatkan
4. Pola apa yang anda dapatkan dari data tersebut?
5. Bagaimana hubungan antara banyaknya gelembung, terangnya nyala api dan kandungan enzim katalase?
6. Mengapa dengan diberikan lingkungan yang asam/basa akan memengaruhi aktivitas enzim katalase?

G. Evaluasi

1. Kesimpulan apa yang anda dapat buat berdasarkan data yang dikumpulkan?
2. Buatlah suatu hipotesis mengapa pada organ yang berbeda baik pada hewan maupun pada tumbuhan memiliki kandungan enzim katalase yang berbeda.
3. Mengapa manusia selain memakan daging diperlukan juga memakan makanan yang mengandung anti oksidan yang berasal dari tumbuhan?
4. Bagaimana hubungan antara olah raga secara rutin dengan terbentuknya radikal bebas?

Lampiran 2

Kompetensi Dasar

4.7. Menyajikan laporan hasil uji zat makanan yang terkandung dalam berbagai jenis bahan makanan dikaitkan dengan kebutuhan energi setiap individu serta teknologi pengolahan pangan dan keamanan pangan.

A. Judul Praktikum : Kandungan Karbohidrat, Lemak, dan Protein Pada Bahan Makanan

Fokus Pertanyaan

1. Bagaimana membandingkan kandungan karbohidrat pada bahan makanan ?
2. Bagaimana reaksi lugol pada karbohidrat?
3. Bagaimana membandingkan kandungan lemak pada bahan makanan?
4. Bagaimana membedakan antara lemak jenuh dan lemak tak jenuh menggunakan kertas buram?
5. Bagaimana membandingkan kandungan protein pada bahan makanan?
6. Bagaimana reaksi biuret pada protein?

B. Landasan Teori

(Dasar Nilai, Dasar Teori, Konsep Dasar dan Prinsip)

Makhluk hidup memerlukan makanan untuk melangsungkan kehidupannya, pada dasarnya tidak ada satupun bahan makanan yang mengandung zat makanan secara lengkap yang dapat memenuhi semua kebutuhan tubuh dalam memenuhi berbagai zat makanan yang diperlukan untuk proses metabolisme. Setiap bahan makanan mengandung zat-zat makanan yang berbeda baik macamnya maupun jumlahnya, oleh karena itu manusia memerlukan bahan makanan yang bervariasi dalam memenuhi zat makanan untuk memenuhi Basal Metabolic Rate (BMR). Zat makanan yang dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah banyak adalah karbohidrat, protein dan lemak.

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang tersusun dari atom karbon, hidrogen, dan oksigen. Berdasarkan jumlah molekul gulanya, karbohidrat dapat dibedakan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Karbohidrat yang merupakan bahan makanan pokok

biasanya berupa polisakarida yang kita sering sebut sebagai pati atau amilum, pati tersusun dari dua macam polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Apabila pati ditetesi lugol dan memberikan perubahan warna menjadi biru kehitaman maka pati tersebut banyak mengandung amilosa, sedangkan apabila perubahan warnanya menjadi ungu atau ungu kemerahan menandakan pati tersebut banyak mengandung amilopektin.

Lemak merupakan senyawa organik yang tersusun dari atom karbon, hidrogen dan oksigen. Molekul lemak terbentuk dari gliserol dan tiga asam lemak, oleh karena itu, penggolongan lemak lebih didasarkan pada jenis asam lemak penyusunnya. Berdasarkan jenis ikatannya, asam lemak dikelompokkan menjadi dua, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, di antaranya disebabkan kandungan asam lemak jenuh yang secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap sehingga mempunyai titik lebur yang tinggi. Apabila lemak diteteskan pada kertas buram akan meninggalkan noda transparan, semakin transparan noda yang ditinggalkan maka semakin jenuh ikatan asam lemaknya.

Protein merupakan senyawa organik yang tersusun dari atom karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Protein merupakan makromolekul yang tersusun atas rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan peptida. Uji biuret pada protein memberikan reaksi positif yang ditandai dengan timbulnya warna merah violet atau biru violet. Reaksi perubahan warna ini menunjukkan adanya senyawa-senyawa yang mengandung gugus amida asam yang berada bersama gugus amida yang lain, semakin pekat warna yang dihasilkan pada uji biuret menunjukkan semakin panjang rantai asam amino yang membentuk protein tersebut.

C. Alat dan Bahan

1. Uji Karbohidrat
Alat – alat :
 - a. Plat tetes
 - b. Pipet Tetes
 - c. Tusuk Gigi

Bahan :

- a. Larutan Lugol
 - b. Nasi Putih, Nasi Merah, Nasi Ketan
 - c. Tepung Terigu, Tepung Tapioka
 - d. Kentang Rebus, Roti
2. Uji Lemak

Alat - alat :

- a. Kertas Buram
- b. Pipet Tetes
- c. Tabung Reaksi
- d. Beaker Glass 100 ml
- e. Bunsen
- f. Kaki Tiga

Bahan :

- a. Minyak Kelapa, Minyak Zaitun
 - b. Lemak Hewani
 - c. Mentega
3. Uji Protein

Alat-alat :

- a. Tabung Reaksi
- b. Pipet Tetes
- c. Lumpang
- d. Alu

Bahan :

- a. Larutan Biuret
- b. Putih Telur
- c. Susu
- d. Tempe
- e. Tahu

D. Cara Kerja

1. Uji Karbohidrat
 - a. Siapkan plat tetes dan beri label pada setiap lubang pada plat tetes sesuai dengan bahan makanan yang akan diuji.
 - b. Simpan setiap bahan makanan yang akan diuji kira-kira 2 gram pada plat tetes
 - c. Tetesi setiap bahan makanan dengan larutan lugol sebanyak 5 tetes
 - d. Amati perubahan warna setiap bahan makanan setelah ditetesi oleh larutan lugol
 - e. Bandingkan warna yang dihasilkan
 - f. Catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.
2. Uji Lemak
 - a. Siapkan bahan-bahan yang akan diuji
 - b. Bahan makanan berupa lemak hewani terlebih dahulu dicairkan dengan cara direbus atau dipanaskan.
 - c. Teteskan masing-masing sebanyak 3 tetes lemak yang akan diuji pada kertas buram
 - d. Diamkan beberapa saat sampai mongering
 - e. Amati noda transparan yang dihasilkan dan bandingkan noda transparan dari berbagai bahan makanan yang diuji.
 - f. Catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.
3. Uji Protein
 - a. Siapkan tabung reaksi untuk masing-masing bahan uji dan beri label nama
 - b. Masukkan bahan makanan berupa susu dan putih telur masing-masing sebanyak 2 ml.
 - c. Bahan makanan berupa tahu dan tempe dihaluskan terlebih dahulu dan ditambahkan air dengan perbandingan 2:1
 - d. Masukkan bahan makan berupa tahu dan tempe yang telah dihaluskan ke dalam tabung reaksi sebanyak 2 ml.
 - e. Teteskan biuret sebanyak 5 tetes ke masing-masing bahan makanan yang akan diuji.
 - f. Amati perubahan warna yang terjadi dari reaksi biuret dan bahan makanan yang diuji.

- g. Amati perbedaan warna hasil reaksi dari setiap bahan makanan yang diuji.
- h. Catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.

E. Hasil Pengamatan

1. Karbohidrat

No	Bahan Uji	Perubahan Warna

Catatan : + merah keunguan
 ++ biru keunguan
 +++ biru kehitaman

2. Lemak

No	Bahan Uji	Perubahan Noda

Catatan : + kurang transparan
 ++ transparan
 +++ sangat transparan

3. Protein

No	Bahan Uji	Perubahan Warna

Catatan : + ungu pudar
 ++ ungu
 +++ ungu pekat

F. Analisis Hasil

(Transformasi Data)

1. Mengapa terjadi perbedaan warna pada bahan makan yang mengandung karbohidrat setelah diuji menggunakan lugol ?
2. Mengapa terjadi perbedaan warna pada bahan makan yang mengandung protein setelah diuji menggunakan biuret?
3. Mengapa pada saat menguji setiap bahan makan yang mengandung karbohidrat, lemak dan protein harus dalam jumlah yang sama ?
4. Berdasarkan hasil praktikum mengapa ada perbedaan panjang rantai asam amino pada pengujian tahu dan tempe? Apa yang memengaruhi perbedaan tersebut
5. Buat grafik garis dari data kandungan karbohidrat, lemak dan protein yang anda dapatkan
6. Buatlah kesimpulan berdasarkan kandungan karbohidrat, lemak dan protein dari bahan makanan yang anda uji.

G. Evaluasi

1. Setelah melakukan praktikum tentang zat makanan yang terkandung dalam berbagai bahan makanan, manfaat apa bagi manusia mengetahui adanya variasi kandungan zat-zat makanan pada bahan makanan?
2. Mengapa seseorang yang sedang mengikuti program penurunan berat badan lebih baik mengonsumsi karbohidrat dari kentang atau nasi merah dibandingkan dari roti atau beras putih?
3. Jelaskan mengapa seseorang yang sedang sakit membutuhkan bahan makanan yang mengandung protein dengan rantai asam amino yang pendek ?.
4. Bila anda diminta untuk menyusun menu makanan untuk seseorang yang terkena penyakit diabetes militus, bahan makanan apa yang akan anda pilih ? berikan alasannya.

Lampiran 3

Kompetensi Dasar

- 4.5. Melakukan Percobaan Ingenhauz atau Sach untuk menemukan proses, bahan dan hasil fotosintesis dan mempresentasikannya di depan kelas.

A. Judul Praktikum : Fotosintesis Menghasilkan Karbohidrat

Fokus Pertanyaan

1. Faktor-faktor apa yang memengaruhi kandungan karbohidrat?
2. Apakah lamanya pencahayaan memengaruhi kandungan karbohidrat?
3. Berapa lama pencahayaan yang berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat secara maksimal?

B. Landasan Teori

(Dasar Nilai, Dasar Teori, Konsep Dasar dan Prinsip)

Fotosintesis merupakan proses masuknya energi dari matahari ke dunia kehidupan melalui tumbuhan, daun merupakan organ utama yang melakukan proses fotosintesis dengan adanya fotosintesis kebutuhan individual maupun global semua makhluk hidup dapat terpenuhi sehingga tercipta keseimbangan ekosistem. Fotosintesis merupakan reaksi kimia yaitu reaksi reduksi dan oksidasi yang melibatkan enzim. Proses fotosintesis membutuhkan CO_2 yang akan diubah melalui reaksi reduksi menjadi $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dan membutuhkan H_2O yang akan diubah melalui reaksi oksidasi menjadi O_2 . Proses fotosintesis dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, kadar CO_2 di udara dan jenis tanaman. Secara sederhana, reaksi kimia yang terjadi pada proses fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut.

Daun merupakan organ utama pada tumbuhan yang mengandung pigmen fotosintesis baik berupa klorofil yang berwarna hijau maupun karotenoid yang berwarna kuning sampai jingga. Kedua pigmen fotosintesis tersebut terdapat pada daun tepatnya pada jaringan mesofil. Dengan demikian proses fotosintesis sebagian besar akan terjadi di daun, hasil fotosintesis berupa karbohidrat pertama kali akan disimpan di daun yaitu pada jaringan mesofil. Jika pada daun terdapat karbohidrat maka setelah ditetesi oleh KI daun akan berwarna ungu kecoklatan. Di atas telah dijelaskan bahwa salah satu yang memengaruhi hasil fotosintesis adalah cahaya, semakin lama pencahayaan yang diterima oleh tumbuhan maka akan semakin banyak kandungan karbohidrat pada daun. Untuk mengamati kandungan karbohidrat pada daun dapat membandingkan dengan melihat kepekatan warna daun yang telah ditetesi oleh KI, semakin gelap warna daun yang telah ditetesi oleh KI maka semakin banyak kandungan karbohidrat pada daun tersebut.

C. Alat dan Bahan :

Alat-alat

1. Gelas Kimia ukuran 500 ml
2. Pipat Tetes
3. Kaki Tiga
4. Pembakar Bunsen
5. Alumunium foil
6. Tabung Reaksi
7. Cawan Petri
8. Pinset

Bahan- bahan

1. Larutan Iodium (Lugol)
2. Alkohol 70 %
3. Air
4. Daun

D. Cara kerja :

1. Tutuplah sebagian daun tanaman yang kamu pilih di kedua sisinya menggunakan Alumunium foil sehari sebelum percobaan seperti pada gambar dibawah ini.



Sumber: Buku IPA BSE Wasis

2. Biarkan daun tersebut tetap pada pohonnya dan terkena cahaya matahari masing-masing selama 2 jam, 4 jam, 8 jam, 10 jam dan 12 jam yang dimulai dari jam 06.00 sampai dengan 18.00
3. Petiklah daun tersebut pada saat akan melakukan percobaan.
4. Bukalah aluminium foil yang menutup daun.
5. Masukkan daun tersebut ke dalam gelas kimia yang berisi air panas dan tunggulah sampai daun layu.
6. Masukkan daun yang telah layu ke dalam tabung reaksi dan berilah alkohol 70% secukupnya, lalu masukkan tabung reaksi itu ke dalam gelas kimia yang berisi air.
7. Panaskan air di atas kaki tiga hingga mendidih. Gantilah alkohol bila sudah berwarna hijau (lakukanlah kerja ini sampai daun tidak berwarna hijau lagi).
8. Angkatlah daun dengan pinset, kemudian letakkan di atas cawan petri. Teteslah daun tersebut dengan larutan KI atau lugol dan amatilah perubahan warna yang terjadi.

E. Hasil Pengamatan

Perlakuan Lamanya Penutupan	Tingkatan Warna	Gambar Hasil Pengamatan
2 jam		
4 jam		
8 jam		
10 jam		
12 jam		

F. Analisis Hasil

(Berupa Transformasi Data)

1. Jelaskan mengapa ukuran daun yang ditutup harus memiliki ukuran yang sama ?
2. Mengapa untuk membuktikan adanya karbohidrat menggunakan larutan KI ?
3. Mengapa daun yang mengandung karbohidrat apabila ditetesi oleh larutan KI berwarna ungu kecoklatan?
4. Buat grafik garis dari data yang anda dapatkan
5. Pola apa yang anda dapatkan dari data tersebut?

6. Buatlah pola antara lamanya pencahayaan terhadap tingkatan warna menggunakan data kelas
7. Bagaimana hubungan antara lamanya pencahayaan dan kandungan karbohidrat?
8. Buatlah kesimpulan berdasarkan lamanya pencahayaan terhadap kandungan karbohidrat.

G. Evaluasi

1. Setelah melakukan praktikum tentang fotosintesis mengapa makhluk hidup di dunia ini tergantung pada tumbuhan?
2. Jelaskanlah mengapa proses fotosintesis dapat memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik tumbuhan maupun hewan?
3. Mengapa dengan adanya proses fotosintesis dapat menjaga keseimbangan ekosistem?

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I. (2007). An unrealistic image of science. *School Science Review*, 88(324), 119–122.
- Abrahams, I. & Millar, R. (2008) Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science, *International Journal of Science Education* 30(14): 1945-1969
- Agoro.A.A, Akinsola.M.K, (2013), “ Effectiviness of Reflective Reciprocal Teaching on Pre-Service Teachers’ Achievement and Science Process Skills in Integrated Science”, *International Journal of Education and Reseach*, 1, 1-20.
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). “Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda”. *Educational Technology & Society*, 11 (4), 29–40.
- Amunga, J. K., Amadalo, M. M., & Musera, G. (2011). Disparities in the Physics Academic Achievement and Enrolment in Secondary Schools in Western Province: Implications for Strategy Renewal. *Problems of Education in the 21st Century*, 31, 18–32. Retrieved from www.scientiasocialis.lt/pec/files/pdf/vol31/18-32.Amunga_Vol.31.pdf
- Bulte.A.M.W, Westbroek.H.B, De Jong.O, Pilot.A, (2006), “ A Research Approach to Designing Chemistry Education Using Authentic Practice as Contexts”, *International Journal of Science Education*, 28, (9), 1063-1086.
- Carin, A.A., & Sund, R.B. (1970). *Teaching science through discovery* 2nd ed. Columbus: Charles E. Meril Publishing Co.
- Chala, A.A. (2019). Practice and Challenges Facing Practical Work Implementation in Natural Science Subjects at Secondary Schools. *Journal of Education and Practice*. Vol.10, No.31, 2019.Chetcuti, D. (1999). *Practical Work in Science*. Education 2000. No. 6.
- Dahar,R.W.,(2008), *Teori-teori Belajar*,Jakarta : Erlangga.

- Farsakoğlu.O.F, Sahin.C, Karsli.F, (2012), “ Comparing Science Process Skill of Prospective Science Teacher : A Cross Sectional Study”, *Science Learning and Teaching*, 13, (6), 1-21.
- Flick, L. B & Lederman, N. G. (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. 157-172. Springer.
- Hattingh, A., (2007). Some factors influencing the quality of practical work in science classrooms. *African Journal of Research in SMT Education*, 11(1): 75-90.
- Henshaw .H. N. (2013). Chemistry Education, a tool for social Reconstruction and Transformation in Nigeria Problems and Prospects. *Niger Delta Journal of Education*, 2, 171-178.
- Hindriana, A.F., (2016), “The Development of Biology Practicum Learning Based on Vee Diagram for Reducing Student Cognitive Load”. *Journal of Education Teaching and Learning*. 1,(1) 61-64.
- Hindriana, A.F., (2018), Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Berbasis Diagram Vee Guna Memfasilitasi Kegiatan Laboratorium Secara Bermakna. Hibah Internal Uniku.
- Hodson, D. (1991). Practical work in science Time for a reappraisal. *Studies in Science Education*, 19, 175-184. doi10.1080/03057269108559998.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as Scientific Method: Three Decades of Confusion and Distortion, *J. Curriculum Studies*, Vol 28, No. 2, 115-135
- Hofstein, A. (2017). “The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning” in *Science Education An International Course Companion*. Rotterdam: Sense Publisher.
- Johnstone, a H. (1997). Chemistry Teaching — Science or Alchemy ? 1996 Brasted Lecture. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 262–268. <https://doi.org/10.1021/ed074p262>
- Kalyuga.S, (2009), “Knowledge Elaboration : “A Cognitive Load Perspective”, *ELSEVIER*, 19, 402-410.
- Karamustafaoğlu.S., (2011), “Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers Using I Diagrams”. *Eurasian Journal of Physic and Chemistry. Education*. 3(1):26-38,
- Kirchner.P.A., Sweller.J., Kirschner.F., Zambrano.J., (2018), “From

- Cognitive Load Theory to Collaborative Cognitive Load Theory”, *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 12 (2) : 213-233.
- Klanin, S. (1991). Practical work and science education. In: P. Fensham (Ed.). *Developments and dilemmas in science education*. London: The Falmer Press.
- Leach, J. (2002). In Psillos, D. and Niedderer, H. (eds.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. (pp. 41-48). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Lee, M.C. & Sulaiman, F. (2018). The Effectiveness of Practical Work on Students’ Motivation and Understanding towards Learning Physics. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*. Volume 7 Issue 08 Ver. III.
- Leppink,J., (2017), “Cognitive load theory : practical implications and important challenge”, *Journal of Taibah University Medical Science*, 12(5) ; 385-391.
- Lunetta, V N, Hofstein, A and Clough, M P 2007 *Teaching and learning in the school science laboratory. An analysis of research, theory, and practice*. In *Handbook of research on science education* (ed. S K Abell and N G Lederman), pp. 393–431. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Marzano,R,J, (1992), *A Different Kind of Classroom, Teaching with Dimension of Learning*, Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Millar R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science, High school science laboratories: role and vision*, Washington DC, USA: National Academy of Sciences, pp. 1-24
- Millar, R. (2010) *Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI)* York: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York. Available to download from <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/index.htm>
- Millar, R & Abrahams, I. (2009). Practical work: making it more effective. *SSR* September 2019, 91(334).

- Millar, R., Tiberghien, A. and Le Maréchal, J.F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In Psillos, D. and Niedderer, H. (eds.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (pp. 9-20). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Musasia, A. M., Abacha, O. A., & Biyoyo, M. E. (2012). Effect of Practical Work in Physics on Girls' Performance, Attitude Change and Skills Acquisition in the Form Two-Form Three Secondary Schools'. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(23), 151–166.
- Nawas.A., (2018),” Contextual teaching and learning (CTL) approach through REACT strategies in improving the student’s critical thinking in writing”, *International Journal of Applied Management Science*, 4(7) ; 46-49.
- Ngwenya, J.C. (2019). Learners' views on challenges encountered during practical work in Consumer Studies: A case of one school in KwaZulu-Natal. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, Volume 8 (1).
- Niyitanga, T, Nkundabakura, P and Bihoyiki, T. (2021). Factors Affecting Use of Practical Work in Teaching and Learning Physics: Assessment of Six Secondary Schools in Kigali City, Rwanda. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences* Vol. 17, No. 1.
- Okam, C. C., & Zakari, I. I. (2017). - Impact of Laboratory-Based Teaching Strategy on Students ' Attitudes and Mastery of Chemistry in Katsina Metropolis I, Katsina State, Nigeria. *International Journal of Innovative Research and Development*, 6(1), 112–121.
- Ormrod.J.E., (2008), *Psikologi Pendidikan*, Jakarta : Erlangga.
- Osborne, J. (1993). Alternatives to practical work. *School Science Review*, 75 (271), 117-123.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used?. *SSR Juni 2015*, 96(357).
- Psillos, D. & Niedderer, H. (2002). *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic.

- Reid, N. & Shah, I. (2007). The Role of Laboratory Work in University Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 2007, 8 (2), 172-185.
- Rustaman, N. (2012). Peranan Praktikum dalam Pembelajaran Biologi. http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/195012311979032-NURYANI_RUSTAMAN/PERANAN_PRAKTIKUM_DALAM_PEMBELAJARAN_BIOLOGI.pdf
- Safdar Muhammad, Azhar Hussain, Iqbal Shah, Qudsia Rifat. (2012). "Concept Maps: An Instructional Tool to Facilitate Meaningful Learning", *European Journal of Educational* (1)1 ; 55-64.
- SCORE (Science Community Representing Education) (2008) Practical Work in Science: A report and proposal for a strategic framework, Gatsby Technical Education Projects. Available to download from http://www.score-education.org/2projects/practical_work.htm.
- Shana, Z. & Abulibdeh, E.S. (2020). Science Practical Work And Its Impact On Students'science Achievement. *Journal of Technology and Science Education*. 10(2): 199-215. <https://doi.org/10.3926/jotse.888>
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J-F., Buty, C., Millar, R. (2001). An Analysis of Labwork Tasks Used in Science Teaching at Upper Secondary School and University Levels in Several European Countries, *Science Education*, 85 (5): 483-508
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School science and Mathematics*, 90(5), 403-418. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x>.
- Woolnough, B., dan Allsop, T., (1985) *Practical Work In Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yung, B. H. W. (2001). Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology. *International Journal of Science Education*, 23: 985–1005.