



Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan

Volume 6 Nomor 3 Bulan Juni Tahun 2024 Halaman 2360 - 2372

<https://edukatif.org/index.php/edukatif/index>

Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Materi Keanekaragaman Hayati Melalui Petunjuk Praktikum

Ridwan¹, Bambang Supriatno^{2✉}, Amprasto³, Widi Purwianingsih⁴,
Kusnadi⁵, Cici Nur Azizah⁶, Mellyzar⁷

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

Universitas Negeri Padang, Indonesia⁶

Universitas Malikussaleh, Indonesia⁷

e-mail : ridwantanjung@upi.edu¹, bambangs@upi.edu², amprasto@upi.edu³, widipurwianingsih@upi.edu⁴,
kusnadi@upi.edu⁵, cicinurazizah@fis.unp.ac.id⁶, mellyzar@unimal.ac.id⁷

Abstrak

Diketahui bahwa aktivitas laboratorium dapat memajukan keterampilan penting untuk abad ke-21 dan kemampuan berpikir kritis, yang krusial dalam mengatasi tantangan yang berhubungan dengan keanekaragaman hayati. Walaupun demikian, DKL yang saat ini digunakan belum sepenuhnya mendukung efektivitas praktikum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan merekonstruksi DKL yang berfokus pada materi keanekaragaman hayati. Metodologi yang dipakai adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan kerangka kerja Novak & Gowin, di mana analisis dilakukan berlandaskan pada aspek pembentukan konsep pengetahuan. Berikutnya, uji coba diimplementasikan terhadap DKL tertentu. Berdasarkan hasil analisis dan uji coba tersebut, kemudian dilakukan proses rekonstruksi pada DKL yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati. Temuan dari penelitian mengindikasikan bahwa DKL sebelumnya tidak memadai dalam membantu siswa mengembangkan pemikiran analitis yang mendalam, di mana judul dan tujuan belum cukup terkonseptualisasi dengan jelas mengenai isi utama dan pembentukan konsep masih terbilang minim. Dengan adanya penambahan tujuan praktikum, alat dan bahan, serta perbaikan tabel pengamatan lebih mendalam, rekonstruksi DKL telah menunjukkan potensi yang lebih besar dalam mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Kata Kunci: Keterampilan Abad ke-21, Keanekaragaman Hayati, Rekonstruksi DKL, Efektivitas Praktikum

Abstract

It is known that laboratory activities can promote important 21st-century skills and critical thinking, which are crucial in addressing biodiversity-related challenges. However, the DKL that is currently used does not fully support the effectiveness of the practicum. The purpose of this study is to analyze and reconstruct DKL focusing on biodiversity material. The methodology used is a descriptive quantitative approach with the Novak & Gowin framework, where the analysis is based on aspects of knowledge concept formation. Next, a pilot test was implemented on a particular DKL. Based on the results of the analysis and trials, a reconstruction process was then carried out on DKL related to biodiversity. Findings from the study indicated that the previous DKL was inadequate in helping students develop deep analytical thinking, where the title and objectives were not sufficiently clearly conceptualized regarding the main content, and concept formation was still minimal. With the addition of practicum objectives, tools, and materials, as well as the improvement of more in-depth observation tables, the DKL reconstruction has shown greater potential in honing students' higher-order thinking skills.

Keywords: 21st Century Skills, Biodiversity, DKL Reconstruction, Practicum Effectiveness

Copyright (c) 2024 Ridwan, Bambang Supriatno, Amprasto, Widi Purwianingsih, Kusnadi, Cici Nur Azizah, Mellyzar

✉ Corresponding author :

Email : bambangs@upi.edu

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6744>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Kegiatan praktikum merupakan salah satu metode yang efektif untuk mengembangkan keterampilan literasi sains pada siswa. Melalui praktikum, siswa dapat belajar untuk mengamati, mengukur, dan merancang percobaan, serta menganalisis data secara ilmiah (Wahyuni et al., 2022). Selain itu, praktikum juga dapat membantu siswa memahami konsep-konsep sains secara langsung melalui pengalaman praktis (Shana & Abulibdeh, 2020). Selain itu, memiliki keterampilan praktikum yang baik sangatlah penting dalam dunia pendidikan dan karir. Keterampilan praktikum membantu siswa untuk menerapkan pengetahuan teoritis ke dalam konteks nyata (Kim, 2019).

Dalam konteks pembelajaran biologi, kegiatan praktikum laboratorium memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami konsep-konsep biologi secara konkret melalui praktik langsung. Siswa dapat melakukan pengamatan mikroskopis, percobaan dengan bahan-bahan kimia, dan juga mempelajari proses biologi seperti fotosintesis atau reproduksi sel. Dengan demikian, kegiatan praktikum laboratorium merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembelajaran biologi yang dapat memberikan kontribusi besar dalam pengembangan keterampilan literasi sains siswa.

Secara ontologis, praktikum IPA adalah proses yang mengeksplorasi konsep-konsep sains melalui praktik. Keterampilan yang dibutuhkan dalam laboratorium dianggap esensial untuk pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan dan sikap siswa (Ardiansyah et al., 2022). Selain pengembangan keterampilan praktis, kegiatan laboratorium juga dapat membantu siswa dalam mengasah keterampilan sosial. Kolaborasi antar siswa dalam melaksanakan praktikum dapat mengembangkan kemampuan bekerja sama, berkomunikasi, dan memecahkan masalah bersama-sama (Sari et al., 2020).

Mengintegrasikan komponen-komponen ini dalam kegiatan laboratorium akan membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendorong eksplorasi, penemuan, dan pemahaman konsep-konsep ilmiah secara holistik (Hofstein & Lunetta, 2004). Dengan demikian, kegiatan laboratorium tidak hanya menjadi sarana untuk mengembangkan keterampilan literasi sains, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar siswa dalam memahami dunia sains secara lebih mendalam di bawah arahan guru (Hayati et al., 2021).

Kemampuan guru dalam mengelola kegiatan praktikum dapat berdampak langsung pada pembelajaran siswa. Guru perlu memiliki kemampuan yang cukup dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi kegiatan praktikum agar dapat memberikan pengalaman belajar yang optimal bagi siswa (Mariah & Sari, 2019). Selain itu, kemampuan guru dalam mengelola kegiatan praktikum juga mencakup keterampilan dalam memfasilitasi diskusi, memberikan arahan yang jelas, dan menciptakan lingkungan yang aman dan mendukung (Mhlanga et al., 2023). Dengan demikian, guru perlu terus mengembangkan kemampuan ini melalui pelatihan dan refleksi atas praktik mengajar mereka. Salah satu caranya dengan mengembangkan desain kegiatan laboratorium (DKL).

Umumnya, para siswa menjalankan aktivitas di laboratorium berpedoman pada desain kegiatan laboratorium (DKL). Dokumen ini, yang memuat serangkaian prosedur operasional langkah demi langkah, bertujuan untuk memberikan arahan bagi siswa dalam melaksanakan berbagai kegiatan praktik laboratorium (Laelasari & Supriatno, 2018). Lembar kerja siswa sering kali merupakan materi ajar yang dijadikan pedoman dalam praktikum. Sebagai salah satu instrumen pembelajaran, DKL bisa dikreasikan oleh guru yang berperan sebagai fasilitator dalam proses belajar mengajar (Hagomosan Nasution et al., 2022.)

Praktik laboratorium tentang keanekaragaman hayati adalah bagian dari kurikulum untuk siswa SMA Fase E di semester pertama. Dalam praktik ini, diharapkan siswa dapat memperoleh pengetahuan mendalam tentang keanekaragaman hayati mulai dari organisme uniseluler sampai multiseluler. Siswa diharuskan untuk memahami karakteristik organisme dan perannya dalam kehidupan. Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk mengembangkan kompetensi dalam pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang berkaitan dengan materi ini.

Desain kegiatan laboratorium yang baik akan membantu siswa memahami konsep utama untuk mencapai tujuan belajar yang ditetapkan dalam Capaian Pembelajaran (CP) di kurikulum merdeka. Dalam penelitian ini, penekanan diberikan pada analisis terhadap DKL sebagai alat bantu pembelajaran. Masalah yang difokuskan dalam penelitian ini meliputi: (a) kesesuaian antara tujuan praktikum dalam desain kegiatan laboratorium dengan Capaian Pembelajaran, (b) ketersediaan alat dan bahan yang memadai, (c) apakah prosedur yang tercantum dalam desain kegiatan laboratorium untuk praktikum keanekaragaman hayati sesuai dengan tujuan praktikum tersebut dan dapat memunculkan objek dan fenomena, (d) apakah pertanyaan dalam DKL berkaitan dengan tujuan praktikum dan proses, (e) apakah kegiatan observasi terdapat objek/fenomena yang nyata, (f) apakah sudah mendukung pencatatan data yang tepat dan relevansi dengan tujuan, (g) apakah sudah memfasilitasi kegiatan transformasi data, (h) apakah siswa sudah difasilitasi untuk menginterpretasikan data, dan (h) apakah unsur-unsur yang ada dalam desain kegiatan laboratorium tersebut efektif dalam membangun pengetahuan para siswa.

Analisis ini menjadi penting sebab melalui kegiatan praktikum dapat dilihat sejauh mana tujuan, proses, dan pertanyaan dalam desain kegiatan laboratorium tercapai, dan hasilnya dapat dijadikan acuan untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian yang dapat meningkatkan mutu praktikum laboratorium, khususnya dalam hal desain yang mempelajari konsep keanekaragaman hayati. Sering kali, informasi mengenai hasil yang diharapkan dari kegiatan praktikum telah diberikan terlebih dahulu oleh guru, yang dapat mengurangi manfaat dari petunjuk praktikum yang sudah dirancang bagi siswa. Pentingnya evaluasi kualitas petunjuk praktikum tidak bisa diabaikan agar dapat memastikan kelancaran dan efektivitas kegiatan praktikum tersebut (Sidik et al., 2019).

Dari pertimbangan ini, peneliti menjadi tertarik untuk melakukan penelitian mendalam tentang "bagaimana kualitas DKL pada materi keanekaragaman hayati yang digunakan di sekolah?" Materi keanekaragaman hayati dipilih untuk studi ini karena praktikumnya dapat dijalankan bahkan dengan fasilitas sekolah yang minimal, dimana peralatan dan bahan pendukungnya mudah untuk diperoleh. Hasil evaluasi awal peneliti terhadap buku IPA terbitan pusat perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional yang sudah menerapkan kurikulum merdeka menunjukkan bahwa DKL pada materi keanekaragaman hayati belum memenuhi kebutuhan capaian pembelajaran dari kurikulum yang berlaku saat ini. Oleh karena itu, peneliti merasa penting untuk secara mendetail menganalisis dan melakukan percobaan terhadap DKL materi keanekaragaman hayati ini.

Tujuan penelitian yaitu untuk mengevaluasi kualitas DKL materi keanekaragaman hayati yang digunakan di sekolah berdasarkan kurikulum yang berlaku, dengan menerapkan instrumen analisis kegiatan laboratorium yang sudah disiapkan dan melaksanakan percobaan praktikum sesuai prosedur dalam DKL tersebut. Hasil analisis dan percobaan ini nantinya akan dijadikan bahan untuk melakukan rekonstruksi DKL materi keanekaragaman hayati, sehingga bisa menjadi lebih efektif dan dapat mencerminkan kebutuhan pembelajaran. Harapannya, rekonstruksi ini juga akan membantu mengasah keterampilan belajar yang sesuai dengan tuntutan era revolusi industri 4.0 dan mempersiapkan siswa menghadapi tantangan profesional serta persaingan global menuju society 5.0.

METODE

Studi ini adalah penelitian deskriptif dengan fokus untuk memeriksa dan memodifikasi desain kegiatan laboratorium yang berkaitan dengan praktikum keanekaragaman hayati. Sampel penelitian ini terdiri dari DKL yang berkaitan dengan praktikum keanekaragaman hayati yang ditemukan dalam buku teks IPA terbitan Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional untuk Fase E. Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi tabel yang mendokumentasikan hasil pengujian prosedur kerja, tabel yang mendeteksi komponen-komponen dari vee diagram, serta tabel untuk penilaian vee diagram yang telah disesuaikan dari Novak dan Gowin pada tahun 1984. Studi ini terdiri dari beberapa fase pelaksanaan. Fase awal melibatkan pengambilan

contoh DKL terkait dengan kegiatan praktikum dari buku yang sudah ada. Dari buku yang ada, dipilih kegiatan praktikum keanekaragaman hayati pada fase E. Fase berikutnya mencakup penyelenggaraan percobaan pada DKL terpilih di laboratorium Fisiologi, Departemen Biologi UPI, sesuai dengan panduan yang termuat dalam DKL, tanpa modifikasi pada kontennya. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi poin-poin positif dan negatif dari DKL yang diujikan. Hasil percobaan ini kemudian dianalisis dengan alat ukur yang telah ditentukan dalam penelitian.

Tahap analisis merupakan bagian ketiga dari penelitian ini, dan melibatkan penilaian detail terhadap setiap aspek yang membentuk DKL. Analisis ini dibagi menjadi dua tipe: evaluasi struktural DKL yang mencakup kelayakan judul, tujuan, dan langkah-langkah prosedural, serta analisis mengenai bagaimana pengetahuan dibangun melalui praktikum tersebut. Konsep pembangunan pengetahuan didasarkan pada diagram vee yang dirancang oleh Novak & Gowin, terdiri dari lima elemen, yakni pertanyaan fokus, objek/kejadian, teori, prinsip, dan konsep, catatan/transformasi, serta klaim pengetahuan (Novak & Bob, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Konstruksi Pengetahuan Berdasarkan Novak & Gowin (1984)

Sejalan dengan kerangka yang diusulkan oleh (Novak & Bob, 1984), konstruksi pengetahuan dapat dipetakan dan dianalisis melalui representasi visual seperti tabel skor. Kerangka ini menekankan pada organisasi pengetahuan dalam bentuk konsep dan proposisi serta pentingnya menerapkannya dalam konteks pembelajaran yang kaya dan bermakna. Untuk menggambarkan prinsip-prinsip ini dengan lebih jelas dan memberikan batuan evaluasi yang objektif, analisis pada pembahasan ini akan disajikan melalui sebuah tabel skor. Tabel ini akan menampilkan hasil evaluasi dari konsep dan proposisi yang mendasari pengetahuan dalam suatu domain tertentu, sehingga memungkinkan kita untuk menilai secara kuantitatif sejauh mana pengetahuan telah berhasil dikonstruksi dan diintegrasikan oleh pembelajar. Berikut ini adalah tabel skor yang merefleksikan hasil analisis konstruksi pengetahuan berdasarkan Novak & Gowin. Tabel skor ini akan membantu kita mengidentifikasi pola-pola dalam konstruksi pengetahuan dan pemahaman pembelajar, serta memberikan insight tentang cara-cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan proses pembelajaran tersebut seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis DKL dilakukan berdasarkan rubrik diagram vee

Focus Question
0 Tidak ada focus question yang teridentifikasi.
1 Focus question teridentifikasi tetapi tidak memandu perolehan event/konsep.
2 Focus question teridentifikasi; memandu perolehan event/konsep; terdapat event yang salah sehingga menghasilkan data yang salah.
3 Focus question teridentifikasi dan dapat digunakan untuk menghasilkan event dan data yang sesuai.
Object/Event
0 Tidak ada object/event yang teridentifikasi.
1 Event utama teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan focus question.
2 Event utama teridentifikasi dan konsisten dengan focus question.
3 Event utama teridentifikasi; konsisten dengan focus question; dapat digunakan untuk merekam data.
Teori/Prinsip/Konsep
0 Tidak ada konsep yang teridentifikasi.
1 Konsep teridentifikasi tetapi tanpa prinsip dan teori.
2 Konsep teridentifikasi dan terdapat salah satu prinsip (konseptual/prosedural); atau konsep dan teori yang relevan teridentifikasi.
3 Konsep dan prinsip (konseptual dan prosedural) teridentifikasi; atau konsep, salah satu prinsip dan teori yang relevan teridentifikasi.
4 Konsep dan prinsip (konseptual dan prosedural) serta teori yang relevan teridentifikasi.
Record/Transformasi

-
- 0 Tidak ada record/transformasi yang teridentifikasi.
 - 1 Record teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan focus question/event.
 - 2 Salah satu (record/transformasi) teridentifikasi dan konsisten dengan focus question/event.
 - 3 Record/transformasi teridentifikasi; record sesuai event; transformasi tidak konsisten dengan focus question.
 - 4 Record dan transformasi teridentifikasi; record sesuai dengan event; transformasi konsisten dengan focus question; dan kegiatan lab sesuai dengan level siswa.
-

Knowledge Claim

-
- 0 Tidak ada knowledge claim yang teridentifikasi.
 - 1 Knowledge claim tidak berhubungan dengan konsep, prinsip, dan teori.
 - 2 Knowledge claim meliputi konsep yang dapat digunakan untuk mengenerelasikan tetapi tidak konsisten dengan record dan transformasi.
 - 3 Knowledge claim meliputi konsep yang dapat digunakan untuk mengenerelasikan dan konsisten dengan record dan transformasi.
 - 4 Knowledge claim meliputi konsep yang dapat digunakan untuk mengenerelasikan; konsisten dengan record dan transformasi; dapat digunakan untuk membuat focus question baru.
-

Dengan menggunakan rubrik diagram vee, penulis melakukan analisis yang mendalam terhadap desain kegiatan laboratorium (DKL) yang ada di buku fase E terbitan Kemendikbud. Didapatkan hasil perhitungan seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan skor DKL

No.	Aspek	Skor	Hasil (%)
1.	Focus Question	0	0 %
2.	Object/Event	1	5,5%
3.	Teori/Prinsip/Konsep	2	11,1%
4.	Record/Transformasi	1	5,5%
5.	Knowledge Claim	2	11,1%
Total Skor		6	33,3%

Dari analisis DKL yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat beberapa hal yang harus diperbaiki pada DKL tersebut. Hal pertama yang penulis amati terkait foqus question. Pada DKL tidak terdapat foqus question, sehingga DKL tersebut tidak memberikan arahan jelas yang akan dikerjakan oleh siswa. Focus question atau pertanyaan fokus dalam konteks pendidikan dan penelitian merujuk pada pertanyaan yang dirancang untuk mengarahkan perhatian pada aspek tertentu dari sebuah topik atau masalah. Dalam kegiatan belajar mengajar seperti kegiatan laboratorium, pertanyaan fokus membantu siswa mengarahkan eksplorasi dan pemikiran mereka pada konsep-konsep esensial yang harus dipahami (Supriatno, 2023).

Dalam konteks Vee diagram, yang merupakan alat pembelajaran dan penelitian yang dikembangkan oleh Gowin dan Novak, pertanyaan fokus adalah pertanyaan utama yang mengarahkan proses belajar atau penelitian yang sedang dilakukan. Pertanyaan ini ditempatkan di pusat vee diagram dan berperan sebagai jantung dari eksplorasi konsep atau hipotesis yang sedang diselidiki. Pertanyaan fokus harus mendukung pembelajaran atau penelitian yang bertujuan, mendalam, dan reflektif, menghubungkan bagian konseptual dan metodologis dari diagram tersebut (Novak & Bob, 1984). Secara lebih umum, dalam desain kegiatan laboratorium, pertanyaan fokus dapat menginformasikan pembentukan hipotesis, desain eksperimental, dan analisis. Pertanyaan semacam ini merupakan dasar dari investigasi dan sering kali digunakan untuk menyempitkan ruang lingkup riset agar lebih terkendola dan terfokus. Sehingga foqus question harus ada dalam sebuah DKL.

Analisis terkait object/event berdasarkan rubrik diagram vee penulis beri skor 1, dimana Event utama teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan focus question. Dalam konteks diagram vee, yang merupakan alat pedagogis yang digunakan untuk mengatur pemikiran ilmiah dan penelitian, object/event merujuk pada fenomena alam atau buatan manusia yang sedang diamati atau dipelajari. Ini adalah salah satu komponen utama

dari diagram vee yang berada di sisi kiri diagram, bersama dengan purpose (tujuan) dan question (pertanyaan) (Novak & Bob, 1984).

Object/Event adalah subjek konkret dari penyelidikan yang membantu siswa atau peneliti memfokuskan pertanyaan mereka terhadap aspek tertentu yang ingin mereka selidiki. Dalam sebuah pelajaran atau penelitian ilmiah, Object/Event akan menjadi fenomena yang dilihat langsung, seperti reaksi kimia, sebuah organisme hidup, atau suatu proses teknologi. Keterlibatan dengan object/event ini mendukung proses belajar dengan memungkinkan siswa untuk membentuk pemahaman mereka sendiri melalui pengamatan dan eksplorasi langsung. Untuk DKL keanekaragaman hayati object/event yang diamati berupa organisme. Pada DKL organisme dapat diamati dan muncul sebagian karena ada beberapa alat dan bahan yang tidak memiliki spesifikasi dan satuan yang jelas. Meskipun, alat dan bahan sudah di arahkan namun belum mencantumkan spesifikasi alat dan satuan bahan yang jelas sehingga siswa belum memiliki konsepsi yang sama terhadap alat dan bahan yang akan digunakan. jika alat dan bahannya sesuai maka object/event yang di amati akan lebih mudah. Alat praktikum digunakan untuk membantu siswa menjalankan eksperimen atau pengamatan, sedangkan bahan yang digunakan dalam praktikum merupakan komponen esensial dari eksperimen (Mahanani et al., 2020).

Terkait analisis teori/prinsip/konsep, penulis memberikan skor 2. Dimana terdapat konsep teridentifikasi dan terdapat salah satu prinsip (konseptual/prosedural); atau konsep dan teori yang relevan teridentifikasi. Hal ini sejalan dalam diagram vee, teori/prinsip/konsep terletak di salah satu sisi V yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan menjelaskan kerangka teoretis yang mendukung atau relevan dengan pertanyaan fokus. Bagian ini merangkum landasan teori yang digunakan untuk memahami dan menjelaskan object/event yang sedang dipelajari. Ini mencakup model konseptual, hukum ilmiah, teori yang mapan, dan prinsip-prinsip yang akan digunakan untuk menginterpretasikan data dan hasil yang diperoleh melalui aktivitas atau eksperimen yang ditandai di bagian metodologi dari diagram vee. Komponen ini sangat penting karena memberikan dasar konseptual untuk penyelidikan dan membantu menentukan cara data dan temuan akan dianalisis dan diinterpretasikan (Novak & Bob, 1984).

Analisis berikutnya terhadap record/transformasi, penulis memberikan skor 1. Record teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan focus question/event. Hal ini dikarenakan pencatatan data tidak disediakan tabel pengamatan dan petunjuk pengumpulan data. Sehingga ada data yang tidak dicatat dan hal ini tentunya menyulitkan dalam proses transformasi data. Dalam vee diagram yang dikembangkan secara teoretis oleh Gowin, bagian record dan transformasi menggambarkan langkah-langkah di mana data mentah dikumpulkan dan kemudian diubah menjadi informasi yang bermakna melalui berbagai proses. Record adalah fase di mana peneliti atau pelajar mencatat pengamatan yang dibuat selama kegiatan laboratorium atau penelitian. Catatan ini mencakup data mentah yang diperoleh, yang bisa berupa pembacaan alat ukur, catatan visual, suara, atau aspek lain yang ditangkap selama percobaan atau pengamatan. Sedangkan, **transformasi**: Setelah pengumpulan data, kita pindah ke bagian transformation di vee diagram, di mana data mentah diolah menjadi informasi yang bisa dipahami dan dianalisis. Proses transformasi ini bisa meliputi perhitungan, penggunaan statistik, penyusunan grafik, atau metode lain yang mengubah data menjadi format yang memungkinkan interpretasi dan kesimpulan berbasis bukti. Transformasi ini penting dalam membangun jawaban atas pertanyaan penelitian atau hipotesis yang sedang diuji (Novak & Bob, 1984).

Secara garis besar, "record" dan "transformasi" ini terhubung langsung dengan pertanyaan fokus dan teori yang ada di sisi kiri vee diagram, yang memberikan kerangka kerja ilmiah terhadap pengamatan yang dikumpulkan dan bagaimana pengamatan tersebut ditafsirkan. Pembelajaran dan penelitian yang efektif mengharuskan catatan yang rinci dan transformasi yang tepat untuk memastikan bahwa pengamatan yang dilakukan dapat mendukung atau menantang teori yang ada dengan informasi yang valid (Joel J. Mintzes & Joseph D. Novak, 2005).

Tahapan terakhir yang analisis adalah knowledge claim. Untuk tahapan ini penulisan memberikan skor 2. Knowledge claim meliputi konsep yang dapat digunakan untuk mengenerelasikan tetapi tidak konsisten dengan record dan transformasi. Dalam vee diagram, yang dikembangkan oleh Gowin sebagai cara untuk menggambarkan proses penelitian dan pembelajaran, "knowledge claims" berada di bagian atas kanan diagram, berlawanan dengan "theoretical knowledge" di sisi kiri. knowledge claims adalah pernyataan atau klaim yang dibuat berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan. Mereka merepresentasikan hasil akhir dari proses riset dan berfungsi sebagai jawaban atas pertanyaan fokus atau hipotesis yang sedang diuji dalam penelitian atau aktivitas pembelajaran (Joel J. Mintzes & Joseph D. Novak, 2005).

Knowledge Claims merangkum apa yang peneliti atau pembelajar percaya mereka telah mengetahui atau pahami sebagai konsekuensi dari proses yang dijalankan. Klaim ini biasanya dilakukan setelah melakukan prosedur di "methodological knowledge" yang mencakup "record" dan "transformasi". setelah data direkam dan ditransformasikan, peneliti menarik kesimpulan atau membuat generalisasi berdasarkan data dan proses tersebut. Kesahihan dari knowledge claims sangat bergantung pada kecermatan seluruh proses yang dilakukan sebelumnya dalam Vee, dari teori yang diaplikasikan, pertanyaan penelitian yang terdefinisi dengan baik, teknik observasi yang akurat, serta analisis dan interpretasi data yang tepat. Oleh karena itu, knowledge claims selalu dikaitkan dengan bukti dan harus dapat ditanggapi, divalidasi, atau dikritik oleh komunitas ilmiah.

Misalnya dalam struktur vee diagram, setelah melakukan eksperimen tentang keanekaragaman hayati dan mencatat pengamatan (record), lalu mengolahnya (transformasi), seorang pelajar mungkin membuat knowledge claim seperti "organisme yang ditemukan dalam air rendaman jerami dengan organisme yang ada di air kolam berbeda, hal ini menunjukkan keanekaragaman hayati yang bervariasi" berdasarkan hasil eksperimennya tersebut. Klaim ini kemudian dapat didukung oleh data atau ditantang jika ada data tambahan atau analisis yang mengindikasikan hal lain.

Hasil Uji Coba (Analisis Praktikal)

Setelah menganalisis dari aspek konstruksi pengetahuan, tahapan selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap DKL keanekaragaman hayati kelas X SMA. DKL yang di analisis terdapat pada buku teks IPA terbitan Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional untuk Fase E. Pemilihan DKL ini didasarkan pada kurikulum yang diterapkan di sekolah saat ini adalah kurikulum merdeka dan buku pedoman yang dipakai adalah buku dari Kemendikbud ini. Aktivitas praktik yang dilakukan kemudian ditelaah dari segi kepraktisannya. Sementara itu, langkah-langkah yang diikuti selama praktikum pada salah satu Lembar Kerja Peserta Didik dapat dilihat pada Gambar 1.

Aktivitas 7.4

Ayo Mengamati Keanekaragaman Hayati di Sekitar Kita

Siapkanlah alat dan bahan sebagai berikut.

1	Mikroskop cahaya/mikroskop stereo/lup	5	Air kolam/air rendaman jerami
2	Pipet tetes	6	Air
3	Objek dan cover glass	7	Lumut/paku/tanaman sekitar
4	Tempe	8	Semut

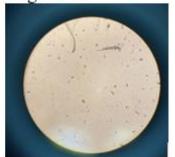
Langkah kerja

1. Ambillah setetes air kolam/air rendaman jerami, letakkan pada objek glass kemudian tutup dengan cover glass. Amati di bawah mikroskop dengan pembesaran 10X atau 40X. Gambarlah organisme yang Kalian temukan!
2. Ambillah tempe, kemudian amati di bawah mikroskop stereo atau amati dengan lup. Gambarlah organisme yang Kalian lihat!
3. Ambillah lumut/paku/tanaman, kemudian amati di bawah mikroskop stereo atau amati dengan lup. Gambarlah organisme yang Kalian lihat!
4. Ambillah semut, kemudian amati di bawah mikroskop stereo atau amati dengan lup. Gambarlah organisme yang Kalian lihat!

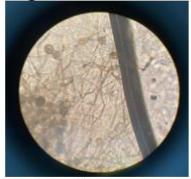
Pertanyaan:

1. Bagaimanakah pengelompokan yang Kalian lakukan terhadap makhluk hidup yang telah Kalian amati?
2. Berdasarkan hasil pengamatan Kalian tergolong kingdom apakah organisme yang Kalian amati? Mengapa?
3. Apakah ciri-ciri kingdom dari organisme yang Kalian amati?
4. Apakah peranan masing-masing organisme yang Kalian amati?

Hasil Uji Coba Praktikum Kegiatan 1



Kegiatan 2



Kegiatan 3



Kegiatan 4



Gambar 1. Kegiatan Praktikum

Sumber: (Ayuk Ratna Puspaningsih et al., 2021)

Setelah di lakukan uji coba, hasil temuan menunjukkan masih terdapat permasalahan pada langkah kerja yang terdapat pada DKL keanekaragaman hayati kelas X SMA terkait alat dan bahan serta saat uji langkah kerja praktikum yaitu pada air kolam/air rendaman jerami tidak ada kejelasan air seperti apa yang akan digunakan. Sehingga siswa tidak mampu menemukan fakta yang ada. Dalam salah satu kegiatan praktikum, terdapat kesulitan yang dihadapi saat menemukan organisme di sampel air kolam dan air rendaman jerami.

Kesulitan ini muncul akibat ketidakjelasan spesifikasi bahan yang digunakan dalam kegiatan tersebut. Lebih lanjut, instruksi yang ada pada langkah kerja praktikum tidak memberikan arahan yang cukup bagi siswa untuk mencatat hasil pengamatan mereka ke dalam tabel pengamatan yang sistematis. Hal ini mengakibatkan siswa hanya diperintahkan untuk menggambar organisme yang diobservasi tanpa memperhatikan karakteristik penting atau proses identifikasi terhadap organisme-organisme tersebut, yang merupakan langkah esensial dalam memahami keanekaragaman hayati pada sampel yang diteliti.

Sebagai akibatnya, kegiatan tersebut tidak sepenuhnya efektif dalam mengajarkan siswa bagaimana melakukan observasi ilmiah yang mendetail dan mengembangkan kemampuan mereka untuk melakukan pengidentifikasi spesies. Ini menunjukkan pentingnya menyertakan instruksi yang jelas dan metodologi yang komprehensif dalam materi pembelajaran, termasuk langkah-langkah pencatatan sistematis dan analisis data. Agar pengalaman belajar menjadi lebih berarti, siswa perlu diarahkan untuk tidak hanya menggambarkan secara visual tetapi juga mencatat karakteristik bermakna seperti ukuran, bentuk, dan perilaku organisme yang diamati. Dengan demikian, pengenalan format tabel pengamatan yang dirancang dengan baik sangat diperlukan untuk mendukung siswa dalam mengumpulkan data yang dapat diandalkan dan mengasah kemampuan analitis mereka. Keseluruhan proses ini akan memperluas pemahaman mereka mengenai ekosistem dan keanekaragaman biologi, serta memperkaya kemampuan pengamatan dan penelitian ilmiah yang mereka punya.

Dengan adanya perbaikan dalam pedoman laboratorium, para siswa akan dilengkapi dengan alat dan metode yang lebih efektif untuk melakukan eksplorasi ilmiah. Mereka akan mampu tidak hanya untuk mengidentifikasi organisme yang berbeda tetapi juga untuk mendokumentasikan berbagai parameter yang

relevan dengan penelitian, seperti habitat, perilaku, dan interaksi ekologis. Pemberian contoh tabel pengamatan yang mencakup kolom untuk spesies, deskripsi, jumlah, dan catatan ekstra bisa menjadi panduan yang membantu siswa membentuk pengertian yang lebih dalam tentang cara kerja ilmu pengetahuan.

Selain itu, mendukung siswa dengan pertanyaan-pertanyaan penuntun dan memungkinkan ruang untuk refleksi dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam merumuskan keterkaitan antara temuan mereka dengan konsep ekologi yang lebih besar. Proses belajar ini harus mendorong siswa untuk bertanya dan mencari jawaban atas pertanyaan mereka, mengasah rasa ingin tahu mereka, dan mendorong pembelajaran yang berkelanjutan. Melalui penyesuaian kurikulum dan metode pembelajaran yang lebih dinamis, para pendidik dapat menciptakan lingkungan pendidikan yang tidak hanya informatif tetapi juga interaktif dan menarik, sehingga sang siswa dapat mengembangkan keterampilan vital dalam pemikiran kritis, analisis data, dan komunikasi ilmiah (Inayah et al., 2022). Dari uji coba yang telah dilakukan, maka dilakukan rekonstruksi terhadap DKL yang sudah ada tersebut.

Hasil Rekonstruksi

Berdasarkan temuan yang diperoleh melalui analisis terkait relevansi dengan kurikulum, kompetensi yang ditargetkan, proses konstruksi pengetahuan, serta hasil uji coba, terdapat justifikasi yang kuat untuk melakukan pembaharuan terhadap desain kegiatan laboratorium (DKL) tentang keanekaragaman hayati. Pembaharuan ini bertujuan untuk merancang ulang DKL dengan cara yang menunjang pengembangan kemampuan berpikir kritis dan analitis pada siswa, sembari mengintegrasikan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Pembaharuan desain kegiatan laboratorium pada materi keanekaragaman hayati ini mendapat momentum dari hasil-hasil analisis yang menyeluruh, menunjukkan kebutuhan untuk lebih menyesuaikan kegiatan dengan tuntutan kurikulum saat ini dan kompetensi yang ingin dicapai. Pendekatan baru ini tidak hanya menitikberatkan pada pentingnya pemahaman konsep keanekaragaman hayati tetapi juga pada pentingnya memperkaya keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa. Melalui integrasi teknologi seperti penggunaan aplikasi digital untuk observasi spesies, pengumpulan data lapangan, dan platform kolaboratif untuk diskusi kelas, siswa akan mendapatkan alat yang memperkaya pengalaman belajar mereka serta memungkinkan pengamatan yang lebih luas dan analisis data yang lebih mendalam.

Desain kegiatan laboratorium yang direkonstruksi ini tidak hanya mendorong kuriositas dan inkuriri ilmiah tetapi juga menggalakkan siswa untuk terlibat secara lebih aktif dalam proses pembelajaran (Setiawan et al., 2022). Dengan memanfaatkan teknologi, mereka dapat mengakses informasi dan sumber daya yang lebih beragam, termasuk basis data global, sumber pengetahuan interaktif, dan peralatan analisis statistik, yang semuanya tersedia melalui koneksi internet. Selanjutnya, kegiatan laboratorium yang diperbaharui harus dirancang untuk memberi siswa kesempatan dalam menerapkan teori ke dalam praktik, melalui eksperimen nyata dan simulasi, serta memfasilitasi refleksi dan diskusi kelompok tentang implikasi etis dan lingkungan dari keanekaragaman hayati.

Kemajuan ini diharapkan akan menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan menantang yang tidak hanya mendukung keberhasilan akademis tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk menjadi pemikir yang mandiri dan inovatif, siap untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Pendekatan ini juga berpotensi menumbuhkan apresiasi yang lebih dalam terhadap kompleksitas kehidupan dan interkoneksi antara organisme hidup serta lingkungan mereka. Ini akan melahirkan kesadaran yang lebih kuat tentang pentingnya konservasi dan keberlanjutan, yang merupakan isu-isu penting dalam konteks global saat ini.

Melalui pembaharuan ini, proses pembelajaran di laboratorium tidak hanya menjadi wadah transfer pengetahuan, tetapi juga menjadi laboratorium kecil untuk praktik ilmiah sebenarnya di mana siswa dapat merancang percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan yang didukung oleh bukti empiris. Dengan demikian, membentuk generasi baru yang dilengkapi dengan pemikiran kritis,

kemampuan beradaptasi, dan ketangkasan mental untuk menganalisa dan berinteraksi dengan dunia alam dengan cara yang lebih bermakna dan bertanggung jawab.

Implementasi desain kegiatan laboratorium yang diperbarui ini juga harus termasuk penilaian formatif yang berkelanjutan, yang mendorong umpan balik dan perbaikan yang lebih teratur, serta metode penilaian sumatif yang menangkap pencapaian belajar menyeluruh dari siswa. Dengan langkah-langkah ini, pendidik akan dapat secara akurat menilai bukan hanya pengetahuan konseptual siswa, tetapi juga pertumbuhan mereka sebagai pemikir ilmisi dan warga negara global.

Keseluruhan perubahan desain kegiatan laboratorium keanekaragaman hayati ini diarahkan untuk menghasilkan lingkungan pembelajaran yang adaptif, responsif, dan berkelanjutan, yang menghormati keingintahuan alami siswa dan memperkuat kapasitas mereka untuk melakukan inkuiri ilmiah, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis bukti dan semua keterampilan yang sangat penting di dunia yang semakin bergantung pada sains dan teknologi. Adapun rekonstruksi DKL ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Desain Kegiatan Laboratorium yang Dikembangkan

Dalam versi terbaru DKL ini, peneliti menyertakan elemen-elemen yang sesuai dengan standar esensial dan tujuan praktikum, membahas tentang langkah-langkah kerja praktikum keanekaragaman hayati, setelah menyampaikan temuan observasi yang mencakup berbagai level keanekaragaman hayati di Indonesia. Peneliti juga menambahkan detail mengenai peralatan dan bahan yang diperlukan dalam DKL keanekaragaman hayati serta membuat tabel pengamatan.

Prosedur kerja direvisi untuk meningkatkan relevansinya dengan sasaran pembelajaran serta dirancang agar lebih sistematis, memandu siswa untuk lebih mudah mengidentifikasi objek yang diteliti. Teknologi berupa aplikasi dipakai untuk asistensi siswa dalam mengenali dan melakukan literasi terhadap nama spesies selagi mengisi tabel pengamatan. Revisi pada prosedur kerja dilakukan demi meningkatkan kaitannya dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan dan untuk menjadikannya lebih sistematis dalam mengarahkan siswa dalam proses identifikasi subjek pengamatan. Langkah tersebut akan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan pemikiran analitis di kalangan siswa keterampilan yang tak hanya penting untuk bidang sains, tapi juga untuk keberhasilan di berbagai aspek kehidupan.

Penggunaan aplikasi teknologi iNaturalis sebagai bagian integral dari DKL membuka peluang bagi siswa untuk merangkul dimensi baru pembelajaran, baik secara visual maupun interaktif. Aplikasi tersebut mendukung siswa dalam mengidentifikasi spesies dan memperdalam literasi keanekaragaman hayati selagi mereka mengisi tabel pengamatan, membuat proses ini menjadi lebih menarik dan aplikatif. Kemajuan dalam teknologi pendidikan ini diharapkan dapat memperkaya pengalaman belajar siswa, memperluas akses informasi mereka, dan memfasilitasi pembelajaran mandiri serta kolaboratif.

Aktivitas-aktivitas dalam DKL yang telah diperbarui ini diarahkan untuk tidak hanya mengedepankan pendidikan faktual, tetapi juga mengembangkan sikap keingintahuan dan apresiasi terhadap kekayaan alam yang tak ternilai. Memanfaatkan aplikasi dalam kegiatan laboratorium tidak hanya mengoptimalkan proses

- 2370 *Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Materi Keanekaragaman Hayati Melalui Petunjuk Praktikum* - Ridwan, Bambang Supriatno, Amprasto, Widi Purwianingsih, Kusnadi, Cici Nur Azizah, Mellyzar
DOI: <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6744>

pembelajaran tetapi juga menumbuhkan kemampuan siswa untuk berinteraksi dengan data secara kritis, serta meningkatkan keterampilan dalam menginterpretasi dan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam konteks dunia nyata.

Selain itu, perancangan ulang langkah kerja praktikum yang lebih terstruktur membantu memadukan teori dengan praktik serta melibatkan siswa secara aktif dalam serangkaian proses ilmiah mulai dari pemantauan hingga analisis data. Hal ini mengharuskan siswa untuk menerapkan konsep-konsep yang dipelajari di kelas dalam praktikum nyata, mempromosikan penemuan independen dan menegaskan pentingnya metodologi ilmiah. Keseluruhan perbaikan dalam DKL ini dirancang untuk menginspirasi siswa, memberikan mereka alat dan kerangka kerja yang mereka perlukan untuk menjadi pencinta alam serta ilmuwan muda yang bertanggungjawab.

SIMPULAN

Perubahan dan penyesuaian dalam langkah-langkah kerja praktikum, spesifikasi bahan, instruksi yang jelas, serta metodologi yang komprehensif sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran siswa. Rekonstruksi DKL bertujuan untuk mencerminkan kebutuhan pembelajaran yang lebih efektif, relevan dengan perkembangan zaman, dan dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan belajar yang sesuai dengan tuntutan era revolusi industri 4.0 menuju society 5.0. Dengan demikian, peningkatan dalam desain kegiatan laboratorium diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan mendukung pengembangan pemahaman siswa terhadap konsep keanekaragaman hayati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Dr. Bambang Supriatno, M.Si, Prof. Dr.Hj. Widi Purwianingsih, M.Si, Dr.Kusnadi, M.Si, dan Dr. Amprasto, M.Si, sebagai dosen pembimbing, atas semua pengetahuan dan bimbingan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Ardiansyah, B., Sarjan, M., & Hakim, A. (2022). *Science Practicum and Mini Edupark School (MES) As Alternatives To Improve Environmental Care Attitude In Philosophy Perspective*. 5(2), 117–124. <https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.ZZZ>
- Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan, & Niken Resminingpuri Krisdianti. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Hagomosan Nasution, T., Masyita Ariani, N., Studi Pendidikan Matematika, P., & Muhammadiyah Bengkulu, U. (n.d.). LKS Model Contextual Teaching and Learning Pada Materi Kubus dan Balok dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. In *Jurnal MATH-UMB.EDU* (Vol. 10, Issue 1).
- Hayati, A., Juanengsih, N., & Fadlilah, D. R. (2021). Laboratory activity-based learning to improve generic science skills on the concept of sensory systems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1836(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1836/1/012077>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. In *Science Education* (Vol. 88, Issue 1, pp. 28–54). <https://doi.org/10.1002/sce.10106>

2371 *Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Materi Keanekaragaman Hayati Melalui Petunjuk Praktikum* - Ridwan, Bambang Supriatno, Amprasto, Widi Purwianingsih, Kusnadi, Cici Nur Azizah, Mellyzar
DOI: <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6744>

Inayah, G. N., Rahamadayanti, A., Argiyanti, A., Sukma, R. I., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2022). Alternatif Kegiatan Praktikum Tingkat SMA: Pengaruh pH terhadap Hasil Kerja Katalase Menggunakan Respirometer Ganong. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 4(4), 5432–5444.
<https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3289>

Joel J. Mintzes, & Joseph D. Novak. (2005). *Assessing Science Understanding*. Academic Press.

Kim, O. D. T. (2019). Organizing experiential learning activities for development of core competences of technical students in Vietnam. *Universal Journal of Educational Research*, 7(1), 230–238.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070129>

Laelasari, I., & Supriatno, B. (2018). Analisis komponen penyusun desain kegiatan laboratorium bioteknologi. *JURNAL BIOEDUKATIKA*, 6(2), 84. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v6i2.10592>

Mahanani, C., Wening, S., Susanto, M. R., & Sudirman, A. (2020). The effect of laboratory knowledge, teaching practice experience, and work motivation on laboratory management. *Journal of Physics: Conference Series*, 1446(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1446/1/012042>

Mariah, S., & Sari, A. S. (2019). Revitalizing the role of teachers in practice learning to increase vocational students readiness. *Journal of Physics: Conference Series*, 1273(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1273/1/012039>

Mhlanga, P. T., Khoza, S. D., & Skosana, N. (2023). Exploring the Effectiveness of Practical Assessment Tasks Towards Skills Development in Mechanical Technology Subject. *Journal of Curriculum Studies Research*, 5(2), 136–150. <https://doi.org/10.46303/jcsr.2023.22>

Novak, J. D. , G. D. B., & Bob, G. D. (1984). *Learning how to learn*. cambridge University press.

Nurhasanah. (2020). The relevance and use of biology laboratory practice towards biology teacher competencies. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 70–74.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081810>

Pich-Otero, A., Molina-Ortiz, S., Delaplace, L., Castellani, O., Hozbor, D., Sorgentini, D., & Lodeiro, bal. (1998). Biochemical Education Laboratory practical work as a technological process. In *Biochemical Education* (Vol. 26).

Sabella, A., Syafei, H., Habibah, U., & Rosaliana Saraswati, R. (2020). *Analysis of Chemical Laboratory Management at SMAN 55 Jakarta*. 5(1). <http://ejurnal.kpmunj.org>

Sari, D. K., Ibrahim, A. R., & Wancik, K. A. (2020). The Importance of Verification Practicum before Projek Based Practicum based on Local Material in Science Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012067>

Setiawan, H., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2022). Analisis Praktikal dan Pengembangan Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Cara Kerja Enzim Katalase bagi Kelas XII SMA. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 4(4), 5392–5403. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3224>

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>

Sidik, W. A., Sunardi, & Supriyanto. (2019). Importance-Performance Analysis and Student Satisfaction Index on Laboratory Services in the Faculty Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 255(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/255/1/012031>

Supriatno, B. (2023). Analysis and Reconstruction of Laboratory Activity Design (DKL) on Alcohol Fermentation Material. *IJER (Indonesian Journal of Educational Research)*, 8(2), 115–120.

Tobin, K. (1986). Secondary science laboratory activities. *European Journal of Science Education*, 8(2), 199–211. <https://doi.org/10.1080/0140528860080208>

2372 *Analisis dan Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) Materi Keanekaragaman Hayati Melalui Petunjuk Praktikum* - Ridwan, Bambang Supriatno, Amprasto, Widi Purwianingsih, Kusnadi, Cici Nur Azizah, Mellyzar
DOI: <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6744>

Wahyuni, H., Qurbaniah, M., Sunandar, A., & Wulandari, A. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Proyek dalam Pembuatan Gel Hand Sanitizer Daun Kesum pada Materi Bioteknologi Siswa XII Taman Mulia. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 150–157.