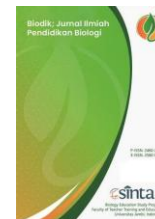




Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi
ISSN 2580-0922 (*online*), ISSN 2460-2612 (*print*)
Volume 11, Number 02, (2025), Page 465-474
Available online at:
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik>



Research Article



Analisis dan Rekontruksi Desain Kegiatan Laboratorium pada Praktikum Tulang

(Analysis and Reconstruction of Laboratory Activity on Bone Practicum)

Shynta Ayinda Puspa*, Bambang Supritano, Widi Purwianingsih

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Cidadap, Isola, Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154-Indonesia

*Corresponding Authors: shyntaayindapuspa@upi.edu

Article Information	ABSTRACT
Submitted: 23 – 03 – 2025 Accepted: 25 – 06 – 2025 Published: 30 – 06 – 2025	<p><i>The Laboratory Activity Design (DKL) in schools still does not support the construction of student knowledge because it only focuses on verification, such as in bone practicums. Therefore, an evaluation of the DKL used in schools is needed. This study analyzed and revised one DKL through a qualitative descriptive method using Vee Diagram analysis. The results showed that the DKL was in the low category and needed improvement in terms of title, objectives, tools, materials, procedures, data interpretation, and questions in order to improve student understanding and make practicums more meaningful for students.</i></p> <p>Key words: Laboratory Activity Design, Bone Lab, Vee Diagram, Reconstruction</p>
Publisher	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi, Jambi- Indonesia	<p><i>Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) yang ada di sekolah masih kurang mendukung konstruksi pengetahuan siswa karena hanya berfokus pada verifikasi, seperti pada praktikum tulang. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap DKL yang digunakan di sekolah. Penelitian ini menganalisis dan merevisi satu DKL melalui metode deskriptif kualitatif dengan menggunakan analisis Diagram Vee. Hasilnya menunjukkan DKL tersebut termasuk kategori rendah dan memerlukan perbaikan dari segi judul, tujuan, alat, bahan, prosedur, interpretasi data, hingga pertanyaan agar dapat meningkatkan pemahaman siswa dan membuat praktikum lebih bermakna bagi siswa.</i></p> <p>Kata kunci: Desain Kegiatan Laboratorium, Praktikum Tulang, Diagram Vee, Rekonstruksi</p>



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Perkembangan era Revolusi Industri telah membawa pengaruh besar terhadap berbagai sektor kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Untuk dapat bersaing dan beradaptasi dengan perubahan di era Revolusi Industri 4.0, peningkatan kualitas sumber daya manusia perlu dilakukan melalui jenjang pendidikan, mulai dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi. Terdapat tren utama dalam pendidikan 4.0 yang harus menjadi perhatian para pendidik dalam membimbing siswa. Menyesuaikan diri dengan tren ini memungkinkan individu dan komunitas untuk mengembangkan kemampuan, keterampilan, dan pengetahuan yang lebih komprehensif, sekaligus menggali potensi kreatif mereka sebagai bekal dalam menghadapi tantangan abad ke-21 (Lase, 2019).

Sains didasarkan pada pemahaman bagaimana dunia bekerja (Borrull & Valls, 2021). Pada banyak negara, salah satu pembeda pendidikan sains dengan mata pelajaran lainnya yaitu melibatkan praktikum (Abrahams & Millar, 2008), sehingga praktikum adalah bagian penting dari pendidikan sains dan metode yang efektif untuk membelajarkan sains (Koirala, 2019). Praktikun adalah bentuk pembelajaran yang melibatkan siswa dalam bentuk interaksi dengan lingkungan belajar (Bond et al, 2020). Praktikun merupakan kegiatan yang menghubungkan “dua domain” yaitu domain objek, fenomena yang dapat diamati (domain real atau *hands on*) dengan domain ide atau pikiran (domain minds on) (Millar & Tiberghien, 2003). Saat praktikun, siswa berada pada situasi masalah ilmiah yang disimulasikan, disederhanakan, dan dikontrol dengan baik serta membuat siswa mendapatkan pengalaman praktis (Jeon et al, 2021), mengamati atau memanipulasi objek dan materi nyata (Millar, 2004).

Capah and Fuadiyah (2021) menyatakan bahwa kegiatan praktikun adalah bentuk pembelajaran berbasis eksperimen yang memungkinkan siswa memperoleh pengalaman nyata yang berkaitan langsung dengan materi pelajaran. Melalui kegiatan ini, aspek-aspek seperti kemampuan berpikir (kognitif), keterampilan motorik (psikomotor), serta sikap siswa (afektif) dapat mengalami peningkatan. Sementara itu, (Muzakki, Supriatno, & Anggraeni, 2021) mengemukakan bahwa praktikun juga berperan sebagai sarana penyampaian konsep melalui keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Lebih lanjut, Supriatno (2013) menegaskan bahwa praktikun memberi peluang bagi peserta didik untuk secara aktif mengumpulkan data melalui pengamatan langsung atau manipulasi objek, sehingga memungkinkan terbentuknya pengetahuan berdasarkan pengalaman nyata yang bersifat faktual.

Namun, saat ini praktikun di sekolah belum optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran yang mendukung teori. Praktikun sering kali hanya berfungsi sebagai klarifikasi konsep, sehingga kurang bermakna bagi siswa. Oleh karena itu, penting bagi guru untuk menggunakan LKPD eksperimen yang memberikan panduan kepada siswa dalam melaksanakan praktikun dan juga menunjukkan kemampuan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan mereka (Nurazizah & Supriatno, 2023). Penyusunan DKL harus didasarkan pada kompetensi dasar serta capaian kognitif peserta didik. Untuk mencapai hasil praktikun yang efektif dan sesuai dengan tuntutan kurikulum, diperlukan DKL yang tersusun secara sistematis dan mendukung pelaksanaan kegiatan praktikun.

LKPD berperan dalam membimbing siswa untuk membangun pengetahuannya sendiri. Namun, di lingkungan sekolah sering ditemukan berbagai kendala terkait penggunaan LKPD. Beberapa permasalahan yang kerap terjadi antara lain: (1) fokus tujuan praktikun yang lebih menekankan aspek kognitif dibandingkan psikomotorik; (2) ketidaksesuaian antara tujuan praktikun dengan data yang diperoleh serta kesulitan dalam mengidentifikasi objek pengamatan; (3) prosedur praktikun yang kurang sistematis disertai instruksi yang membingungkan, sehingga dapat menimbulkan beragam penafsiran;

dan (4) pemilihan materi yang tidak memperhatikan substansi, relevansi, tingkat kedalaman, serta kompleksitas materi tersebut (Supriatno, 2018). Praktikum yang tidak terlaksana secara optimal dapat menyebabkan pembelajaran kehilangan makna. Untuk itu, diperlukan LKPD yang dirancang secara efektif guna membantu peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna. Penggunaan LKPD dalam pembelajaran biologi mampu meningkatkan minat, motivasi, kemauan, kreativitas, imajinasi, serta keterampilan siswa (Prasetiwi, 2015). Hasil analisis terhadap kemampuan konstruksi pengetahuan menggunakan pendekatan diagram Vee menunjukkan bahwa mayoritas LKPD belum mencapai skor optimal. Selain itu, tingkatan kognitif yang digunakan dalam LKPD masih didominasi oleh aktivitas prosedural pada level C3, yang lebih cocok diterapkan di tingkat SMP dan belum sesuai dengan tuntutan kurikulum di jenjang SMA.

Merujuk pada berbagai pendapat yang telah disampaikan sebelumnya, dibutuhkan suatu LKPD yang mampu mendorong peserta didik untuk membangun pengetahuan secara mandiri melalui kegiatan praktikum. Salah satu jenis praktikum yang umum dilakukan dalam mata pelajaran Biologi di tingkat SMP dan SMA adalah praktikum tentang struktur tulang. Praktikum ini dipilih karena bahan dan peralatan yang dibutuhkan relatif mudah diperoleh dan tidak memerlukan fasilitas laboratorium yang lengkap. Oleh sebab itu, artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan LKPD praktikum tulang dari beberapa aspek, yaitu kesesuaian materi dengan kompetensi dasar (aspek konseptual), kejelasan dan kemudahan dalam mengikuti prosedur kerja (aspek prosedural), serta kemampuan peserta didik dalam membangun pengetahuan berdasarkan hasil pengamatan mereka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mengkaji secara mendalam fenomena yang muncul dalam konteks pembelajaran. Fokus utama penelitian ini adalah menelaah satu LKPD praktikum Biologi kelas XI dengan topik sistem gerak (khususnya tulang) yang diperoleh sumber LKPD internal sekolah. Analisis dilakukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu kesesuaian materi (aspek konseptual), kejelasan prosedur (aspek prosedural), dan kemampuan membentuk pemahaman (aspek konstruksi pengetahuan). Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, memilih satu LKPD tertentu karena dianggap relevan, representatif, atau penting untuk tujuan penelitian. Sampel dipilih dengan alasan khusus, bukan secara acak.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas rubrik penilaian komponen LKPD untuk setiap aspek yang diteliti, serta evaluasi kualitas konstruksi pengetahuan menggunakan Diagram Vee yang dikembangkan oleh Novak & Gowin (1984). Diagram ini digunakan untuk menilai sejauh mana LKPD mendukung peserta didik dalam membentuk pengetahuan melalui kegiatan praktikum. Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap dalam model ANCOR (Analisis, Coba, dan Rekonstruksi) yang dikembangkan oleh Supriatno (2013). Pada tahap pertama, dilakukan analisis terhadap seluruh LKPD yang berupa analisis procedural LKPD, analisis Keterampilan Proses Sains (KPS), analisis kurikulum, analisis alat dan bahan, serta analisis keberadaan komponen Diagram Vee.

Tahap kedua adalah uji coba pelaksanaan praktikum sesuai langkah-langkah yang tercantum dalam LKPD tanpa dilakukan modifikasi. Prosedur dimulai dengan membersihkan tulang dari jaringan lunak, merendamnya dalam larutan HCl sesuai petunjuk, dan mencatat pengamatan berdasarkan fakta empiris yang muncul dalam lembar kerja. Tahap terakhir, yaitu rekonstruksi LKPD, dilakukan dengan memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama analisis dan uji coba. Perbaikan difokuskan pada penyesuaian isi dengan kurikulum, kejelasan langkah prosedural, serta penguatan pertanyaan-

pertanyaan dalam LKPD yang mampu mengarahkan siswa membangun pemahaman konsep, prinsip, dan teori secara ilmiah berdasarkan fakta yang diperoleh.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Analisis

a. Analisis Aspek Prosedural LKPD

Kemampuan LKPD dalam mengarahkan praktikan untuk melakukan praktikum dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Aspek Prosedural Pada LKPD

No	Parameter Analisis Prosedural	Keterangan		Deskripsi
		Ya	Tidak	
	Alat dan Bahan Praktikum			
1.	Alat-alat praktikum sesuai dengan standar/tersedia di sekolah	✓		Alat-alat sesuai dengan standar/tersedia di sekolah
2.	Bahan-bahan praktikum dapat disediakan dengan mudah	✓		Bahan sudah sesuai dan mudah untuk didapatkan
	Langkah Kerja Praktikum	Ya	Tidak	
3.	Langkah-langkah praktikum terstruktur	✓		Langkah yang terdapat dalam LKPD sudah terstruktur
4.	Setiap langkah praktikum dapat dieksekusi tanpa kesulitan		✓	Tidak dijelaskan mengenai beberapa penggunaan alat bahan, kemudian dalam hasil tabel pengamatan siswa diminta untuk menuliskan hasil bagian dalam tulang namun dalam langkah kerja tidak mengarahkan kepada hal tersebut.
5.	Objek/fenomena yang hendak diamati dapat dimunculkan dalam kegiatan praktikum			Tidak dapat disimpulkan ya/tidak. Karena belum dilakukan uji coba terhadap praktikum ini.
6.	Objek/fenomena yang muncul dapat dengan mudah diamati dalam kegiatan praktikum			Tidak dapat disimpulkan ya/tidak. Karena belum dilakukan uji coba terhadap praktikum ini.
7.	Objek/fenomena yang muncul relevan dengan judul atau tujuan praktikum			Tidak dapat disimpulkan ya/tidak. Karena belum dilakukan uji coba terhadap praktikum ini.
8.	Terdapat arahan untuk melakukan perekaman data	✓		Terdapat arahan untuk siswa mencatat hasil pada tabel
9.	Bentuk perekaman data sudah ditentukan di LKPD	✓		Tabel data sudah disediakan
10.	Terdapat alokasi waktu yang dicantumkan dalam LKPD		✓	Alokasi waktu tidak tercantum
11.	Terdapat petunjuk <i>safety lab</i> yang dicantumkan dalam LKPD		✓	Petunjuk <i>safety lab</i> tidak dicantumkan dalam LKPD
12.	Prosedur <i>safety lab</i> yang dicantumkan tepat		✓	Petunjuk <i>safety lab</i> tidak dicantumkan dalam LKPD

Berdasarkan hasil analisis pada aspek prosedural, alat-alat sesuai dengan standar atau tersedia di sekolah. Bahan sudah sesuai dan mudah untuk didapatkan, langkah yang terdapat dalam LKPD sudah terstruktur. Namun terdapat kesulitan dalam mengeksekusi langkah praktikum. Hal ini karena tidak dijelaskan mengenai beberapa penggunaan alat bahan, kemudian dalam hasil tabel pengamatan siswa diminta untuk menuliskan hasil bagian dalam tulang namun dalam langkah kerja tidak mengarahkan kepada hal tersebut. Kemudian mengenai objek/fenomena yang hendak diamati apakah dapat dimunculkan, mudah diamati,

relevan dengan judul atau tujuan dalam kegiatan praktikum belum dapat disimpulkan karena belum dilakukan uji coba terhadap praktikum ini. Selanjutnya dalam praktikum ini terdapat arahan untuk melakukan perekaman data dalam bentuk tabel pengamatan dan bentuk perekaman data sudah ditentukan di LKPD. Tetapi ditemukan kekurangan lainnya yaitu petunjuk *safety lab* tidak dicantumkan dalam LKPD.

b. Analisis Keterampilan Proses Sains

Pada keterampilan dalam mengamati, LKPD sudah mengarahkan peserta didik untuk mengamati perubahan warna, kekerasan, kelenturan, dan keadaan warna bagian dalam. Dalam keterampilan merencanakan dan melakukan penyelidikan, prosedur praktikum sudah cukup jelas walaupun terdapat kekurangan untuk memandu peserta didik dalam melaksanakan praktikum. Dari segi keterampilan mempertanyakan dan memprediksi, pada LKPD belum terdapat hipotesis dan rumusan masalah dalam praktikum. Selanjutnya dalam keterampilan memproses dan menganalisis data, peserta didik diminta mencatat hasil praktikum, tetapi analisisnya masih terbatas. Kemudian dalam keterampilan mengevaluasi dan refleksi tidak ada bagian untuk refleksi dalam LKPD. Terakhir dalam keterampilan mengkomunikasikan, hasil bentuk mengkomunikasikan hasil disajikan dalam tabel pengamatan dan pertanyaan.

c. Analisis Kurikulum

Dari segi analisis kesesuaian dengan Kompetensi Dasar, LKPD yang dianalisis belum sesuai dengan KD. Karena dalam tujuan dan rancangan kegiatan praktikum tidak ada kegiatan untuk menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ sistem gerak dalam kaitannya dengan biproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak manusia. Selain itu belum menyajikan karya tentang teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak.

Sementara dari analisis kesesuaian tingkat kognitif, tingkat kognitif yang dituntut dalam LKPD didominasi prosedural C3 (menerapkan), tidak sesuai dengan tuntutan Kompetensi Dasar yang seharusnya tingkat kognitifnya C4 (menganalisis). Kemudian dari segi analisis kesesuaian judul dengan KD, judul belum cukup spesifik dan belum mengarahkan kepada hubungan antara struktur jaringan penyusun organ sistem gerak dalam kaitannya dengan biproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak manusia.

d. Analisis Alat dan bahan

Pada analisis alat dan bahan masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, seperti alat dan bahan yang sebaiknya disajikan dalam tabel terpisah, perlu dispesifikan jenis tulang bagian apa yang dibutuhkan. Selain itu konsentrasi HCL tidak dicantumkan. Kemudian ukuran gelas dan volume aquades tidak dicantumkan.

e. Analisis Keberadaan Komponen Diagram Vee

Tabel 2. Analisis Keberadaan Komponen Diagram Vee

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

Hasil analisis keberadaan komponen Diagram Vee memiliki total skor 6 dengan persentase 33,2% yang berada pada kategori sangat rendah. Dari aspek Focus Question mendapatkan skor 0 karena pada LKPD tidak terdapat focus question sehingga perlu pertanyaan utama yang mengarahkan proses belajar atau praktikum yang sedang dilakukan. Kemudian dari segi Aspek Object/Event memperoleh skor 1 artinya event utama teridentifikasi tetapi tidak konsisten dengan focus question. Objek yang diamati adalah warna, kekerasan, kelenturan, dan keadaan bagian dalam tulang. Namun, tidak konsisten dengan focus question. Dari segi aspek teori/prinsip/konsep LKPD ini memperoleh skor 1 artinya konsep teridentifikasi tetapi tanpa prinsip dan teori. Pertanyaan-pertanyaan pada LKPD tidak memuat penyebab terjadinya sesuatu (prinsip) dan pertanyaan tidak mengarahkan siswa menganalisis ke bagian sebelumnya atau tidak menganalisis proses.

Selanjutnya dari aspek record/transformasi mendapatkan skor 2 artinya hasil analisis LKPD menunjukkan perekaman/transformasi teridentifikasi; perekaman sesuai fenomena; transformasi tidak konsisten dengan pertanyaan fokus. Pada LKPD terdapat kegiatan perekaman data. Tabel hasil pengamatan memunculkan data dengan membandingkan keadaan tulang yang direndam dalam larutan HCL dan air. Pencatatan hasil dari perlakuan tulang yang direndam HCl dan direndam air termasuk dalam kegiatan “perekaman data” karena disini terjadi pengumpulan data tentang keadaan kelenturan, kekerasan, warna, dan keadaan bagian dalam tulang yang merupakan bentuk observasi langsung. Kemudian terdapat satu pertanyaan pengarah untuk interpretasi data. Namun di dalam LKPD ini pertanyaan fokus tidak tertera, sehingga transformasi tidak konsisten dengan pertanyaan fokus. Terakhir dari aspek knowledge claim memperoleh skor 1 bahwa knowledge claim tidak berhubungan dengan konsep, prinsip, dan teori. Simpulan yang harus dibuat siswa teridentifikasi tetapi tidak ada pertanyaan terstruktur yang membantu siswa membuat simpulan yang berhubungan dengan konsep, prinsip, dan teori. Ketiadaan beberapa komponen dalam diagram Vee pada setiap LKPD menunjukkan bahwa LKPD tersebut belum mendukung secara optimal proses konstruksi pengetahuan (Wahidah, Supriatno, & Kusumastuti, 2018). Akibatnya, praktikum tentang tulang yang dilakukan tidak berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan pengetahuan siswa.

2. Tahap Uji Coba

Uji Coba LKPD Praktikum Tulang ini telah dilaksanakan pada Selasa, 4 Maret 2025 di Laboratorium Fisiologi UPI. Setelah dilaksanakan uji coba terdapat beberapa catatan perbaikan diantaranya di awal prosedur kerja sebaiknya diberi petunjuk untuk safety lab untuk memastikan keselamatan dalam praktikum seperti penggunaan jas lab, masker, sarung tangan. Karena praktikum ini menggunakan larutan HCL yang cukup berbahaya bagi siswa karena bersifat korosif dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit serta berbahaya bagi pernapasan sehingga sangat membutuhkan penggunaan jaslab, sarung tangan, dan masker Menambahkan langkah kerja mengenai persiapan alat dan bahan. Tambahkan prosedur kerja untuk membersihkan tulang dari daging yang menempel. Sebelum diberi larutan sebaiknya diamati terlebih dahulu mengenai warna, kekerasan dan kelenturan tulang. Menambahkan prosedur kerja untuk membersihkan alat dan bahan setelah selesai praktikum.

Kemudian terdapat kekurangan yaitu pada alat dan bahan tidak tercantum label untuk melabeli gelas kimia dan cawan petri yang diberi larutan HCL 10% dan aquades. Pada alat dan bahan tidak tercantum stopwatch atau alat hitung lainnya untuk menghitung lamanya perendaman

larutan. Kemudian terdapat catatan perbaikan diantaranya mengganti larutan HCL 10% dengan larutan asam lain yang memiliki kemampuan demineraliasi dan lebih aman bagi siswa SMA Membuat durasi waktu lebih lama dalam perendaman tulang oleh larutan. Siswa diberi petunjuk bagaimana cara untuk mengamati kekerasan dan kelenturan pada tulang, Menuliskan alat dan bahan secara rinci dengan spesifikasinya. Selain itu mengganti larutan asam yang memiliki kemampuan demineralisasi dan lebih aman bagi siswa SMA, memberikan instruksi yang lebih rinci untuk setiap langkah dan membuat pertanyaan terstruktur sehingga konsep teridentifikasi dengan prinsip dan teori.

3. Tahap Rekontruksi

Berdasarkan kekurangan dan saran perbaikan yang telah dipaparkan, maka dilakukan rekonstruksi DKL agar diharapkan DKL ini dapat membangun pemahaman siswa.

Praktikum Tulang
Pengaruh Perendaman Larutan Asam terhadap Kalsium Tulang
"Bagaimana Pengaruh Perendaman Larutan Asam terhadap Kalsium Tulang?"

A. Capaian Pembelajaran
Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut

B. Tujuan Praktikum

1. Mengetahui pengaruh larutan asam asetat pada cuka, asam sitrat, dan asam jeruk terhadap kalsium tulang
2. Mengetahui pengaruh larutan asam asetat pada cuka, asam sitrat, dan asam jeruk terhadap sifat tulang
3. Mengidentifikasi peran kalsium terhadap sifat tulang
4. Menganalisis hubungan antara penurunan jumlah kalsium dengan tingkat kelenturan tulang dan dampaknya pada fungsi tulang

C. Dasar Teori

Tulang tersusun atas komponen organik, yaitu kolagen yang memberikan fleksibilitas, dan komponen anorganik berupa mineral kalsium fosfat (hidroksiapatit) yang memberi kekakuan dan kekuatan. Keseimbangan kedua komponen ini menentukan sifat mekanik tulang. Kekurangan kalsium dapat menyebabkan tulang menjadi rapuh dan meningkatkan risiko osteoporosis. Dalam kehidupan sehari-hari, terdapat anggapan bahwa paparan larutan asam dapat menyebabkan tulang kehilangan kekuatannya. Untuk menguji hal ini, praktikum dilakukan dengan merendam tulang dalam larutan asam seperti asam asetat (cuka), asam sitrat, dan asam alami dari jeruk.

Asam asetat (CH_3COOH) dalam cuka dapat bereaksi dengan kalsium karbonat dalam tulang membentuk garam kalsium yang larut, karbon dioksida, dan air:
$$\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 (\text{aq}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$$

Begitu pula, asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) dapat bereaksi serupa membentuk kalsium sitrat:
$$3\text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 (\text{aq}) + 3\text{CO}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{l})$$

Reaksi-reaksi ini menyebabkan pelarutan kalsium dari tulang, yang berdampak pada berkurangnya kekakuan dan meningkatnya kelenturan tulang. Melalui praktikum ini, siswa dapat memahami hubungan antara penurunan kadar kalsium dan perubahan sifat tulang, serta dampaknya terhadap fungsi tulang dalam tubuh. Hasil dari pengamatan ini juga dapat digunakan untuk membuktikan secara ilmiah kebenaran atau kekeliruan asumsi yang berkembang di masyarakat.

D. Alat dan Bahan

Alat:	Bahan:
1) Cawan petri diameter 9 cm (4 unit)	1) Tulang sayap ayam segar yang sudah dibersihkan (4 buah)
2) Gelas kimia ukuran 200 ml (3 unit)	2) Cuka / asam asetat glasial 25% (200 ml)
3) Sarung tangan lateks	3) Asam sitrat 25% (200 ml)
4) Masker	4) Asam lemon 25% (200 ml)
5) Pinset (3 unit)	5) Kertas label
6) Alarm	
7) Cutter	
8) Pisau	

E. Langkah kerja

1. Terapkan prinsip keselamatan kerja di laboratorium seperti penggunaan jas lab, masker dan sarung tangan lateks. Berhati-hatilah dalam melakukan praktikum ini bahan asam, hindari kontak dengan kulit, mata serta menghirup uap. Lakukan dengan disiplin, teliti dan bertanggung jawab.
2. Pastikan alat dan bahan yang digunakan telah disiapkan.
3. Berilah label asam asetat 25%, asam sitrat 25%, dan asam jeruk 25% pada masing-masing gelas kimia
4. Lakukan pelabelan yang sama pada cawan petri
5. Siapkan empat tulang sayap ayam yang sudah dibersihkan
6. Amati keadaan tulang yang tidak direndam larutan asam meliputi kelenturan (dengan cara membengkokkan), kekerasan (dengan cara menekan) dan warna. Kemudian catat dalam tabel pengamatan
7. Amati juga bagian dalam tulang dengan cara memotong sedikit sehingga terlihat bagian dalam tulang. Kemudian catat dalam tabel pengamatan.
8. Isilah masing-masing gelas kimia dengan cuka (asam asetat glasial 25%), asam sitrat 25%, dan asam jeruk 25% sebanyak 200 ml
9. Masukkan sepotong tulang pada masing-masing gelas kimia lakukan perendaman selama 1 hari
10. Setelah direndam selama 1 hari, letakkan tulang pada cawan sesuai dengan jenis larutan asam yang sudah diberi label dengan menggunakan pinset
11. Amati masing-masing keadaan tulang meliputi kelenturan (dengan cara membengkokkan), kekerasan (dengan cara menekan), warnanya. Kemudian catat pada tabel pengamatan
12. Amati juga bagian dalam tulang sebelum direndam dengan cara memotong sedikit sehingga terlihat bagian dalam tulang. Kemudian catat dalam tabel pengamatan.
13. Setelah hasil percobaan selesai diamati, alat yang digunakan dibersihkan dan disimpan kembali di tempat semula.

F. Hasil Pengamatan

No	Kriteria Pengamatan	Tidak direndam larutan asam	Setelah direndam larutan asam		
			Cuka (Asam Asetat 25%)	Asam Sitrat 25%	Asam Jeruk 25%
1.	Kekerasan				
2.	Kelenturan				
3.	Warna				
4.	Keadaan bagian dalam				

G. Pertanyaan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan. Apakah terlihat ada perbedaan sifat antara tulang yang tidak di rendam dengan tulang yang telah direndam dalam larutan asam asetat 25% (cuka), asam sitrat 25%, dan asam jeruk 25%?
2. Apa peranan masing-masing jenis larutan asam dalam proses perendaman tulang?
3. Jelaskan pengaruh perendaman tulang dengan menggunakan asam asetat 25% (cuka), asam sitrat 25%, dan asam jeruk 25%!
4. Berdasarkan hasil pengamatan, apakah peranan masing-masing jenis larutan asam tersebut pada tulang?
5. Mengapa lamanya waktu tulang dalam larutan asam memengaruhi seberapa banyak kelenturan tulang berubah?
6. Coba kamu tekukkan tulang dengan tekanan yang besar, apa yang terjadi?
7. Tubuh kita memiliki berat yang besar. Apakah menurutmu tulang yang lentur tersebut dapat menopang tubuh? Mengapa demikian?
8. Berdasarkan hasil pengamatan, apa yang terjadi bila kalsium pada tubuh terus terkikis tanpa ada penambahan kalsium dalam tubuh?
9. Kesimpulan apakah yang dapat kalian dapatkan dari hasil praktikum/pengamatan perendaman tulang menggunakan larutan asam?

Dengan dilakukannya rekonstruksi terhadap DKL, diharapkan mampu mengatasi kekurangan yang terdapat pada versi sebelumnya, sehingga dapat meningkatkan konstruksi pengetahuan siswa, serta menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna. Kemampuan dalam mengontruksi pengetahuan siswa melalui DKL ini ketika mereka melakukan pengamatan terhadap objek atau fenomena yang teridentifikasi, membedakan serta memahami perbedaan yang muncul, menganalisis informasi yang diperoleh untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan terstruktur, hingga menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan. Rekonstruksi DKL ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh guru dan siswa sebagai salah satu alternatif panduan dalam praktikum biologi pada materi sistem gerak, serta mampu meminimalkan terjadinya kesalahpahaman konsep pada siswa.

SIMPULAN

LKPD praktikum biologi tentang sistem gerak, khususnya materi tulang, masih memiliki berbagai kekurangan baik dari aspek prosedural, keterampilan proses sains, kesesuaian kurikulum, hingga komponen diagram Vee, sehingga belum optimal dalam mendukung konstruksi pengetahuan siswa. Uji coba menunjukkan perlunya perbaikan pada petunjuk keselamatan, kejelasan prosedur, kelengkapan alat dan bahan, serta penyusunan pertanyaan yang mendukung analisis konseptual. Rekonstruksi DKL

kemudian dilakukan untuk memperbaiki kelemahan tersebut agar pembelajaran menjadi lebih bermakna, mendukung kemampuan berpikir kritis, dan meminimalkan kesalahpahaman konsep. DKL hasil rekonstruksi ini diharapkan dapat menjadi panduan praktikum yang efektif bagi guru dan siswa.

RUJUKAN

- 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>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: a systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(2), 1–30. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- Borrull, A., & Valls, C. (2021). Inquiry Laboratory Activity: Investigating the Effects of Mobile Phone on Yeast Viability. *Journal of Turkish Science Education*, 18(2), 176–191. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.59>
- Capah, J., & Fuadiyah, S. (2021). Analisis Kualitas Lembar Kerja Praktikum pada Materi Sel Menggunakan Diagram Vee. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(2), 238–245. <https://doi.org/10.23887/jlls.v4i2.38271>
- Jeon, A. J., Kellogg, D., Khan, M. A., & Tucker-Kellogg, G. (2021). Developing critical thinking in STEM education through inquiry-based writing in the laboratory classroom. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(1), 140–150. <https://doi.org/10.1002/bmb.21414>
- Koirala, K. P. (2019). Effectiveness of Practical Work on Students' Achievement in Science at Secondary Level in Gorkha District Nepal. *Journal of Advances in Education Research*, 4(4), 139–147. <https://doi.org/10.22606/jaer.2019.44001>
- Lase, D. (2019). Pendidikan Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Sudermann*, 1(1), 28–43. <https://doi.org/10.53091/jtir.v1i1.17>
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *Univeristy of York*, 1–24.
- Millar, R., & Tiberghien, A. (2003). Varieties of labwork: a way of profiling labwork tasks. *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, 9–20. <https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0>
- Muzakki, N. A., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2021). Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) pada Materi Bioteknologi dengan Pendekatan Saintifik. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 4(2), 136–145. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2329>
- Novak & Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.
- Nurazizah, W. E., & Supriatno, B. (2023). Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium Materi Struktur Darah Melalui Model ANCOR. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(9), 6683–6688. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i9.2272>
- Prasetiwi, H., & Lbn, A. Y. D. (2015). Perbedaan Hasil Belajar Siswa Yang Menggunakan LKS Dan Yang Melaksanakan Praktikum Pada Sub Materi Pokok Sistem Ekskresi Manusia Kelas XI SMAN 2 Lubuk Pakam Tahun Ajaran 2014 / 2015. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 3(4), 98–108
- Supriatno, B. (2013). Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis ANCORB untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium. [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/3661/>
- Supriatno, B. (2018). Praktikum untuk Membangun Kompetensi. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 1–18.
- Wahidah, N. S., Supriatno, B., & Kusumastuti, M. N. (2018). Analisis Struktur dan Kemunculan Tingkat Kognitif pada Desain Kegiatan Laboratorium Materi Fotosintesis. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(2), 70–76. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i2.13050>