



Developing STEM-based LKPD to improve student's critical thinking abilities

Korinti Nalsalsalisa Br Milala¹, Fauziyah Harahap², Hasruddin³

^{1,2,3}Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

nalsalisakorinti27@gmail.com¹, fauziyahharahap@unimed.ac.id², hasruddin_lbsmdn@yahoo.com³

ABSTRACT

Students' critical thinking skills in science learning remain low due to suboptimal teaching approaches. This study aims to develop and assess the feasibility, practicality, and effectiveness of STEM-based student worksheets (LKPD) on the life cycle topic for fourth-grade students at SDN 064027 Karang Sari. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, which includes analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. Data collection methods included observations, interviews, and tests, while data analysis was conducted through expert validation, practicality tests, and effectiveness evaluations. The results showed that the STEM-based LKPD is feasible, practical for classroom implementation, and effective in enhancing students' critical thinking skills. The LKPD supports active learning and fosters 21st-century skills such as critical thinking, creativity, collaboration, and communication. The STEM approach provides meaningful learning experiences by integrating science, technology, engineering, and mathematics, enabling students to relate learning concepts to real-life contexts. This study recommends the STEM-based LKPD as an innovative alternative for science education, particularly for the life cycle topic, to enhance students' critical thinking skills and conceptual understanding.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 22 Aug 2024

Revised: 20 Nov 2024

Accepted: 22 Nov 2024

Available online: 28 Nov 2024

Publish: 29 Nov 2024

Keyword:

critical thinking; LKPD; STEM

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed open-access journal.

ABSTRAK

Kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA masih rendah akibat pendekatan pembelajaran yang belum optimal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji kelayakan, kepraktisan, serta keefektifan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM pada materi daur hidup untuk peserta didik kelas IV di SDN 064027 Karang Sari. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan tes, sedangkan analisis data dilakukan melalui validasi ahli, uji kepraktisan, dan uji keefektifan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM layak digunakan dalam pembelajaran, praktis diterapkan, dan efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. LKPD ini dirancang untuk mendukung pembelajaran aktif, berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Pendekatan STEM memberikan pengalaman belajar yang bermakna melalui integrasi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, sehingga peserta didik dapat mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan LKPD berbasis STEM sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran IPA, khususnya pada materi daur hidup, untuk membantu peserta didik meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konseptual.

Kata Kunci: Berpikir kritis; LKPD; STEM.

How to cite (APA 7)

Milala, K. N. B., Harahap, F., & Hasruddin, H. (2024). Developing STEM-based LKPD to improve student's critical thinking abilities. *Inovasi Kurikulum*, 21(4), 2243-2262.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.



Copyright

2024, Korinti Nalsalsalisa Br. Milala, Fauziyah Harahap, Hasruddin. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author:

nalsalisakorinti27@gmail.com

INTRODUCTION

Abad 21 menjadi suatu masa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat. Perkembangan dunia di era globalisasi pada zaman sekarang ini ditandai dengan adanya pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam berbagai aktivitas kehidupan. Perkembangan inilah juga akan berdampak seluruh aspek kehidupan di dunia khususnya dalam dunia pendidikan. Peserta didik membutuhkan keterampilan abad ke-21 yang disingkat sebagai 4C yaitu: *critical thinking*, *collaboration*, *creativity*, dan *communication* (Sanjayanti et al., 2020). Mempersiapkan pelajar di abad 21 ini sangat penting untuk mengintegrasikan antara keterampilan abad 21 dalam proses pembelajaran yang efektif (Trisnawati & Sari, 2019). Istilah pembelajaran mempunyai hakikat perencanaan atau perancangan (desain) sebagai upaya untuk membelajarkan peserta didik. Secara harfiah pembelajaran mempunyai arti metode yang terlibat dengan menambahkan informasi dan pemahaman melalui latihan belajar sadar yang akan berdampak positif pada perubahan diri seseorang, sehingga muncul keterampilan, kecakapan dan pengetahuan yang baru (Magrizos et al., 2021).

Proses pembelajaran dilakukan dengan aktif oleh guru dan peserta didik serta kreatif dalam mengembangkan aktivitas pembelajaran yang dapat membantu perubahan menjadi lebih baik dan memberikan pengalaman belajar penuh makna. Terjadi pengalaman belajar yang bermakna apabila peserta didik ikut serta secara aktif dalam aktivitas belajar (Marliani et al., 2021). Adanya pembelajaran yang aktif akan membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi dan keterampilan 4C yang dituntut abad 21. Pada keterampilan abad 21 salah satu aspek yang penting bagi peserta didik adalah berpikir kritis. Berpikir kritis merupakan suatu proses intelektual dalam melakukan penyusunan konsep, melaksanakan sintesis, serta menilai informasi atau data yang didapatkan dari hasil penelitian, pengalaman, refleksi atau pemikiran serta komunikasi sebagai dasar untuk melakukan suatu perbuatan (Dolapcioglu & Doğanay, 2022).

Keterampilan berpikir kritis dapat terbangun melalui pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif (Putri et al., 2020). Keterampilan berpikir kritis bisa diajarkan melalui pembelajaran di sekolah melalui pembelajaran IPA atau ilmu pengetahuan alam. Mata pelajaran IPA pada dasarnya merupakan ilmu yang menarik, ditunjang lagi dengan perkembangan ilmu dan teknologi yang semakin pesat saat ini, semakin menempatkan IPA menjadi salah satu pelajaran yang sangat penting (Adhiati et al., 2023). Keterampilan yang perlu dimiliki peserta didik dalam pembelajaran IPA adalah keterampilan pemecahan masalah, karena dalam keterampilan pemecahan masalah peserta didik diharapkan memiliki kemampuan untuk berpikir kritis, kreatif dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan secara alamiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengkomunikasikannya (Fithri et al., 2021). Keterampilan proses untuk menerapkan sains dalam kehidupan sehari-hari juga menjadi satu dari dua komponen utama dalam pembelajaran IPA dalam Kurikulum Merdeka.

Hasil observasi dan wawancara sebelum penelitian terhadap peserta didik dan guru pada proses pembelajaran di SDN 064027 Karang Sari, terlihat bahwa peserta didik mempunyai kemampuan berpikir kritis yang rendah, proses diskusi mengenai pemecahan masalah masih terlihat pasif, hasil observasi juga menunjukkan bahwa di SDN 064027 Karang Sari diperoleh hasil kemampuan berpikir kritis peserta didik kurang dari 70 sebesar 73%, memperoleh nilai 70 sebesar 19,23%, dan perolehan nilai di atas 70 hanya sebanyak 2 orang peserta didik dengan perolehan persentase 7,69%. Rendahnya kemampuan berpikir kritis disebabkan karena dalam proses pembelajaran hanya berfokus kepada materi saja dengan hafalan konsep, peserta didik tidak melakukan praktikum secara optimal, sehingga peserta didik tidak diberikan kesempatan untuk menganalisis suatu permasalahan, mengidentifikasi, menyimpulkan ataupun memunculkan ide-ide baru atau suatu tindakan terhadap suatu permasalahan. Hasil wawancara terhadap

guru di SD 064027 Karang Sari juga menunjukkan bahwa proses pembelajaran khususnya IPA di sekolah kurang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, hal ini dilihat dari selama proses pembelajaran, tidak ada menggunakan bahan ajar berupa LKDP yang digunakan hanya LKPD yang terdapat dibuku paket yang digunakan dari sekolah.

Penerapan STEM dengan kegiatan eksperimen atau proyek mampu meningkatkan hasil belajar kognitif, membentuk sikap dan keterampilan proses ilmiah sebab peserta didik dilatih dengan kegiatan 4C yaitu *creativity, critical thinking, collaboration dan communication*. Pembelajaran berbasis STEM melibatkan multidisiplin ilmu dan melibatkan banyak keterampilan yang berbeda-beda diantaranya membaca, menulis, matematis dan membangun konsep pengetahuan (Harahap *et al.*, 2023). Penerapan STEM dapat meningkatkan keterampilan dan kerja sama peserta didik dalam menyelesaikan masalah dan menghasilkan produk sebab peserta didik dibiasakan dengan langkah-langkah *engineering design process* yaitu *define the problem, research, imagine, plane, create, test and evaluated, redesign and communicat* (Owens & Hite, 2022). Dengan demikian LKPD yang berbasis STEM sangat cocok digunakan untuk mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik khususnya mata pelajaran IPA. Pendapat tersebut didukung oleh beberapa penelitian terdahulu yang menjadi pendukung dalam penelitian ini yaitu tentang penggunaan LKPD berbasis STEM secara efektif dapat meningkatkan KBK (kemampuan berpikir kritis) peserta didik. Penggunaan LKPD berbasis STEM mendapat tanggapan baik dari peserta didik dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran (Aristo & Tampubolon, 2019). Pembelajaran STEM terintegrasi efektif secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik (Agustina *et al.*, 2020).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di SDN 064027 Karang Sari tersebut perlu adanya pengembangan bahan ajar berupa LKPD yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik untuk menjabarkan hasil dari pemahaman mereka serta memecahkan masalah yang terjadi pada saat proses pembelajaran, serta menjadikan pembelajaran agar lebih bermakna. Oleh sebab itu tujuannya dilakukan penelitian ini untuk mengembangkan LKPD dan mengetahui bagaimana kelayakan, kepraktisan dan keefektifan LKPD tersebut pada peserta didik.

LITERATURE REVIEW

Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)

STEM merupakan model pengintegrasian lintas disiplin ilmu sehingga peserta didik bisa memahami lebih dalam arti penting dan pengaplikasian disiplin ilmu yang terintegrasi saat pembelajaran di kelas (Nuryadin, 2024) Pembelajaran yang diterapkan menjadi lebih bermakna untuk memahami konsep materi dan melakukan eksplorasi melalui proyek kegiatan untuk memecahkan masalah berdasarkan komponen STEM dan kompetensi literasi sains (Alifiyah *et al.*, 2020). Tujuan pembelajaran STEM adalah untuk mendorong peserta didik agar memiliki ilmu dan literasi teknologi yang dilihat dari membaca, menulis, mengamati, dan melakukan penelitian ilmiah (Retnowati & Subanti, 2020; Surahman, 2024).

STEM juga bermanfaat untuk mewujudkan peserta didik yang peduli dengan perkembangan teknologi, mampu memecahkan masalah, menemukan solusi, inovator, pemikir yang logis dan realistis, mandiri, penghubung antara budaya dan sejarah dengan pendidikan yang dipelajari, serta menjadi penghubung pendidikan STEM dengan dunia kerja di kehidupan sehari-hari nanti STEM dapat mengembangkan pola pemikiran peserta didik seperti dengan berpikir secara ilmiah dalam pemecahan masalah di kehidupannya (Mufidah, 2019). Pembelajaran dengan konteks teknologi dan rancang bangun seperti menggunakan STEM memiliki potensi yang besar untuk melatih literasi sains (Pratiwi & Rachmadiarti, 2022).

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pendekatan berbasis STEM mampu menciptakan sebuah pembelajaran yang padu, aktif, dan menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan kecerdasan, kreativitas, kemampuan desain, hasil belajar peserta didik dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Tujuan pendidikan STEM adalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang materi pembelajaran dengan menerapkan STEM, selain itu yang paling penting adalah agar peserta didik mampu menerapkan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah-masalah yang kompleks dengan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi; menyiapkan kebutuhan sumber daya manusia abad 21, serta mengembangkan kompetensi dibidang STEM (Septiani *et al.*, 2020). Bybee menguraikan definisi literasi STEM pada **Tabel 1** berikut (Septiani *et al.*, 2020).

Tabel 1. Definisi Literasi STEM

Subjek STEM	Literasi STEM
<i>Science</i>	Literasi Ilmiah: Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technology</i>	Literasi Teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, dan masyarakat.
<i>Engineering</i>	Literasi Desain: Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).
<i>Mathematics</i>	Literasi Matematika: Kemampuan menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya.

Sumber: Septiani *et al.*, (2020)

Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam memecahkan masalah. Kemampuan berpikir kritis penting untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran, di mana peserta didik dituntut untuk aktif dalam pembelajaran dan guru hanya sebagai fasilitator. Berpikir didefinisikan sebagai proses kognitif, suatu aktivasi mental untuk memperoleh pengetahuan (Rahma & Isralidin, 2022). Berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk mengenali dan menghindari bias, mengumpulkan dan mengevaluasi bukti, serta mengidentifikasi dan mengevaluasi argumen (Sitompul & Bunawan, 2021).

Berpikir kritis juga memungkinkan seseorang untuk mengatasi emosi dan prasangka dalam pemikiran mereka, sehingga menghasilkan pemikiran yang lebih obyektif dan rasional. Proses berpikir kritis kompleks dikenal sebagai proses berpikir tingkat tinggi. Proses berpikir dikategorikan dalam empat kelompok yang meliputi pemecahan masalah (*problem solving*), pengambilan keputusan (*decision making*), berpikir kritis (*critical thinking*) dan berpikir kreatif (*creative thinking*), kemampuan berpikir kritis yaitu keterampilan penting yang memungkinkan seseorang untuk secara aktif menganalisis, berputar, dan memahami secara mendalam informasi yang diperoleh (Rahma & Isralidin, 2022).

Berpikir kritis dapat didefinisikan sebagai pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya. Berpikir kritis pada dasarnya terdapat dua aspek besar yaitu aspek pembentukan watak (*disposition*) dan aspek kemampuan (*abilities*) (Simanjuntak *et al.*, 2019). Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui latihan dan kesadaran yang terus-menerus. Dengan memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik, individu dapat mengambil keputusan yang lebih

baik, menghadapi tantangan dengan pemikiran yang lebih kuat dan mencapai pemahaman yang lebih mendalam tentang dunia di sekitar mereka.

Berdasarkan pendapat tersebut maka dapat dinyatakan bahwa proses berpikir merupakan proses berpikir tingkat tinggi dengan pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kritis adalah keterampilan penting yang digunakan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memahami informasi secara mendalam. Sehingga memberikan manfaat dalam konteks akademik dan kehidupan sehari-hari, membantu individu memahami konsep dengan lebih baik, membuat keputusan yang baik, serta memecahkan masalah dengan solusi yang logis dan inovatif. Indikator kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan Berpikir Kritis	Sub Kemampuan Berpikir Kritis
<i>Elementary Clarification</i> (Memberikan Penjelasan Sederhana)	<ol style="list-style-type: none">1. Memfokuskan pertanyaan2. Menganalisis argumen3. Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan yang memberikan tantangan
<i>Basic Support</i> (Membangun Kemampuan Dasar)	<ol style="list-style-type: none">1. Mempertimbangkan kredibilitas (kriteria suatu sumber)2. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
<i>Inference</i> (Menyimpulkan)	<ol style="list-style-type: none">1. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi2. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi3. Membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan
<i>Advance Clarification</i> (Membuat Penjelasan Lebih Lanjut)	<ol style="list-style-type: none">1. Mengidentifikasi istilah, mempertimbangkan definisi2. Mengidentifikasi asumsi
<i>Strategis And Tactics</i> (Strategi Dan Taktik)	<ol style="list-style-type: none">1. Memutuskan sesuatu2. Berinteraksi dengan pihak lain

Sumber: [Syanas et al., 2019](#)

Lembar Kerja Peserta Didik

Lembar Kerja Peserta Didik adalah suatu media pembelajaran yang digunakan untuk menunjang keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran dapat membantu menumbuhkan minat peserta didik dalam mengikuti pembelajaran, serta membuat kegiatan pembelajaran dikelas lebih terarah dan efektif. LKPD merupakan suatu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mendukung proses belajar peserta didik baik secara individu maupun kelompok dapat membangun sendiri pengetahuan mereka dengan berbagai sumber belajar yang ada ([Nua et al., 2019](#)). Guru hanya berperan sebagai fasilitator dan menyiapkan LKPD yang sesuai dengan kurikulum. LKPD merupakan suatu bahan ajar yang berupa lembaran berisi tugas yang dikerjakan oleh peserta didik, berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas berupa teori maupun praktik yang telah disesuaikan dengan kompetensi dasar yang harus dicapai ([Yani & Mulia, 2023](#)).

LKPD merupakan suatu petunjuk kerja yang berisi langkah-langkah untuk peserta didik melakukan pengamatan atau eksperimen dengan tujuan melakukan tugas terkait dengan materi yang sedang dipelajari ([Puspita et al., 2021](#)). LKPD dapat dikembangkan oleh guru dengan adanya kreativitas seorang guru sehingga peserta didik diajak untuk aktif dalam proses pembelajaran ([Omanda et al., 2023](#)). Dalam hal ini LKPD berbasis proyek sangat diperlukan sehingga menimbulkan keaktifan peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut peneliti dapat menyimpulkan bahwa LKPD ialah lembaran aktivitas berisi langkah-langkah dan petunjuk yang meminta peserta didik untuk melakukan suatu pemecahan masalah dari tugas yang sudah berikan. LKPD dipergunakan pada proses pembelajaran agar mempermudah

peserta didik untuk memahami materi ajar serta meningkatkan aktivitas serta keterampilan peserta didik dengan pengerjaan tugas tersebut.

Manfaat yang didapat dari penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran cukup banyak. penggunaan LKPD dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik agar secara aktif terlibat dengan materi yang sedang dibahas. Penggunaan LKPD dan proses pembelajaran yang belum menumbuhkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah mengakibatkan peserta didik tidak berperan aktif dalam pembelajaran (Hanim *et al.*, 2019). Hal tersebut mengakibatkan tidak membangkitkan motivasi peserta didik, dengan motivasi yang rendah muncul tidak keseriusan peserta didik dalam mengikuti pelajaran. Manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan LKPD dalam kegiatan pembelajaran, yaitu: 1) Dapat memberi kemudahan untuk guru pada saat mengelola proses pembelajaran yang sebelumnya *teacher oriented* berubah jadi *student oriented*; 2) Dapat memudahkan guru dalam membimbing dan memberi arahan peserta didik dalam mendapatkan konsep pada saat melakukan kegiatan secara individu ataupun berkelompok; 3) Dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan proses dan membangkitkan minat peserta didik terhadap sekitarnya; dan 4) Dapat membantu guru dalam mengamati kemajuan peserta didik guna mencapai suatu tujuan belajar (Hasanah, 2021).

Materi Pembelajaran IPA Daur Hidup

Setiap makhluk hidup pasti mengalami siklus hidup. Siklus hidup adalah seluruh tahap perubahan yang dialami makhluk hidup selama masa hidupnya. Setiap hewan memiliki tahapan siklus hidup yang berbeda-beda. Tahap perubahan bentuk yang sangat berbeda yang dialami hewan sejak menetas sampai dewasa disebut metamorfosis. Berdasarkan perubahan bentuk tubuhnya, siklus hidup hewan dibedakan menjadi dua, yaitu: Siklus hidup tanpa metamorfosis dan siklus hidup dengan metamorfosis (Alibardi, 2024). Ada dua macam metamorfosis, yaitu: Metamorfosis tidak sempurna (tidak lengkap) dan metamorfosis sempurna.

Metamorfosis tidak sempurna (tidak lengkap), adalah proses perubahan bentuk hewan yang saat lahir tidak berbeda bentuknya dengan saat hewan tersebut dewasa. Hewan yang mengalami metamorfosis tidak sempurna bentuk hewan muda mirip dengan induknya, tetapi ada bagian tubuh yang belum terbentuk, misalnya sayap. Metamorfosis tidak sempurna terjadi pada serangga seperti kecoa, capung, jangkrik, belalang, semut, dan capung. Hewan-hewan yang mengalami metamorfosis tidak sempurna tidak mengalami tahap larva dan pupa (kepompong). Tahap metamorfosis tidak sempurna yaitu: Telur → Nimfa → Dewasa (Santos-Ortega & Killiny, 2020). Menurut Amalia *et al.* Dalam bukunya berjudul “*Buku Peserta didik IPAS SD Kelas IV*” Metamorfosis sempurna adalah proses perubahan bentuk tubuh hewan dari kecil hingga dewasa. Hewan serangga yang mengalami metamorfosis sempurna mengalami empat tahap dalam siklus hidupnya yaitu tahap: telur → larva → pupa (kepompong) → dewasa (imago). Contohnya; kupu-kupu, nyamuk, lalat, katak, dan semut.

METHODS

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau R&D. Metode ini bertujuan menghasilkan sebuah produk dan produk tersebut diuji keefektifannya. Model penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah ADDIE. Model ADDIE menurut Sugiyono dalam “*Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*” terdiri atas lima tahapan meliputi 1) *Analysis*, 2) *Design*, 3) *Development*, 4) *Implementation*, dan 5) *Evaluation*. Waktu penelitian ini dilakukan pada semester genap yaitu bulan Mei hingga Juli 2024. Populasi penelitian ini merupakan peserta didik kelas IV SD 064027 Karang Sari. Adapun pengambilan sampel menggunakan teknik purposif sampel. Sampel yang diperoleh adalah kelas IV A dengan jumlah 24 peserta didik. Pertimbangan pengambilan sampel adalah analisis nilai PTS

semester 1 dan rekomendasi dari guru berdasarkan keaktifan peserta didik. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan 3 macam yaitu wawancara, kuesioner/angket dan tes uraian. Teknik wawancara dilakukan secara terbuka, di mana peneliti mendapatkan informasi awal berupa permasalahan yang ada pada objek. Angket berisi beberapa pertanyaan yang kemudian diserahkan responden dengan tujuan memperoleh informasi jawaban terkait permasalahan. Angket penelitian ini terdiri dari angket validasi ahli, angket respons peserta didik dan *pretest-posttest*. Instrumen angket validitas diisi oleh 9 validator yaitu 3 guru dan 6 dosen yang terdiri dari 2 dosen validasi ahli materi, 2 dosen validasi bahasa dan 2 dosen validasi ahli desain pembelajaran. Angket kepraktisan ditinjau dari hasil respons peserta didik dan guru terhadap LKPD yang dikembangkan. Angket kepraktisan dihitung menggunakan skor persentase yang didapatkan dari tanggapan peserta didik dan guru. Tes uraian bertujuan melihat tingkat keefektifan produk yang dikembangkan. Pelaksanaan uji efektivitas dilakukan penelitian *one grup pretest-posttest*. Kelas eksperimen adalah kelas IV A sebanyak 24 peserta didik. Perolehan data wawancara dan observasi digunakan dalam membuat pendahuluan dan latar belakang penelitian. Tahap analisis terdiri atas 1) uji normalitas, menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan berbantuan SPSS 26.0; 2) uji homogenitas, menggunakan uji Levene test dengan berbantuan SPSS 25.0; 3) uji One Sample T Test menggunakan aplikasi SPSS 26.0; 4) uji N-gain menggunakan formula Hake dengan berbantuan Microsoft Excel.

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil

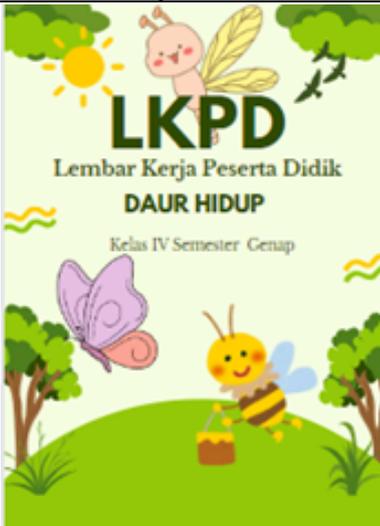
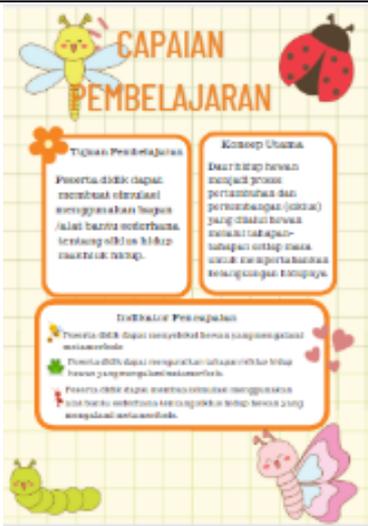
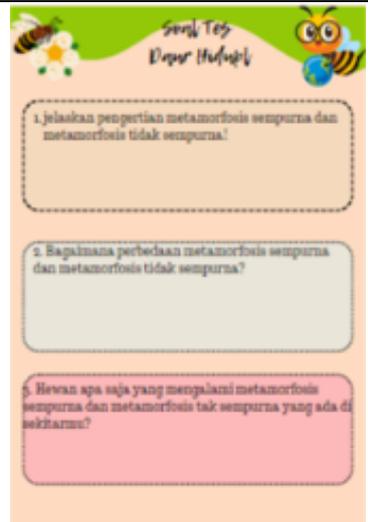
Hasil dari pengembangan ini adalah LKPD berbasis STEM pada materi daur hidup dengan menggunakan model ADDIE. Tahap Pertama Penelitian ini diawali dengan melakukan analisis kebutuhan di sekolah pada pelajaran IPA yang melibatkan guru kelas IV dan peserta didik kelas IV SDN 064027 Karang Sari. Hasil yang ditemukan bahwa kurikulum merdeka, buku yang digunakan dalam proses pembelajaran juga buku yang IPAS kelas IV terbitan Kemendikbud, namun penggunaan LKPD belum berbasis berpikir kritis, hanya menggunakan LKPD yang sesuai dengan buku teks pembelajaran IPA di sekolah dasar. Sehingga kurang membuat peserta didik untuk berpikir kritis, sehingga sulit untuk peserta didik untuk mencapai hasil belajar yang optimal. Meskipun demikian, sebagai agen perubahan, guru harus mampu mengarahkan diri mereka dan peserta didik untuk berpikir kritis (Hasruddin, 2022; Hasruddin *et al.*, 2024).

Hasil angket analisis kebutuhan, 92% guru Kelas IV SDN 064027 Karang Sari merasa tertarik untuk menggunakan LKPD berbasis STEM dalam pembelajaran. Selain itu, guru kelas IV jarang membuat LKPD yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dan hanya menggunakan LKPD yang tertera di buku paket peserta didik selama proses pembelajaran juga hanya memanfaatkan buku sekolah. Sebagian besar guru tidak menggunakan LKPD untuk mendukung pembelajaran dan menerapkannya di kelas (Novitasari *et al.*, 2022). Temuan dari analisis kebutuhan juga menunjukkan bahwa 82% guru membutuhkan sumber belajar tambahan selain buku paket.

Berdasarkan angket analisis kebutuhan peserta didik yang telah dilakukan oleh 24 responden, dapat diketahui bahwa 59% peserta didik menganggap materi daur hidup sulit dipahami, 60% peserta didik merasa sulit memahami materi daur hidup melalui LKPD yang selama ini digunakan oleh peserta didik, dan 89% peserta didik membutuhkan penunjang bahan ajar IPA khususnya materi daur hidup yang dikemas lebih baik dan lebih sederhana sehingga lebih mudah dipahami dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik daripada buku paket atau LKPD yang selama ini digunakan oleh peserta didik. Para peserta didik juga merasa bosan jika pembelajaran hanya dilakukan dengan metode konvensional, sehingga mereka membutuhkan inovasi proses pembelajaran yaitu dengan menerapkan pendekatan STEM yang dapat membuat para peserta didik lebih bersemangat saat melakukan pembelajaran. Salah satu materi IPA di kelas IV yaitu tentang daur hidup.

Tahap kedua adalah desain LKPD Berbasis STEM, yang meliputi persiapan desain LKPD, materi daur hidup, materi pendukung, kegiatan pembelajaran, soal evaluasi. Materi yang akan di sajikan dalam LKPD berbasis STEM memuat tentang daur hidup hewan metamorfosis sempurna dan hewan metamorfosis tidak sempurna. LKPD berbasis STEM ini juga di dukung soal evaluasi yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Di dalam LKPD berbasis STEM juga memuat visual gambar yang menarik, menggunakan teknologi terkini dan proyek belajar yang aktif. LKPD berbasis STEM, menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, rekayasa dan matematika, dengan demikian STEM dapat menciptakan aktivitas berpikir peserta didik sehingga memunculkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang ditandai dengan kemampuan dalam melakukan penyelidikan mengevaluasi, memecahkan masalah dan mengambil keputusan (Davidi *et al.*, 2021). Berikut **Tabel 3** Desain pengembangan LKPD berbasis STEM.

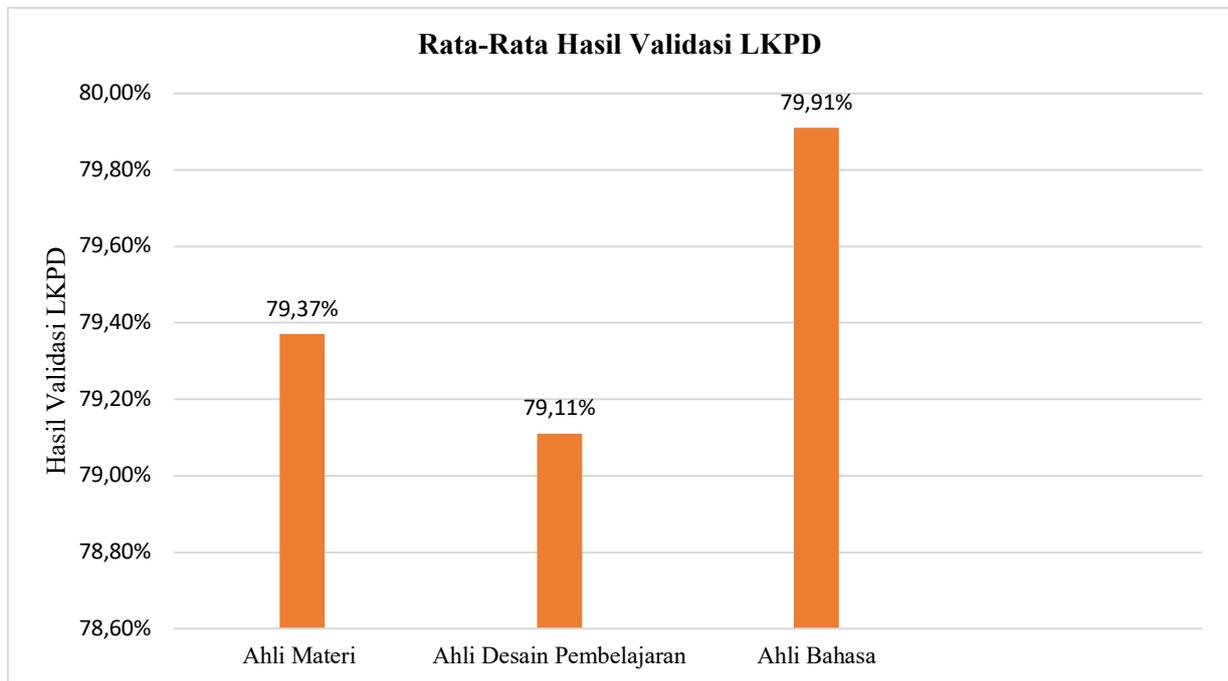
Tabel 3. Desain pengembangan LKPD berbasis STEM

Sampul LKPD	Capaian, Tujuan Pembelajaran	Materi
		
Materi Pendukung	Kegiatan Peserta Didik	Tes Soal
		

Sumber: Penelitian 2024

Tahap ketiga adalah pengembangan, yaitu produk yang telah dikembangkan oleh peneliti selanjutnya dikonsultasikan atau divalidasi dengan ahlinya. Ahli yang dipilih merupakan orang yang ahli dalam bidang tersebut. Berdasarkan hal tersebut terdapat tiga ahli yaitu ahli media, ahli bahasa dan ahli materi. Hasil validasi yang diperoleh berupa data kuantitatif yaitu dari lembar kuesioner skala likert dan data kualitatif berupa kritik dan saran dalam kuesioner oleh validator. Berdasarkan hasil validasi ahli media ahli desain

pembelajaran dan ahli bahasa, LKPD berbasis STEM materi daur hidup hewan mendapat kategori “layak” untuk diterapkan dalam proses pembelajaran. Penelitian sejenis menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis STEM dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran matematika dan dapat meningkatkan hasil belajar (Febriyanti *et al.*, 2020). LKPD berbasis STEM layak digunakan sehingga dapat diimplementasikan ke sekolah, produk pengembangan berupa LKPD berbasis STEM ini mendapatkan kategori sangat valid dikarenakan penyusunan LKPD ini memenuhi syarat yaitu diklatik, konstruksi, dan teknis (Aprilianti *et al.*, 2020). Berikut ini adalah hasil rata-rata validasi produk LKPD berbasis STEM yang telah di validasi oleh dosen yaitu validasi ahli materi, validasi ahli desain pembelajaran dan validasi ahli bahasa, pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Rekapitulasi Hasil Validasi LKPD
Sumber: Penelitian 2024

Berdasarkan dari hasil **Gambar 1** dapat dilihat bahwa hasil validasi ahli materi berada pada rentan 79,37 dengan kategori layak, hasil validasi dari ahli desain pembelajaran terhadap LKPD berbasis STEM didapat 79,11% dengan kategori layak dan hasil validasi ahli bahasa terhadap LKPD berbasis STEM diperoleh 79,91 dengan kategori layak. Dengan hasil yang uji kelayakan yang diperoleh dari para ahli, dapat di nyatakan bahwa LKPD berbasis STEM layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Tahap keempat adalah implementasi, pada tahap ini diimplementasikan rancangan dan LKPD yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata yaitu di kelas. LKPD berbasis STEM akan diimplementasikan di SDN 064027 Karang Sari yang akan disebarakan kepada 24 peserta didik. Pada tahap implementasi ini akan dilihat bagaimana kepraktisan dan keefektifan LKPD berbasis STEM dengan materi daur hidup dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pada tahap analisis kepraktisan, peneliti akan melakukan tiga tahap ujian lapangan yaitu uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil dan uji kelompok besar, selain uji coba kepada para peserta didik, dilakukan juga penilaian tambahan dari guru kelas IV. Hasil analisis untuk melihat kepraktisan LKPD berbasis STEM dengan materi daur hidup mendapat kategori sangat praktis. Hasil uji kepraktisan dapat dilihat dari **Tabel 4** uji perorangan, uji kelompok kecil, uji kelompok besar dan hasil penilaian LKPD berbasis STEM dari guru.

Tabel 4. Hasil Uji Kepraktisan

No	Uji Kepraktisan	Hasil Rata-Rata	Kategori
1	Uji perorangan	90,37%	Sangat praktis
2	Uji kelompok kecil	95,11%	Sangat praktis
3	Uji kelompok besar	91,39%	Sangat praktis
4	Penilaian dari guru	87,37%	Sangat praktis

Sumber: Penelitian 2024

Berdasarkan hasil dari **Tabel 4** di atas dinyatakan bahwa uji perorangan, uji kelompok kecil, uji kelompok besar dan penilaian dari guru mendapat hasil kategori “sangat praktis” dengan demikian dinyatakan bahwa LKPD berbasis STEM dengan materi daur hidup dinyatakan praktis digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis di sekolah dasar.

Tahap implementasi juga untuk melihat keefektifan penggunaan LKPD berbasis STEM, untuk melihat keefektifan dilakukan uji coba kepada kelompok perorangan, uji kelompok kecil, uji kelompok besar, uji normalitas, uji homogenitas, uji one sample t test dan uji n gain. Uji keefektifan ini menggunakan soal *pretest* dan *posttest* materi daur hidup yang di sebarakan kepada peserta didik kelas IV sekolah dasar SDN 064027 karang sari. Soal *pretest* dan *posttest* yang diberikan telah melewati uji validitas yaitu 10 dari 15 soal dinyatakan valid, dengan r tabel 0,4227. Setelah soal valid dilakukan uji reliabilitas tes berbantuan Software IMB SPSS Statistic 26 dan diperoleh alpha cronbach 0,715 yang berkategori tinggi, pada tahap uji tingkat kesukaran diperoleh 3 soal berkategori sukar, 6 soal berkategori sedang dan 1 soal berkategori mudah, pada tahap uji daya beda diperoleh 6 soal berkategori cukup dan 4 soal berkategori sangat baik dengan 0 demikian soal layak digunakan kepada peserta didik. Hasil analisis uji kelompok perorangan yang terdiri dari 3 orang dengan tingkat kognitif tinggi satu orang, tingkat kognitif sedang satu orang dan tinggakt kognitif yang rendah satu orang, setelah itu dilakukan uji kelompok kecil yang terdiri dari 9 orang yaitu 3 orang kelompok kognitif tinggi, tingkat kognitif sedang tiga orang dan tingkat kognitif yang rendah tiga orang, uji kelompok besar dilakukan kepada 24 peserta didik kelas IV SDN 064027 Karang Sari.

Uji perorangan, Uji kelompok kecil, uji coba kelompok besar bertujuan agar mengetahui respons peserta didik terhadap produk yang dikembangkan. Kelompok kecil ini terdiri dari para peserta didik yang memiliki pengetahuan berbeda-beda, hal ini bertujuan agar penilaian untuk produk dapat merata bagi para peserta didik yang berada diperingkat atas, menengah, atau akhir. Dari hasil uji coba diketahui bahwa respons peserta didik terhadap produk dalam uji coba kelompok kecil tersebut memperoleh kategori sangat tinggi, hal tersebut berarti produk media tersebut layak digunakan dalam pembelajaran. Uji perorangan, Uji kelompok kecil, uji coba kelompok besar menggambarkan bahwa buku ajar membaca dan menulis permulaan (MMP) sangat menarik digunakan dalam pembelajaran pada uji ke tiga kelompok (Sutrisno *et al.*, 2021). Berikut Tabel 5 Untuk melihat hasil dari uji keefektifan uji perorangan, uji kelompok kecil, uji kelompok besar.

Tabel 5 Hasil Uji Keefektifan Uji Perorangan, Uji Kelompok Kecil, Uji Kelompok Besar

No	Uji Keefektifan	Pretest		Posttest	
		Rata-Rata	Kategori	Rata-Rata	Kategori
1	Uji perorangan	56,33%	Rendah	71,00%	Tinggi
2	Uji kelompok kecil	62,00%	Rendah	77,11%	Tinggi
3	Uji kelompok besar	61,00%	rendah	91,75%	Tinggi

Sumber: Penelitian 2024

Berdasarkan hasil **Tabel 5** diperoleh bahwa hasil pada uji per-individu kemampuan berpikir kritis sebelum menggunakan LKPD berbasis STEM yang dianalisis melalui tahap *pretest* dengan nilai rata-rata 56,33 % dengan kriteria “Rendah” artinya nilai yang dicapai peserta didik perlu ditingkatkan lagi, sedangkan hasil kemampuan berpikir kritis setelah menggunakan LKPD berbasis STEM yang dianalisis melalui tahap *pretest* dengan nilai rata-rata 71,00% kriteria “Sedang”. Dapat dikaitkan bahwa penggunaan LKPD berbasis STEM terjadi peningkatan yang signifikan. Pada tahap uji kelompok kecil diperoleh nilai *pretest* 62,00% dengan kategori rendah yang perlu peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, sementara pada uji *posttest* pada kelompok kecil diperoleh hasil rata-rata *pretest* 77,11% dengan berkategori sedang, sehingga dapat dilihat bahwa kemampuan berpikir kritis mengalami kemampuan berpikir kritis setelah menggunakan LKPD berbasis STEM pada peserta didik. Hasil analisis uji kelompok besar menyatakan bahwa hasil *pretest* peserta didik 61,00% dengan kategori rendah dan rata-rata nilai *pretest* 91,75% berkategori tinggi, dengan demikian LKPD berbasis STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik

Perbedaan hasil data *pretest* dan *posttest* pada uji perorangan adalah sebesar 12,667, uji kelompok kecil 15,875 dan uji kelompok besar adalah 8,50. Selisih hasil *posttest* normal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah 7,816, menyatakan bahwa adanya peningkatan pada kemampuan berkolaborasi peserta didik kelas eksperimen (Adhiati et al., 2023). LKPD STEM mampu meningkatkan motivasi belajar melalui uji hubungan antara motivasi, pedagogi, dan identitas gender peserta didik, hal ini dilihat dari peningkatan hasil *pretest* dan *posttest* pada setiap uji perorangan, uji coba kelompok kecil, dan kelompok besar (Stolk et al., 2020).

Tahap selanjutnya untuk melihat keefektifan LKPD berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik adalah uji normalitas. Uji normalitas dilakukan dengan uji lilliefors. Shapiro-Wilk digunakan untuk menghitung normal atau tidak hasil data perolehan *pretest* dan *posttest* peserta didik dengan taraf signifikansi 5%. Dalam pengujian ini normalitas dengan uji lilliefors data tersebut berdistribusi normal atau tidak normal maka jika diperoleh $L_0 < L_t$ atau jika nilai $sig. > 0,05$ maka data berdistribusi normal. Sebaliknya uji nilai $sig. < 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal. Hasil perhitungan uji normalitas dengan formula lilliefors dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

Uji Normalitas						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
Pretest	.174	24	.060	.939	24	.155
Postes	.117	24	.200*	.928	24	.090
a. Lilliefors koreksi Signifikansi						
*. Ini adalah batas dari makna sebenarnya.						

Sumber: Penelitian 2024

Diperoleh nilai signifikan uji lilliefors pada data *pretest* sebesar 0,155 maka nilai signifikansinya $0,155 > 0,05$. Dengan demikian dapat dinyatakan data *pretest* peserta didik terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik berdistribusi normal. Dan pada data *posttest* sebesar 0,090 maka nilai signifikansinya $0,090 > 0,05$. Dengan demikian, data *posttest* peserta didik terhadap kemampuan berpikir kritis berdistribusi normal. Kevalidan data normalitas juga didukung oleh penelitian terdahulu hasil perolehan data *pretest* dan *posttest* kelas kontrol maupun kelas eksperimen terhadap uji normalitas diperoleh 0,05 sehingga data berdistribusi normal dan akurat dilanjutkan ke tahap uji prasyarat selanjutnya (Prika, 2022). Kedua kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki $L_0 < L_t$ yaitu berarti hasil analisis angket efikasi diri peserta didik kedua kelas sampel berdistribusi normal (Kurniawati & Dayu, 2022). Dengan demikian, data tersebut dapat dilanjutkan ke uji statistik selanjutnya yaitu satu sampel pada *posttest*.

Setelah uji normalitas dilakukan uji hipotesis dengan melakukan uji one sample t test, Uji one sample t test (uji-t satu sampel) merupakan prosedur pengujian untuk sampel tunggal dengan rata rata sautu variabel dibandingkan dengan suatu nilai konstanta tertentu. Dengan kata lain, dalam uji-t satu sampel ini data rata-rata nilai *postet* peserta didik dibandingkan dengan KKM (70). Berikut adalah **Tabel 7** hasil perhitungan uji-t satu sampel dengan SPSS versi 26.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji One Sample Test

One-Sample Test										
KKM=70										
	N	Rata-Rata	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Differenced	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Postes KBK	24	90.29	6.321	1.290	15.727	23	.005	20.292	17.62	22.96

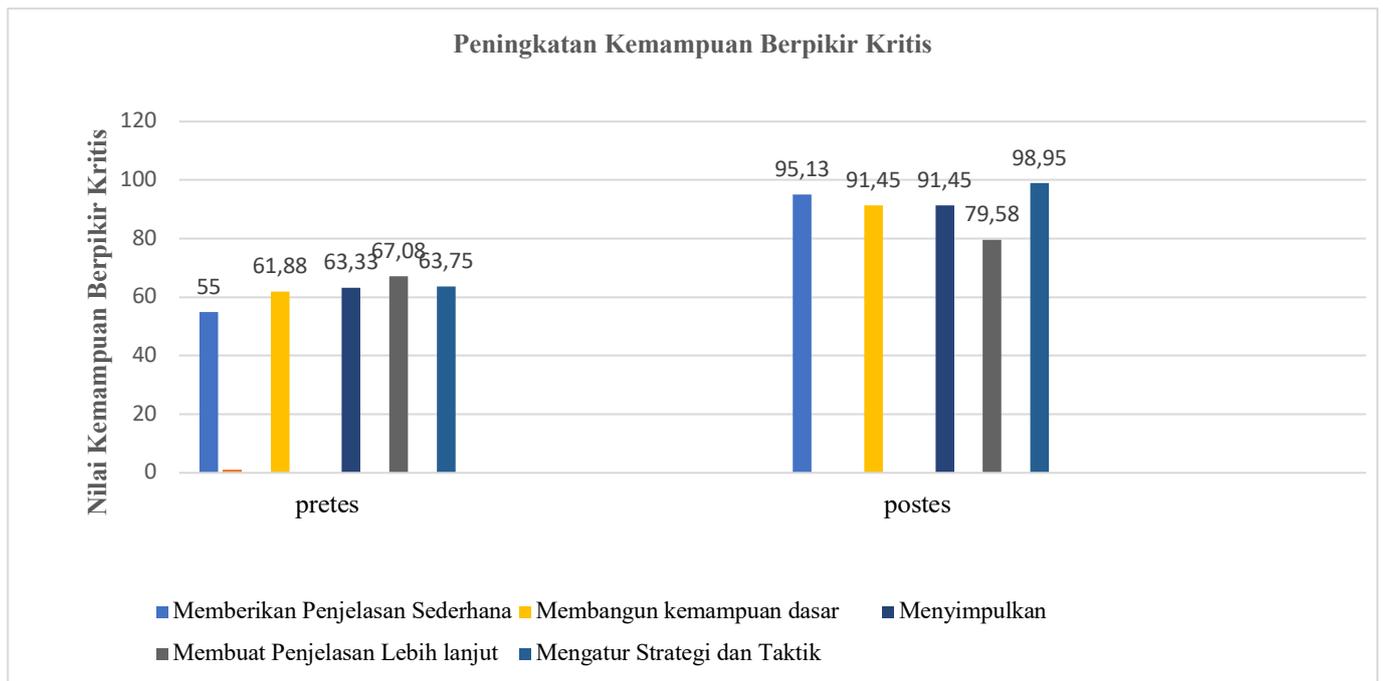
Sumber: Penelitian 2024

Berdasarkan perhitungan dari SPSS versi 26, dihasilkan bahwa rata-rata (*mean*) dari postes sebesar 90,29 denngan t_{hitung} sebesar 15,727 denngan n sebanyak 24 peserta didik. Pengambilan keputusan hipotesis adalah H_0 diterima ketika $t_{hitung} < t_{tabel}$. Sebaliknya, H_0 ditolak ketika $t_{hitung} > t_{tabel}$. Nilai t_{tabel} diambil dari tabel t. T tabel diperoleh dengan perhitungan $dk = n - 1$ ($n =$ jumlah responden) maka, $dk = n - 1 = 24$, maka $t_{tabel} = 1,713$. Dengan demikian hasil perhitungan uji-t satu sampel menunjukkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $15,727 > 1,713$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Ini berarti nilai kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi daur hidup lebih besar yang dihipotesiskan sebesar 70 setelah pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM pada kelas IV SDN 064027 Karang Sari.

Uji n-gain bertujuan untuk menganalisis kemampaun berpikir kritis peserta didik melalui peningkatan kognitif peserta didik setelah diberikan perlakuakn pembelajaran menggunakan LKPD IPA berbasis STEM pada materi daur hidup. Data nilai pretes dan postes dianalisis secara deskripstsif kuantitatif dengan perhitungan n-gain score $<g>$ terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

$$\begin{aligned}
 \text{N-Gain} &= \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{100 - \text{skor pretest}} \\
 &= \frac{91,75 - 61,00}{100 - 61,00} \\
 &= \frac{30,75}{39,00} \\
 \text{N-Gain} &= 0,7
 \end{aligned}$$

Sesuai uji gain tampak hasil peserta kelas IV SD Negeri 064027 Karang Sari mendapatkan nilai 0,79 terkategori "Tinggi" dan disimpulkan bahwa LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Peningkatan kemampuan berpikir kritis juga terlihat pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui kelima indikator berpikir kritis yang dilihat dari hasil *pretest* dan *postest* peserta didik. Berikut pada **Gambar 2** rata-rata peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang dilihat melalui indikatornya.



Gambar 2 Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik
Sumber: Penelitian 2024

Berdasarkan **Gambar 2** diketahui bahwa kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan di setiap indikatornya. Pada indikator *Elementary Clarification* (Memberikan Penjelasan Sederhana) di *pretest* mendapat rata-rata 55 sementara pada *posttest* mengalami peningkatan dengan mendapat rata-rata nilai 95,13. Indikator *Basic Support* (Membangun Kemampuan Dasar) di *pretest* mendapat rata-rata 61,88 sementara pada *posttest* mengalami peningkatan dengan mendapat rata-rata nilai 91,45. Indikator *Inference* (Menyimpulkan) di *pretes* mendapat rata-rata 63,33 sementara pada *posttest* mengalami peningkatan dengan mendapat rata-rata nilai 91,45. Indikator *Advance Clarification* (Membuat Penjelasan Lebih Lanjut) dipretes mendapar rata-rata 67,08 sementara pada *posttest* mengalami peningkatan dengan mendapat rata-rata nilai 79,58. Indikator *Strategis And Tactics* (Strategi dan Taktik) di *pretest* mendapat rata-rata 63,75 sementara pada *posttest* mengalami peningkatan dengan mendapat rata-rata nilai 98,95. Dengan demikian dapat dipastikan di setiap indikator kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan, sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dikatakan meningkat.

Tahap evaluasi merupakan tahapan akhir dari penelitian ini. Hasil evaluasi ini dijadikan sebagai evaluasi akhir mengenai hasil analisis produk yang dikembangkan serta menjadi patokan keberhasilan peneliti menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini. Dengan demikian, berdasarkan kelima tahapan penelitian model pengembangan ADDIE yang meliputi *analyze*, *design*, *development*, *implementention*, dan *evaluation* yang telah dilakukan bahwa produk yang dikembangkan yaitu LKPD berbasis STEM untuk peserta didik kelas IV SD Negari 064027 Karang Sari telah memenuhi unsur kelayakan, kepraktisan dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan LKPD berbasis STEM. Tahap evaluasi pada tahap pengembangan mengacu pada hasil penilaian ahli, guru, dan respons dari ahli serta guru berupa masukan, saran, komentar, atau tanggapan (Purwanti et al., 2021). Hasil penilaian dianalisis dan langsung direvisi sesuai dengan masukan, saran, komentar, atau tanggapan ahli dan guru sampai dinyatakan produk layak untuk digunakan. Fungsi dari revisi produk merupakan untuk memenuhi standar atas penilaian para ahli terkait LKPD yang dikembangkan, sehingga ketika dilaksanakan uji coba selanjutnya akan mendapatkan hasil yang praktis dalam penggunaannya (Destiara et al., 2021; Winarsih & Nisa, 2024).

Discussion

Hasil analisis data menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis. Keberhasilan penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa aspek, yaitu kelayakan LKPD berbasis STEM, kepraktisan LKPD berbasis STEM dan Keefektifan LKPD berbasis STEM. Kelayakan dari LKPD berbasis STEM, dari data validasi ahli materi, Ahli desain dan ahli bahasa, untuk memperoleh kelayakan. Dengan skala pada Tabel 2. menjelaskan persentase validasi rata-rata setiap komponen dihitung dengan menggunakan perhitungan yang diuraikan. Berdasarkan hasil penilaian para ahli yang mengkaji produk LKPD berbasis STEM. LKPD memiliki kelebihan dalam membantu mempercepat pemahaman dan penguasaan materi oleh peserta didik terhadap materi ajar dikarenakan lewat LKPD ini peserta didik memiliki ketertarikan dan motivasi belajar yang tinggi.

LKS yang telah dibuat dan divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli praktikum menyatakan produk layak digunakan sebagai sumber media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran dan pembelajaran peserta didik dan guru (Mahyuni *et al.*, 2022). Penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan rata-rata penilaian ahli validasi produk LKS adalah layak. LKS berbasis STEM valid digunakan sebagai bahan pembelajaran (Nafikah *et al.*, 2024). Hal ini terlihat dari hasil validasi ahli materi dan validasi ahli media terhadap LKS Berbasis STEM dengan keduanya memperoleh kriteria valid sehingga layak digunakan sebagai bahan pendukung dalam pembelajaran. Penggunaan LKPD berbasis STEM telah diimplementasikan pada penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM yang menarik dan praktis serta mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Munawaroh & Supriadi, 2023).

Pada uji validasi LKPD Berbasis STEM mendapatkan nilai persentase sebesar dengan kategori sangat valid, keterampilan berpikir kritis peserta didik memperoleh nilai rata-rata dengan kategori sedang, respons peserta didik terhadap penggunaan LKPD Berbasis STEM sangat baik. Penerapan LKPD berbasis STEM menjadi urgensi yang diterapkan di sekolah dasar. Hal tersebut didukung dengan penelitian terdahulu terkait penerapan LKPD berbasis STEM dapat membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah sehingga peserta didik belajar secara langsung mengembangkan keterampilan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka, sehingga mempengaruhi prestasi belajar peserta didik dan dapat memotivasi peserta didik dalam belajar (Fithri *et al.*, 2021). Hasil penelitian LKPD berbasis STEM yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa produk LKPD berbasis STEM sangat layak untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran IPA di sekolah dasar (Annisa *et al.*, 2023). Gambaran LKPD yang dikembangkan telah dibahas dalam bab IV secara detail. Pada dasarnya, LKPD tersebut disusun dengan memperhatikan karakteristik peserta didik, di mana menurut teori Piaget peserta didik kelas IV SD telah memasuki tahap operasional konkret sehingga sudah mampu berpikir secara logis dan sistematis.

Kepraktisan LKPD berbasis STEM dapat dibuktikan dari respons peserta didik terhadap penggunaan LKPD berbasis STEM dalam proses pembelajaran. Kepraktisan dalam hal ini mengacu pada sejauh mana peserta didik menganggap intervensi menarik dan dapat digunakan dalam kondisi normal. Oleh karena itu, diperoleh hasil respons kelompok per individu, uji kelompok kecil, hasil uji coba kelompok besar dan respons guru diketahui bahwa kepraktisan LKPD berbasis STEM juga memperoleh hasil yang positif pada kategori "sangat praktis" sehingga LKPD memenuhi kriteria dan standar dalam pembelajaran, serta layak publikasikan dan digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran IPA khususnya materi daur hidup. LKPD berbasis STEM telah memenuhi kriteria praktis jika ditinjau dari aspek kepraktisan dengan persentase keterlaksanaan pembelajaran dengan berkategori sangat baik dan rata-rata penilaian berkategori baik, serta persentase respons peserta didik terhadap LKPD dengan berkategori baik (Arisha & Surya, 2024). Hasil perolehan angket kepraktisan dapat membuktikan bahwa LKPD berbasis STEM materi daur hidup untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran.

Hasil analisis keefektifan berdasarkan pengolahan data dapat dinyatakan bahwa LKPD berbasis STEM mampu meningkatkan berpikir kritis peserta didik secara efektif. Hasil keefektifan LKPD berbasis STEM yang dikembangkan membuat peserta didik senang dalam belajar sesuai dengan teori konstruktivisme Vygotsky tindakan seorang peserta didik akan secara spontan akan terus berulang sehingga peserta didik siap untuk berpikir kritis, hal itu menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM dikembangkan membuat peserta didik senang pada saat belajar dikarenakan dapat membuat peserta didik semakin tanggap dan aktif sehingga LKPD yang dikembangkan dinyatakan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sejalan dengan penelitian terdahulu yang mengungkapkan rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol kelas (Gandi *et al.*, 2021). Hal tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek STEM terintegrasi berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sejalan dengan hasil penelitian, LKPD berbasis STEM memenuhi kategori efektif tinjauan dari persentase ketuntasan belajar sebesar dengan kategori “tinggi” dan diperoleh skor nilai n-gain berkategori tinggi, hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan kategori tinggi setelah menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM dalam pembelajaran (Arisha & Surya, 2024).

LKPD berbasis STEM yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki karakteristik melatih kemampuan berpikir kritis. pada indikator melatih kemampuan berpikir kritis menunjukkan kategori sangat baik. LKPD melatih aspek memberi penjelasan sederhana ditunjukkan pada bagian pertanyaan Menyeleksi hewan metamorfosis sempurna dan tidak sempurna. Pertanyaan-pertanyaan pada bagian ini melatih peserta didik pada aspek memberi penjelasan sederhana yang terdiri dari memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan dan menjawab suatu pertanyaan tentang penjelasan. Pertanyaan pada bagian ini memuat materi sains yang merupakan salah satu bentuk penerapan STEM dari subjek sains.

Bagian LKPD Tahap pertama melatih peserta didik pada aspek dasar dalam mengambil keputusan adalah pertanyaan memberikan penjelasan dan alasan yang tepat atau merupakan pengembangan gagasan dari daur hidup hewan. Kegiatan menganalisis dan menginterpretasi informasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Tahap kedua menyimpulkan mengajak peserta didik untuk Menguraikan tahapan siklus hidup hewan yang mengalami metamorfosis. Pertanyaan bagian ini melatih peserta didik pada aspek memberi penjelasan yang tepat atau merupakan pengembangan gagasan untuk memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan dan menjawab suatu pertanyaan tentang daur hidup hewan.

Tahap ke empat adalah Penjelasan Lebih Lanjut pada tahap ini peserta didik Menguraikan tahapan siklus hidup hewan yang mengalami metamorfosis, yang bertujuan untuk menganalisis lebih dalam dan membentuk peserta didik untuk lebih fokus dan mencermati tahapan siklus hidup hewan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna. Pada proses ini juga melibatkan diskusi kelompok yang melatih peserta didik dalam indikator berinteraksi dengan orang lain. Bagian ini juga merupakan penerapan pendekatan STEM pada subjek teknik (*engineering*).

CONCLUSION

Produk LKPD berbasis STEM materi daur hidup yang telah divalidasi oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran dan ahli bahasa dinyatakan layak digunakan sebagai pendukung dalam proses pembelajaran khususnya mata pelajaran IPA pada materi daur hidup kelas IV Sekolah Dasar, hasil analisis penelitian ini juga menyatakan LKPD berbasis STEM ini juga praktis digunakan hal ini dilihat dari respons peserta didik dan guru yang berkategori “sangat praktis”, hasil analisis keefektifan LKPD berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik juga berkategori “tinggi” hal ini dilihat dari nilai N-gain 0,79. Dengan demikian LKPD berbasis STEM dinyatakan layak, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Adapun implikasi dari pengembangan LKPD berbasis STEM adalah: dengan adanya tugas akhir berupa penelitian pengembangan yang dijadikan karya ilmiah berbentuk tesis, membantu peneliti mengembangkan idenya dalam memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan pendidikan. Selain itu, peneliti memiliki pengetahuan tentang analisis data penelitian dan mendapat pengalaman langsung terjun ke lapangan untuk mengamati subjek penelitian dan mengambil data. Hasil penelitian ini membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan menjadikan LKPD berbasis STEM sebagai sumber belajar tambahan atau suplemen yang mendukung kegiatan belajar mengajar khususnya materi daur hidup. Selain itu, dengan adanya muatan teknologi berupa video pembelajaran pada LKPD berbasis STEM dapat belajar kapanpun dan di manapun dengan memanfaatkan *smartphone* yang terintegrasi dengan video pembelajaran sehingga konsep dari materi dapat tersampaikan dengan baik kepada peserta didik yang melaksanakan pembelajaran secara mandiri. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi guru untuk terus mengembangkan karyanya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas. Hasil penelitian berupa LKPD berbasis STEM yang di dalamnya terdapat soal-soal hasil belajar dapat digunakan oleh guru untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas IV.

Berdasarkan hasil dari temuan yang telah diuraikan maka terdapat beberapa saran yang diajukan yaitu: 1) Peserta didik, untuk lebih meningkatkan konsentrasi dan motivasi pada saat proses belajar, karena materi yang disampaikan oleh guru perlu dicerna dan dipahami, dan khususnya peserta didik senantiasa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya dengan melakukan pembelajaran menggunakan media pembelajaran lain seperti LKPD; 2) Guru dapat menggunakan bahan ajar LKPD berbasis STEM, karena dengan menggunakan LKPD berbasis STEM motivasi peserta didik dapat meningkat, hal ini dikarenakan peserta didik dapat belajar sambil melakukan suatu kegiatan dan tidak hanya mendengarkan atau membaca saja. Sehingga dapat mempengaruhi motivasi dan fokus belajar peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis; 3) Sekolah memfasilitasi guru dan peserta didik dalam memanfaatkan dan mengembangkan bahan ajar LKPD yang berbasis STEM yang bertujuan untuk memperluas dalam cakupan materi IPA lainnya tidak hanya pada satu materi IPA saja; 4) Bagi peneliti lainnya, bahan ajar LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan sampel yang lebih luas dan memerlukan uji coba dengan memasukkan variabel lainnya.

AUTHOR'S NOTE

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Penulis menegaskan bahwa data dan isi artikel bebas dari plagiarisme.

REFERENCES

- Adhiati, F., Triwoelandari, R., & Nawawi, M. K. (2023). Pengembangan LKS pembelajaran IPA berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berkolaborasi siswa kelas 5 sekolah dasar. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 7(1), 146-154.
- Agustina, R., Huda, I., & Nurmaliyah, C. (2020). Implementasi pembelajaran STEM pada materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 8(2), 241-256.
- Alibardi, L. (2024). Regeneration and regengrow in multicellular animals derive from the presence of processes of organ metamorphosis and continuous growth in their life cycles. *Acta Zoologica*, 105(3), 263-280.

- Alifiyah, C. N., Parno, P., & Kusairi, S. (2020). Efektivitas penggunaan UKBM terhadap literasi sains materi alat optik dalam model PjB-STEM dengan asesmen formatif pada siswa kelas xi mia SMA Negeri 9 Malang. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 5(4), 679-686.
- Amali, K., Kurniawati, Y., & Zulhiddah, Z. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis sains teknologi masyarakat pada mata pelajaran IPA di sekolah dasar. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 191-202.
- Annisa, N. N., Suhartini, E., Buhari, M. R., & Arafah, A. A. (2023). Pengembangan LKPD IPA berbasis STEM pada tema 1 indahny kebersamaan materi bunyi kelas iv sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 170-176.
- Aprilianti, P. P., & Astuti, D. (2020). Pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi bangun ruang sisi datar SMP kelas VIII. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 3(6), 691-702.
- Arisha, D., & Surya, E. (2024). Pengembangan LKPD berbasis pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(1), 345-352.
- Aristo, R. W., & Tampubolon, T. (2019). STEM approach students' worksheet development with 4d model in sound waves topic. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 2(4), 256-259.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering And Mathematic) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan danKkebudayaan*, 11(1), 11-22.
- Destiara, M., Himmah, N., & Indriyani, S. (2021). Pengembangan LKPD materi arthropoda berbasis STEM berteknologi augmented reality. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 3(1), 37-45.
- Dolapcioglu, S., & Doğanay, A. (2022). Development of critical thinking in mathematics classes via authentic learning: An action research. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1363-1386.
- Febriyanti, D., & Maryani, I. (2020). Pengembangan LKPD 7 dasar. *Jurnal Fundadikdas (Fundamental Pendidikan Dasar)*, 3(2), 162-180.
- Fithri, S., Pada, A. U. T., Artika, W., Nurmaliah, C., & Hasanuddin, H. (2021). Implementasi LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(4), 555-564.
- Gandi, A. S. K., Haryani, S., & Setiawan, D. (2019). The effect of project-based learning integrated STEM toward critical thinking skill. *Journal of Primary Education*, 8(7), 18-23.
- Hanim, F., Suyanti, R. D., & Harahap, F. (2019). Pengaruh lembar kerja peserta didik berbasis keterampilan proses sains dan motivasi terhadap hasil belajar IPA kelas IV SD Negeri 164330 Tebingtinggi. *Jurnal Tematik*, 7(1), 107-115.
- Harahap, F., Suriani, C., Edi, S., Ningsih, A. P., Parasetya, E., Kamal, S., & Armaniar, A. (2023). Riset biologi berbasis STEM di era metaverse. *Prosiding Webinar Nasional VII Biologi dan Pembelajarannya*, 11(1), 1-8.
- Hasanah, Z., Pada, A. U. T., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi model problem based learning dipadu LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 65-75.

- Hasruddin, H. (2022). Inovasi pembelajaran sains-biologi dalam mencari solusi problematika lingkungan mewujudkan sustainable development goals. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 7(1), 8-13.
- Hasruddin, H., Aryeni, A., & Amrizal, A. (2024). Perancangan buku ajar perencanaan pembelajaran biologi berbasis problematika. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(1), 1-6.
- Kurniawati, R. P., & Dayu, D. P. K. (2022). Efektifitas lembar kerja siswa berbasis STEM-PjBL terhadap kemampuan kognitif siswa kelas V sd. *Riemann: Research of Mathematics and Mathematics Education*, 4(2), 1-10.
- Magrizos, S., Kostopoulos, I., & Powers, L. (2021). Volunteer tourism as a transformative experience: A mixed methods empirical study. *Journal of Travel Research*, 60(4), 878-895.
- Mahyuny, S. R., Nursamsu, N., Hasruddin, H., & Muslim, M. (2022). Development of students worksheet learning tools made by ethnoscience based on science literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2001-2007.
- Marliani, T., Hamdu, G., & Pranata, O. H. (2021). Pengembangan LKS pembelajaran STEM untuk mencapai keterampilan 4C dengan media electrical tandem roller di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasarerved*, 8(2), 276 -291.
- Mufidah, I. A., Badarudin, & Yuwono, P. H. (2019). The implementation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) learning to improve basic asking skills and learning achievements students of elementary school. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 210-222
- Munawaroh, F., & Supriadi, B. (2023). Implementasi LKPD berbasis STEM untuk mengukur keterampilan berpikir kritis pada pokok bahasan gerak lurus. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(1), 9-15.
- Nafikah, N., Novita, N., Syafrizal, S., Zahara, S. R., & Siska, D. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik (LKS) Berbasis Science, Technology, Engineering, And Mathematic (STEM) pada materi usaha dan energi di MTSN 7 Aceh Utara. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 6(2), 66-77.
- Novitasari, N., Febriyanti, R., & Wulandari, I. A. (2022). Efektivitas LKS berbasis etnomatematika dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(1), 57-66.
- Nua, M. T. P., Wahdah, N., & Mahfud, M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) K-13 berbasis discovery learning peserta didik SMA kelas X pada materi analisis vektor. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6(2), 95-104.
- Nuryadin, A., Wisutama, R. A., Sulaeman, N. F., Subagiyo, L., & Marzan, J. N. T. (2024). Argumentation in Water Turbidity. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 12(2), 264-278.
- Omanda, N., Harahap, F., & Wau, Y. (2023). Development of student worksheets based project based learning to improve High-Level Thinking Skills (HOTS) on magnetic material. *Randwick International of Education and Linguistics Science Journal*, 4(3), 752-757.
- Owens, A. D., & Hite, R. L. (2022). Enhancing student communication competencies in STEM using virtual global collaboration project based learning. *Research in Science & Technological Education*, 40(1), 76-102.

- Pratiwi, R. S., & Rachmadiarti, F. (2022). Pengembangan e-book berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(1), 165-178.
- Prika, A. Z., & Siregar, B. H. (2024). Pengaruh pendekatan inkuiri berbantuan LKPD elektronik terhadap kemampuan berpikir kreatif Matematika siswa kelas viii. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 168-185.
- Purwanti, S., & Sholihah, M. (2021). Pengembangan LKPD elektronik dengan pendekatan STEM berbasis project-based learning materi energi dan pemanfaatannya. *Jurnal Taman Cendekia*, 5(2), 670-685.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis pendekatan investigasi terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86-96.
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi COVID-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 4(2), 193-204.
- Rahma, R., & Isralidin, I. (2022). Implementasi Pendekatan STEAM Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik SD Negeri 1 Bireuen. *JEMAS: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 3(1), 33-37.
- Retnowati, S., & Subanti, S. (2020). The STEM approach: The development of rectangular module to improve critical thinking skill. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(1), 2-15.
- Sanjayanti, N. P. A. H., Darmayanti, N. S., Qondias, D., & Sanjaya, K. O. (2020). Integrasi keterampilan 4C dalam modul metodologi penelitian. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 3(3), 407-415.
- Santos-Ortega, Y., & Killiny, N. (2020). In vitro egg hatching of *Diaphorina citri*, the vector of Huanglongbing. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(11), 851-856.
- Septiani, I., Lesmono, A. D., & Harimukti, A. (2020). Analisis minat belajar siswa menggunakan model problem based learning dengan pendekatan STEM pada materi vektor di kelas X MIPA 3 SMAN 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 64-70.
- Simanjuntak, M. P., Marpaung, N., Hutahaean, J., Panggabean, B. M., Purba, C., & Mustafa, A. (2019). Lembar kerja peserta didik berbasis masalah berbantuan simulasi komputer terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 126-134.
- Sitompul, A., & Bunawan, W. (2021). Feasibility test of critical thinking skills on high school students in static fluid material. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika (INPAFI)*, 9(3), 89-96.
- Stolk, J. D., Gross, M. D., & Zastavker, Y. V. 2021. Motivation, pedagogy, and gender: Examining the multifaceted and dynamic situational responses of women and men in college STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 8(1). 35-54.
- Surahman, E. (2024). Curriculum and instructional designs on SDGs STEM learning. *Inovasi Kurikulum*, 21(2), 1177-1192.
- Sutrisno, S., & Puspitasari, H. (2021). Pengembangan buku ajar bahasa Indonesia Membaca dan Menulis Permulaan (MMP) untuk siswa kelas awal. *Tarbiyah Wa Ta'lim: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(2), 83-91.

- Syanas, K. L. N., Saputro, S., Indriyanti, N. Y., & Mulyani, S. (2019). Socratic questioning method in the colloid system topics using the Participatory Action Research (PAR). *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 4(3), 232-240.
- Trisnawati, W. W., & Sari, A. K. (2019). Integrasi keterampilan abad 21 dalam modul sociolinguistics: Keterampilan 4C (Collaboration, Communication, Critical Thinking, dan Creativity). *Jurnal Muara Pendidikan*, 4(2), 455-466.
- Winarsih, W., & Nisa, A. F. (2024). Pengembangan LKPD berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) terintegrasi Tri N untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 2033-2043.
- Yani, F., & Mulia, M. (2023). Pengembangan LKPD terintegrasi STEAM-PjBL pada materi sel volta untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XII SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 8(2), 83-94.