

JURNAL PENDIDIKAN SAINS INDONESIA

Indonesian Journal of Science Education

JPSI

Perkumpulan Pendidik IPA Indonesia (PPII)



Program Studi Magister Pendidikan IPA PPs Unsyiah
Bekerjasama dengan
Perkumpulan Pendidik IPA Indonesia (PPII)

Editor in Chief

Abdul Gani Haji, (Scopus ID: 57195056548) Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Editorial Boards

Sri Rahayu, (Scopus ID: 57200105209), Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

Yusrizal Yusrizal, (Scopus ID: 57196085782), Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Dadan Rosana, (Scopus ID: 57195052389), Universitas Negeri Yogyakarta, DIY, Indonesia

Cucu Zenab Subarkah, (Scopus ID: 57196237164), Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

Ade Yeti Nuryantini, (Scopus ID: 55600485400) Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

Arif Sholahuddin, (Scopus ID: 57214265899), Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

Aris Doyan, (Scopus ID: 37461206900), Universitas Mataram, Lombok, NTB, Indonesia

Sulastri Sulastri, (Scopus ID: 57204467303), Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Muhammad Syukri, (Scopus ID: 57217853545), Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Wiwit Artika, (Scopus ID: 57204465216), Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Mohamad Hisyam Ismail, (Scopus ID: 56957608400), Universiti Teknologi MARA, Malaysia

Desain/Grafis

Taufik Taufik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Secretariat

Mursalin Husaini, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Development of Science Digital Scrapbook as Authentic Assessment to Measure Learning Outcome of Junior High School Students Agung Laksono, Arif Widiyatmoko* doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24100	PDF 451-467
Pengembangan Media Praktikum Virtual Analisis Logam Besi Secara Spektrofotometri UV-Vis Berbasis Microsoft Excel Sebagai Media Alternatif pada Praktikum Analisa Instrumen dan Pemisahan Ibnu Khalidun*, M. Nasir, Zaskhia Maulida doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24063	PDF 468-478
Profil Berpikir Kritis Peserta Didik SMP pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Erfin Nofianti*, Ani Nurhidayanti, Novia Amarta Handayani, Dadan Rosana, Insih Wilujeng doi> 10.24815/jpsi.v10i3.23877	PDF 479-491
Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMP Sri Wahyuni*, Pramudya Dwi Aristya Putra, Siti Anisa Hidayati doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24244	PDF 492-508
Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar Pratiwi Kartika Sari*, Sutihat Sutihat doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24789	PDF 509-526
The Relationship of Self-Efficacy Towards High Level of Thinking Ability of USK Physics Education Student in Basic Physics I Course Nurulwati Nurulwati*, Cut Refereni Afdar, Shahrudin Zakaria, Yusrizal Yusrizal doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24153	PDF 527-537
Improved Understanding of Science Concepts in Terms of the Pattern of Concept Maps Based on Scientific Literacy in Prospective Elementary School Teacher Students Fina Fakhriyah*, Siti Masfuah, F Shoufika Hilyana, I Gede Margunayasa doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24883	PDF 538-552
Variations in Implementation of Biology Online Teaching and Learning in Covid-19 Pandemic: A Case Study at Senior High Schools in Palembang, South Sumatra Iis Damayanti, Kodri Madang*, Meilinda meilinda doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24862	PDF 553-568
The Effectiveness of Psychomotor Evaluation Using Peer Assessment in the Practicum Activities Haris Munandar*, Safrina Junita doi> 10.24815/jpsi.v10i3.24797	PDF 569-578
Profile of Senior High School Students' Critical Thinking Skills and The Need of Implementation PBL Model Assisted by Augmented Reality Book Hanandita Veda Saphira, Binar Kurnia Prahani* doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25031	PDF 579-591
Learning Physics Using Search, Solve, Create, Share and Preview, Question, Read, Reflect, Recite, Review Models Analyzed from Critical Thinking and Problem-solving Skills on Student Learning Outcomes Santi Eka Ambaryani*, Sarwanto Sarwanto, Sri Budiawanti doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25143	PDF 592-605
Teacher's Perceptions of Electronic Multi Representation STEM based Worksheet to Improve Student's Metacognitive Ability Atika Putri, Dewi Lengkana*, Tri Jalmo doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25052	PDF 606-622
The Practicality of Model Introduction, Connection, Application, Reflection, and Extension-Paradigm of Reflective Pedagogy with BioPhy Magazine for Optimizing Learning Ita Ita*, Lutfiyanti Fitriah doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25127	PDF 623-640
Development of Green Chemistry-Based Practicum Module for Senior High School to Promote Students' Environmental Literacy Noer Kurnia Dewi, Rishita Vicky Listyarini* doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25163	PDF 641-653
Development of Socioscientific Case-Based Worksheet in Biology Topics for IX Grade Junior High School to Improve Communication-Collaboration Performance Muhyiatul Fadilah, Syifa Ananda, Nada Aulia Asri, Rahmadhani Fitri, Heffi Alberida, Aldeva Ilhami* doi> 10.24815/jpsi.v10i3.25162	PDF 654-668



Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMP

Sri Wahyuni*, Pramudya Dwi Aristya Putra, Siti Anisa Hidayati

Program Studi Pendidikan IPA FKIP Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Email: sriwahyuni.fkip@unej.ac.id.

DOI: 10.24815/jpsi.v6i3.24244

Article History:

Received: January 6, 2022
Accepted: May 13, 2022

Revised: April 26, 2022
Published: June 7, 2022

Abstract. Electronic student worksheets or E-LKPD are teaching materials designed digitally to support the learning process based on science, technology, engineering mathematics or STEM to increase student creativity through project design, planning activity schedules or work plans. This study aims to develop a valid, practical, and effective STEM-based E-LKPD in increasing the creativity of junior high school students. The methodology used in this research is research and development (R&D) with the ADDIE model, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation. The analysis stage is to determine and define student needs through interviews with teachers and students. The design stage is done by designing a STEM-based E-LKPD that suits the needs in terms of design, language, and materials. The development stage is carried out by developing products that are validated by validators, namely material experts, media experts, and science subject teachers to determine the feasibility of the product. The implementation phase is a trial using STEM-based E-LKPD on student creativity. The evaluation stage is carried out with the final revision of the product developed in accordance with the input suggestions at the implementation stage. The results of the study can be concluded that the STEM-based E-LKPD on temperature and heat materials to increase the creativity of junior high school students shows results with valid, practical, and effective categories.

Keywords: E-LKPD, STEM, Student Creativity

Pendahuluan

Kreativitas siswa sangat berpengaruh terhadap kualitas pendidikan di abad 21 (Liu dkk., 2018). Menurut hasil riset The Global Creativity Index (GCI) pada tahun 2015 Indonesia memiliki indeks kreativitas yang rendah, dimana Indonesia berada pada peringkat ke-115 dari 139 negara yang telah diteliti, sehingga tingkat kreativitas Indonesia terlihat tertinggal cukup jauh dibandingkan dengan negara lain di Asia Tenggara (Lau & Lam, 2017). Rendahnya kreativitas siswa dapat berpengaruh terhadap kesulitan siswa dalam memecahkan suatu masalah yang akan dihadapi maupun pada saat proses pembelajaran (Shaohui dkk., 2021). Saido (2018) menyatakan bahwa kreativitas siswa dapat diukur melalui kemampuan siswa dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Siswa yang memiliki tingkat kreativitas yang tinggi tidak akan merasa kesulitan apabila dihadapkan dengan berbagai masalah pembelajaran IPA. Menurut Woods dkk. (2016); Astutik (2018) bahwa guru yang kreatif dapat memanfaatkan media yang ada agar interaksi belajar mengajar dapat

berlangsung dengan menyenangkan dan membuat peserta didik termotivasi untuk mengikuti pembelajaran.

Pada masa pandemi Covid-19, kreativitas siswa jarang sekali diajarkan karena sebagian kalangan masyarakat cenderung masih beradaptasi terhadap sistem pembelajaran daring. Siswa sangat terbatas dalam menerima pembelajaran dari guru, karena siswa cenderung hanya mencatat dan menghafal materi sehingga kurang melatih kreativitas siswa (Chang, 2019). Salah satu upaya untuk meningkatkan kreativitas siswa antara lain dengan menggunakan LKPD. Hal ini sesuai dengan Lestari (2021) menunjukkan bahwa LKPD sangat efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa melalui penyelidikan dan analisis data dengan menggunakan LKPD. Menurut Hidayati (2021) LKPD berupa lembaran yang dapat digunakan oleh pendidik untuk menyampaikan informasi secara lebih baik, menarik, dan memungkinkan siswa untuk lebih aktif sehingga bisa digunakan sebagai alat evaluasi, sesuai dengan fungsinya.

Penggunaan LKPD masih kurang efektif dan praktis apabila digunakan di masa pandemi karena tidak adanya tatap muka sehingga siswa membutuhkan LKPD yang berbasis teknologi. LKPD berbasis teknologi sering disebut dengan E-LKPD yang merupakan kumpulan dari lembar latihan siswa yang dirancang dan dikerjakan secara digital sebagai penunjang proses pembelajaran (Daniels & Gierl, 2017; Farman, 2021). Penggunaan E-LKPD dapat memudahkan siswa dalam memahami materi maupun mengerjakan tugas-tugas di sekolah. Proses pembelajaran yang dilakukan dengan menerapkan E-LKPD dapat menarik minat dan motivasi belajar siswa sehingga kreativitas siswa menjadi meningkat (Ladamay, 2021). Menurut Safitri (2021); Niemi & Multisilta (2016) bahwa E-LKPD yang dirancang dengan memuat konten pembelajaran berupa teks, gambar, video, dan animasi dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

E-LKPD yang dikembangkan pada penelitian ini berbasis science, technology, engineering mathematics (STEM). E-LKPD berbasis STEM dapat menjadi penunjang proses pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas siswa. Hal itu sesuai dengan penelitian Azizah (2020); Ibáñez & Delgado-Kloos (2018) bahwa LKPD berbasis STEM efektif digunakan dalam menumbuhkan kreativitas siswa dan dapat mengajarkan siswa untuk memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip materi secara kontekstual. Selain itu menurut penelitian Zahara (2020); Vennix dkk. (2017) menyatakan bahwa bahan ajar yang mengintegrasikan STEM dapat meningkatkan motivasi dan kreativitas belajar siswa.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan penelitian ini adalah mengembangkan E-LKPD berbasis STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kreativitas siswa pada materi suhu dan kalor dalam pembelajaran IPA di SMP. Materi IPA SMP/ MTS yang diambil pada penelitian ini adalah materi Suhu dan Kalor. Menurut Hermansyah (2020); Schum & Bogner (2016) bahwa materi suhu dan kalor merupakan materi yang cukup sulit dan memiliki penguasaan konsep yang abstrak. Pembelajaran pada materi suhu dan kalor tidak hanya dilakukan berdasarkan aktivitas siswa melainkan pembelajaran yang dirancang untuk meningkatkan kreativitas belajar siswa. Tingkat kreativitas siswa dapat membantu guru dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman siswa pada saat proses pembelajaran.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan yaitu research and development (R & D). Research and development merupakan jenis penelitian pengembangan yang menghasilkan produk dan terdapat hasil efektifitas dari sebuah produk (Abdullah, 2020). Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu E-LKPD berbasis STEM pada materi suhu dan kalor untuk meningkatkan kreativitas siswa SMP.

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 3 Bondowoso Tahun ajaran 2021/2022. Waktu penelitian dilakukan pada bulan September-November 2021 pada semester gasal

kelas VIII. Pengambilan sampel di sekolah tersebut berdasarkan nilai UNBK pada mata pelajaran IPA pada tahun 2020 yang memiliki nilai rata-rata terendah.

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model ADDIE karena efektif digunakan dalam penelitian. Hal itu didukung oleh pernyataan (Branch, 2009) bahwa ADDIE merupakan model pengembangan yang digunakan dalam keadaan yang tepat untuk mengembangkan produk atau sumber belajar yang lain dalam pendidikan. Model ADDIE memiliki lima tahap atau fase yaitu analyze (menganalisis), design (merancang), develop (mengembangkan), implement (melaksanakan), dan evaluate (mengevaluasi atau menilai).



Gambar 1. Tahap-tahap model ADDIE (Branch, 2009)

Tahap Analyze atau Analisis, pada tahap ini menentukan dan mendefinisikan masalah dasar yang akan menjadi acuan pengembangan E-LKPD berbasis STEM. Tahapan yang harus dilakukan peneliti yaitu mengumpulkan data-data atau informasi yang berhubungan dengan analisis kebutuhan, analisis siswa, analisis tugas, dan analisis tujuan pembelajaran. Pada tahap ini diawali dengan wawancara dan observasi dengan pemilihan populasi penelitian. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 3 Bondowoso. Tahap Design atau Perancangan, pada tahap ini diwujudkan melalui proses yang berkaitan dengan merancang E-LKPD berbasis STEM seperti merumuskan indikator dan tujuan pembelajaran, video pembelajaran, jenis eksperimen, rancangan perencanaan pembelajaran (RPP), dan desain pertanyaan kreatif pada materi suhu dan kalor. Tahap Develop atau Pengembangan, pada tahap ini merancang produk E-LKPD berbasis STEM telah direncanakan sebelumnya menjadi nyata akan di validasi oleh tiga validator ahli untuk mengetahui apakah produk yang dibuat tersebut layak diterapkan atau diujicobakan pada tahap implementasi. Tahap implement atau Pelaksanaan, pada tahap ini dilakukan dengan mewujudkan pembelajaran IPA menggunakan E-LKPD berbasis STEM. Pada tahapan ini meliputi dua langkah yaitu implementasi penggunaan E-LKPD berbasis STEM pada siswa dan melihat tanggapan siswa mengenai produk yang telah dibuat. Tahap evaluate atau evaluasi, pada tahap ini berisi hasil penilaian untuk melihat keberhasilan dan ketidakberhasilan produk yang dikembangkan. Evaluasi ini biasanya dilengkapi dengan pre-test dan post-test serta angket respon siswa. Analisis tes soal pre-test dan post-test untuk mengetahui tingkat kreativitas siswa dihitung dengan menggunakan rata-rata nilai gain yang telah dinormalisasikan (N-gain).

Instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi digunakan sebagai acuan kevalidan, lembar keterlaksanaan sebagai acuan kepraktisan, dan soal evaluasi pre-test dan post-test serta angket/ kuesioner siswa digunakan sebagai uji keefektifan dari E-LKPD berbasis STEM yang dikembangkan. Penilaian lembar validasi ditujukan kepada tiga validator ahli. Lembar keterlaksanaan kegiatan pembelajaran merupakan lembar yang digunakan untuk mengetahui kepraktisan produk pada keterlaksanaan kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh 3 observer. Tes yang ditinjau dari soal-soal kreativitas siswa sebelum dan sesudah diberi perlakuan E-LKPD berbasis STEM terhadap materi suhu

dan kalor di kelas VII C SMP Negeri 3 Bondowoso. Pada teknik kuesioner atau angket ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap penerapan E-LKPD berbasis STEM pada materi suhu dan kalor.

Teknik pengumpulan data meliputi wawancara, observasi, dan dokumentasi. wawancara dilakukan pada saat sebelum penelitian guna mengetahui perkembangan dari karakteristik siswa dan sistem pembelajaran yang ada seperti model dan metode pembelajaran yang digunakan, letak kesulitan materi, dan media yang biasanya digunakan. Observasi dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum penelitian dan sesudah penelitian guna mengetahui keterlaksanaan pembelajaran menggunakan produk yang dikembangkan atau digunakan kepada siswa di kelas. Dokumentasi digunakan sebagai sumber informasi dalam penelitian ini berupa nama siswa, jadwal mata pelajaran IPA Kelas VII, foto dan video kegiatan pembelajaran saat pelaksanaan penelitian, serta dokumentasi yang lain yang dibutuhkan dalam penelitian. kegia Instrumen penilaian ini digunakan untuk menguji tingkat kelayakan E-LKPD berbasis STEM setelah dikembangkan dan digunakan dalam proses pembelajaran.

Teknik analisis data pada penelitian ini meliputi (1) analisis uji validitas, (2) analisis uji kepraktisan, dan (3) analisis uji efektivitas. Uji validitas digunakan untuk mengukur validitas dari E-LKPD yang dikembangkan peneliti dengan menggunakan lembar validitas yang berlandaskan validitas isi dan validitas konstruk. Produk dinilai berdasarkan data kuantitatif dengan skala 1-4 yang memiliki kriteria 1 = tidak valid, 2 = kurang valid, 3 = valid, dan 4 = sangat valid.

Tabel 1. Kriteria Tingkat Validitas Produk

No	Nilai (%)	Kriteria
1.	85 < V 100	Sangat Valid
2.	70 < V 85	Valid
3.	50 < V 70	Kurang Valid
4.	25 < V 50	Tidak Valid

(Sumber: Akbar, 2013).

Uji kepraktisan dapat diperoleh dari keterlaksanaan pembelajaran yang diterapkan kepada siswa. Penilaian dihitung dengan menggunakan rata-rata nilai dari setiap aspek keterlaksanaan dengan jumlah skor dibagi dengan jumlah kriteria penilaian.

Tabel 2. Kriteria Tingkat Kepraktisan

No	Nilai (%)	Kriteria
1.	85 < P 100	Sangat Praktis
2.	70 < P 85	Praktis
3.	50 < P 70	Kurang Praktis
4.	25 < P 50	Tidak Praktis

(Sumber: Nesri & Kristanto, 2020)

Uji efektifitas untuk mengetahui kreativitas siswa dapat diperoleh dari hasil tes siswa dan hasil angket respon siswa. Analisis tes soal pre-test dan post-tes untuk mengetahui tingkat kreativitas siswa dihitung dengan menggunakan rumus N-gain.

Tabel 3. Kriteria Tingkat Efektifitas

No	Nilai <g>	Kriteria
1.	<g> 0,7	Tinggi
2.	0,3 <g> < 0,7	Sedang
3.	<g> < 0,3	Rendah

(Sumber: Hake, 1998).

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan data yang diperoleh dari tahapan pertama sampai tahapan terakhir dalam model ADDIE yang bertujuan untuk mengetahui validitas, kepraktisan, dan keefektifan E-LKPD berbasis STEM. Hasil data yang disajikan dalam penelitian terdiri dari data penilaian validasi pengembangan produk E-LKPD berbasis STEM, data penilaian keterlaksanaan produk E-LKPD berbasis STEM, data efektivitas produk E-LKPD berbasis STEM terhadap kreativitas siswa, dan data angket respon siswa.

Tahap Analyze atau Analisis

Tahapan yang harus dilakukan peneliti yaitu mengumpulkan data-data atau informasi yang berhubungan dengan pengembangan E-LKPD berbasis STEM. Pada tahap analisis ini dilakukan wawancara dan observasi yang dilakukan dengan salah satu guru IPA di SMPN 3 Bondowoso untuk menganalisis permasalahan yang terjadi di sekolah. Pada tahap ini mengolah hasil wawancara yang telah dilakukan pada salah satu guru IPA di SMPN 3 Bondowoso menunjukkan bahwa karakteristik siswa dalam berpikir cukup rendah sehingga diharapkan siswa dapat meningkatkan kreativitasnya dalam pembelajaran. Siswa dituntut untuk menggunakan kreativitasnya dalam memecahkan suatu permasalahan dalam pembelajaran IPA agar siswa tidak hanya cenderung mencatat dan menghafal materi saja, melainkan siswa membutuhkan pelaksanaan eksperimen untuk membuktikan pemecahan masalah dari materi suhu dan kalor. Peneliti menganalisis materi yang akan disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik siswa pada permasalahan yang dihadapinya. Materi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu materi suhu dan kalor. Menurut Simon dkk. (2015) bahwa materi suhu dan kalor merupakan materi yang cukup sulit dan memiliki penguasaan konsep yang abstrak, sehingga guru harus bisa memanfaatkan media yang ada agar interaksi belajar mengajar dapat berlangsung dengan menyenangkan. Haryono (2020) materi suhu dan kalor memiliki konsep fisika yang sering terjadi miskonsepsi yang diakibatkan oleh keterbatasan dalam pengamatan dan pengalaman dalam lingkungan sehari-hari kaitannya dengan kehidupan siswa. Menurut Alfiana (2021) kalor dan suhu merupakan salah satu konsep yang memerlukan pemahaman konsep yang tinggi karena termasuk dalam konsep yang abstrak dan teoritis.

Tahap Design atau Perancangan

Pada tahap desain dibuat rancangan E-LKPD berbasis STEM dengan merumuskan indikator dan tujuan pembelajaran, kompetensi dasar (KD), peta konsep, video pembelajaran, video eksperimen, prosedur eksperimen, data pengamatan, rancangan perencanaan pembelajaran (RPP), dan desain pertanyaan kreatif pada materi suhu dan kalor. Pada tahap desain ini peneliti merumuskan indikator dan tujuan pembelajaran pada KD materi suhu dan kalor yang berhubungan dengan indikator kreativitas siswa dan STEM. Setelah itu, peneliti merancang produk E-LKPD di perangkat powerpoint yang memuat berbagai komponen-komponen E-LKPD berbasis STEM dan disimpan dalam bentuk PDF. Format file E-LKPD berbasis STEM yang berbentuk PDF disisipkan ke dalam aplikasi FLIP PDF Corporate untuk menambahkan video pembelajaran dan video eksperimen serta pengaturan simbol-simbol yang dapat berfungsi menjalankan fitur-fitur pendukung E-LKPD berbasis STEM. E-LKPD berbasis STEM setelah disisipkan dalam aplikasi Flip PDF Corporate ini lebih terlihat menarik minat siswa dalam belajar (Stains dkk., 2018). Pada aplikasi tersebut peneliti menambahkan fitur-fitur yang mendukung E-LKPD berupa video dan menu-menu yang bisa diklik menuju tampilan yang diinginkan. Produk E-LKPD berbasis STEM ini dalam bentuk HTML yang dapat diakses menggunakan aplikasi internet seperti google chrome, opera mini, microsoft edge, dan yang lainnya.



Gambar 2. Tampilan Flip Pdf Corporate



Gambar 3. Tampilan Desain E-LKPD berbasis STEM

Tahap Develop atau Pengembangan

Pada tahap ini desain E-LKPD berbasis STEM diwujudkan menjadi produk nyata sebagai bahan ajar siswa. E-LKPD berbasis STEM terdiri dari 4 kegiatan dengan sistematika desain penyajian yang konsisten. harus divalidasi terlebih dahulu sebelum digunakan saat pembelajaran di kelas. Adapun tampilan produk E-LKPD berbasis STEM yang dikembangkan seperti pada Gambar 4-12.



Gambar 4. Cover E-LKPD berbasis

Gambar 4 menunjukkan tampilan cover E-LKPD berbasis STEM yang memuat judul, materi, dan identitas siswa. Judul dari E-LKPD ini LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) yaitu Suhu dan Kalor.



Gambar 5. Fitur menu pilihan dari komponen E-LKPD

Gambar 5 menunjukkan fitur menu dan komponen E-LKPD berbasis STEM. Fitur menu dapat menarik respon siswa terhadap tampilan lembar-lembar selanjutnya. Komponen-komponen E-LKPD berbasis STEM terdiri dari Kompetensi Dasar (KD), indikator pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, dan lembar kerja peserta didik sebagai inti pokok dalam produk ini.



Gambar 6. Tampilan KD dan Indikator Pembelajaran

Gambar 6 menunjukkan pada halaman 3 dan halaman 4 kompetensi dasar dan indikator pembelajaran pada materi suhu dan kalor. Semua indikator pembelajaran yang dirumuskan memiliki keterkaitan dengan indikator kreativitas siswa.



Gambar 7. Tampilan Tujuan Pembelajaran dan Peta Konsep

Gambar 7 menunjukkan tujuan pembelajaran dan peta konsep. Tujuan pembelajaran pada halaman ini berasal dari KD 4.3. Peta konsep memuat subbab-subbab yang terdapat dalam materi suhu dan kalor. Sistematika penyusunan peta konsep disusun menggunakan kotak-kotak secara berurutan sesuai dengan subbab materi pertama sampai terakhir pada materi suhu dan kalor.



Gambar 8. Tampilan Video Materi Pembelajaran dan Urutan LKPD

Gambar 8 menunjukkan bahwa materi pembelajaran dijelaskan dalam bentuk video pembelajaran dari youtube secara langsung dapat terputar jika tampilan halaman tersebut dibuka. Pada tampilan LKPD ada deretan angka- angka yang tersusun rapi gunanya apabila angka diklik maka tampilan akan berubah ke halaman kegiatan 1 begitupun seterusnya pada kegiatan 2, kegiatan 3, dan kegiatan 4.



Gambar 9. Tampilan LKPD Kegiatan 1 dan Analisis Permasalahan

Gambar 9 menunjukkan judul kegiatan 1 dan video percobaan gunanya agar siswa bisa lebih mengerti gambaran percobaan yang akan dilakukan. Halaman setelahnya memuat analisis permasalahan yang berkaitan dengan suhu dan kalor di kehidupan sehari-hari.



Gambar 10. Tampilan Analisis Solusi dan Alat dan Bahan

Gambar 10 menunjukkan lembar tugas analisis solusi dari permasalahan yang ada di lembar sebelumnya dan tampilan gambar serta kolom alat dan bahan yang bisa diisi siswa setelah mengamati video percobaan. Siswa diajak untuk bisa memecahkan permasalahan dengan lancar dalam menjelaskan fungsi dari masing-masing alat dan bahan dalam percobaan. Hal itu disesuaikan dengan indikator pertama dari kreativitas siswa yaitu kelancaran (fluency).



Gambar 11. Tampilan Langkah-langkah Kerja dan Desain Alat Peraga

Gambar 11 menunjukkan langkah-langkah kerja dalam percobaan secara acak yang memungkinkan siswa berpikir dalam mencari solusi dengan mengamati video pembelajaran sebelumnya sehingga percobaan dapat segera dilakukan. Kegiatan selanjutnya yaitu merancang desain alat peraga yang termasuk ke dalam komponen STEM bagian engineering yaitu siswa menyusun percobaan dengan rancangan yang telah dijelaskan dalam petunjuk pembelajaran dan tulisan dalam tampilan halaman tersebut. Pada kegiatan ini siswa ditantang untuk memilih dan menggunakan alat dan bahan yang dibatasi dengan nominal harga maksimal sesuai dengan percobaan masing-masing kegiatan. Kegiatan itu termasuk ke dalam indikator kreativitas siswa bagian keluwesan (flexibility).



Gambar 12. Tampilan Halaman berikutnya E-LKPD

Gambar 12 menunjukkan bahwa siswa dapat mengisi dan menghitung hasil percobaan pada tabel dengan menggunakan rumus. Rumus perhitungan disajikan dalam tampilan agar memudahkan siswa menghitung hasil data percobaan yang telah dilakukan. Kegiatan itu termasuk ke dalam indikator kreativitas siswa bagian memerinci (elaboration).

Tahap implement atau Pelaksanaan

Pada tahap ini produk yang telah dikembangkan akan dilakukan penilaian kevalidan dari produk dan penerapan produk pada kegiatan pembelajaran. Kevalidan dari produk E-LKPD berbasis STEM akan divalidasi oleh validator ahli. Pada tahap ini juga dilakukan uji coba produk untuk memperoleh penilaian kepraktisan terhadap keterlaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM. Adapun hasil dari validasi dan kepraktisan pengembangan E-LKPD berbasis STEM sebagai berikut.

Validitas E-LKPD berbasis STEM

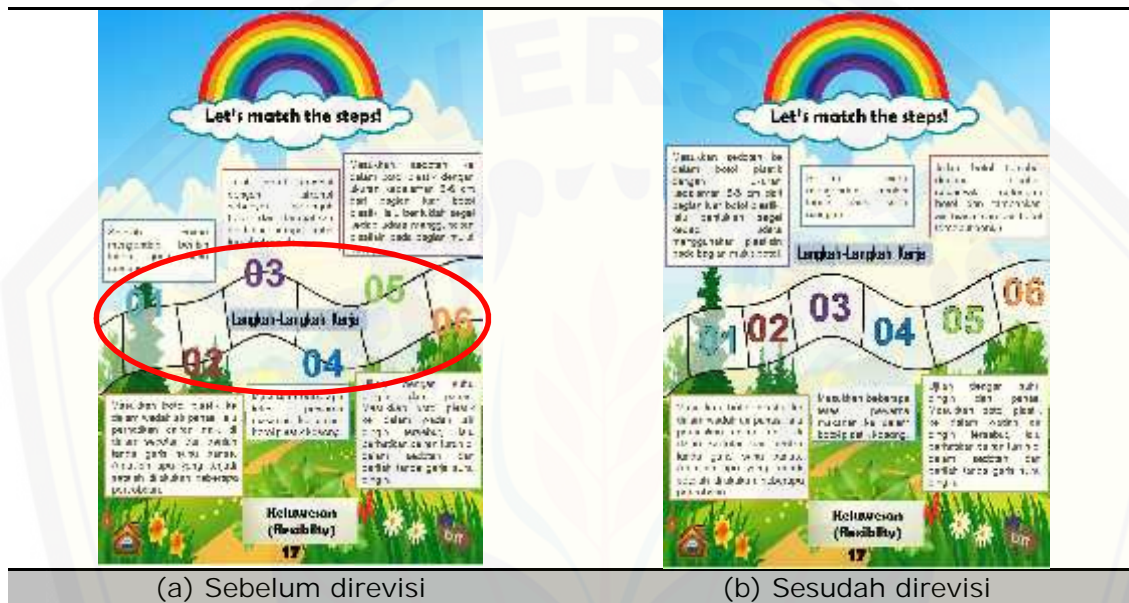
Produk pengembangan E-LKPD berbasis STEM dinilai oleh 3 validator ahli. Hasil validasi produk E-LKPD berbasis STEM adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi E-LKPD berbasis STEM

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor (%)			Rerata (%)	Kriteria
		Validator 1	Validator 2	Validator 3		
1.	Aspek Konstruk	88	79	88	85	Valid
2.	Aspek Isi	88	75	88	83	Valid
	Rerata Skor	88	77	88	84	Valid

Data analisis rerata total skor penilaian validator ahli yang dihasilkan sebesar 84% menunjukkan kategori valid sehingga dapat digunakan dengan adanya sedikit revisi. Hasil validitas yang diperoleh dari ketiga validator ahli menunjukkan bahwa pengembangan E-

LKPD berbasis STEM dinyatakan valid dengan adanya sedikit revisi dari validator. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Syamsu (2020) yang menyatakan bahwa pengembangan LKPD telah mencapai nilai rata-rata yang termasuk dalam kriteria valid dengan adanya perbaikan sesuai saran yang diberikan validator. Damayanti (2021) menjelaskan bahwa validitas dari E-LKPD dapat dilihat dari penyajian item-item yang mengintegrasikan bahan ajar yang memuat materi dalam bentuk tulisan, gambar, dan video yang dapat menunjang kegiatan pembelajaran. Peneliti melakukan sedikit perbaikan berdasarkan data validasi dan hasil diskusi produk E-LKPD berbasis STEM. Menurut Zahroh & Yuliani (2021) validasi terhadap E-LKPD sangat penting dilakukan agar dapat dipastikan kelayakan penggunaan E-LKPD dari segi penyajian yang terdiri dari rancangan kumpulan kegiatan siswa untuk mencapai indikator pembelajaran.



Gambar 13. Perbaikan kalimat pada petunjuk kegiatan indikator keaslian

Kepraktisan E-LKPD berbasis STEM

E-LKPD berbasis STEM divalidasi oleh validator untuk diuji coba kepada siswa kelas VII SMPN 3 Bondowoso guna mengetahui kepraktisan penggunaan E-LKPD berbasis STEM dalam pembelajaran. Data kepraktisan penggunaan E-LKPD berbasis STEM terhadap kreativitas siswa dapat diketahui melalui proses pembelajaran yang dilakukan di kelas. Data hasil kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran E-LKPD berbasis STEM

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor (%)		Rerata (%)	Kriteria Kepraktisan
		Pertemuan 1	Pertemuan 2		
1.	Pendahuluan	94,0	94,0	94,0	Sangat Praktis
2.	Inti	88,0	85,0	86,5	Sangat Praktis
3.	Penutup	96,0	93,0	94,5	Sangat Praktis
Rata-rata				91,7	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil data dari Tabel 6 rata-rata persentase kepraktisan produk E-LKPD berbasis STEM yaitu 91,7% menunjukkan bahwa nilai tersebut mencapai kriteria sangat praktis digunakan dalam proses pembelajaran. Menurut Putri & Susantini (2021) perangkat

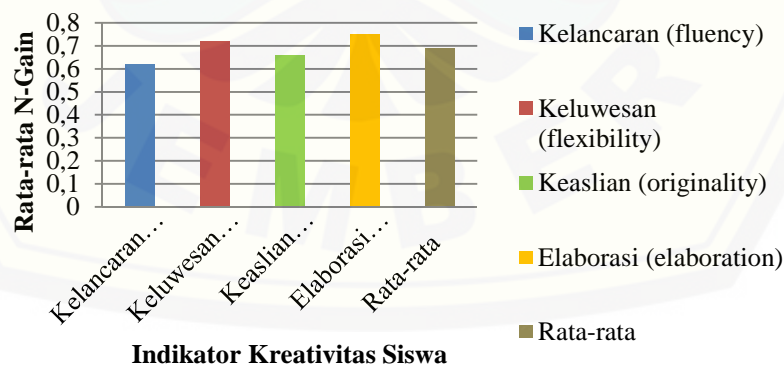
pembelajaran dapat dikatakan praktis apabila penggunaannya tidak menimbulkan banyak kendala atau masalah dalam kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru dan siswa. Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM sesuai dengan pendapat Fahmi (2021); Archer dkk. (2015) menyatakan bahwa kepraktisan perangkat pembelajaran diukur dengan pertimbangan yang diperoleh dari guru dan siswa dalam menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang disesuaikan dengan rencana pembelajaran saat kegiatan pembelajaran. Pada saat pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM terdapat beberapa kendala yang dihadapi oleh peneliti. Adapun kendala-kendala selama pembelajaran sebagai berikut. Khamdun (2021) Kepraktisan perangkat ini dikarenakan guru dan siswa mudah menggunakan perangkat yang dikembangkan karena disusun dalam bahasa yang komunikatif dan sesuai dengan alokasi waktu yang telah ditentukan, sehingga siswa dan guru merespon positif pembelajaran yang dilakukan.

Tabel 7. Kendala dalam Pelaksanaan Pembelajaran

No	Kendala	Solusi
1.	Beberapa siswa masih kesulitan memahami pertanyaan yang terdapat dalam E-LKPD	Pertanyaan pada E-LKPD berbasis STEM disederhanakan sesuai bahasa siswa.
2.	Beberapa siswa kurang kondusif dalam melaksanakan percobaan di kelas	Memberikan percobaan yang interaktif.

Tahap Evaluate atau Evaluasi

Pada tahap ini E-LKPD berbasis STEM yang sudah digunakan dalam pembelajaran mendapatkan hasil efektifitas E-LKPD berbasis STEM saat digunakan dalam pembelajaran IPA materi Suhu dan Kalor. Sebelum penerapan pembelajaran E-LKPD berbasis STEM dilakukan, maka diberikan suatu pre-test guna mengukur kemampuan awal siswa terhadap materi suhu dan kalor. Setelah penerapan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM dilakukan, maka diberikan post-test guna mengukur kemampuan kreativitas siswa setelah penggunaan E-LKPD berbasis STEM terhadap materi suhu dan kalor. Ada empat indikator kemampuan berpikir kreatif siswa menurut He (2017) diantaranya yaitu kelancaran (fluency), keluwesan (flexibility), keaslian (originality) dan memerinci (elaboration). Data hasil nilai pre-test dan post-test dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram rata-rata nilai tes kreativitas siswa

Pada Gambar 14 menunjukkan bahwa nilai tertinggi kreativitas siswa yaitu indikator elaborasi (elaboration), sedangkan nilai rata-rata terendah kreativitas siswa yaitu kelancaran (fluency). Disimpulkan bahwa hasil rata-rata nilai kreativitas siswa mengalami peningkatan, sehingga efektifitas E-LKPD berbasis STEM terhadap kreativitas siswa dapat

dihitung dengan rumus N-gain. Adapun rincian hasil perhitungan jumlah skor pre-test, post-test, dan N-gain ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Nilai Pre-test dan Post-test

No	Indikator Kreativitas Siswa	Skor Total		N-gain	Kriteria
		Pre-test	Post-test		
1.	Kelancaran (fluency)	7,83	9,17	0,62	Sedang
2.	Keluwesan (flexibility)	4,19	8,40	0,72	Tinggi
3.	Keaslian (originality)	4,82	8,25	0,66	Sedang
4.	Elaborasi (elaboration)	2,29	8,10	0,75	Tinggi
	Rata-rata	4,78	8,48	0,69	Sedang

Berdasarkan Tabel 8 mendapatkan hasil rata-rata analisis N-gain sebesar 0,69 menunjukkan kriteria sedang. Hasil analisis nilai pre-test dan post-test siswa mengalami peningkatan terhadap kreativitas siswa antara sebelum dan sesudah diberi perlakuan penggunaan E-LKPD berbasis STEM dalam kegiatan pembelajaran IPA materi suhu dan kalor. Pernyataan tersebut sesuai dengan Wahyuni dkk. (2021) bahwa E-LKPD telah efektif membuat hasil belajar siswa dan kreativitas siswa dalam berpikir meningkat. Hal itu disebabkan karena pada saat pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEM dilakukan beberapa analisis permasalahan yang dapat menumbuhkan kreativitas siswa dalam mencari solusi dari permasalahan tersebut melalui percobaan. Pada penelitian (Pertwi dkk., 2017) menunjukkan hasil bahwa kreativitas siswa meningkat pada setiap indikatornya yang disebabkan karena penerapan pembelajaran menggunakan STEM guna melatih kemampuan siswa dalam berpikir kreatif. Sa'adah dkk. (2021); Allen (2017) menyatakan bahwa pembelajaran IPA yang menerapkan pembelajaran dengan sistem merancang dan membuat proyek dapat mewujudkan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif serta menambah pengetahuan sains pada siswa.

Hasil keefektifan E-LKPD berbasis STEM selain diukur dari kreativitas siswa, juga diukur melalui analisis respon siswa. Analisis respon siswa diperoleh dari pengisian angket yang hasilnya menunjukkan 96% dalam kategori respon sangat baik. Radisic (2021) respon siswa yang diberikan berupa reaksi sosial dalam menanggapi pengaruh dari keadaan yang dilakukan. Hal ini sesuai dengan penelitian Lane (2021) bahwa respon positif yang diberikan seseorang dapat menjelaskan ketertarikannya pada sesuatu yang diukur, sedangkan jika diberikan respon negatif maka terdapat ketidaktertarikan seseorang terhadap sesuatu yang diukur. Menurut Kartini (2020) pembelajaran yang menarik membuat siswa lebih senang dan mudah memahami materi selama kegiatan pembelajaran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa E-LKPD berbasis STEM terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa pada materi suhu dan kalor dalam pembelajaran IPA di SMP. Kevalidan ditinjau dari hasil ketiga validator sebesar 84% dengan kriteria valid. Kepraktisan produk ditinjau dari keterlaksanaan E-LKPD berbasis STEM sebesar 91,7% dengan kriteria sangat praktis. Efektivitas dari produk E-LKPD berbasis STEM ditinjau dari hasil rata-rata N-gain sebesar 0,69 dengan kriteria sedang dan respon siswa sebesar 96% dengan kriteria sangat baik.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A.G., Adriany, V., & Abdullah, C.U. 2020. *Borderless Education as a Challenge in the 5.0 Society*. Bandung: Indonesia.
- Allen, B. 2017. Exploring the role of ideology in interdisciplinary science education policy. *Educational Studies*, 53(6):642–653.
- Alfiana, R., Parno, & Yogihati, C.I. 2021. Development of ILAU based on PBL-STEM model with formative assessment as an opportunity to improve problem solving skills in heat and temperature topics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1747:1-8.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. 2015. Science capital': A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal Research in Science Teaching*, 52:922–948
- Astutik, S. & Prahani, B.K. 2018. The practicality and effectiveness of collaborative creativity learning (CCL) model by using PhET simulation to increase students' scientific creativity. *International Journal of Instruction*, 11(4):1-16.
- Azizah, W.A., Sarwi, S., & Ellianawati. 2020. Development of stream-based teaching materials in training students' process skills through science project activities. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 574:147-156.
- Branch, R.M. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer Science and Business Media.
- Chang, S.C., Hsu, T.C., & Jong, S.Y.M. 2019. Integration of the peer assessment approach with a virtual reality design system for learning earth science. *Computers & Education*, 146:1-42.
- Daniels, L.M. & Gierl, M.J. 2017. The impact of immediate test score reporting on university students' achievement emotions in the context of computer-based multiple-choice exams. *Learning and Instruction*, 52:27-35.
- Fahmi, Fajeriadi, H., Irhasyuarna, Y., Suryajaya, & Abdullah. 2021. The practicality of natural science learning devices on the concept of environmental pollution with problem-solving learning models. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104:1-7.
- Farman, Hali, F., & Rawal, M. Development of E-LKPD using live worksheets for online mathematics learning during covid-19. *Journal of Mathematics Education*, 6(1):36-42.
- Hake, R.R. 1998. Interactive engagement vs traditional methods: a six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal of Physics*, 66(1):10-21.
- Haryono, H.E. & Aini, K.N. 2020. Diagnosis misconceptions of junior high school in Lamongan on the heat concept using the three-tier test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806:1-6.
- He, K. 2017. *A Theory of Creative Thinking Construction and Verification of the Dual Circulation Model*. Singapore: Springer Nature.

- Hermansyah, H., Nurhairunnisah, N., Sentaya, I. M., Sulindra, I.G.M., Andriani, N., & Gunawan, G. 2020. The effect of physics virtual experiments on mastery concept based on students learning style. *Journal of Physics: Conference Series*, 19(33):1-6.
- Hidayati, S.N., Sunyono, & Sabdaningtyas, L. 2021. Inquiry-based E-LKPD in effort to improve the fourth grade students' learning outcome. *International Journal Of Educational Studies In Social Sciences*, 1(3):120-132.
- Ibáñez, M.B. & Delgado-Kloos, C. 2018. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123:109–123.
- Kartini, K.S. & Putra, I.N.T.A. 2020. Respon siswa terhadap pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis android. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1):12-19.
- Khamdun, K., Suparmi, S., Maridi, M., & Rusilowati, A. 2021. Development of vocational science learning devices to improve project based soft skills. *Linguistics and Culture Review*, 5(S1):201-213.
- Ladamay, I., Kumala, F.N., Susanti, R.H., Ulfatin, N., Wiyono, B., & Rahayu, S. 2021. Designing and analysing electronic student worksheet based on Kvisoft Flip Book Maker for elementary school student. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098:1-7.
- Lane, S., Hoang, J.G., Leighton, J.P., & Rissanen, A. 2021. Engagement and satisfaction: mixed-method analysis of blended learning in the sciences. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21:100-122.
- Lau, K.C. & Lam, T.Y.P. 2017. Instructional practices and science performance of 10 top-performing regions in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 39(15):2128–2149. doi: 10.1080/09500693.2017.1387947.
- Lestari, D. & Syamsurizal, S. 2021. The effectiveness of pbl-based lkpd for empowering the senior high school student's critical and creative thinking skills. *International Journal of Social Science And Human Research*, 4(7):1776-1784.
- Liu, L., Zhang, L., Pinghao, Y., & Liu, Q. 2018. Influencing Factors of University Students' Use of Social Network Sites: An Empirical Analysis in China. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13 (3):71-86.
- Nesri, F.D.P. & Kristanto, Y. D. 2020. Pengembangan modul ajar berbantuan teknologi untuk mengembangkan kecakapan abad 21 siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3):480-492.
- Nirmala, L.R., Maulina, D., Yulianti, D., & Sabdaningtyas, L. 2021. PQ4R-based E-LKPD to improve the fourth grade students' higher order thinking skills. *International Journal of Educational Studies in Social Sciences*, 1(3):114-117.
- Niemi, H. & Multisilta, J. 2016. Digital storytelling promoting twenty-first century skills and student engagement. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(4):451–468.
- Pertiwi, R.S., Abdurrahman, & Rosidin, U. 2017. Efektivitas LKS STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2):11-19.

- Puspitasari, L., In'am, I., & Syaifuddin, M. 2019. Analysis of students' creative thinking in solving arithmetic problems. *Journal of Mathematics Education*, 14(1): 49-60.
- Putri, D.V.E. & Susanti, E. 2021. Penerapan E-LKPD berbasis strategi KWL plus pada materi archaeobacteria dan eubacteria untuk melatih keterampilan metakognitif peserta didik. *Jurnal BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(2): 367-375.
- Radiši, J., Selleri, P., Carugati, F., & Baucal, A. 2021. Are students in Italy really disinterested in science? a person-centered approach using the PISA 2015 data. *Science Education*, 105: 438-468.
- Rochmawati, A., Wiyanto, & Ridlo., S. 2020. Analysis of 21st century skills of student on implementation project based learning and problem posing models in science learning. *Journal of Primary Education*, 9(1): 58-67.
- Sa'adah, S.K., Sudarmin, & Diliarosta, S. 2021. Pengembangan pembelajaran dengan pendekatan STEM terintegrasi science entrepreneurship untuk meningkatkan karakter kewirausahaan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1): 2778-2791.
- Saido, G.M., Siraj, S., Nordin, A.B.B., & Al Amedy, O.S. 2018. Higher order thinking skills among secondary school students in science learning. *The Malaysian Online Journal of Educational Science*, 3(3): 13-20.
- Safitri, R., Haryanto, & Harizon. 2021. Development of PBL-STEM-based E-LKPD to improve students' science literacy skills on reaction rate Materials. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(2): 113-129.
- Simon, R.A., Aulls, M.W., Dedic, H., Hubbard, K., & Hall, N.C. 2015. Exploring student persistence in STEM programs: A motivational model. *Canadian Journal of Education*, 38(1): 1-27.
- Shaohui, C., Zuhao, W., & Xiufeng, L. 2021. Moderating effects of teacher feedback on the associations among inquiry-based science practices and students' science-related attitudes and beliefs. *International Journal of Science Education*, 43(14): 2426-2456.
- Wahyuni, S., Rizki, L.K., Budiarmo, A.S., Putra, P.D.A., & Narulita, E. 2021. The development of e-student worksheet on environmental pollution to improve critical thinking skills of Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 7(4): 723-728. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.870>.
- Schumm, M.F. & Bogner, F.X. 2016. Measuring adolescent science motivation. *International Journal of Science Education*, 38(3): 434-449.
- Stains, M., Harshman, J., Barker, M.K., Chasteen, S.V., Cole, R., DeChenne-Peters, S.E. Young, A.M. 2018. Anatomy of STEM teaching in American Universities. *Science*, 359(6383): 1468-1470.
- Syamsu, F.D. 2020. Pengembangan lembar kerja peserta didik berorientasi pembelajaran discovery learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Genta Mulia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 11(1): 65-79.
- Vennix, J. & Brok, P., & Taconis, R. 2017. Perceptions of STEM-based outreach learning activities in secondary education. *Learning Environments Research*, 20(1): 21-46.

Woods T., Christodoulou, A., Rietdijk, W., Byrne, J., Griffiths, J.B., & Grace, M.M. 2016. Meet the scientist: The value of short interactions between scientists and students. *International Journal of Science Education*, 6(1):89–113.

Zahara, M., Abdurrahman, K., Herlina, R., Widyanti, L., & Agustiana. 2020. Teachers' perceptions of 3D technology-integrated student worksheet on magnetic field material: a preliminary research on augmented reality in STEM learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796:1-8.

Zahroh, D.A. & Yuliani. 2021. Pengembangan E-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pertumbuhan dan perkembangan. *Jurnal BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(3):605-616.

