

## PENGEMBANGAN E-LKPD BERORIENTASI STEAM-PjBL UNTUK MENGOPTIMALKAN KREATIVITAS SISWA SMA KELAS XI PADA MATERI STOIKIOMETRI

Sekar Nanda Agustina <sup>a\*)</sup>, M. Rusdi <sup>a)</sup>, Fatria Dewi <sup>a)</sup>, Febbry Romundza <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

<sup>\*)</sup>e-mail korespondensi: skarnandaagustina@gmail.com

Article history: received 01 October 2025; revised 12 November 2025; accepted 04 December 2025

DOI : <https://doi.org/10.33751/jmp.v13i2.13030>

**Abstrak.** Media pembelajaran interaktif berorientasi e-LKPD dapat menumbuhkan kreativitas dan minat belajar peserta didik, terutama jika disajikan dengan desain yang sederhana dan menarik. Materi stoikiometri termasuk ke dalam konsep kimia yang bersifat abstrak. Sehingga, melalui penerapan pendekatan STEAM-PjBL dapat membantu peserta didik mengaitkan konsep serta teori dengan konteks kehidupan nyata, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih relevan dan bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan, prosedur penggunaan, kelayakan media menurut ahli materi dan desain pembelajaran, penilaian pendidik, serta respon peserta didik terhadap e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL pada materi stoikiometri yang dikembangkan. Pengembangan e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL menggunakan model pengembangan Lee & Owens. Instrumen penelitian berupa lembar pedoman wawancara dan angket. Teknik analisis data yang dilakukan yaitu analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif. Hasil dari penelitian ini diperoleh hasil kelayakan ahli materi dan ahli desain pembelajaran dengan kategori memuaskan. Selanjutnya penilaian pendidik diperoleh rata-rata skor sebesar 4,9 dengan kategori “sangat layak”, serta mendapatkan respon positif dari peserta didik dengan persentase uji coba kelompok kecil sebesar 89,06% dengan kategori “sangat baik”.

**Kata Kunci:** e-LKPD, STEAM-PjBL, Kreativitas, Stoikiometri

### DEVELOPMENT OF STEAM-PJBL-ORIENTED E-STUDENT WORKSHEETS TO OPTIMIZE CREATIVITY OF 11TH GRADE SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS ON STOICHIOMETRY MATERIAL

**Abstract.** An interactive learning media based on e-LKPD can foster students' creativity and learning interest, especially when presented with a simple and engaging design. Stoichiometry is one of the chemistry topics that involves abstract concepts. Therefore, the implementation of the STEAM-PjBL approach can help students connect concepts and theories with real-life contexts, making the learning process more relevant and meaningful. This study aims to identify the development process, usage procedures, feasibility of the media according to material and instructional design experts, teachers' evaluations, and students' responses toward the STEAM-PjBL-oriented e-LKPD developed for the stoichiometry topic. The development of the STEAM-PjBL-oriented e-LKPD employed the Lee & Owens development model. The research instruments included interview guidelines and questionnaires. The data analysis techniques used were qualitative and quantitative data analysis. The results of this study show that the material expert and instructional design expert assessments fall into the "satisfactory" category. Furthermore, the teachers' evaluation obtained an average score of 4.9, categorized as "highly feasible," and students gave positive responses during the small-group trial with a percentage score of 89.06%, categorized as "excellent."

**Keywords:** e-LKPD, STEAM-PjBL, Creativity, Stoichiometry

### I. PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk individu yang kreatif, inovatif, dan mampu menghadapi tantangan abad ke-21. Selama ini, pendidikan di Indonesia lebih menekankan pada aspek pengetahuan, namun kurikulum merdeka dirancang dengan menyesuaikan perkembangan zaman yang ada. Kurikulum Merdeka memberikan keleluasaan kepada sekolah untuk merancang proses pembelajaran sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Menurut Permendikbud nomor 103 Tahun 2014, karakteristik pembelajaran abad 21 menuntut pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (student-centered). Namun faktanya, proses pembelajaran cenderung masih berpusat pada guru (teacher-centered), sehingga kreativitas dan inisiatif peserta didik kurang tersalurkan secara optimal.

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki kemampuan berpikir kreatif, kritis, kolaboratif, dan komunikatif untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Keterampilan-keterampilan ini tidak hanya penting dalam konteks akademik, tetapi juga sebagai bekal hidup yang mampu menghadapi masalah nyata di masyarakat. Dalam konteks Kurikulum Merdeka di jenjang SMA, mata pelajaran kimia memiliki peran yang strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Kimia mempelajari sifat, struktur, komposisi, dan perubahan materi, serta interaksi materi dengan energi, sehingga memberikan dasar konseptual yang penting bagi pemahaman ilmu alam lainnya (Kemendikbudristek, 2013).

Materi stoikiometri menjadi salah satu materi yang sering dianggap sulit oleh peserta didik karena membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam, keterampilan analisis, dan kemampuan perhitungan yang baik. Kesulitan ini seringkali muncul karena stoikiometri menggabungkan berbagai konsep kimia dasar seperti mol, persamaan reaksi, massa atom relatif, dan perhitungan konsentrasi. Selain itu, stoikiometri menuntut peserta didik untuk melakukan konversi satuan, perhitungan rasio, dan pemahaman logika reaksi kimia secara simultan. Kesulitan dalam memahami materi ini berdampak pada rendahnya minat belajar peserta didik terhadap kimia, khususnya materi stoikiometri. Padahal, stoikiometri memiliki relevansi yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam perhitungan dosis obat, produksi bahan kimia, proses fermentasi, dan bahkan dalam kegiatan memasak sehari-hari.

Selain kesulitan konsep, rendahnya kreativitas peserta didik juga dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang cenderung monoton dan media pembelajaran yang belum dimanfaatkan secara optimal. Banyak guru masih menggunakan metode ceramah atau latihan soal secara tradisional, sehingga proses belajar menjadi kurang menarik dan kurang memotivasi peserta didik. Kurangnya waktu dan keterbatasan fasilitas di sekolah juga menjadi faktor yang membatasi penerapan pembelajaran yang inovatif. Padahal, pembelajaran yang aktif, kreatif, dan menyenangkan memiliki peran penting dalam menumbuhkan motivasi intrinsik peserta didik, sehingga mereka lebih berani bertanya, mencoba, dan berinovasi dalam menyelesaikan masalah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan media pembelajaran yang dapat merangsang peserta didik agar aktif dan kreatif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah STEAM-PjBL. Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) merupakan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan berbagai bidang ilmu sehingga peserta didik tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks nyata (Nurhikmayati, 2019). Model Project-Based Learning (PjBL) memberikan pengalaman belajar yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam menyelesaikan masalah atau membuat produk yang memiliki relevansi dengan kehidupan nyata. Dengan pendekatan ini, peserta didik dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, bekerja sama, dan mengomunikasikan ide-ide mereka secara efektif.

Dalam pembelajaran kimia, STEAM-PjBL dapat digunakan untuk membuat materi stoikiometri lebih menarik dan mudah dipahami. Misalnya, peserta didik dapat diberikan proyek untuk menghitung jumlah bahan kimia yang dibutuhkan dalam percobaan tertentu, atau merancang model reaksi kimia yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari. Proyek ini tidak hanya menuntut peserta didik untuk memahami konsep stoikiometri, tetapi juga melatih kemampuan mereka dalam merencanakan, melakukan eksperimen, dan menganalisis hasil secara sistematis. Selain itu, STEAM-PjBL memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengekspresikan kreativitas mereka melalui pembuatan produk atau model yang inovatif, misalnya dalam bentuk poster, video, model molekul, atau simulasi digital.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan STEAM-PjBL dapat meningkatkan pemahaman dan kreativitas peserta didik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Qonita (2023) terkait Pengembangan e-LKPD Berpendekatan STEAM-PjBL pada Materi Ikatan Kimia, media pembelajaran yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak digunakan. Hasil uji coba skala kecil menunjukkan respon positif dari guru kimia dengan persentase rata-rata 82,20%, dan respon peserta didik sebanyak 35 orang mencapai rata-rata 80,37%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis STEAM-PjBL mampu memotivasi peserta didik, meningkatkan pemahaman konsep, dan menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah kimia.

Selain itu, pengembangan media pembelajaran berbasis STEAM-PjBL memberikan keuntungan jangka panjang. Dengan terbiasa melakukan proyek yang berhubungan dengan kehidupan nyata, peserta didik dapat menghubungkan konsep teoritis dengan pengalaman praktis, sehingga pemahaman mereka lebih mendalam dan bertahan lama. Media pembelajaran digital seperti e-LKPD juga memudahkan guru dalam menyesuaikan materi dengan kebutuhan peserta didik, memberikan variasi aktivitas, serta memungkinkan evaluasi yang lebih interaktif. Dengan demikian, proses pembelajaran menjadi lebih dinamis dan menyenangkan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan minat peserta didik terhadap kimia.

Dalam konteks pembelajaran stoikiometri, STEAM-PjBL tidak hanya membantu peserta didik memahami materi, tetapi juga melatih mereka untuk berpikir sistematis dan kritis dalam melakukan perhitungan kimia yang kompleks. Pendekatan ini menekankan pengalaman belajar yang autentik, sehingga peserta didik belajar tidak hanya untuk lulus ujian, tetapi juga untuk menerapkan konsep kimia dalam situasi nyata. Selain itu, pendekatan ini menumbuhkan kemampuan kolaborasi dan komunikasi, karena banyak proyek PjBL yang dilakukan secara kelompok, sehingga peserta didik belajar saling bekerja sama, berbagi ide, dan menyelesaikan masalah secara tim.

Dengan demikian, implementasi STEAM-PjBL berbasis e-LKPD pada materi stoikiometri menjadi salah satu solusi efektif untuk mengatasi kesulitan belajar peserta didik, meningkatkan kreativitas, dan membangun kompetensi abad 21. Pendekatan ini mendukung Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran student-centered, fleksibel, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik. Guru sebagai fasilitator dapat mengarahkan proses belajar, memberikan bimbingan, serta menyesuaikan proyek agar relevan dengan kehidupan peserta didik. Dengan adanya media pembelajaran inovatif seperti e-LKPD berbasis

STEAM-PjBL, diharapkan peserta didik tidak hanya memahami konsep stoikiometri, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan kimia secara kreatif, kritis, dan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, penerapan e-LKPD berbasis STEAM-PjBL memungkinkan guru untuk menilai kemampuan peserta didik secara lebih komprehensif. Guru tidak hanya mengevaluasi hasil akhir berupa jawaban soal, tetapi juga proses berpikir, kreativitas, dan keterampilan kolaborasi peserta didik selama mengerjakan proyek. Dengan demikian, penilaian menjadi lebih autentik dan mencerminkan kompetensi peserta didik secara utuh, sekaligus memberikan umpan balik yang konstruktif untuk pengembangan kemampuan mereka lebih lanjut.

Pengalaman belajar melalui STEAM-PjBL juga dapat menumbuhkan rasa percaya diri peserta didik. Saat mereka berhasil menyelesaikan proyek yang menantang, mengatasi kesulitan perhitungan stoikiometri, dan menghasilkan produk kreatif, peserta didik akan merasakan pencapaian yang nyata. Hal ini tidak hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga membentuk sikap positif terhadap pembelajaran kimia dan ilmu pengetahuan pada umumnya. Dengan demikian, e-LKPD berbasis STEAM-PjBL tidak sekadar media pembelajaran, melainkan juga sarana untuk mengembangkan karakter, kemandirian, dan kemampuan berpikir kritis yang menjadi bekal penting bagi peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) dengan tujuan tidak hanya untuk memahami fenomena pembelajaran, tetapi juga untuk menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Lee & Owens, yang menurut Akbar (2016) terdiri dari lima tahapan utama, yaitu penilaian atau analisis (assessment/analysis), desain (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan evaluasi (evaluation). Tahap penilaian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan peserta didik, kesulitan dalam pembelajaran, serta ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung media pembelajaran. Analisis awal-akhir (front-end analysis) bertujuan untuk mengetahui kondisi awal pembelajaran dan menentukan perbaikan yang diperlukan agar produk yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik dan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Tahap desain mencakup perencanaan konten materi, metode pembelajaran, bentuk media, dan evaluasi yang akan digunakan dalam produk. Desain ini dibuat sedemikian rupa agar selaras dengan prinsip student-centered learning sesuai Kurikulum Merdeka, sehingga peserta didik dapat berperan aktif dalam pembelajaran. Dalam tahap ini, penekanan diberikan pada integrasi pendekatan STEAM-PjBL untuk materi kimia, khususnya stoikiometri, agar peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menerapkan teori dalam konteks nyata.

Tahap pengembangan meliputi pembuatan e-LKPD berbasis STEAM-PjBL serta penyusunan panduan penggunaan media. Produk ini dikembangkan melalui beberapa iterasi, termasuk perbaikan berdasarkan masukan dari ahli materi dan ahli desain pembelajaran. Hal ini bertujuan agar e-LKPD yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi, praktis digunakan, menarik, serta mampu menstimulasi kreativitas dan motivasi belajar peserta didik. Tahap ini juga melibatkan uji coba awal internal untuk memastikan tidak terdapat kesalahan teknis atau materi sebelum produk digunakan pada peserta didik.

Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba kelompok kecil di SMAN 4 Kota Jambi pada peserta didik kelas XI Fase 7. Pemilihan peserta didik dilakukan secara purposive, terdiri dari peserta didik dengan tingkat kognitif tinggi, sedang, dan rendah, sebanyak 15 orang. Menurut Arikunto (2013), kelompok kecil idealnya terdiri dari 4–20 responden, sedangkan kelompok besar berkisar 20–50 orang. Uji coba ini bertujuan untuk melihat bagaimana e-LKPD berbasis STEAM-PjBL dapat digunakan dalam kondisi nyata, mengamati interaksi peserta didik dengan media, dan menilai sejauh mana media mampu meningkatkan pemahaman konsep dan kreativitas peserta didik.

Pengumpulan data dilakukan dengan berbagai teknik, yaitu observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Observasi digunakan untuk mengetahui kondisi pembelajaran, keterlibatan peserta didik, dan kendala yang terjadi selama proses belajar. Wawancara dilakukan dengan guru dan pihak terkait untuk menggali kendala, harapan, serta pengalaman mereka dalam menggunakan media pembelajaran. Angket digunakan untuk analisis kebutuhan dan validasi produk, termasuk angket yang diberikan kepada ahli materi dan ahli desain pembelajaran untuk menilai kelayakan e-LKPD, serta angket untuk guru dan peserta didik guna menilai kemenarikan, kemudahan penggunaan, dan relevansi produk. Dokumentasi berupa foto kegiatan, hasil uji coba, dan catatan kegiatan pembelajaran digunakan untuk melengkapi data pendukung serta memberikan bukti visual mengenai penerapan media.

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari tanggapan, kritik, masukan, dan saran dari ahli materi dan ahli desain pembelajaran selama tahap validasi, yang kemudian digunakan untuk menyempurnakan produk. Analisis ini membantu peneliti dalam memperbaiki aspek desain, konten, dan penggunaan media agar lebih efektif dan efisien. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh dari hasil uji coba produk berupa penilaian guru dan respons peserta didik terhadap e-LKPD. Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengukur keberhasilan produk dalam meningkatkan pemahaman konsep, kreativitas, dan motivasi belajar peserta didik, serta untuk menilai kelayakan penggunaan media pembelajaran secara numerik.

Selain itu, penelitian ini juga menekankan pentingnya keterlibatan guru sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik selama penggunaan e-LKPD. Guru tidak hanya mengawasi jalannya pembelajaran, tetapi juga memberikan arahan dan bimbingan ketika peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep atau menyelesaikan proyek. Hal ini penting agar pendekatan

student-centered yang diterapkan melalui STEAM-PjBL dapat berjalan efektif. Keterlibatan guru juga memastikan bahwa evaluasi terhadap produk berlangsung objektif, serta memungkinkan penyesuaian segera jika diperlukan.

Dengan metode penelitian dan pengembangan yang sistematis ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan e-LKPD berbasis STEAM-PjBL yang tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga mampu meningkatkan kreativitas, motivasi, dan pemahaman konsep kimia peserta didik, khususnya pada materi stoikiometri. Produk yang dihasilkan dapat menjadi media pembelajaran yang relevan dengan Kurikulum Merdeka, mendorong pembelajaran aktif, kreatif, dan kontekstual, serta memberikan pengalaman belajar yang autentik bagi peserta didik.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian pengembangan ini berupa bahan ajar dalam bentuk Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) berorientasi STEAM-PjBL pada materi stoikiometri yang dirancang untuk mengoptimalkan kreativitas peserta didik kelas XI SMA. Model pembelajaran STEAM-PjBL menekankan lima sintak yang harus dipahami oleh peserta didik, yaitu Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication (Adriyawati et al., 2020). Kelima sintak ini dirancang agar peserta didik tidak hanya memahami konsep stoikiometri secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari serta menghasilkan produk kreatif melalui proyek-proyek berbasis masalah nyata.

Berdasarkan hasil validasi pertama oleh ahli materi, terdapat beberapa komentar dan saran untuk memperbaiki penyajian materi agar lebih efektif. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kegrafikan. Ahli materi memberikan masukan terkait ketepatan konsep, penyesuaian contoh soal, penggunaan bahasa yang lebih komunikatif, serta penyusunan grafik dan ilustrasi yang lebih menarik. Setelah revisi dilakukan, validasi tahap kedua menunjukkan bahwa semua saran dari tahap pertama telah diterapkan dengan baik, sehingga media pembelajaran dinyatakan layak untuk diuji coba di lapangan.

Selain itu, validasi oleh ahli desain pembelajaran juga dilakukan untuk menilai aspek teknis e-LKPD. Pada validasi pertama, beberapa komentar diberikan mengenai petunjuk penggunaan yang perlu diperjelas, penulisan sumber video yang harus konsisten, serta kebakuan bahasa dan ketepatan struktur kalimat. Semua masukan ini diperbaiki oleh peneliti sehingga pada validasi kedua, ahli desain pembelajaran menyatakan bahwa e-LKPD telah memenuhi standar kelayakan dan siap digunakan dalam uji coba tanpa revisi tambahan. Proses validasi ini memastikan bahwa produk pembelajaran tidak hanya sah secara materi, tetapi juga praktis dan nyaman digunakan oleh peserta didik.

Penilaian dari guru sebagai pengguna media juga dijadikan pertimbangan penting dalam perbaikan produk. Hasil penilaian pendidik menunjukkan skor total 98 dengan rata-rata 4,9, berada pada interval >4,2–5,0 dan masuk kategori “sangat layak”. Selain skor kuantitatif, guru juga memberikan komentar dan saran yang membantu peneliti memperbaiki e-LKPD lebih lanjut, seperti penambahan ilustrasi interaktif, penekanan pada langkah-langkah proyek, serta penyesuaian bahasa agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Respons guru yang positif ini memberikan keyakinan bagi peneliti untuk melanjutkan ke tahap implementasi atau penerapan media secara langsung kepada peserta didik.

Pada tahap implementasi, produk yang telah divalidasi oleh ahli dan mendapat penilaian positif dari guru diuji coba pada kelompok kecil yang terdiri dari 15 peserta didik kelas XI Fase 7 SMAN 4 Kota Jambi. Uji coba ini dilakukan untuk menilai sejauh mana e-LKPD dapat memfasilitasi proses pembelajaran secara interaktif, mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, serta meningkatkan motivasi belajar. Selama proses uji coba, peneliti melakukan observasi terhadap keterlibatan peserta didik dalam setiap sintak STEAM-PjBL, mulai dari refleksi awal, penelitian, eksplorasi konsep, penerapan materi dalam proyek, hingga presentasi hasil proyek dan komunikasi antaranggota kelompok.

Selain observasi, peneliti juga mengumpulkan tanggapan peserta didik melalui angket dan wawancara singkat untuk mengetahui tingkat pemahaman, kemudahan penggunaan e-LKPD, serta aspek yang paling menarik menurut peserta didik. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa peserta didik merasa lebih termotivasi untuk mempelajari stoikiometri karena kegiatan yang diberikan bersifat kontekstual dan menantang, serta memungkinkan mereka memanfaatkan kreativitas dalam menyelesaikan proyek. Beberapa peserta menyatakan bahwa proyek yang dilakukan membantu mereka memahami konsep stoikiometri dengan lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional, karena mereka dapat melihat langsung penerapan teori dalam situasi nyata.

Selain tanggapan dari peserta didik, peneliti juga mencatat setiap kendala yang muncul selama uji coba, seperti kesulitan peserta didik dalam memahami beberapa soal stoikiometri yang bersifat kompleks, serta kebutuhan mereka untuk berdiskusi lebih lanjut dalam kelompok. Peneliti melakukan pendampingan secara terbatas agar peserta didik tetap dapat berpikir mandiri dan kreatif dalam menyelesaikan proyek. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mulai terbiasa menggunakan e-LKPD, menelusuri video, animasi, dan petunjuk langkah-langkah proyek dengan lebih percaya diri. Proses ini juga memperlihatkan peningkatan interaksi antarpeserta didik, di mana mereka saling bertukar ide, membantu teman yang kesulitan, dan mendiskusikan hasil proyek sebelum diserahkan. Aktivitas ini menjadi indikator bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran, sejalan dengan prinsip student-centered learning dan sintak STEAM-PjBL yang menekankan Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication.

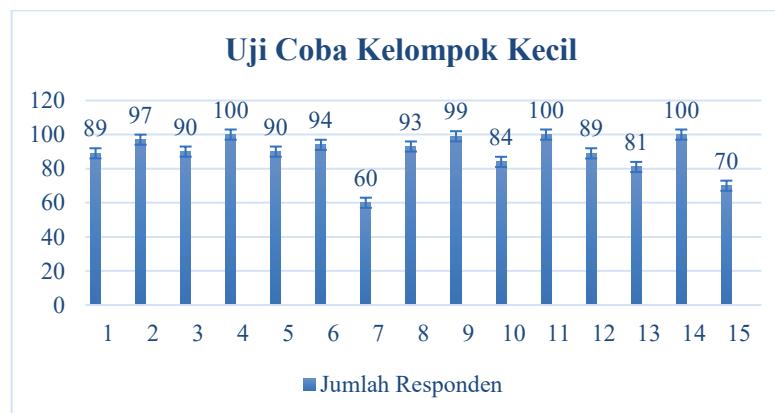
Berdasarkan hasil dari data validasi pertama ahli materi, terdapat beberapa komentar dan saran yang diberikan ahli materi agar materi yang disajikan di dalam media menjadi lebih efektif lagi. Aspek desain media yang dinilai yaitu kelayakan isi,

kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kegrafikan. Pada tahap validasi kedua dari ahli materi, semua saran yang diberikan pada tahap validasi pertama telah diperbaiki. Sehingga media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti dinyatakan layak untuk diujicobakan di lapangan. Berdasarkan data hasil instrumen validasi pertama ahli desain pembelajaran, masih terdapat beberapa komentar dan saran dari ahli desain pembelajaran seperti perbaikan pada petunjuk pengguna, penulisan sumber video, kebakuhan bahasa dan ketepatan struktur kalimat yang terdapat dalam e-LKPD. Sehingga perlu dilakukannya revisi terlebih dahulu. Pada validasi tahap kedua oleh ahli desain pembelajaran, semua saran yang diberikan pada validasi pertama telah diterapkan sehingga validator ahli desain pembelajaran menyatakan bahwa e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL yang dikembangkan dinyatakan layak untuk diujicobakan di lapangan tanpa revisi. Penilaian dari guru juga akan dijadikan sebagai pertimbangan revisi produk yang dibuat. Berdasarkan hasil penilaian pendidik yang telah dilakukan diperoleh skor total yaitu 98 dengan rata-rata skor 4,9 yang berada pada interval >4,2–5,0 dengan kategori “sangat layak”. Di samping itu, guru juga memberikan masukkan berupa komentar atau saran terhadap e-LKPD yang dikembangkan. Untuk itu, peneliti langsung memperbaiki sesuai dengan saran pendidik. Pendidik juga memberikan respon positif terhadap media pembelajaran yang dikembangkan peneliti sehingga diputuskan peneliti dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap implementasi atau penerapan media secara langsung kepada peserta didik. Pada tahap implementasi, peneliti mengujicobakan produk yang telah divalidasi oleh tim ahli dan dinilai oleh pendidik kepada subjek uji coba. Uji coba produk dilakukan sebatas uji coba kelompok kecil yang terdiri dari 15 orang peserta didik kelas XI Fase 7 SMAN 4 Kota Jambi:

Berdasarkan Penelitian. diketahui jumlah keseluruhan jawaban responden (F) adalah 1336, jumlah pertanyaan dalam angket (I) adalah 20, skor tertinggi dalam angket (N) adalah 5 dan jumlah responden (R) adalah 15 orang.

$$K = \frac{F}{N \times I \times R} \times 100\% \quad (1)$$

Dari data tersebut maka didapatkan hasil persentase kelayakan yaitu sebesar 89,06% dan berada pada rentang nilai 81% - 100% dengan kategori “sangat baik”. Berikut diagram skor uji coba kelompok kecil dengan 15 orang peserta didik seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Skor Uji Coba kelompok Kecil

Pada saat peserta didik mengoperasikan e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL pada materi stoikiometri, terlihat bahwa mereka menunjukkan antusiasme yang tinggi dan minat belajar yang meningkat secara signifikan. Aktivitas yang dirancang dalam e-LKPD mampu menarik perhatian peserta didik karena menghadirkan proyek yang menantang, memerlukan analisis mendalam, dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk berpikir kreatif. Banyak peserta didik menyatakan bahwa tahap *discovery* merupakan tahap yang paling menarik, karena di dalamnya terdapat proyek yang menuntut mereka untuk mengeksplorasi konsep stoikiometri secara lebih luas dan menyeluruh. Proses ini tidak hanya mengasah kemampuan kognitif, tetapi juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan kreativitas, berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah secara mandiri. Hal ini sejalan dengan pendapat Zaharah & Silitonga (2023), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kreativitas siswa melalui kegiatan yang menyenangkan, di mana peserta didik dapat mengemukakan gagasan dan menghasilkan produk sesuai dengan imajinasi mereka. Dengan kata lain, e-LKPD ini tidak hanya berfungsi sebagai media belajar, tetapi juga sebagai sarana bagi peserta didik untuk mengekspresikan kreativitas mereka secara nyata dan mengaitkan konsep kimia dengan konteks kehidupan sehari-hari.

Selain itu, peserta didik juga mengapresiasi bidang seni yang terintegrasi dalam e-LKPD, yang memberikan mereka kebebasan lebih untuk mengekspresikan kreativitas secara visual maupun konseptual. Hal ini sejalan dengan pendapat Purhanudin (2019), yang menyatakan bahwa seni dapat memfasilitasi setiap individu untuk menuangkan kreativitasnya sesuai kehendak

masing-masing. Integrasi unsur seni dalam e-LKPD tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep stoikiometri melalui representasi visual, tetapi juga meningkatkan motivasi belajar karena pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan interaktif. Seni dalam konteks pembelajaran sains berperan sebagai media untuk menyampaikan ide dan konsep secara kreatif, sehingga peserta didik dapat memvisualisasikan perhitungan stoikiometri atau reaksi kimia melalui bentuk grafik, diagram, atau proyek kreatif lainnya. Dengan demikian, e-LKPD yang dikembangkan tidak hanya berfokus pada penguasaan materi kimia, tetapi juga menumbuhkan kompetensi kreatif melalui kombinasi antara ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, seni, dan matematika, sesuai prinsip STEAM.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nabila (2023) mengenai pengembangan media pembelajaran e-LKPD materi laju reaksi bermuatan berbasis STEAM-PjBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memperoleh penilaian sangat baik dari berbagai pihak, termasuk ahli materi, ahli desain pembelajaran, reviewer, serta respon peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa e-LKPD merupakan media pembelajaran alternatif yang efektif untuk meningkatkan minat, motivasi, dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Selain itu, e-LKPD yang dikembangkan dilengkapi dengan soal evaluasi yang mengacu pada beberapa indikator berpikir kreatif, sehingga peserta didik dapat melatih kemampuan berpikir kreatif secara sistematis saat mengerjakan kegiatan pembelajaran. Soal-soal ini dirancang tidak hanya untuk menguji pemahaman konsep stoikiometri, tetapi juga untuk menstimulasi kreativitas, kemampuan analisis, dan kemampuan mereka dalam menghubungkan konsep kimia dengan situasi nyata.

Berdasarkan hasil validasi dari ahli materi dan ahli desain pembelajaran, penilaian guru, serta respon peserta didik, diperoleh kesimpulan bahwa e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL pada materi stoikiometri telah layak digunakan dan memperoleh respons yang sangat baik dari guru maupun peserta didik. Penyajian materi dan aktivitas peserta didik dalam e-LKPD terbukti mampu menumbuhkan kreativitas, meningkatkan motivasi belajar, serta mempermudah pemahaman konsep stoikiometri. Selain dapat digunakan sebagai media pembelajaran di kelas, e-LKPD ini juga memungkinkan peserta didik untuk belajar mandiri di rumah, sehingga memperluas kesempatan mereka untuk memahami materi secara lebih mendalam dan mengintegrasikan kemampuan berpikir kreatif dalam setiap tahap pembelajaran. Dengan demikian, e-LKPD ini tidak hanya mendukung pencapaian kompetensi akademik, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan abad ke-21 yang esensial bagi peserta didik, termasuk kemampuan kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah, serta keterampilan teknologi dan seni yang relevan dengan era modern.

Selain aspek akademik, e-LKPD ini juga memberikan dampak positif pada sikap peserta didik, di mana mereka menjadi lebih proaktif, berani mengemukakan ide, dan terbiasa bekerja dalam tim. Proses pembelajaran yang interaktif ini mendorong peserta didik untuk saling berbagi gagasan, memecahkan masalah bersama, serta mengevaluasi hasil pekerjaan mereka secara kritis. Dengan demikian, penggunaan e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL ini tidak hanya mengoptimalkan kreativitas, tetapi juga menumbuhkan keterampilan sosial dan karakter peserta didik, seperti tanggung jawab, ketekunan, dan kemampuan beradaptasi dengan tantangan pembelajaran. Secara keseluruhan, e-LKPD ini terbukti menjadi media pembelajaran yang holistik, menggabungkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, serta mampu mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21 dengan lebih efektif dan menyenangkan.

## IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL untuk mengoptimalkan kemampuan kreativitas peserta didik SMA kelas XI pada materi stoikiometri layak digunakan. Hasil validasi oleh ahli materi dan ahli desain pembelajaran menunjukkan bahwa media ini memenuhi kriteria kelayakan dari segi isi, penyajian, bahasa, dan desain grafis. Penilaian guru juga sangat positif dengan rata-rata skor 4,9 (>4,2–5,0) yang termasuk kategori "Sangat Layak". Respons peserta didik melalui uji coba kelompok kecil menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan persentase 89,06% (kategori "Sangat Baik"), menandakan antusiasme tinggi, motivasi belajar meningkat, dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik terstimulasi. e-LKPD ini efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep stoikiometri secara mendalam, mendorong kreativitas, serta mendukung pembelajaran kolaboratif dan mandiri. Dengan demikian, e-LKPD berorientasi STEAM-PjBL ini dapat menjadi media pembelajaran alternatif yang inovatif dan efektif, tidak hanya meningkatkan kompetensi akademik, tetapi juga menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan abad ke-21 bagi peserta didik.

## V. REFERENSI

- Adriyawati., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). Steam-Project-Scientific Literacy on Alternative Energy Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863–1873.
- Akbar, T. (2016). Pengembangan Multimedia Interaktif IPA Berorientasi Guided Inquiry pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Kelas V SDN Kebonsari 3 Malang. *Jurnal Pendidikan - Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(6), 1120–1126. <https://doi.org/10.17977/jp.v1i6.6456>

- Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Matematika. *Didactical Mathematics*, 1(2), 41–50. <https://doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1508>
- Purhanudin, M. V. (2019). Pendidikan Seni dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Waspada FKIP UNDARIS*, 6(2). ISSN: 2722-0435
- Zaharah & Silitonga, M. (2023). Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik melalui Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) di SMP Negeri 22 Kota Jambi. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(3), 139–150
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kemendikbudristek. (2013). *Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nabila, R. R. T. N. (2023). *Pengembangan Media Pembelajaran e-LKPD Materi Laju Reaksi Bermuatan STEAM-PjBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA*. Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Qonita, A. (2023). *Pengembangan e-LKPD Berpendekatan STEAM-PjBL pada Materi Ikatan Kimia*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Diakses dari <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/72741>