

PENGEMBANGAN E-LKPD KALORIMETRI BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) MENGGUNAKAN *LIVEWORKSHEETS*

Meylina Syarani^{1*}, Andi Suharman¹, Sanjaya¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: meylinasyarani0@gmail.com

Article History:

Received: June 25, 2025

Revised: July 12, 2025

Accepted: July 26, 2025

Published: August 1, 2025

DOI: <https://doi.org/10.22373/gppk9m88>

ABSTRACT

The lack of interactive teaching materials and students' difficulties in understanding concepts and calculations in calorimetry prompted the development of e-LKPD based on Problem-Based Learning (PBL) using Liveworksheets for class XI.1 students at Sriwijaya Negara High School, Palembang. This study aims to produce a valid, practical, and effective e-LKPD. The development follows the ADDIE model and includes Tessmer's formative evaluation stages: self-evaluation, expert review, one-to-one, small group, and field test. Data was collected through interviews with chemistry teachers, a needs analysis questionnaire administered to 35 students, a walkthrough with two experts who assessed the content, design, and pedagogical aspects, a practicality questionnaire administered to three students in the one-to-one stage and nine students in the small group stage, as well as pre-tests and post-tests administered to all 35 students. The validity test results showed an average validity score of 0.99, which falls into the very high category. The practicality of the e-LKPD in the one-to-one stage was 89.33% and in the small group stage was 91.82%. The effectiveness test results showed an N-Gain value of 0.80, which falls into the high category. Therefore, this e-LKPD is deemed valid, practical, and effective in enhancing students' understanding and engagement in calorimetry learning.

Keywords: *development research, e-LKPD, PBL, calorimetry*

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi yang pesat di era modern telah memengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk bidang pendidikan. Kemajuan ini menuntut dunia pendidikan untuk melakukan penyesuaian agar mampu menghasilkan sumber daya manusia yang adaptif, kreatif, dan kompeten dalam menghadapi tantangan global. Pendidikan yang berkualitas menjadi kunci penting dalam membentuk individu yang terdidik, mampu berpikir kritis, serta menguasai keterampilan abad 21, termasuk literasi

teknologi (Pratiwi dkk., 2019). Oleh karena itu, pendidikan masa kini tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah dan penguasaan teknologi informasi.

Dalam konteks pendidikan kimia, pembelajaran yang efektif memegang peranan penting dalam membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dan kompleks. Kimia sebagai salah satu mata pelajaran yang memuat banyak konsep teoritis dan perhitungan kuantitatif, sering dianggap sulit oleh sebagian besar siswa, terutama jika tidak didukung dengan metode dan media pembelajaran yang tepat. Maka dari itu, dibutuhkan bahan ajar yang efektif seperti LKPD sehingga siswa dapat lebih memahami konsep-konsep kimia dengan cara yang terstruktur dan sistematis (Izzah dkk., 2024).

Dalam perannya sebagai fasilitator pembelajaran, guru dapat menyediakan bahan ajar seperti LKPD untuk membantu peserta didik memahami materi secara lebih optimal. LKPD merupakan alat bantu pembelajaran yang dimanfaatkan oleh guru untuk mengelola kegiatan belajar dengan tujuan meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Noprinda & Soleh, 2019). Agar bahan ajar lebih menarik dan sejalan dengan kemajuan teknologi di dunia pendidikan, guru dapat menyajikan LKPD dalam format digital yang dikenal sebagai e-LKPD. E-LKPD dapat memuat konten pembelajaran yang dilengkapi dengan elemen visual seperti gambar dan video, sehingga mampu menarik perhatian siswa serta mempermudah pemahaman terhadap materi. Keunggulan penggunaan e-LKPD dalam pembelajaran adalah dapat mengurangi kejenuhan siswa dalam pembelajaran karena penyajian materi dan latihan soal menjadi lebih interaktif dan menyenangkan berkat berbagai fitur menarik yang tersedia dalam e-LKPD (Sari, 2019).

Bahan ajar e-LKPD dapat dikembangkan dengan memanfaatkan platform digital seperti *Liveworksheets*. Platform ini memungkinkan guru merancang e-LKPD yang interaktif dan dapat diakses secara *online* oleh siswa. *Liveworksheets* memberikan pengalaman belajar yang dinamis karena menyediakan berbagai fitur seperti *drag and drop*, pilihan ganda interaktif, audio, video, dan animasi yang membuat siswa lebih tertarik belajar dan mendukung pemahaman siswa terhadap konsep-konsep pembelajaran (Asmaryadi dkk., 2022). *Liveworksheets* punya banyak kelebihan dibandingkan situs lain untuk membuat bahan ajar. Salah satu keunggulannya adalah bisa mengubah lembar kerja biasa, seperti dari PDF atau Word, menjadi lebih interaktif. Misalnya, siswa bisa langsung mengisi jawaban, memilih pilihan ganda, *drag and drop*, bahkan merekam suara. Guru tidak perlu punya keahlian khusus untuk membuatnya. Selain itu, *Liveworksheets* punya fitur yang bisa

memeriksa jawaban otomatis dan mengirim hasilnya langsung ke email guru. Ini tentu mempermudah dan mempercepat proses penilaian. Guru juga bisa menambahkan gambar, suara, dan video ke dalam bahan ajar, sehingga pembelajaran jadi lebih menarik dan tidak hanya fokus pada teks. Keunggulan lainnya, *liveworksheets* bisa digunakan secara gratis, tampilannya sederhana dan mudah dipahami, serta mendukung berbagai jenis soal. Platform ini juga bisa langsung digunakan secara *online* tanpa perlu mengunduh atau memasang aplikasi tambahan, jadi lebih praktis dan hemat waktu dibandingkan situs lainnya (Rhosyida dkk., 2021). Dalam konteks pembelajaran kalorimetri, terutama pada materi yang memerlukan visualisasi dan simulasi proses seperti penggunaan kalorimeter, penggunaan *liveworksheets* dapat membantu menjembatani kesenjangan pemahaman siswa terhadap konsep yang abstrak dengan berbagai video pembelajaran yang ditampilkan.

Pengembangan e-LKPD dapat menjadi lebih optimal melalui penerapan model pembelajaran yang tepat. Salah satu model yang relevan adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini mendorong siswa untuk aktif terlibat dalam menyelesaikan permasalahan nyata atau kontekstual melalui proses berpikir kritis, kolaborasi, dan refleksi. PBL sangat tepat digunakan dalam pembelajaran kimia karena menuntut siswa memahami konsep, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan permasalahan yang diberikan. Kolaborasi antara e-LKPD dan model PBL tidak hanya memperkuat penguasaan konsep, tetapi juga membentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah secara sistematis (Nadien & Kurniawati, 2024). Berdasarkan hasil wawancara juga diketahui bahwa guru menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* dalam mengajar kimia di kelas 11. Model ini lebih berfokus pada penyampaian konsep melalui demonstrasi oleh guru, sementara siswa hanya mengamati tanpa banyak terlibat secara aktif dalam proses belajar. Untuk itu, dalam pengembangan pembelajaran kalorimetri kali ini digunakan model *Problem Based Learning* (PBL). Pemilihan model PBL dimaksudkan agar siswa dapat lebih aktif berpartisipasi, serta mampu melatih kemampuan berpikir kritis melalui pemecahan masalah yang diberikan. Berdasarkan wawancara tersebut, guru menyatakan dukungannya terhadap pengembangan e-LKPD pada materi kalorimetri yang mengintegrasikan model pembelajaran PBL.

Salah satu materi kimia yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan dengan e-LKPD berbasis PBL adalah materi kalorimetri, yang merupakan bagian dari topik termokimia di kelas XI SMA. Materi ini mempelajari tentang perubahan kalor dalam suatu sistem selama proses kimia maupun fisika berlangsung. Menurut penelitian yang dilakukan Lantanida Journal, 13(2): 143-167

Batubara dkk. (2024) tentang materi termokimia yang mencakup beberapa pokok bahasan salah satunya kalorimetri. Di mana Pada materi ini tidak hanya menuntut pemahaman konseptual, tetapi juga melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis perhitungan dan pemahaman praktikum. Oleh karena itu, peserta didik memerlukan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan informasi, tetapi juga melatih keterampilan berpikir melalui proses belajar yang aktif dan bermakna. Salah satu solusi yang sesuai adalah pengembangan e-LKPD berbasis *liveworksheets*. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Srijaya Negara Palembang, diketahui juga bahwa materi kalorimetri masih dianggap sulit dipahami oleh siswa karena banyaknya konsep teoretis dan perhitungan yang harus dikuasai. Selain itu, keterbatasan bahan ajar yang hanya mengandalkan buku paket dan ringkasan dari guru menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami materi. Di sisi lain, siswa menunjukkan ketertarikan tinggi terhadap pembelajaran berbasis teknologi, khususnya melalui akses terhadap sumber belajar di internet.

Tahap pengembangan e-LKPD yang berkualitas tidak cukup hanya dengan menyusun konten pembelajaran, melainkan juga harus melewati proses perancangan yang sistematis serta validasi dan revisi yang menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menggunakan model pengembangan ADDIE yang bersifat sistematis dan terstruktur tetapi juga memadukannya dengan pendekatan evaluasi formatif menurut Tessmer. Model ADDIE yang digunakan terdiri dari tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Model ADDIE dipilih dalam penelitian ini karena mampu memandu pengembang dalam merancang dan menyusun bahan ajar melalui tahapan yang sistematis dan terstruktur, sehingga dapat menghasilkan produk pembelajaran yang layak untuk digunakan (Zulkarnaini dkk., 2022). Pada tahap evaluasi digunakan evaluasi formatif tessmer karena dapat memberikan proses penilaian yang lebih mendalam dan bertahap, mulai dari *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one*, *small group*, dan *field test*. Evaluasi formatif digunakan karena berfokus pada identifikasi dan perbaikan kekurangan selama proses pengembangan bahan ajar. Tujuannya adalah untuk menghasilkan saran perbaikan sebelum produk digunakan secara luas. Hal ini sejalan dengan pendapat Mertasari dan Candiasa (2022) yang menyatakan bahwa evaluasi formatif berperan penting dalam meningkatkan kualitas alat pembelajaran, dimana setiap tahap memberi umpan balik langsung dari pengguna awal maupun ahli, yang sangat penting untuk mengarahkan pengembang dalam memperbaiki dan menyempurnakan produk, sehingga meningkatkan validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Ardhiani & Rusdi dkk. (2025) tentang pengembangan Lantanida Journal, 13(2): 143-167

e-LKPD berbasis *problem based learning* menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan dapat mendukung peserta didik dalam mengeksplorasi, menganalisis, dan memecahkan permasalahan melalui pembelajaran yang interaktif dan kolaboratif, sekaligus mengasah kemampuan berpikir kritis mereka. Sementara itu, penelitian lain oleh Safitri dkk. (2023) mengenai pengembangan bahan ajar e-LKPD menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah layak digunakan dalam proses pembelajaran, dengan skor rata – rata validasi 91,26 %.

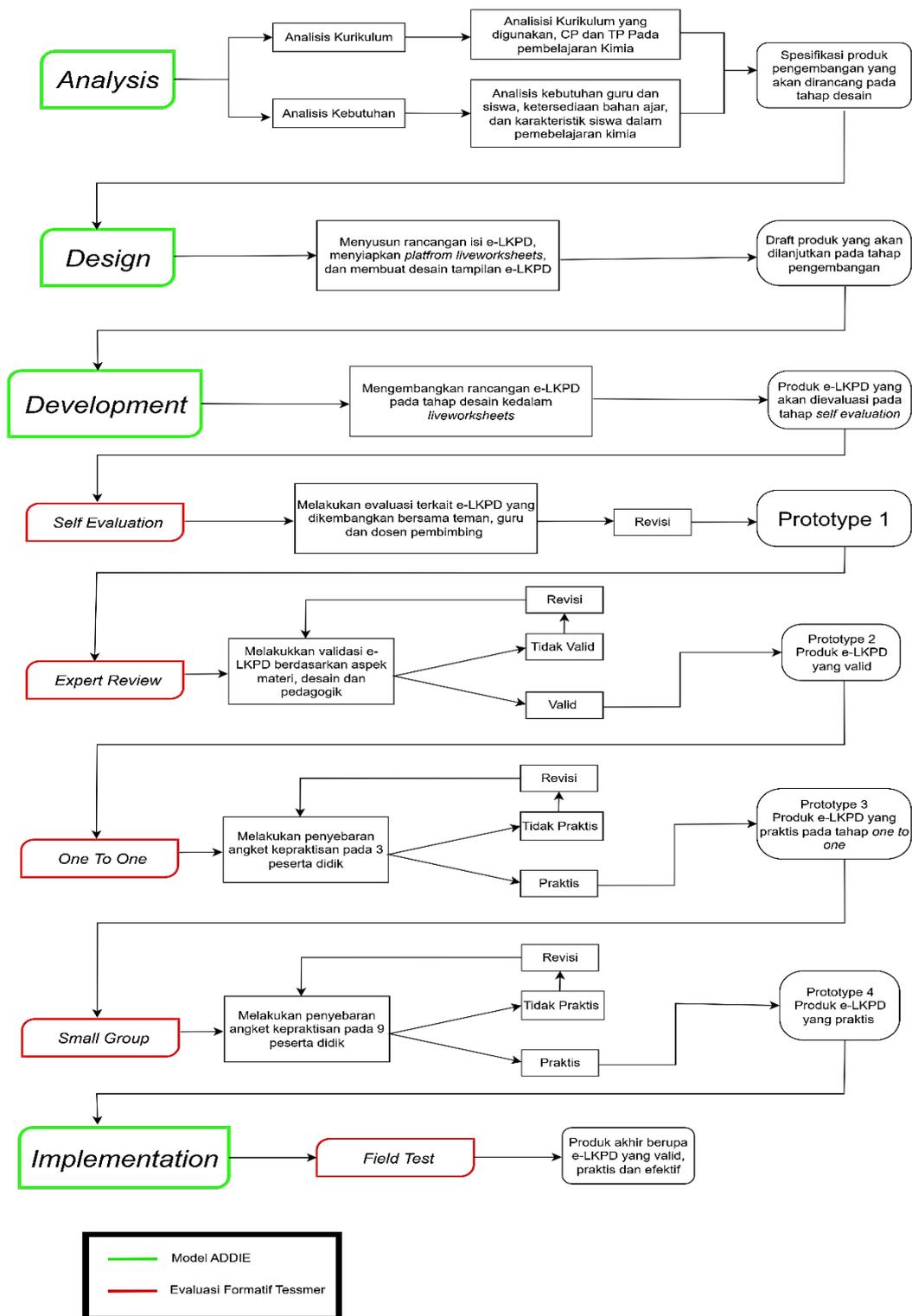
Berdasarkan uraian di atas maka artikel ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berupa e-LKPD berbasis PBL pada materi kalorimetri dengan menggunakan platform *liveworksheets*. Pemanfaatan e-LKPD ini diharapkan dapat membantu guru dalam menyajikan pembelajaran yang lebih menarik serta membantu siswa dalam memahami konsep kalorimetri secara lebih mendalam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan bahan ajar. Penelitian pengembangan dalam bidang pendidikan adalah sebuah proses yang bertujuan untuk menciptakan dan memvalidasi produk-produk pendidikan (Slamet, 2022). Subjek dalam penelitian ini mencakup 35 siswa kelas XI SMA Srijaya Negara serta para ahli yang bertindak sebagai validator, 2 ahli untuk aspek materi, 2 ahli untuk aspek desain, dan 2 ahli untuk aspek pedagogik. Adapun objek dalam penelitian ini adalah bahan ajar yang dikembangkan berupa E-LKPD pada topik Kalorimetri yang dirancang berbasis *problem based learning* dengan memanfaatkan platform *liveworksheets*.

Model pengembangan yang digunakan ialah menggunakan model ADDIE yang dikombinasikan dengan evaluasi formatif Tessmer. Evaluasi formatif digunakan karena berfokus pada identifikasi dan perbaikan kekurangan selama proses pengembangan bahan ajar. Tujuannya adalah untuk menghasilkan saran perbaikan sebelum produk digunakan secara luas. Pada tahap evaluasi digunakan evaluasi formatif tessmer karena menyediakan penilaian bertahap dan mendalam melalui tahapan *self-evaluation*, *expert review*, *one to one*, *small group*, dan *field test* yang memungkinkan perbaikan e-LKPD secara menyeluruh pada setiap tahapan pengembangan sebelum digunakan. Gambar 1 memperlihatkan diagram alir penelitian yang menggunakan model ADDIE yang dipadukan dengan evaluasi formatif Tessmer yang digunakan dalam penelitian.

Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Analysis

Tahap analisis (*Analysis*) bertujuan untuk mengetahui kebutuhan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap kurikulum serta

identifikasi kebutuhan pembelajaran kimia di kelas. Analisis kurikulum dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia kelas XI di SMA Srijaya Negara. Tahapan evaluasi yang dilakukan pada analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah dokumen kurikulum dari guru, beserta modul ajar dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan akan didapatkan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran materi kalorimetri. Sementara itu, pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan wawancara dengan guru kimia kelas XI serta pengisian angket oleh 35 peserta didik kelas XI.1 untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan dan karakteristik masing – masing peserta didik terkait ketertarikan pada pembelajaran berbasis digital yang interaktif.

Teknik pengumpulan data melalui wawancara dilakukan dengan guru kimia kelas XI menggunakan model wawancara terstruktur. Instrumen yang digunakan berupa lembar wawancara yang memuat pertanyaan terkait kurikulum, pelaksanaan pembelajaran kimia di kelas, serta karakteristik peserta didik dalam proses pembelajaran. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah dengan mencatat selama proses wawancara berlangsung dan merekam audio untuk memastikan keakuratan informasi yang disampaikan. Pengolahan data pada tahap wawancara dilakukan dengan mentranskripsi rekaman audio dan catatan selama wawancara dan dituliskan dalam lembar wawancara untuk menjawab pertanyaan yang ada. Hasil dari data tersebut akan digunakan untuk mengetahui kebutuhan dan kendala yang dihadapi guru serta kondisi peserta didik dalam pembelajaran kimia.

Teknik pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan melalui penyebaran angket kepada 35 peserta didik. Angket tersebut disusun dalam bentuk lembar kuesioner yang memuat pertanyaan mengenai pelaksanaan pembelajaran kimia di kelas, kebutuhan peserta didik terhadap bahan ajar, serta karakteristik siswa dalam proses pembelajaran. Penyebaran angket dilakukan pada tahap awal saat pelaksanaan observasi di sekolah. Data yang diperoleh diolah dengan menghitung jumlah respon “Ya” dan “Tidak” dari peserta didik. Selanjutnya, analisis data dilakukan dengan menggunakan skala Guttman, dan hasil interpretasi disajikan dalam bentuk tabel sebagaimana tercantum pada Tabel 1. (Irsalina & Dwiningsih, 2018).

Tabel 1. Kategori Penilaian Skala Guttman

Keterangan	Skor
Ya	1
Tidak	0

Dari Tabel 1 diperoleh data untuk tiap butir pernyataan dari angket. Lalu respon dalam angket dihitung persentasenya dengan persamaan berikut (Irsalina & Dwiningsih, 2018).

$$\% = \frac{\text{Jumlah skor tiap pertanyaan}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\%$$

Tahapan evaluasi yang dilakukan pada analisis kebutuhan dilakukan dengan menelaah informasi yang didapatkan seputar pembelajaran dari wawancara oleh guru dan menelaah hasil angket kebutuhan yang telah dijawab oleh peserta didik. Hasil yang didapatkan pada tahap ini berupa kebutuhan pembelajaran peserta didik di kelas, dan karakteristik peserta didik dalam pembelajaran kimia di kelas.

Design

Selanjutnya, pada tahap desain (*Design*), dilakukan perancangan e-LKPD kalorimetri berbasis PBL yang diselaraskan dengan kebutuhan siswa dan kurikulum yang berlaku. Kegiatan pada tahap ini meliputi pengumpulan referensi terkait materi kalorimetri, penyusunan struktur e-LKPD, serta persiapan penggunaan *platform liveworksheets* dalam pengembangan e-LKPD tersebut. Pada tahap *design* akan dilakukan evaluasi berupa penelaahan rancangan dari isi dan tampilan e-LKPD, sehingga pada tahap ini akan dihasilkan rancangan isi e-LKPD, *platform* pengembangan *e-LKPD*, dan tampilan kerangka e-LKPD.

Development

Tahap pengembangan (*Development*) merupakan proses mengubah rancangan awal menjadi produk jadi, yaitu e-LKPD kalorimetri berbasis PBL menggunakan *platform liveworksheets*. Setelah produk dikembangkan, dilaksanakan tahap evaluasi diri (*Self-evaluation*) yang merupakan bagian dari evaluasi Tessmer, yaitu peninjauan terhadap hasil pengembangan dari berbagai aspek untuk menilai kesesuaian antara rancangan awal dengan produk akhir, sekaligus mengidentifikasi kekurangan yang perlu diperbaiki sebelum proses validasi. Tahap selanjutnya adalah proses validasi oleh para ahli (*expert review*), dimana tahapan ini merupakan bagian dari tahap evaluasi Tessmer. Pada tahap ini, e-LKPD yang telah dikembangkan dievaluasi oleh para ahli berdasarkan tiga aspek utama, yaitu materi, desain, dan pedagogik. Validasi materi, desain, dan pedagogik merupakan proses penilaian oleh ahli untuk memastikan isi, tampilan, dan pendekatan pembelajaran dalam bahan ajar yang dikembangkan sudah sesuai. Validasi materi menilai kebenaran dan kesesuaian konten,

validasi desain meninjau aspek visual dan keterbacaan, sedangkan validasi pedagogik menilai kesesuaian strategi pembelajaran dengan karakteristik peserta didik serta kesesuaian bahan ajar dengan model pembelajaran PBL. Setiap aspek dinilai oleh dua orang ahli. Penilaian dilakukan menggunakan angket validasi yang memuat sejumlah indikator, di mana para validator memberikan penilaian dengan rentang skor 1 hingga 5 sesuai dengan masing-masing indikator. Selain itu, ahli juga menyampaikan komentar atau saran terhadap e-LKPD yang disusun. Tujuan validasi ini adalah untuk mengukur tingkat kevalidan dari e-LKPD yang dikembangkan. Pengumpulan data terkait kevalidan dilakukan melalui lembar validasi yang diisi oleh para ahli dengan menggunakan skala Likert. Penilaian terhadap setiap pernyataan dalam lembar validasi didasarkan pada kriteria penilaian di Tabel 2 (Sugiyono, 2019).

Tabel 2. Kategori Penilaian Skala Likert

Kategori Jawaban	Skor Pernyataan
Sangat baik	5
Baik	4
Cukup	3
Tidak baik	2
Sangat tidak baik	1

Lembar validasi yang telah diisi dihitung dengan menggunakan rumus Aiken. Persamaan yang digunakan untuk menghitung validasinya sebagai berikut.

$$V = \frac{\sum s}{[(n(c - 1)]}$$

Hasil perhitungan nilai validasi selanjutnya dianalisis menggunakan kriteria interpretasi skor kevalidan. Adapun kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Nilai Koefisien Aiken V

Rentang Skor	Kategori Kevalidan
0,68 – 1,00	Tinggi
0,34 – 0,67	Sedang
0,00 – 0,33	Rendah

Selanjutnya adalah tahap *one to one* dilakukan untuk menilai kepraktisan e-LKPD dengan melibatkan tiga peserta didik. Kriterianya mencakup peserta didik yang telah mempelajari materi kalorimetri dan mewakili kemampuan kognitif (tinggi, sedang, dan rendah) masing – masing satu orang . Selanjutnya, tahap evaluasi kelompok kecil (*small group*) melibatkan sembilan peserta didik dengan kriteria peserta didik tersebut telah

mempelajari materi kalorimetri untuk menilai kepraktisan dan pemahaman terhadap e-LKPD dan peserta didik yang mewakili kemampuan kognitif (tinggi, sedang, dan rendah) dengan peserta didik yang memiliki karakteristik yang berbeda seperti latar belakang dan jenis kelamin. Pada kedua tahap tersebut, penilaian dilakukan melalui angket kepraktisan yang memuat indikator penilaian dengan rentang skor 1 hingga 5, disertai komentar atau saran untuk perbaikan e-LKPD yang dikembangkan. Hasil dari angket tersebut kemudian dianalisis dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan di bawah ini. P adalah nilai kepraktisan, x adalah skor yang diperoleh dari pertanyaan, sedangkan y adalah skor maksimum.

$$P = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Hasil perhitungan angket selanjutnya dianalisis menggunakan kriteria interpretasi tertentu. Skor kepraktisan untuk mengetahui tingkat kepraktisannya yang dapat dilihat pada Tabel 4 (Irsalina & Dwiningsih, 2018). Pada tahap pengembangan (*development*) didapatkan hasil berupa produk awal yang telah dikembangkan dari tahap *design* dan e-LKPD yang telah diperbaiki berdasarkan tahap evaluasi formatif Tessmer (*self evaluation, expert review, one – to – one, dan small group*).

Tabel 4. Kategori Kepraktisan

Persentase (%)	Kategori
0-20	Tidak praktis
21-40	Kurang Praktis
41-60	Cukup Praktis
61-80	Praktis
81-100	Sangat Praktis

Implementation

Tahap selanjutnya pengimplementasian e-LKPD yang telah dikembangkan kepada siswa kelas XI.1 SMA Srijaya Negara Palembang dalam pembelajaran kalorimetri di kelas, pada tahap implementasi ini dilakukan dalam 3 kali pertemuan. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap keefektifan e-LKPD dalam pembelajaran melalui tahap *field test*. Data keefektifan diperoleh melalui pengisian *pretest* pada awal pertemuan dan *posttest* diakhir pertemuan oleh peserta didik. Hasil analisis data dihitung menggunakan rumus N-gain sebagai berikut (Fauzi dkk., 2022), dimana g adalah rata-rata skor gain yang ternormalisasi, S_f adalah skor final (*posttest*), S_i adalah skor inisial (*pretest*).

$$\langle g \rangle = \frac{\langle \%Sf \rangle - \langle \%Si \rangle}{(100 - \langle \%Si \rangle)}$$

Skor yang diperoleh disesuaikan dengan kriteria penentuan skor N-gain. Tabel 5 berisi interval N-gain dan kriteria interpretasinya.

Tabel 5. Interval Penilaian N-Gain

Interval	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Pada tahap ini diperoleh data berupa hasil tes peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan e-LKPD. Data tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas e-LKPD, yang ditunjukkan melalui adanya peningkatan nilai tes setelah pembelajaran dilakukan menggunakan e-LKPD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap analisis dilakukan dengan mengkaji kurikulum dan analisis kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran kimia. Analisis kurikulum dilakukan dengan mewawancarai guru kimia kelas XI di SMA Srijaya Negara. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa sekolah tersebut telah menerapkan Kurikulum Merdeka untuk kelas XI. Pada tahap ini dilakukan analisis capaian pembelajaran yang sudah disusun oleh Kemendikbudristek menjadi tujuan pembelajaran. Berikut disajikan pada tabel 6 mengenai Capaian Pembelajaran (CP) sesuai keputusan BSKAP 2024 dan Tujuan Pembelajaran (TP).

Tabel 6. Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)
Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep mol dan stoikiometri dalam menyelesaikan perhitungan kimia; ikatan kimia dalam kaitannya dengan interaksi antar partikel materi dan sifat fisik materi; teori tumbukan antar partikel materi sebagai dasar konsep laju reaksi; kesetimbangan kimia untuk mengamati perilaku reaktan dan produk pada level mikroskopik; korelasi antara pH larutan asam, basa, garam dan larutan penyangga serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; termokimia; konsep redoks dan sel elektrokimia sebagai implikasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik dapat menjelaskan prinsip dasar kalorimetri setelah membaca materi dengan baik dan benar. 2. Peserta didik dapat menjabarkan cara kerja alat kalorimeter melalui video pembelajaran dari internet dengan tepat. 3. Peserta didik dapat menghitung kalor kalorimeter melalui video praktikum dari internet dengan benar. 4. Peserta didik dapat menghitung perubahan entalpi berdasarkan

perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari; serta senyawa karbon, hidrokarbon dan turunannya beserta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.	praktikum yang dilakukan dengan tepat dan akurat. 5. Peserta didik dapat menganalisis reaksi yang terjadi berdasarkan hasil percobaan dengan benar.
--	--

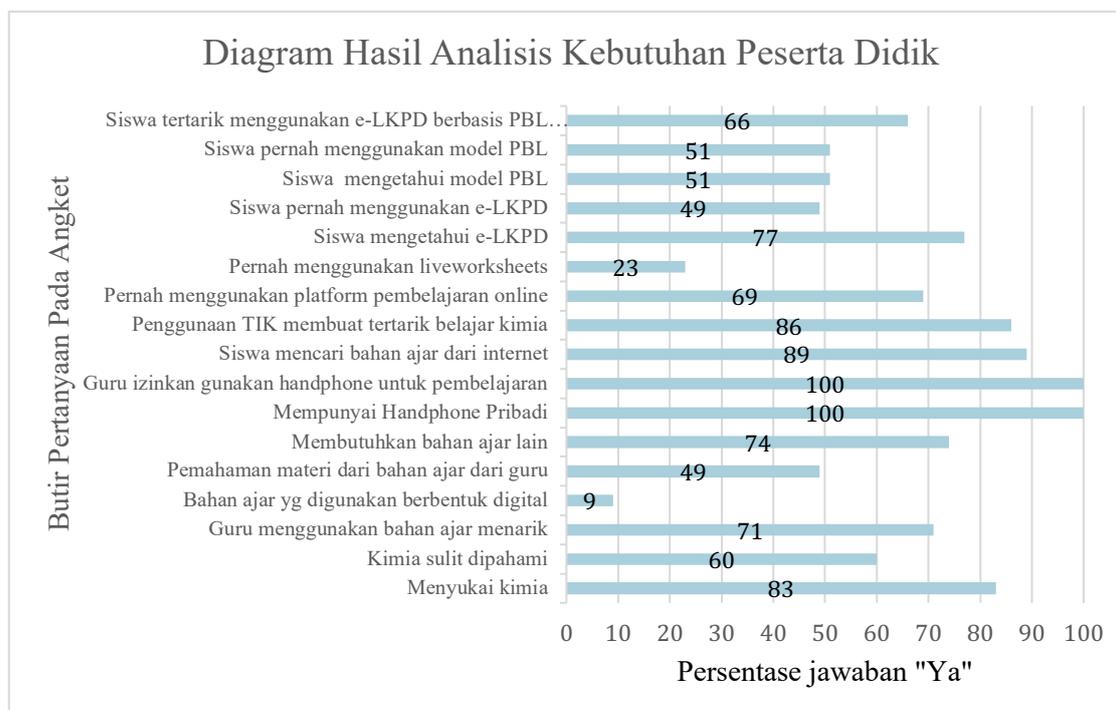
Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan wawancara dengan guru kimia kelas XI. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa bahan ajar yang digunakan di sekolah masih terbatas pada buku paket dan rangkuman materi dari guru, sehingga belum mampu mengakomodasi beragam kebutuhan belajar siswa. Khusus untuk materi kalorimetri, belum tersedia bahan ajar maupun media pembelajaran khusus yang digunakan oleh guru dalam proses mengajar.

Selain itu didapatkan juga bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar dan menerapkan rumus-rumus kalorimetri secara tepat. Hasil wawancara dengan guru juga menunjukkan bahwa pembelajaran kalorimetri di kelas masih menggunakan model *discovery learning*. Model ini lebih menitikberatkan pada penyampaian konsep melalui demonstrasi yang dilakukan oleh guru, sehingga siswa hanya berperan sebagai pengamat dan tidak diberi kesempatan untuk berpartisipasi langsung dalam kegiatan eksperimen atau penyelidikan secara mandiri. Kondisi tersebut membuat siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran dan minim pengalaman dalam melatih kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu pada penelitian ini model pembelajaran yang dipilih adalah PBL agar pembelajaran kalorimetri menjadi lebih kontekstual, menantang, dan mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Selain wawancara, dilakukan pula pengisian angket oleh 35 peserta didik untuk menggali informasi terkait kebutuhan dan karakteristik mereka. Hasil analisis angket peserta didik dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil angket menunjukkan bahwa 83% peserta didik menyukai pelajaran kimia, namun 60% merasa kesulitan dalam memahaminya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rasyidah dkk. (2023) yang menyatakan bahwa sebagian besar konsep kimia bersifat abstrak, sehingga memerlukan konsentrasi dan perhatian yang tinggi untuk memahaminya. Kondisi ini menyebabkan banyak siswa mengalami hambatan dalam menguasai konsep-konsep kimia. Karena tingkat kesulitan materi yang cukup tinggi, sebanyak 74% peserta didik menyatakan memerlukan bahan ajar tambahan selain buku cetak dan ringkasan dari guru, sementara 86% menyebutkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat mereka terhadap pelajaran kimia. Pernyataan tersebut didukung oleh

Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis

hasil penelitian Djakariah (2024), yang menjelaskan bahwa pemanfaatan aplikasi, simulasi, dan perangkat lunak interaktif mampu membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dalam kimia melalui tampilan visual yang menarik, sehingga meningkatkan ketertarikan mereka dalam belajar.



Gambar 2 . Diagram Hasil Analisis Kebutuhan

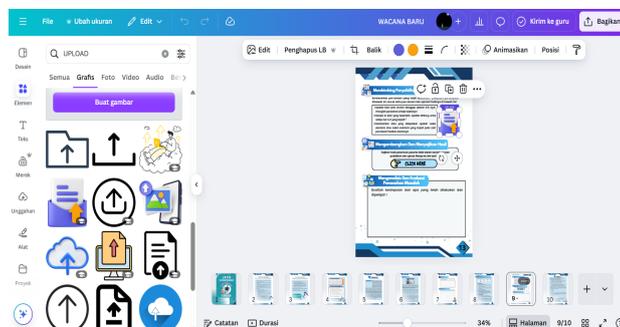
Berdasarkan data angket didapatkan juga sebanyak 77% peserta didik sudah mengenal bahan ajar berbentuk e-LKPD, dan 51% di antaranya mengetahui serta pernah menggunakan model pembelajaran *problem based learning* (PBL). Selain itu, 66% peserta didik menyatakan tertarik menggunakan e-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan dengan *Liveworksheets* sebagai bahan ajar kimia. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Aulia (2025), yang menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan melalui *Liveworksheets* membuat siswa lebih tertarik mempelajari materi termokimia. Peningkatan minat belajar terjadi karena penyajian materi yang ringkas, padat, dilengkapi dengan animasi atau gambar yang menarik, serta dikaitkan dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari, sehingga membuat pembelajaran jadi lebih menyenangkan.

Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain, dilakukan proses perancangan e-LKPD yang akan dikembangkan. Tujuan dari tahap ini adalah merancang e-LKPD secara sistematis agar sesuai dengan tujuan Lantanida Journal, 13(2): 143-167

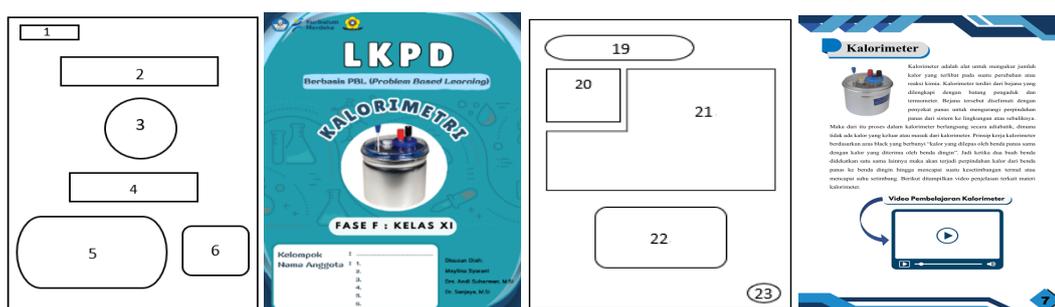
Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis

pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan materi yang diajarkan. Untuk membuat tampilan e-LKPD lebih menarik, perancangan dilakukan menggunakan aplikasi Canva seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Desain e-LKPD Pada Canva

Dalam proses desain ini, dilakukan penyusunan struktur e-LKPD. Menurut Hidayati dkk. (2022) e-LKPD terdiri dari empat komponen utama, yaitu pendahuluan, kurikulum, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan mencakup sampul materi yang akan dipelajari serta petunjuk awal untuk memulai kegiatan. Bagian kurikulum memuat capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran dari materi yang disampaikan. Selanjutnya, bagian isi berisi kegiatan inti pembelajaran yang meliputi materi pokok, video pembelajaran, serta soal-soal latihan yang harus dikerjakan oleh siswa. Terakhir, bagian penutup menyajikan referensi sumber belajar dan penilaian. Berikut disajikan *storyboard* e-LKPD yang telah dirancang pada Gambar 4.

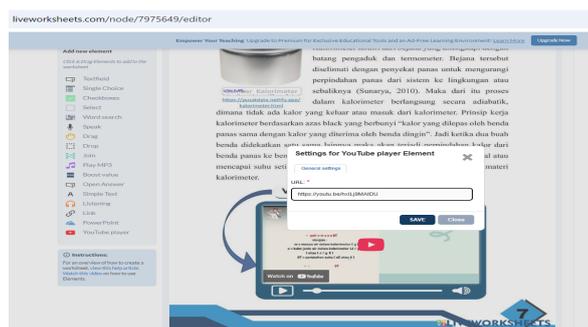


Gambar 4. Cuplikan *Storyboard* e-LKPD

Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan LKPD yang telah disusun pada tahap desain diunggah ke platform *liveworksheets*, kemudian dilakukan pengaturan fitur serta penambahan video seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.

Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis



Gambar 5. Tampilan Penggunaan Fitur *Liveworksheets*

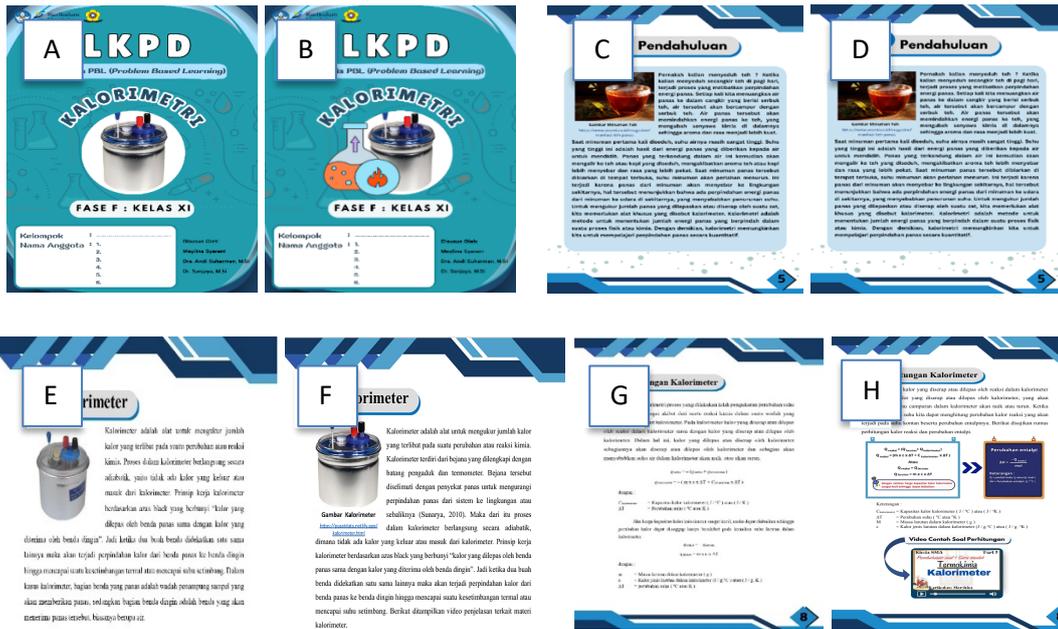
Menurut Farzana dkk., (2024) pada platform *liveworksheets* dapat dilakukan penggabungan video, gambar, audio, dan beragam jenis pertanyaan evaluasi dalam materi pengajaran. Penerapan LKPD berbasis digital dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan membuat lingkungan belajar tidak membosankan. Hasil akhir dari proses pengembangan e-LKPD tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan QR Code e-LKPD (A) dan e-LKPD pada *Liveworksheets* (B)

Setelah dilakukan pengembangan tahap selanjutnya adalah tahap evaluasi formatif tesser yang diawali dengan *self-evaluation*, *expert review*, *one to one*, dan *small group*. Tahap *self evaluation* merupakan proses penilaian terhadap hasil rancangan e-LKPD setelah penyusunan produk awal selesai. Pada tahap ini, diperoleh sejumlah masukan dari teman sejawat, guru kimia, dan dosen pembimbing penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi terstruktur, dimana peneliti memberikan pertanyaan panduan mengenai kesesuaian materi pada e-LKPD, tampilan desain e-LKPD, dan masukan dari pengembangan e-LKPD yang dilakukan. Masukan yang diperoleh pada tahap *self evaluation* telah dilakukan perbaikan dan disajikan pada Gambar 7. Komentar untuk perbaikan halaman sampul (*cover*) adalah mengganti ikon (Gambar 7B). Gambar 7D berisi penambahan satu jenis minuman sebagai contoh. Gambar 7F merupakan hasil revisi dengan penambahan sumber sitasi pada bagian materi. Gambar 7H merupakan pembaharuan dari Gambar 7G dengan menyajikan persamaan matematika menggunakan *text box* agar lebih fokus dan menarik.

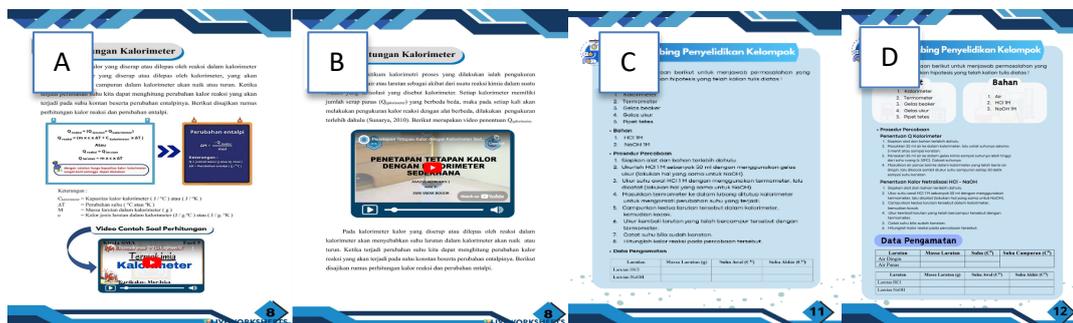
Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis ...



Gambar 7. Tampilan Halaman Sampul (A) Sebelum Revisi dan (B) Setelah Revisi; Pendahuluan (C) Sebelum Revisi dan (D) Setelah Revisi; Materi (E,G) Sebelum Revisi dan (F,H) Setelah Revisi

Tahap Expert Review

Pada tahap *expert review*, produk yang telah dikembangkan divalidasi oleh para ahli berdasarkan tiga aspek, yaitu materi, desain, dan pedagogik. Masing-masing aspek dinilai oleh dua orang ahli. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai tingkat kevalidan e-LKPD yang telah disusun. Selama proses validasi, para ahli memberikan berbagai masukan sesuai dengan kriteria dari masing-masing aspek seperti yang disajikan pada Gambar 8. Masukan tersebut telah ditindaklanjuti dengan memperbaiki e-LKPD sesuai masukan dari para ahli.



Gambar 8. Tampilan Materi (A) Sebelum Perbaikan dan (B) Setelah Perbaikan; Langkah Kerja (C) Sebelum Perbaikan dan (D) Setelah Perbaikan

Gambar 8 mengilustrasikan hasil perbaikan dari hasil validasi aspek materi. Gambar 8B sudah ditambahkan materi perhitungan kapasitas kalorimeter, sedangkan Gambar 8D sudah berisi langkah kerja perhitungan kapasitas kalorimeter.

Seluruh saran tersebut telah ditindaklanjuti, sehingga konten dalam e-LKPD menjadi lebih mendukung pemahaman peserta didik terhadap konsep kalorimetri. Temuan ini sejalan dengan penelitian Munawaroh & Sholikhah (2022) yang menunjukkan bahwa penggabungan LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan media video dapat meningkatkan pemahaman siswa, mendorong kemandirian belajar, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Hal ini juga didukung oleh penelitian Muthoharoh dkk., (2017) yang menyatakan bahwa e-LKPD yang menggunakan teks yang mudah dipahami, gambar yang informatif, serta dukungan video dan animasi mampu meningkatkan ketertarikan mereka dalam mengikuti pembelajaran kimia.

Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan masukan dari para ahli pada ketiga aspek, tahap selanjutnya adalah penilaian kevalidan e-LKPD dari para ahli. Selanjutnya data tersebut diolah dengan cara menghitung skor validasi yang diberikan menggunakan rumus V Aiken untuk mengetahui tingkat kevalidan e-LKPD dan menghitung standar deviasi untuk menentukan seberapa besar perbedaan antar penilai. Data hasil perhitungan validasi tersebut disajikan pada Tabel 7.

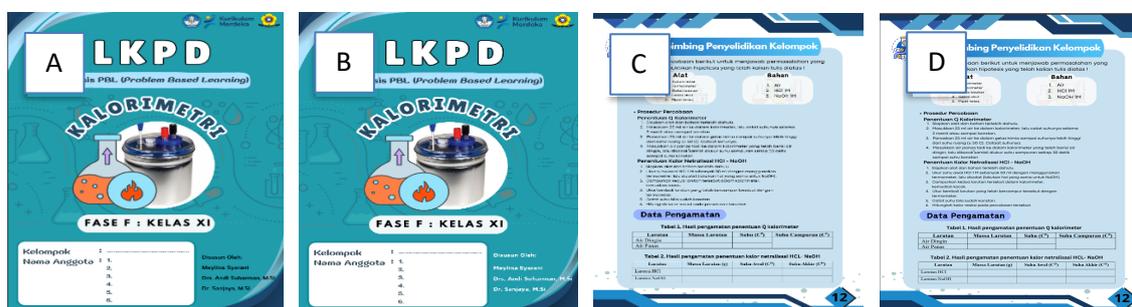
Tabel 7. Hasil Uji Validitas

Aspek	Nilai Koefisien Aiken	Kategori	Nilai Standar Deviasi
Materi	1,00	Tinggi	0,00
Desain	0,98	Tinggi	0,31
Pedagogik	0,99	Tinggi	0,18
Rata-rata	0,99	Tinggi	0,16

Berdasarkan hasil validasi dari para ahli pada Tabel 9 menunjukkan bahwa e-LKPD memiliki validitas tinggi pada ketiga aspek, dengan skor 1 untuk aspek materi, 0,98 untuk desain, dan 0,99 untuk pedagogik. Rata-rata skor ketiga aspek tersebut adalah 0,99; yang menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang tinggi. Nilai standar deviasi turut mendukung hasil tersebut, di mana aspek materi memiliki deviasi 0 (penilaian sangat konsisten); pedagogik 0,18; dan desain 0,31; yang menunjukkan adanya sedikit variasi pendapat antar penilai, khususnya pada aspek desain. Secara keseluruhan, nilai rata-rata standar deviasi sebesar 0,16 mengindikasikan bahwa penilaian terhadap e-LKPD cukup konsisten dan dapat dipercaya, sehingga produk layak digunakan.

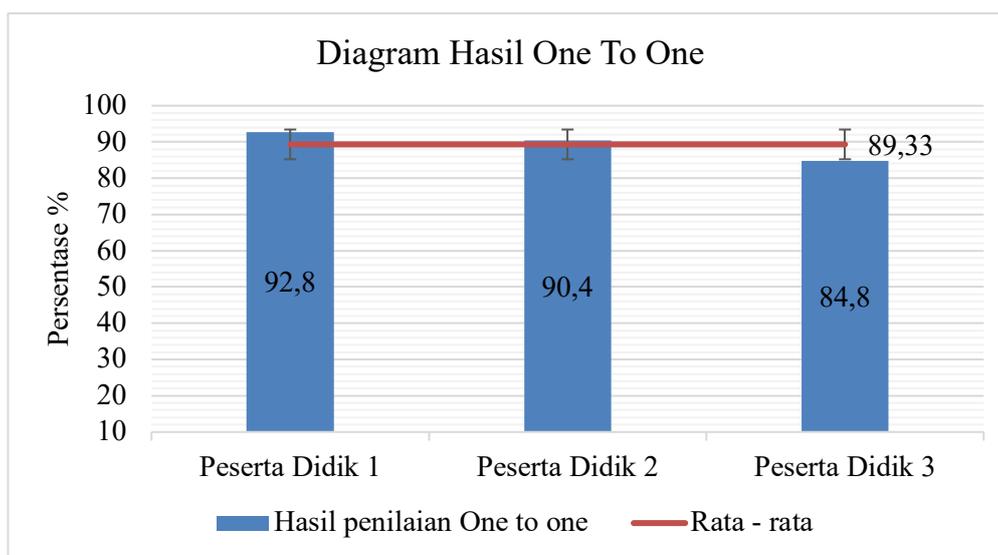
Tahap *One To One*

Pada tahap *one to one*, produk e-LKPD yang telah dikembangkan dinilai oleh 3 peserta didik jumlah tersebut cukup untuk mewakili berbagai tingkat kemampuan kognitif peserta didik (tinggi, sedang, rendah) guna mengidentifikasi masalah awal penggunaan produk. Pada tahap ini, diperoleh sejumlah masukan dari peserta didik. Masukan yang diperoleh pada tahap *one to one* telah dilakukan perbaikan dan disajikan pada Gambar 9. Gambar 9A masih perlu perbaikan tentang halaman sampul terdapat tulisan di bagian kanan bawah yang kurang terlihat, disarankan untuk mengganti warna huruf agar lebih jelas. Lalu Gambar 9C masih perlu penyesuaian ukuran huruf.



Gambar 9. Tampilan Halaman Sampul (A) Sebelum Perbaikan dan (B) Setelah Perbaikan; Ukuran Huruf (A) Sebelum Perbaikan dan (B) Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan masukan dari peserta didik tahap selanjutnya adalah menghitung persentase kepraktisan e-LKPD. Data perhitungan persentase kepraktisan e-LKPD disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Hasil Tahap *One To One*

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga peserta didik pada tahap *one to one* menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan mencapai persentase kepraktisan sebesar 89,33%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Berdasarkan data di atas didapatkan juga nilai standar deviasi sebesar 4,11 yang menunjukkan penilaian kepraktisan dari tiga peserta didik relatif konsisten dan tidak menyimpang jauh, sehingga produk e-LKPD dinilai sangat praktis secara stabil oleh peserta didik dengan tingkat kemampuan yang berbeda.

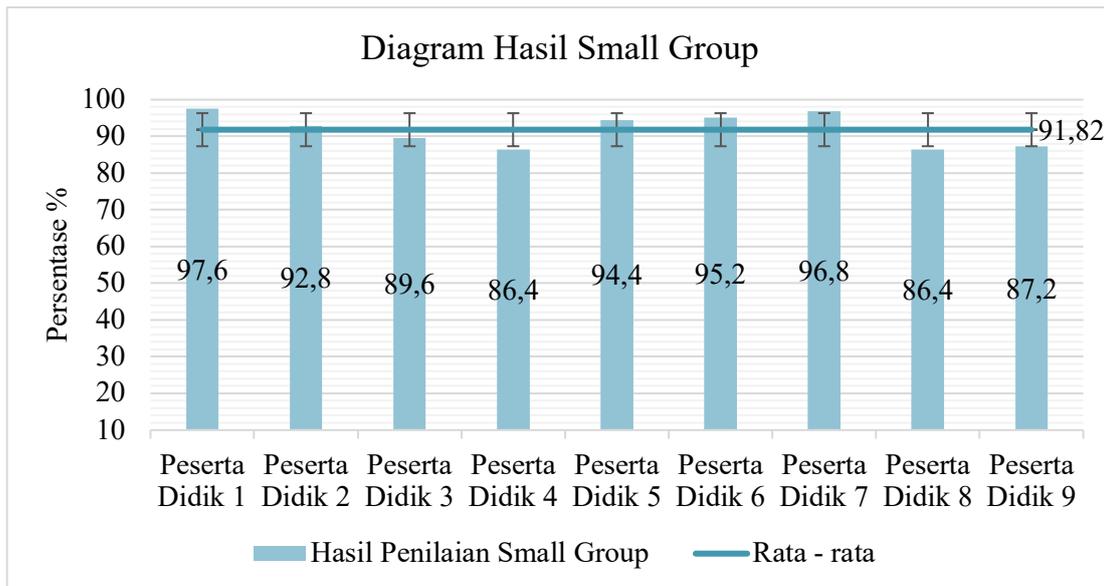
Tahap *Small Group*

Tahap *small group* merupakan bagian dari evaluasi formatif Tessmer yang dilaksanakan setelah e-LKPD direvisi berdasarkan masukan peserta didik pada tahap *one to one*. Tahap *small group* melibatkan sembilan peserta didik dengan tingkat kemampuan yang beragam. Meskipun kegiatan dilakukan dalam satu berkelompok kecil, setiap peserta memberikan penilaian secara mandiri. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai kepraktisan dan keterterapan produk saat digunakan oleh beberapa pengguna sekaligus, serta untuk mengungkapkan kemungkinan kendala yang belum muncul pada tahap *one-to-one*. Pada tahap ini, peserta didik memberikan sejumlah masukan, yang kemudian dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan. Hasil perbaikan tersebut ditampilkan pada Gambar 11 berikut. Gambar 11A, ikon kalorimeter pada bagian sampul bisa dibuat lebih menarik dan lebih disesuaikan dengan penggunaan animasinya. Sehingga, pada Gambar 11B, ikon kalorimeter pada bagian sampul sudah dibuat lebih menarik dan lebih disesuaikan dengan penggunaan animasinya.



Gambar 11. Tampilan Halaman Sampul Sebelum (A) dan Setelah Perbaikan (B)

Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan masukan dari peserta didik tahap selanjutnya adalah menghitung persentase kepraktisan e-LKPD. Data perhitungan persentase kepraktisan e-LKPD disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Hasil Tahap *Small Group*

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga peserta didik pada tahap *one to one* menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan mencapai persentase kepraktisan sebesar 91,82%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Berdasarkan data di atas didapatkan juga nilai standar deviasi sebesar 4,50 yang menunjukkan penilaian kepraktisan dari tiga peserta didik relatif konsisten dan tidak menyimpang jauh, sehingga produk e-LKPD dinilai sangat praktis secara stabil oleh peserta didik dengan tingkat kemampuan dan karakteristik yang berbeda. Jika merujuk pada hasil penilaian kepraktisan dari tahap *one to one* dan *small group*, dapat disimpulkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah sangat praktis dan mampu mendukung proses pembelajaran kimia di kelas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aldi dkk. (2022) yang juga menunjukkan bahwa e-LKPD yang diuji berada dalam kategori sangat praktis, sehingga memudahkan siswa dalam penggunaannya serta meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi kimia.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap implementasi, e-LKPD yang telah direvisi berdasarkan masukan dari tahap *small group* di uji coba kan kepada 35 siswa dalam satu kelas. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan dalam tiga pertemuan, menggunakan metode kerja kelompok yang terdiri atas enam kelompok. Pada pertemuan pertama, dilakukan pendahuluan dengan menyampaikan tujuan dan materi pembelajaran. Pada tahap orientasi masalah, peserta didik menganalisis permasalahan yang disajikan dalam bentuk wacana dan mendiskusikan jawabannya dalam diskusi kelompok, seperti yang ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Kegiatan Diskusi Kelompok

Pertemuan kedua dilakukan penyelidikan kelompok dengan melaksanakan praktikum dengan menggunakan kalorimeter sederhana. Pada pertemuan ketiga, peserta didik menyiapkan hasil diskusi untuk dipresentasikan dan berdiskusi dengan kelompok lain. Kegiatan dilanjutkan dengan mengerjakan tugas evaluasi serta menyusun kesimpulan pembelajaran materi kalorimetri menggunakan e-LKPD. Setiap pertemuan diakhiri dengan kegiatan refleksi untuk menilai dan mengevaluasi pengalaman belajar siswa selama menggunakan e-LKPD kalorimetri di kelas. Berikut ditampilkan pada Gambar 14 mengenai kegiatan praktikum dan presentasi.



Gambar 14. Kegiatan Praktikum dan Presentasi

Pada tahap implementasi, dilakukan *field test* untuk menilai efektivitas e-LKPD dalam proses pembelajaran. Pengukuran dilakukan melalui tes awal (*pretest*) sebelum pembelajaran dimulai dan tes akhir (*posttest*) setelah pembelajaran berakhir. Tes dilakukan melalui *google form* yang berisikan sepuluh soal dari materi yang telah dipelajari dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Hasil kedua tes tersebut kemudian dianalisis menggunakan rumus *N-Gain* untuk mengetahui sejauh mana peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan e-LKPD. Data *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji *N-Gain*

Rata – Rata Nilai <i>Pretest</i>	Rata – Rata nilai <i>Post-test</i>	<i>N-Gain</i>	Kategori
52	91,429	0,80	Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan tes pada Tabel 13, terlihat adanya peningkatan nilai peserta didik dari *pretest* ke *posttest*, dengan rata-rata nilai *pretest* sebesar 52 dan *posttest* sebesar 91,429. Dari data tersebut diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,80 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan efektif dalam mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Hasil tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Suryanti (2022) yang menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis praktikum dengan *platform liveworksheet* efektif digunakan dalam pembelajaran, di mana pada penelitian yang dilakukan didapatkan nilai *posttest* yang meningkat dibanding *pretest* serta nilai N-Gain yang tinggi sebesar 0,72. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-LKPD kalorimetri berbasis PBL dengan menggunakan *liveworksheets* dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, e-LKPD kalorimetri berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan menggunakan *Liveworksheets* dinyatakan valid, praktis, dan efektif dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dikombinasikan dengan evaluasi formatif Tessmer berupa *self evaluation, expert review, one to one, small group*, dan *field test*. E-LKPD dinyatakan valid melalui hasil dari *expert review* dengan metode *walkthrough* yang mendapatkan rata-rata skor kevalidan 0,99 pada aspek materi, desain, dan pedagogik, yang termasuk dalam kategori sangat tinggi, sehingga pada tahap ini dihasilkan e-LKPD yang valid. Kepraktisan e-LKPD terbukti melalui uji *one to one* dan *small group*, dimana dilakukan penyebaran angket kepada peserta didik dan didapatkan skor kepraktisan masing-masing 89,33% dan 91,82%, yang termasuk kategori sangat praktis, sehingga pada tahap ini dihasilkan e-LKPD yang praktis. Efektivitas e-LKPD juga ditunjukkan dari peningkatan hasil belajar peserta didik berdasarkan nilai N-Gain sebesar 0,80 setelah dilakukan *field test*, dimana nilai tersebut tergolong kategori tinggi yang membuktikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran kalorimetri di kelas. Dengan demikian, e-LKPD ini layak, praktis dan efektif untuk mendukung pembelajaran kalorimetri di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, S., Adnan, A., Ismail, I., & Dzulqarnain, A. F. (2022). Uji Kepraktisan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Keterampilan Proses Sains pada materi SMA/MA Kelas XI Semester I. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 128-143.
- Lantanida Journal, 13(2): 143-167

- Ardhiani, R. A., & Rusdi, M. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Berorientasi Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 518-531.
- Asmaryadi, A. I., Darniyanti, Y., & Nur, N. (2022). Pengembangan bahan ajar e-LKPD berbasis mikir dengan menggunakan live worksheets pada muatan IPA di sekolah dasar. *Jurnal basicedu*, 6(4), 7377-7385.
- Aulia, P. *Pengembangan E-LKPD dengan Model Problem Based Learning Berbasis Chemo-Edutainment pada Materi Termokimia* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Batubara, P. B., Holiwarni, B., & Rery, R. U. (2024). Pengembangan E-LKPD Termokimia Berbasis Connecting, Organizing, Reflecting, and Extending (CORE) Berbantuan Liveworksheets di Kelas XI SMA/MA Sederajat. *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(10), 11867-11874.
- Bskap, K. (2024). Salinan Keputusan Kepala Badan Standar Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka. *Kemendikbudristek BSKAP RI*, 21.
- Djakariah, D. (2024). Membuat Pembelajaran Kimia Lebih Menyenangkan: Kiat dan Inovasi di Ruang Kelas. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 2(2), 49-56.
- Farzana, N. A. L., Purwidiani, N., Miranti, M. G., & Widagdo, A. K. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Liveworksheet pada Kompetensi Menganalisis Ruang Lingkup, Giliran dan Karakteristik Menu Kontinental. *Journal of Vocational and Technical Education (JVTE)*, 6(1), 28-36.
- Fauzi, A., Rahmatih, A. N., & Haryati, L. F. (2022). Analisis efektivitas model pembelajaran blended learning ditinjau dari hasil belajar geometri mahasiswa guru sekolah dasar. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 5(1), 43-52.
- Hidayati, L. N., Nurhayati, S., Susatyo, E. B., & Wardani, S. (2022). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik berbasis masalah untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik materi laju reaksi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 85-91.
- Irsalina, A., & Dwiningsih, K. (2018). Analisis kepraktisan pengembangan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) berorientasi blended learning pada materi asam basa. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 3(3), 171-182.
- Izzah, M. P., Sholikhah, H. A., & Ansori, M. P. (2024). *Penulisan Bahan Ajar Teori & Implementasi*. Bening Media Publishing.

- Mertasari, N. M. S., & Candiasa, I. M. (2022). Formative evaluation of digital learning materials. *Journal of Education Technology*, 6(3), 507-514.
- Munawaroh, N., & Sholikhah, N. M. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis problem based learning melalui video interaktif berbantuan google site untuk menstimulasi kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Ecogen*, 5(2), 167.
- Muthoharoh, M., Kirna, I. M., & ayu Indrawati, G. (2017). Penerapan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis multimedia untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 1(1), 13-22.
- Nadien, R. M., & Kurniawati, D. (2024). LKPD Kimia SMA kelas XI berbasis problem based learning pada materi termokimia fase F. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 9778-9785.
- Noprinda, C. T., & Soleh, S. M. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis higher order thinking skill (HOTS). *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 168-176.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34-42.
- Rasyidah, R., Suharto, B., & Kusasi, M. (2023). IDENTIFIKASI KESULITAN PESERTA DIDIK DALAM MEMAHAMI KONSEP TERMOKIMIA MENGGUNAKAN “TWO-TIER MULTIPL CHOICE DIAGNOSTIC TEST PADA PESERTA DIDIK KELAS XI MIA. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 7(1), 49-55.
- Rhosyida, N., Muanifah, M. T., Trisniawati, T., & Hidayat, R. A. (2021). Mengoptimalkan penilaian dengan liveworksheet pada flipped classroom di SD. *Taman Cendekia: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 5(1), 568-578.
- Safitri, W., Holiwarni, B., & Abdullah, A. (2023). PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS DISCOVERY LEARNING PADA POKOK BAHASAN TERMOKIMIA KELAS XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 8(1), 59-65.
- Sari, I. P., Samiha, Y. T., Habisukan, U. H., Wigati, I., & Hapida, Y. (2019, December). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Menggunakan Model ADDIE. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 2, No. 1, pp. 68-75).
- Sari, N. P., & Suryanti. (2022). PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PRAKTIKUM SEDERHANA PADA MATERI WUJUD BEDA KELAS V SDN SAMBIKEREP 2 SURABAYA. *JPGSD*, 10(3), 620-634.
- Slamet, F. A. (2022). Model Penelitian Pengembangan (R n D). *Malang: Institut Agama Islam Sunan Kalojogo Malang*.

Syarani dkk.: Pengembangan E-LKPD Kalorimetri Berbasis

Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. *Alfabeta, Bandung*.

Zulkarnaini, Z., Megawati, C., Astini, D., & Syahputra, I. (2022). Penggunaan model ADDIE dalam pengembangan bahan ajar. *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 4(2), 77-80.