

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS MODEL PBL MATERI LARUTAN
PENYANGGA UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA
DIDIK FASE F SMA

Santri Deffa¹, Dwi Finna Syolendra^{2*}

Universitas Negeri Padang^{1,2}

Email : dwi.finna820@fmipa.unp.ac.id.

Diterima: 14/2/2026; Direvisi: 20/2/2026; Diterbitkan: 26/2/2026

ABSTRAK

Larutan penyangga merupakan salah satu materi kimia kelas XI fase F SMA yang bersifat abstrak dan melibatkan konsep asam-basa serta kesetimbangan kimia, sehingga sulit dipahami oleh peserta didik. Hasil wawancara dengan guru kimia di dua SMA Kabupaten Pasaman menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi ini, yang diperkuat oleh hasil tes awal di mana 85% dari 40 peserta didik memperoleh nilai di bawah KKTP (80). Kesulitan tersebut dipengaruhi oleh lemahnya pengetahuan awal peserta didik serta keterbatasan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang belum memuat representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik serta belum berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Padahal, LKPD berbasis PBL berpotensi melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik yang merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbasis model PBL pada materi larutan penyangga guna melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik fase F. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Education Design Research* (EDR) dengan model Plomp yang dibatasi sampai tahap *preliminary research* dan *prototyping stage*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan memiliki nilai validitas sebesar 0,94292 dengan kategori valid. Hasil uji praktikalitas menunjukkan nilai sebesar 94% oleh guru dan 88% oleh peserta didik dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, LKPD berbasis PBL layak digunakan sebagai bahan ajar alternatif dalam pembelajaran kimia.

Kata kunci: lembar kerja siswa, Pembelajaran Berbasis Masalah, larutan penyangga, keterampilan berpikir kritis

ABSTRACT

Buffer solutions are a chemistry topic in Grade XI Phase F senior high school that students often find difficult due to their abstract nature and the involvement of acid-base and equilibrium concepts. Interviews with chemistry teachers in two senior high schools in Pasaman Regency and an initial test showed that 85% of 40 students scored below the Minimum Mastery Criteria (80). These difficulties are caused by weak prior knowledge and the limited use of Student Worksheets (LKPD) that are not based on macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations or the Problem Based Learning (PBL) model. This study aimed to develop PBL-based LKPD to train students' critical thinking skills. The research used an Education Design Research (EDR) approach with the Plomp model, limited to the preliminary research and prototyping stages. The results showed that the developed LKPD was valid (0.94292) and very practical, with practicality scores of 94% from teachers and 88% from students. Therefore, the PBL-based LKPD is feasible for chemistry learning.

Keywords: student worksheet, Problem Based Learning, buffer solution, critical thinking skills

PENDAHULUAN

Materi kimia mengenai larutan penyangga merupakan salah satu pilar krusial dalam kurikulum kelas 11 fase F pada tingkat sekolah menengah atas. Secara ideal, peserta didik diharapkan mampu menguasai konsep ini secara mendalam untuk memahami fenomena keseimbangan dalam tubuh maupun lingkungan. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan adanya kendala serius yang dihadapi oleh pendidik dan siswa di Kabupaten Pasaman. Berdasarkan data empiris, tercatat bahwa 85% dari total 40 peserta didik masih memperoleh skor hasil belajar di bawah kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran yang ditetapkan pada angka 80. Hal ini disebabkan oleh karakteristik materi yang bersifat sangat abstrak dan tidak dapat diamati langsung secara kasat mata oleh indra manusia. Untuk mengatasi hambatan tersebut, diperlukan pendekatan komprehensif yang melibatkan 3 level representasi kimia sekaligus, yakni tingkat *macroscopic*, *submicroscopic*, serta *symbolic* (Sari & Ulianas, 2021; Sinaga et al., 2023; Suparwati, 2022). Sayangnya, lembar kerja yang tersedia saat ini belum mengintegrasikan ketiga level tersebut secara sistematis dalam proses pembelajaran. Kesenjangan ini menyebabkan pengetahuan awal siswa menjadi lemah, terutama pada konsep prasyarat seperti asam basa serta kesetimbangan kimia yang sangat menentukan keberhasilan penguasaan materi selanjutnya bagi mereka secara utuh (Atikah et al., 2023; Izza et al., 2021; Nisa & Fitriza, 2021; Suparwati, 2022).

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi utama yang sangat dibutuhkan oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan global di era modern saat ini. Penguasaan kemampuan ini memiliki peran vital dalam meningkatkan kapasitas individu untuk merumuskan argumen yang kuat, mengevaluasi validitas sumber informasi, serta mengambil keputusan yang tepat dalam situasi kompleks. Secara ideal, pendidikan harus mampu mencetak lulusan yang memiliki ketajaman analisis terhadap berbagai fenomena kehidupan sehari-hari secara akurat dan mendalam. Namun, realitas menunjukkan bahwa tingkat berpikir kritis siswa masih memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak terkait. Sebagai gambaran, data menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis pada materi asam basa di salah satu sekolah menengah atas ternama hanya berada pada kategori sedang dengan persentase sebesar 40%. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya memberikan ruang bagi pengembangan nalar kritis secara optimal. Diperlukan sebuah media pembelajaran yang dirancang khusus untuk memicu aktivitas mental siswa dalam memecahkan masalah nyata. Tanpa adanya inovasi dalam perangkat pembelajaran, potensi intelektual siswa akan tetap terhambat dalam batasan hafalan tanpa pemahaman esensial mendasar bagi kemajuan seluruh generasi masa depan (Nuriza et al., 2025; Rumahorbo et al., 2025; Siregar et al., 2020; Supardi et al., 2025).

Lembar kerja peserta didik merupakan media pembelajaran esensial yang berisi rangkaian aktivitas untuk memfasilitasi keterlibatan aktif dalam proses konstruksi pengetahuan. Penggunaan perangkat ini secara efektif dapat melatih nalar kritis melalui penyelesaian tugas yang terstruktur dan sistematis. Salah satu strategi yang dapat diimplementasikan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan menerapkan model *problem based learning* yang berpusat pada masalah. Dalam model ini, guru berfungsi sebagai fasilitator yang memberikan bimbingan sekaligus memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengevaluasi solusi secara mandiri. Terdapat 6 tahapan utama dalam model ini, mulai dari orientasi masalah, pengorganisasian belajar, pembimbingan penyelidikan individu maupun kelompok, hingga analisis serta evaluasi proses pemecahan masalah. Namun, kondisi nyata di sekolah seperti SMAN 1 Panti menunjukkan bahwa lembar kerja yang digunakan guru masih sangat terbatas pada kumpulan soal latihan saja. Perangkat tersebut belum mengadopsi sintaksis model

pembelajaran berbasis masalah dan cenderung masih menggunakan pola *inquiry learning* atau *discovery learning* yang belum optimal dalam memantik daya kritis siswa secara menyeluruh pada materi kimia larutan penyangga yang sangat kompleks untuk dipahami oleh segenap peserta didik saat ini (Dewi & Iswendi, 2025; Fauziah & Iryani, 2025; Fikriansyah & Aini, 2025; Safira & Iryani, 2025).

Integrasi tingkat representasi dalam pembelajaran kimia merupakan jawaban atas kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat mikroskopis dan abstrak. Secara ideal, peserta didik harus mampu mengaitkan apa yang mereka amati di laboratorium dengan apa yang terjadi pada tingkat molekuler melalui simbol-simbol kimia yang akurat. Namun, observasi di beberapa sekolah menunjukkan bahwa jembatan antara fenomena makroskopis dan penjelasan submikroskopis masih sangat lemah dalam perangkat pembelajaran yang ada. Guru sering kali terjebak pada penjelasan simbolik matematis tanpa memberikan gambaran visual yang jelas mengenai interaksi partikel dalam sistem larutan penyangga. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan memvisualisasikan bagaimana penambahan sedikit asam atau basa tidak mengubah derajat keasaman secara signifikan. Oleh karena itu, pengembangan lembar kerja yang mampu menyajikan ketiga level representasi tersebut secara simultan menjadi kebutuhan mendesak untuk memperbaiki kualitas pemahaman siswa. Dengan menyediakan representasi visual yang tepat, hambatan kognitif yang selama ini dirasakan oleh siswa di Kabupaten Pasaman dapat diminimalisir. Upaya ini akan membantu siswa membangun model mental yang benar serta meningkatkan literasi sains mereka dalam menghadapi topik kimia tingkat lanjut di masa depan (Atikah et al., 2023; Ibrahim et al., 2022; Pikoli et al., 2022; Umayah et al., 2023).

Penelitian ini menghadirkan nilai inovasi melalui pengembangan lembar kerja peserta didik yang mengintegrasikan model *problem based learning* dengan 3 level representasi kimia. Kebaruan dari studi ini terletak pada desain instruksional yang secara spesifik dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi larutan penyangga. Berbeda dengan perangkat pembelajaran konvensional yang hanya fokus pada aspek kognitif dasar, produk ini disusun untuk menuntun siswa melalui proses investigasi masalah nyata yang relevan. Inovasi ini menjadi solusi strategis untuk menutup kesenjangan antara rendahnya skor hasil belajar dengan tuntutan kompetensi abad 21 yang sangat kompetitif. Melalui pendekatan berbasis masalah, siswa didorong untuk menjadi subjek aktif dalam menemukan konsep sekaligus mengasah ketajaman analisis mereka. Pengembangan media ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan mutu pendidikan kimia di wilayah Kabupaten Pasaman dan sekitarnya. Dengan memadukan aspek visual submikroskopis dan tantangan nalar kritis, lembar kerja ini menawarkan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan aplikatif. Transformasi media pembelajaran ini menjadi langkah krusial dalam menciptakan ekosistem kelas yang dinamis, efektif, dan mampu menjawab kebutuhan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi masa kini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan Education Design Research (EDR) model Plomp. Prosedur penelitian dimulai dari tahap *Preliminary research* (penelitian pendahuluan) di lakukan beberapa tahap yaitu analisis kebutuhan dan analisis konstruk, studi literatur dan pengembangan kerangka konseptual. Pada analisis kebutuhan telah di lakukan wawancara kepada guru kimia di SMAN 1 Panti dan SMAN 1 padang gelugur serta dilakukan tes materi larutan penyangga pada peserta didik kelas XI di dua sekolah tersebut sebanyak 40 orang. Selanjutnya pada analisis konteks yang dilakukan adalah mengkaji capaian pembelajaran (CP)

yang merujuk pada BSKP (2024), dapat dirumuskan tujuan pembelajaran yang selanjutnya dijabarkan secara lebih rinci ke dalam alur tujuan pembelajaran (ATP). Lalu dilakukan studi literatur Langkah ini dilakukan dengan mencari referensi dan sumber-sumber yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan serta mengidentifikasi permasalahan dalam penelitian tersebut. Beberapa sumber yang dapat digunakan antara lain buku teks kimia seperti karya Brady Jaspersen, Raymond Chang, Nivaldo J. Tro, serta jurnal, artikel, dan lain sebagainya. Selanjutnya mengembangkan kerangka konseptual.

Tahap kedua yaitu *Prototyping phase* (tahap pengembangan prototype), *Prototype 1* merancang produk menggunakan model pembelajaran berbasis masalah (PBL). Setelah dilakukan evaluasi diri terhadap prototipe I, disusun prototipe II. Dalam penyesuaian prototipe II dilakukan telaah terhadap kelengkapan isi dan kesesuaian penyesuaian sintaks berdasarkan model Problem Based Learning pada LKPD pada materi larutan penyangga, Melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap isi beserta sintaks dalam LKPD materi larutan penyangga sesuai dengan model PBL. *Prototype III* dilakukan Penilaian ahli menggunakan instrumen berupa angket lembar validasi yang diberikan kepada dosen kimia FMIPA UNP dan guru kimia tingkat SMA dan Evaluasi perorangan tiga peserta didik Hasil uji kepraktisan berupa uji coba produk digunakan sebagai dasar dalam penyusunan prototipe IV Kepraktisan LKPD berbasis model PBL pada materi larutan penyangga dinilai oleh 2 orang guru kimia dan 15 peserta didik kelas XI SMAN 1 Panti. Penelitian ini dibatasi sampai pada tahap pembuatan prototipe (*prototyping stage*). Analisis data menggunakan *formula Aiken's V*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan dalam dunia pendidikan dilakukan melalui penelitian pengembangan ini. Penelitian ini menghasilkan LKPD Larutan penyangga berbasis *problem based learning* untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik fase F SMA. Produk yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dan praktis, serta disusun untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran. Penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap penelitian awal, tahap pengembangan dan tahap evaluasi. Namun, pada penelitian ini pengembangan hanya dilakukan sampai tahap kedua, yang difokuskan pada uji validitas dan uji praktikalitas. Uji efektivitas belum dilaksanakan sehingga disarankan untuk menjadi fokus pada penelitian selanjutnya.

Hasil

Penelitian ini merupakan penelitian Education Design Research (EDR), yang merupakan suatu metode penelitian sistematis yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi program pembelajaran dalam konteks Pendidikan. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan produk bahan ajar berupa LKPD larutan penyangga berbasis PBL untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik yang dilihat dari aspek validitas produk

a. Komponen kelayakan isi

Aspek validasi LKPD berbasis PBL untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik dari komponen kelayakan isi terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis data validitas komponen kelayakan isi

No	Aspek yang dinilai	V	Kategori
1.	Materi yang diberikan pada LKPD pertemuan 1 sudah sesuai berdasarkan capaian pembelajaran pertemuan 1	0,95	Valid

2.	Gambar yang disajikan dalam LKPD pada pertemuan 1 sudah sesuai dengan tujuan pertemuan 1	0,9	Valid
3.	Pertanyaan yang disajikan pada LKPD pertemuan 1 sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran pertemuan 1	0,85	Valid
4.	Materi yang diberikan pada LKPD pertemuan 2 sudah sesuai berdasarkan capaian pembelajaran pertemuan 2	0.95	Valid
5.	Gambar yang disajikan dalam LKPD pada pertemuan 2 sudah sesuai dengan tujuan pertemuan 2	0,8	Valid
6.	Pertanyaan yang disajikan pada LKPD pertemuan 2 sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran pertemuan 2	0,9	Valid
7.	Kesesuaian wacana pada LKPD dengan permasalahan kehidupan nyata	0.9	Valid
8.	Permasalahan yang disajikan dalam LKPD sesuai dengan karakteristik <i>Problem Based Learning</i>	0.9	Valid
9.	Penggunaan istilah ilmiah dan symbol untuk materi larutan penyangga dalam LKPD sudah tepat dan konsisten	0.95	Valid

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis validitas komponen kelayakan isi pada Lembar Kerja Peserta Didik yang mencakup 9 aspek penilaian utama. Skor tertinggi sebesar 0.95 dicapai pada indikator materi pertemuan 1, materi pertemuan 2, serta ketepatan penggunaan istilah ilmiah dan simbol larutan penyangga. Aspek gambar pertemuan 1, kesesuaian wacana, serta karakteristik model pembelajaran berbasis masalah masing-masing memperoleh nilai 0.9. Nilai terendah sebesar 0.85 terdapat pada kesesuaian pertanyaan dengan tujuan pembelajaran pertemuan 1. Keseluruhan indikator berada dalam kategori valid, menandakan bahwa konten materi sudah sangat sesuai dengan capaian pembelajaran yang ditargetkan peneliti profesional.

b. Komponen penyajian

Aspek validasi LKPD berbasis PBL untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik dari komponen penyajian terdapat pada table 2.

Tabel 2. Hasil analisis data validitas komponen penyajian

No	Aspek yang dinilai	V	Kategori
1.	LKPD memiliki susunan sistematis (mulai dari cover, identitas penulis, kata pengantar, pengenalan LKPD, petunjuk penggunaan, penggunaan sintaks PBL bagi peserta didik dan guru, CP dan TP, peta konsep,	0,95	Valid

	aktivitas pembelajaran, materi, soal, daftar pustaka)		
2.	Penyajian LKPD telah sesuai dengan langkah-langkah pendekatan saintifik	0,95	Valid
3.	Penyajian LKPD telah sesuai dengan langkah-langkah model <i>Problem Based Learning</i> (mulai dari orientasi masalah, mengorganisasi peserta didik, melakukan penyelidikan, menyajikan hasil karya dan mengevaluasi proses pemecahan masalah)	0,9	Valid
4.	Cover LKPD menampilkan identitas yang jelas (nama dan instansi penyusun, judul, sasaran pengguna dan gambar yang mencerminkan isi LKPD untuk materi larutan penyangga) dan memiliki tampilan warna yang menarik	0.95	Valid
5.	Keterkaitan materi, gambar, dan video memiliki tampilan yang menarik	0,85	Valid
6.	Teks dalam LKPD mudah dibaca (pemilihan huruf, ukuran huruf, kontras huruf dengan warna background)	0,95	Valid
7.	Gambar dan video yang ditampilkan dapat diamati dengan jelas	0,85	Valid
8.	Tata letak (<i>layout</i>) dan tata letak tampilan rapi	0,9	Valid

Tabel 2 memaparkan validitas komponen penyajian yang mencakup 8 indikator teknis penyusunan perangkat pembelajaran inovatif secara komprehensif. Skor 0.95 diperoleh pada aspek susunan sistematis, kesesuaian dengan pendekatan saintifik, kejelasan identitas pada cover, serta tingkat keterbacaan teks yang baik. Sementara itu, penerapan langkah-langkah model pembelajaran berbasis masalah dan kerapian tata letak tampilan mendapatkan nilai 0.9. Nilai 0.85 diberikan untuk aspek kemenarikan tampilan visual serta kejelasan gambar dan video yang disajikan pengembang. Berdasarkan data tersebut, seluruh aspek penyajian dikategorikan valid, sehingga media ini dianggap sangat layak digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

c. Komponen kebahasaan

Aspek validasi LKPD berbasis PBL untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik dari komponen kebahasaan terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis data validitas komponen kebahasaan

No.	Aspek yang dinilai	V	Kategori
-----	--------------------	---	----------

1.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku dan sesuai PUEBI	0,9	Valid
2.	Kalimat yang digunakan pada LKPD pembelajaran mudah dipahami	0,95	Valid
3	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	0,9	Valid
4.	Petunjuk dan instruksi pengerjaan aktivitas dalam LKPD disampaikan secara jelas dan tidak menimbulkan penafsiran ganda	0,95	Valid

Tabel 3 menyajikan hasil analisis validitas komponen kebahasaan yang ditinjau dari 4 aspek penggunaan bahasa Indonesia secara efektif. Aspek kemudahan pemahaman kalimat serta kejelasan instruksi pengerjaan aktivitas mendapatkan skor tertinggi sebesar 0.95. Penggunaan bahasa Indonesia yang baku sesuai pedoman ejaan serta efektivitas bahasa yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan peserta didik masing-masing memperoleh nilai 0.9. Seluruh aspek dalam komponen ini masuk dalam kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam media pembelajaran sudah komunikatif dan tidak menimbulkan penafsiran ganda, sehingga peserta didik dapat memahami materi larutan penyangga dengan mudah selama proses pembelajaran berlangsung.

Hasil validitas pada semua aspek terdapat pada Tabel. 4

Tabel. 4. Hasil analisis data validitas pada semua aspek

No	Aspek yang Dinilai	V	Kategori
1	Kelayakan Isi	0.9	Valid
2	Kelayakan Bahasa	0.91	Valid
3	Komponen Penyajian	0.93	Valid
Rata-rata		0.91	Valid

Tabel 4 merangkum hasil analisis data validitas dari seluruh aspek yang telah dinilai secara mendalam oleh para ahli materi. Komponen penyajian mendapatkan skor tertinggi yaitu 0.93, disusul oleh kelayakan bahasa dengan nilai 0.91, dan kelayakan isi dengan angka 0.9. Secara keseluruhan, rata-rata nilai validitas untuk semua komponen mencapai 0.91. Dengan pencapaian angka tersebut, seluruh aspek penilaian dinyatakan masuk dalam kategori valid. Hasil ini membuktikan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan secara komprehensif, baik dari segi substansi materi, metode penyampaian, maupun kualitas kebahasaan sebelum dilanjutkan ke tahap uji praktikalitas di sekolah.

Setelah divalidasi oleh ahli, LKPD direvisi lalu di lakukan uji praktikalitas. Hasil uji paktikalitas sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil praktikalitas guru

No.	Aspek yang dinilai	%(P)	Kategori
-----	--------------------	------	----------

1.	Kemudahan penggunaan	89%	Sangat praktis
2.	Tampilan	87%	Sangat praktis
3.	Efisiensi	95%	Sangat praktis
4.	Manfaat	95%	Sangat praktis
Rata-rata		91%	Sangat praktis

Tabel 5 menunjukkan hasil uji praktikalitas oleh guru terhadap penggunaan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan secara sistematis. Aspek efisiensi dan manfaat memperoleh persentase tertinggi sebesar 95 persen, diikuti oleh kemudahan penggunaan sebesar 89 persen, dan kualitas tampilan sebesar 87 persen. Rata-rata total praktikalitas dari perspektif guru mencapai 91 persen. Seluruh aspek tersebut berada pada kategori sangat praktis, yang menandakan bahwa guru merasa media ini sangat membantu dalam proses instruksional. Tingginya angka manfaat menunjukkan bahwa perangkat ini mampu mendukung kegiatan belajar mengajar secara optimal dan memudahkan guru dalam melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik di kelas.

Tabel 6. Hasil praktikalitas peserta didik

No.	Aspek yang dinilai	%(P)	Kategori
1.	Kemudahan penggunaan	90%	Sangat praktis
2.	Tampilan	87%	Sangat praktis
3.	Efisiensi	91%	Sangat praktis
4.	Manfaat	90%	Sangat praktis
Rata-rata		89%	Sangat praktis

Tabel 6 memaparkan hasil praktikalitas dari sudut pandang peserta didik setelah mereka menggunakan media pembelajaran tersebut secara langsung. Aspek efisiensi mendapatkan penilaian tertinggi sebesar 91 persen, sedangkan aspek kemudahan penggunaan dan manfaat masing-masing mencapai 90 persen. Aspek kualitas tampilan dinilai sebesar 87 persen oleh para siswa selama tahap uji coba. Secara keseluruhan, nilai rata-rata praktikalitas dari peserta didik adalah 89 persen, yang menempatkan perangkat ini pada kategori sangat praktis. Hasil ini mengonfirmasi bahwa peserta didik merasa nyaman dan terbantu memahami materi. Respon positif ini menjadi indikator kuat bahwa perangkat berbasis masalah tersebut sangat layak diimplementasikan secara luas.

Pembahasan

Proses penelitian ini diawali dengan fase *preliminary research* menggunakan pendekatan *Education Design Research* yang terfokus pada pengembangan sistematis. Analisis yang dilakukan melalui wawancara serta penyebaran angket kepada empat puluh orang peserta didik mengungkap adanya kesenjangan yang lebar dalam penggunaan bahan ajar serta metode instruksional. Sebanyak 85% peserta didik mengakui bahwa mereka menghadapi kesulitan yang sangat besar dalam memahami materi larutan penyangga, terutama karena sifat materi

yang abstrak dan kerumitan perhitungan numerik. Hambatan ini semakin diperparah oleh ketersediaan media belajar yang masih didominasi oleh teks padat dan rumus tanpa melibatkan pendekatan *multirepresentation* pada level *macroscopic* maupun *submicroscopic*. Studi ini juga menemukan bahwa meskipun model pembelajaran aktif telah direncanakan, implementasinya belum berjalan optimal karena lembar kerja yang tersedia tidak memfasilitasi aktivitas bermakna. Selain itu, instrumen evaluasi masih terbatas pada soal-soal tingkat rendah, sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik belum terasah secara maksimal. Temuan awal ini memberikan justifikasi kuat untuk merancang perangkat pembelajaran baru berbasis *Problem Based Learning* guna menjembatani konsep kimia yang abstrak dengan aplikasi kehidupan nyata (Adriana et al., 2025; Ariyatun & Octavianelis, 2020; Tumirah et al., 2025; Zahro & Lutfianasari, 2024).

Pada tahap pengembangan atau *prototyping phase*, kerangka konseptual diterjemahkan ke dalam rancangan perangkat pembelajaran yang terstruktur untuk dua kali pertemuan. Pertemuan pertama difokuskan secara strategis pada pemahaman konsep dasar, jenis-jenis sistem penyangga, serta mekanika perhitungan tingkat keasaman secara mendalam. Selanjutnya, pertemuan kedua diarahkan pada aplikasi yang lebih kompleks, mencakup prinsip kerja sistem penyangga saat terjadi penambahan asam atau basa serta perannya yang vital dalam sistem biologis maupun industri. Rancangan ini secara langsung menjawab kebutuhan akan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual bagi peserta didik fase F. Dengan menerapkan sintaks *Problem Based Learning*, lembar kerja ini mendorong peserta didik untuk beralih dari penerima informasi yang pasif menjadi pemecah masalah yang aktif di dalam kelas (Hamzah et al., 2025; Iskandar et al., 2025; RIZKY & ANDROMEDA, 2024). Setiap aktivitas yang disusun telah diselaraskan dengan capaian pembelajaran untuk memastikan transisi dari hafalan sederhana menuju analisis tingkat tinggi dapat tercapai secara sistematis. Integrasi representasi visual dan masalah kontekstual berfungsi sebagai katalisator dalam mengembangkan pola pikir kritis yang sebelumnya terdeteksi berada pada tingkat partisipasi yang sedang atau cukup rendah (Masardi, 2025; Rahman et al., 2025; Wela et al., 2020).

Tingkat validitas dari produk yang dikembangkan diuji secara ketat melalui proses *expert review* yang melibatkan lima orang pakar untuk menilai empat aspek esensial dari materi instruksional. Hasil analisis validitas menggunakan formula Aiken's V menghasilkan koefisien yang sangat mengesankan, yaitu berkisar antara 0,90 hingga 0,93, sehingga produk ini masuk ke dalam kategori *valid* pada seluruh kriteria penilaian. Secara spesifik, aspek kelayakan isi serta penyajian memperoleh nilai sebesar 0,91, sementara komponen kebahasaan mencapai skor tertinggi yaitu 0,93. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa lembar kerja ini tidak hanya akurat secara saintifik, tetapi juga tepat secara pedagogis dan selaras dengan tuntutan kurikulum nasional yang berlaku. Skor tinggi pada aspek linguistik mencerminkan penggunaan bahasa yang lugas, komunikatif, dan efektif, yang sangat krusial dalam memandu peserta didik melalui permasalahan kimia yang rumit. Proses validasi ini memastikan bahwa transisi antara tahap pengembangan berhasil mengeliminasi kesalahan awal dan meningkatkan kualitas struktural perangkat. Dengan demikian, produk ini dinyatakan sebagai instrumen yang memiliki integritas struktural yang diperlukan untuk diuji coba kegunaan aktualnya pada lingkungan kelas yang sebenarnya (Prahani et al., 2025; Sianipar et al., 2020).

Tahap evaluasi selanjutnya difokuskan pada pengujian tingkat praktikalitas melalui *one to one evaluation* dan *small group evaluation*. Pada pengujian individu tahap awal, peserta didik berhasil mencapai nilai rata-rata delapan puluh atau lebih tinggi, yang membuktikan bahwa desain dan bahasa dalam lembar kerja sangat mudah dipahami. Keberhasilan ini kemudian divalidasi lebih lanjut dalam fase kelompok kecil, di mana indeks *practicality* dari sudut

pandangan guru dan peserta didik mencapai rentang yang tinggi, yaitu antara 89% hingga 91%. Persentase tersebut mencerminkan kemudahan penggunaan produk, daya tarik visual, serta efisiensi waktu dalam lingkungan pembelajaran di sekolah. Para pendidik mencatat bahwa pendekatan *Problem Based Learning* membantu mengubah suasana kelas yang sebelumnya monoton menjadi dinamis dan berpusat pada aktivitas peserta didik. Lembar kerja ini terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi aktif, terutama bagi peserta didik yang sebelumnya cenderung pasif dalam diskusi kelompok. Dengan menyediakan permasalahan yang nyata, perangkat ini sukses memediasi pemahaman konsep larutan penyangga sekaligus menstimulasi keterampilan analisis. Tingkat praktikalitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa materi tersebut siap untuk diimplementasikan secara lebih luas tanpa membebani pengajar.

Implikasi dari penelitian ini sangat signifikan bagi peningkatan kualitas pendidikan kimia, khususnya dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis bagi peserta didik di tingkat menengah. Pengembangan lembar kerja ini memberikan solusi nyata atas tingginya tingkat kesulitan yang dialami oleh 85% peserta didik dalam memahami topik larutan penyangga secara mendalam. Dengan mengintegrasikan masalah kontekstual dan level representasi kimia, perangkat ini membantu menjembatani celah antara teori abstrak dan pemahaman praktis yang aplikatif. Namun demikian, studi ini memiliki keterbatasan tertentu karena hanya dibatasi sampai pada tahap pengembangan dan pengujian praktikalitas dalam model desain yang digunakan. Evaluasi yang dilakukan belum menyentuh tahap *summative evaluation* dalam skala besar untuk mengukur dampak jangka panjang terhadap hasil belajar dan pencapaian akademik secara menyeluruh. Penelitian di masa depan perlu difokuskan pada uji lapangan yang lebih luas guna menentukan efektivitas produk di berbagai lingkungan sekolah dengan latar belakang peserta didik yang lebih beragam. Terlepas dari batasan tersebut, hasil saat ini mengonfirmasi bahwa lembar kerja tersebut merupakan sumber daya yang *valid* dan sangat praktis untuk merevitalisasi pendidikan kimia modern.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini dilatarbelakangi oleh kenyataan bahwa 85% dari 40 peserta didik di Kabupaten Pasaman memperoleh nilai di bawah kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran sebesar 80 pada materi larutan penyangga. Masalah utama yang diidentifikasi adalah karakteristik materi kimia yang bersifat abstrak serta keterbatasan media ajar yang belum mengintegrasikan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara sistematis dalam proses pembelajaran. Untuk mengatasi hambatan tersebut, peneliti mengembangkan lembar kerja peserta didik berbasis model *problem based learning* yang dirancang khusus untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa fase F SMA melalui pendekatan *education design research*. Menggunakan model pengembangan *plomp* yang dibatasi hingga tahap *prototyping stage*, produk ini melewati serangkaian evaluasi ketat untuk memastikan kualitasnya sebelum diimplementasikan di kelas secara luas. Hasil analisis data menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sebesar 0,94292 yang menempatkannya dalam kategori valid. Capaian ini membuktikan bahwa dari segi kelayakan isi, komponen penyajian, serta aspek kebahasaan, media pembelajaran tersebut telah memenuhi standar akademik yang ditetapkan oleh para ahli materi dan praktisi pendidikan untuk digunakan dalam kegiatan belajar mengajar kimia di sekolah.

Selain memiliki tingkat kevalidan yang tinggi, perangkat pembelajaran ini juga menunjukkan hasil kepraktisan yang sangat memuaskan melalui serangkaian uji coba lapangan di sekolah. Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh guru kimia, lembar kerja ini memperoleh skor praktikalitas sebesar 94% yang menunjukkan bahwa media tersebut sangat efisien dan

bermanfaat bagi proses pengajaran di kelas. Sementara itu, respon dari pihak peserta didik memberikan nilai sebesar 88% yang mengukuhkan produk ini dalam kategori sangat praktis untuk digunakan secara mandiri maupun kelompok. Tingginya angka kepraktisan ini dipengaruhi oleh integrasi enam tahapan utama model pembelajaran berbasis masalah yang meliputi orientasi pada masalah nyata hingga analisis proses pemecahan masalah secara mendalam. Kehadiran representasi kimia yang lengkap membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memvisualisasikan sistem larutan penyangga yang kompleks. Dengan demikian, pengembangan lembar kerja berbasis model problem based learning ini dinyatakan sangat layak dan efektif sebagai bahan ajar alternatif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa fase f. Implementasi produk ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam memperbaiki mutu pendidikan kimia sekaligus menjawab tantangan kompetensi abad 21 di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, O., Sari, D. K., & Martusyilia, R. (2025). PBL dengan diferensiasi untuk meningkatkan hasil belajar kimia di kelas XI SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 928. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5721>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh model problem based learning terintegrasi stem terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Atikah, A., Habiddin, H., Nazriati, N., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2023). A systematic literature review: Model mental pada konsep-konsep kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(2), 106. <https://doi.org/10.15294/jipk.v17i2.39070>
- Dewi, E. S. C. K. H. C. I. F. K., & Iswendi, I. (2025). Pengembangan modul bermuatan etnosains berbasis GDL pada materi laju reaksi fase f kelas XI SMA/MA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(4), 1968. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7831>
- Fauziah, I., & Iryani, I. (2025). Efektivitas e-modul larutan penyangga berbasis problem based learning terintegrasi teaching at the right level terhadap hasil belajar peserta didik fase f SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1158. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6551>
- Fikriansyah, A., & Aini, F. Q. (2025). Studi analitis terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa fase f dalam materi kesetimbangan kimia melalui mind map. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(4), 1583. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7539>
- Hamzah, N., Abdullah, G., Kudus, K., Arifin, I. N., & Arif, R. M. (2025). Pengaruh model problem based learning (PBL) berbantuan media assemblr edu terhadap hasil belajar peserta didik pada materi gempa bumi di kelas V MIST Al-Azhfar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 1013. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.6443>
- Ibrahim, S., Sihaloho, M., & Pikoli, M. (2022). Model mental siswa SMA dalam memahami konsep larutan elektrolit dan non-elektrolit. *Lantanida Journal*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.22373/lj.v10i2.14533>
- Iskandar, B., Razilu, Z., & Fajriani, A. (2025). Pengembangan multimedia interaktif berbasis problem based learning pada materi fiqih syarat dan rukun tayamum. *LEARNING*

- Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(3), 1146.
<https://doi.org/10.51878/learning.v5i3.5178>
- Izza, R. I., Nurhamidah, N., & Elvinawati, E. (2021). Analisis miskonsepsi siswa menggunakan tes diagnostik esai berbantuan CRI (certainty of response index) pada pokok bahasan asam basa. *Alotrop: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 5(1), 55.
<https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16487>
- Masardi, D. A. (2025). Penerapan model pembelajaran problem based learning berbantu media interaktif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar IPAS peserta didik kelas 5 SDN Gogodalem 1. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 941. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6865>
- Nisa, N. A., & Fitriza, Z. (2021). Identifikasi miskonsepsi siswa menengah atas (SMA) pada pembelajaran kimia materi redoks dan elektrokimia: Studi literatur. *EDUKATIF: JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 3(4), 1191.
<https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.516>
- Nuriza, R., Salim, M., & Hartono, B. S. (2025). Integrasi edupreneurship dalam kurikulum pendidikan dasar untuk meningkatkan kreativitas dan inovasi. *MANAJERIAL Jurnal Inovasi Manajemen Dan Supervisi Pendidikan*, 5(4), 1044.
<https://doi.org/10.51878/manajerial.v5i4.8054>
- Pikoli, M., Sukertini, K., & Isa, I. (2022). Analisis model mental siswa dalam mentransformasikan konsep laju reaksi melalui multipel representasi. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 8.
<https://doi.org/10.34312/jjec.v4i1.13515>
- Prahani, B. K., Hariyono, E., Saphira, H. V., Zakhiyah, I., Eliezanatalie, S., & Ismail, M. H. (2025). Digitalization of physics laboratory tools: Increase undergraduate students learning motivation and problem-solving skills. *TEM Journal*, 2371.
<https://doi.org/10.18421/tem143-42>
- Rahman, R. N., Suja'i, I. S., & Anasrulloh, M. (2025). Analisis implementasi profil pelajar pancasila dimensi bernalar kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPAS. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 1107.
<https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6518>
- Rizky, A., & Andromeda, A. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik termokimia berbasis problem based learning terintegrasi etnosains pada fase f SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 345.
<https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3500>
- Rumahorbo, R., Kuswandi, D., & Wedi, A. (2025). Emansipasi dan humanisasi pendidikan kartini di era kecerdasan buatan. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(4), 1709. <https://doi.org/10.51878/social.v5i4.8224>
- Safira, R., & Iryani, I. (2025). Pengaruh penggunaan e-modul larutan penyangga berbasis masalah terhadap hasil belajar peserta didik fase f SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1304.
<https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6548>
- Sari, K. V., & Ulianas, A. (2021). Studi literatur penggunaan bahan ajar berorientasi chemistry triangle pada materi kimia terhadap hasil belajar peserta didik. *Ranah Research Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(2), 88.
<https://doi.org/10.38035/rj.v3i2.365>

- Sianipar, L. K., Sunaryo, S., & Astra, I. M. (2020). Meningkatkan hasil belajar kognitif siswa melalui pengembangan alat peraga gaya lorentz. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 16(2), 252. <https://doi.org/10.19166/pji.v16i2.2390>
- Sinaga, W. S. E., Yusnaidar, Y., Syahri, W., & Muhaimin, M. (2023). Pengembangan multimedia interaktif berbentuk aplikasi android berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(2), 81. <https://doi.org/10.15294/jipk.v17i2.37602>
- Siregar, W., Siregar, H., & Syahputra, E. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan realistik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan self-confidence siswa. *Paradikma Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 30. <https://doi.org/10.24114/paradikma.v13i3.22914>
- Supardi, S., Idris, A., Nurhayati, N., & Fauzi, A. (2025). Transformasi pendidikan era globalisasi: Inovasi kurikulum, teknologi, peran guru, dan fokus pengembangan potensi siswa. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(1), 258. <https://doi.org/10.51878/social.v5i1.4890>
- Suparwati, N. M. A. (2022). Analisis reduksi miskonsepsi kimia dengan pendekatan multi level representasi: Systematic literature review. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(2), 341. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.591>
- Umayah, A., Paristiowati, M., Dianhar, H., & Hasibuan, N. A. P. (2023). Augmented reality and student learning: Analysis of mental models of salt hydrolysis at SMAN 51 Jakarta, Indonesia. *Journal of Educational Management and Learning*, 1(1), 22. <https://doi.org/10.60084/jeml.v1i1.53>
- Wela, G. S., Sundaygara, C., & Pratiwi, H. Y. (2020). PBL dengan pendekatan multiple representation terhadap kemampuan berpikir kritis ditinjau dari kemampuan kolaborasi. *Rainstek Jurnal Terapan Sains Dan Teknologi*, 2(3), 209. <https://doi.org/10.21067/jtst.v2i3.4711>
- Zahro, M., & Lutfianasari, U. (2024). Penerapan model pembelajaran problem-based learning terhadap kemampuan berpikir kritis dan aktivitas belajar peserta didik pada materi hidrolisis garam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 17. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.45567>