

# Pengembangan e-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Literasi Kimia pada Materi Larutan Penyangga Fase F SMA/MA

## *Development of a Problem-Based Learning e-Worksheet to Enhance Chemical Literacy on Buffer Solution Topics in Phase F Senior High School*

H I Beska<sup>1</sup>, Suryelita<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

\* [elfthaher@gmail.com](mailto:elfthaher@gmail.com)

### Received on:

30<sup>th</sup> January 2026

### Revised till:

23<sup>th</sup> April 2026

### Accepted on:

3<sup>rd</sup> May 2026

### Publisher version

published on:

9<sup>th</sup> May 2026

### ABSTRAK

Pembelajaran kimia abad ke-21 menuntut penguatan literasi kimia, terutama pada materi larutan penyangga fase F yang bersifat abstrak dan memerlukan pendekatan pembelajaran kontekstual. Namun, pengembangan e-LKPD terintegrasi Problem Based Learning (PBL) yang secara spesifik berorientasi pada literasi kimia pada materi ini masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi e-LKPD larutan penyangga berbasis PBL untuk meningkatkan literasi kimia peserta didik Fase F SMA/MA. Penelitian ini merupakan bagian dari *Educational Design Research* yang mengacu pada model Plomp dengan batasan penelitian sampai tahap *expert review* dan *one to one evaluation* menghasilkan prototipe III. Subjek penelitian melibatkan tiga dosen Kimia FMIPA UNP, dua guru kimia, dan tiga peserta didik SMA N 1 Koto XI Tarusan. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli dan angket pada tahap one to one evaluation, dengan teknik analisis data menggunakan indeks Aiken's V dan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki validitas tinggi dengan nilai validitas konten sebesar  $V = 0,89$  dan validitas konstruk sebesar  $V = 0,87$ . e-LKPD larutan penyangga terintegrasi PBL berisi tiga pertemuan dengan aktivitas orientasi masalah, penguatan konsep dengan literasi kimia, penyelidikan, dan merefleksi proses pemecahan masalah, sehingga berpotensi mendukung penguatan literasi kimia melalui pemahaman dan penerapan konsep kimia pada konteks nyata, serta mendukung proses berpikir ilmiah melalui PBL. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk uji praktikalitas dan efektivitas e-LKPD.

### KATA KUNCI

e-LKPD, Larutan Penyangga, Problem-Based Learning, Literasi Kimia, Plomp.

### ABSTRACT

*Chemistry learning in the 21st century requires strengthening chemical literacy, particularly in buffer solution topics in Phase F, which are abstract and demand contextual learning approaches. However, the development of Problem-Based Learning (PBL)-integrated e-worksheets (e-LKPD) specifically designed to enhance chemical literacy in this topic remains limited. This study aimed to develop and validate a PBL-based e-LKPD on buffer solutions to support the improvement of chemical literacy among Phase F high school students.*

*This research employed Educational Design Research based on the Plomp model, limited to the expert review and one-to-one evaluation stages, resulting in Prototype III. The participants included three chemistry lecturers, two chemistry teachers, and three high school students. Data were collected using expert validation sheets and student response questionnaires and analyzed using Aiken's V index and descriptive analysis. The results indicated that the developed e-LKPD achieved high validity, with content validity of  $V = 0.89$  and construct validity of  $V = 0.87$ . The e-LKPD consists of three learning sessions incorporating PBL stages: problem orientation, concept reinforcement based on chemical literacy, investigation, and reflection. These findings suggest that the developed e-LKPD is valid and has the potential to enhance chemical literacy through contextual learning and scientific thinking processes.*

### KEYWORDS

e-LKPD, Buffer Solution, Problem-Based Learning, Chemical Literacy, Plomp.



<https://doi.org/10.24036/ekj.v8.i1.a635>

## 1. PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia di abad ke-21 menuntut penguatan literasi kimia agar peserta didik mampu memahami dan menerapkan konsep kimia dalam konteks kehidupan sehari-hari dengan tepat dan efektif [1]. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan literasi kimia peserta didik masih tergolong rendah, yang disebabkan oleh dominasi pembelajaran yang berorientasi pada hafalan konsep serta kurangnya keterkaitan dengan konteks nyata dan proses ilmiah. Hasil penelitian. Mellyzar dkk. menunjukkan bahwa kemampuan literasi kimia peserta didik pada materi koloid masih berada pada kategori rendah, khususnya pada aspek kognitif tingkat tinggi [2]. Selain itu, Primadianningsih *et al.* melalui studi literatur mengungkapkan bahwa rendahnya literasi kimia juga dipengaruhi oleh minimnya integrasi konteks nyata dan pendekatan kontekstual seperti Ethno-STEM dalam pembelajaran [3]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih belum mampu mengembangkan literasi kimia secara optimal, terutama dalam mengaitkan konsep dengan fenomena kehidupan nyata.

Literasi kimia mendorong peserta didik menganalisis masalah, menerapkan konsep kimia, serta mengambil keputusan berdasarkan penalaran ilmiah [4],[5]. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan proses berpikir ilmiah dengan konteks nyata. *Problem Based Learning* (PBL) menjadi salah satu pendekatan yang direkomendasikan karena berorientasi pada pemecahan masalah kontekstual dan mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan ilmiah secara aktif [6],[7].

Model PBL menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan secara aktif dalam menemukan Solusi. Secara konseptual, PBL juga dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui proses analisis masalah, eksplorasi informasi, dan sintesis solusi secara sistematis [8],[9].

Sejumlah penelitian telah membuktikan efektivitas model PBL dalam meningkatkan literasi kimia dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Fareza dkk. menunjukkan bahwa penerapan PBL secara signifikan meningkatkan literasi kimia dan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi laju reaksi [4]. Mutiah dkk. juga menemukan bahwa integrasi PBL dengan pendekatan etnokimia mampu meningkatkan literasi kimia secara lebih kontekstual melalui keterkaitan dengan budaya lokal [5]. Selain itu, Baqy *et al.* (2025) melalui analisis tren penelitian menegaskan bahwa PBL secara konsisten berkontribusi terhadap peningkatan literasi sains dan literasi kimia karena mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pemecahan masalah [7].

Materi larutan penyangga merupakan salah satu topik yang bersifat abstrak karena melibatkan konsep kesetimbangan, asam-basa, serta perhitungan pH. Karakteristik ini menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep matematis dengan fenomena kimia secara nyata. Hal ini diperkuat oleh hasil penyebaran angket kepada 67 peserta didik di salah satu SMA di Kabupaten Pesisir Selatan yang menunjukkan sebanyak 71,7% sulit memahami materi larutan penyangga dan sebanyak 61,2% peserta didik kesulitan dalam memahami bagian materi perhitungan pH larutan penyangga. Data ini mengindikasikan bahwa pembelajaran larutan penyangga belum sepenuhnya mendukung pengembangan literasi kimia peserta didik.

Implementasi materi larutan penyangga dengan PBL memerlukan dukungan bahan ajar yang mampu memfasilitasi proses pemecahan masalah. Salah satunya bentuk bahan ajar yang relevan adalah e-LKPD, yang merupakan yang merupakan pengembangan LKPD dalam bentuk digital yang memungkinkan integrasi materi, aktivitas, dan evaluasi secara interaktif [10],[11]. Nianti *et al.* (2022) menunjukkan bahwa e-LKPD yang memiliki tampilan dan isi bahan ajar yang menarik akan berpengaruh baik dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan e-LKPD memberikan fleksibilitas akses serta meningkatkan keterlibatan peserta didik melalui penggunaan media digital [12].

Berbagai penelitian telah mengkaji integrasi e-LKPD dan PBL dengan hasil yang konsisten namun terbatas pada konteks tertentu. Rumapea dan Suyanti (2025) membuktikan bahwa e-LKPD berbasis PBL efektif meningkatkan HOTS dan literasi kimia pada materi kesetimbangan kimia [13]. Annisa Nur Fadhila (2022) menunjukkan bahwa e-LKPD PBL yang valid dan efektif dapat meningkatkan kemampuan literasi sains pada materi medan magnet [14]. Sementara itu, Illahi A dan Parbuntari H (2025) menemukan bahwa e-LKPD PBL berpengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi hukum dasar kimia [15].

Jika dibandingkan, penelitian-penelitian tersebut secara konsisten menegaskan bahwa e-LKPD berbasis PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, literasi sains, dan pemecahan masalah. Namun, fokus penelitian masih terbatas pada materi tertentu dan belum secara spesifik mengkaji literasi kimia pada materi larutan penyangga. Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang jelas, yaitu belum adanya pengembangan e-LKPD berbasis PBL yang secara spesifik dirancang untuk meningkatkan literasi kimia pada materi larutan penyangga Fase F, serta divalidasi dari aspek konten dan konstruk secara komprehensif.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi e-LKPD berbasis Problem Based Learning pada materi larutan penyangga

## 2. METODE

Jenis penelitian ini adalah *Educational Design Research (EDR)*, yaitu pendekatan yang bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk melalui proses sistematis dan integratif berbasis teori. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model Plomp yang terdiri atas tiga tahap utama, yaitu (a) *preliminary research* (penelitian pendahuluan), (b) *prototyping stage* (tahap perancangan prototipe), dan (c) *assessment phase* (tahap pengujian produk) [16]. Penelitian ini dibatasi sampai tahapan *prototyping stage* (prototipe II) dengan tujuan untuk mengetahui validitas produk yang dikembangkan dan menghasilkan prototipe III.

Tahap pertama, *preliminary research* bertujuan untuk melakukan analisis terkait identifikasi masalah serta menemukan solusi untuk permasalahan tersebut. Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah, meliputi: 1) analisis kebutuhan dilakukan melalui penyebaran angket yang berkaitan dengan pelaksanaan pembelajaran kimia materi larutan penyangga di sekolah yang disebar kepada dua orang guru kimia dan 67 peserta didik kelas XII yang sudah mempelajari materi larutan penyangga di salah satu SMA di Kabupaten Pesisir Selatan; 2) analisis konteks yang dilakukan dengan menganalisis materi larutan penyangga yang terdapat pada kurikulum merdeka; 3) studi literatur dilakukan dengan beberapa pembahasan landasan teoretis tentang e-LKPD, PBL, dan kaitannya dengan literasi kimia; serta 4) perancangan kerangka konseptual dilakukan dengan menghubungkan masalah yang ditemukan dengan landasan teori, serta solusi dari masalah tersebut sebagai acuan dalam penelitian ini.

Tahapan kedua, *prototyping stage* dilakukan pembuatan prototipe dengan siklus berulang, yaitu merancang prototipe, evaluasi formatif, dan melakukan revisi. Tahap awal *prototyping stage* dilakukan pembuatan rancangan dan desain dari e-LKPD terintegrasi PBL sesuai acuan atau pedoman, yaitu merujuk pada Depdiknas (2008) dan *tools* menggunakan *Google Sites*. Pada tahap prototipe I, produk yang sudah dihasilkan kemudian dilakukan evaluasi formatif melalui *self evaluation* (penilaian diri sendiri). Penilaian *self evaluation* dilakukan untuk memperbaiki kesalahan dan menyempurnakan kekurangan produk dengan mengisi lembar penilaian berupa instrumen *checklist* (daftar cek) sebanyak 15 item komponen mulai dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, peta konsep, capaian pembelajaran, pendahuluan dan konten materi, contoh soal dan pembahasan, latihan soal, kegiatan PBL, literasi kimia, dan daftar pustaka, dan tampilan e-LKPD di *Google sites*. Hasil dari *self evaluation* kemudian direvisi untuk menyempurnakan *prototype*. Selanjutnya, pada prototipe II dilakukan uji melalui *one to one*

sebagai upaya meningkatkan literasi kimia peserta didik fase F SMA/MA.

*evaluation* (evaluasi perorangan) dan *expert review* (penilaian oleh ahli).

Uji *one to one evaluation* dilakukan dalam tiga kali pertemuan terhadap tiga orang peserta didik fase F dengan kemampuan berbeda yang dipilih secara purposive berdasarkan rekomendasi guru. Peserta didik diminta menggunakan e-LKPD secara mandiri selama tiga pertemuan, kemudian memberikan umpan balik melalui angket terkait keterpahaman, kejelasan instruksi, kemudahan penggunaan, dan daya tarik produk. Data yang diperoleh dari *one to one evaluation* dianalisis secara deskriptif.

Selanjutnya, *expert review* dilakukan dengan melibatkan 5 validator yang terdiri dari tiga dosen kimia FMIPA UNP dan dua guru kimia SMA N 1 Koto XI Tarusan. Jumlah validator sebanyak 3-5 orang dipilih untuk memperoleh koefisien validitas yang stabil [17]. Penilaian dilakukan menggunakan lembar validasi yang terdiri dari validasi konten dan validasi konstruk.

Penilaian validasi konten meliputi enam aspek, yaitu kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran (CP), kesesuaian materi dalam e-LKPD, ketepatan urutan penyajian, kesesuaian isi dengan sintaks PBL, integrasi literasi kimia, serta kebermanfaatan e-LKPD. Penilaian validasi konstruk meliputi empat aspek, yaitu kebahasaan, penyajian, kegrafikan, serta pemrograman dan pemanfaatan.

Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu skor 1 (sangat tidak setuju) hingga skor 5 (sangat setuju). Ringkasan indikator validasi disajikan pada bagian Tabel *supplementary*. Hasil dari *expert review* dan *one to one evaluation* kemudian direvisi untuk mendapatkan produk yang valid.

Analisis data validitas dilakukan dengan menggunakan skala Aiken's V terhadap hasil penilaian dari para validator di angket validasi. Penilaian validator dianalisis menggunakan rumus Aiken's V sebagai berikut. Indeks validitas (V) merupakan ukuran yang menunjukkan tingkat validitas suatu instrumen. Nilai V dihitung berdasarkan jumlah validator (n) dan banyaknya kategori penilaian (c). Skor yang digunakan dalam perhitungan berasal dari nilai yang diberikan oleh validator (r), dengan memperhatikan skor terendah dalam kategori penilaian ( $l_0$ ). Selain itu, nilai s merupakan selisih antara skor yang diberikan oleh validator dengan skor terendah ( $s = r - l_0$ ), yang digunakan dalam perhitungan indeks Aiken's V [18].

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

$$s = r - l_0$$

Keterangan:

V = Validitas  
 n = Jumlah validator  
 c = Banyak kategori  
 r = Skor yang diberikan validator  
 lo = kategori validitas terendah

Penilaian validitas didasarkan pada koefisien V yang memiliki rentang antara 0 sampai 1. Dalam penelitian ini, jumlah validator yang terlibat sebanyak lima orang, sehingga suatu produk dinyatakan valid apabila memperoleh nilai  $V \geq 0,80$  sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Validitas Aiken's V <sup>[18]</sup>

Skala Aiken's V	Kategori
$V < 0,80$	Tidak Valid
$V \geq 0,80$	Valid

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tahapan *Preliminary Research* (Penelitian Pendahuluan)

##### 3.1.1 Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan yang diperoleh melalui penyebaran angket kepada 67 peserta didik menunjukkan beberapa temuan utama, yaitu: (a) Peserta didik

mengalami kesulitan dalam memahami materi larutan penyangga yang bersifat abstrak. Hal ini didukung dengan jawaban peserta didik dalam lembar angket. Secara keseluruhan 71,7% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami larutan penyangga, dengan 25,4% peserta didik menjawab ragu-ragu dan 46,3% menjawab tidak memahami larutan penyangga dengan baik seperti ditampilkan pada Tabel 2. (b) LKPD yang digunakan dalam pembelajaran belum mendukung untuk meningkatkan literasi kimia peserta didik. Berdasarkan hasil angket dan wawancara dengan guru, LKPD yang digunakan dalam pembelajaran masih berfokus pada latihan soal dan belum memuat konteks kehidupan sehari-hari maupun aktivitas yang melatih kemampuan literasi kimia peserta didik. Oleh karena itu, LKPD tersebut belum mendukung peningkatan literasi kimia peserta didik. (c) berdasarkan hasil angket yang diberikan seluruh peserta didik (100%) mempunyai perangkat digital (*gadget*) menunjukkan ketertarikan terhadap penggunaan e-LKPD dalam pembelajaran. (d) Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis terhadap bahan ajar yang digunakan di sekolah, belum ditemukan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang secara khusus dirancang untuk mendukung peningkatan literasi kimia peserta didik pada materi larutan penyangga.

Tabel 2. Hasil angket observasi peserta didik.

No	Kategori Respon	Kelas A (n)	Kelas B (n)	Total (n)	Persentase (%)
1	Ya	8	11	19	28,3
2	Tidak	16	15	31	46,3
3	Ragu-ragu	10	7	17	25,4
	<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>67</b>	<b>100</b>

Karakteristik materi larutan penyangga yang bersifat abstrak dan kompleks menjadi salah satu faktor yang menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep, sehingga hasil belajar yang diperoleh cenderung rendah <sup>[19]</sup>. Berdasarkan hasil angket observasi dari guru menunjukkan bahwa LKPD yang digunakan di sekolah memiliki keunggulan dari segi kepraktisan dan kemudahan pengguna, sehingga mudah digunakan untuk penguatan konsep dasar dan latihan soal. Akan tetapi, hal ini berdampak pada terbatasnya pemahaman konseptual dan pengembangan literasi kimia peserta didik, khususnya pada materi larutan penyangga yang bersifat abstrak. Minimnya penggunaan unsur visual seperti gambar dan animasi video pembelajaran yang menarik, serta konteks kehidupan sehari-hari menyebabkan pembelajaran jadi membosankan. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar menarik yang tidak hanya mempertahankan kejelasan struktur materi, tetapi

juga mampu memfasilitasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan berorientasi pada pengembangan literasi kimia peserta didik. Bahan ajar elektronik yang dirancang dan dilengkapi unsur visual serta multimedia dapat meningkatkan minat belajar peserta didik, terutama pada materi yang bersifat abstrak, karena membantu peserta didik memahami konsep dengan lebih mudah dan menyenangkan <sup>[20]</sup>.

##### 3.1.2 Analisis Konteks

CP kimia fase F menekankan kemampuan peserta didik dalam menganalisis hubungan struktur atom dengan sistem periodik unsur; membandingkan jenis ikatan kimia serta kaitannya dengan bentuk molekul dan gaya intermolekuler dalam memprediksi sifat fisik materi; mengaitkan perubahan entalpi standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar; menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi

laju reaksi; menganalisis kesetimbangan kimia dan penerapannya; menjelaskan daya hantar listrik dan sifat koligatif larutan; menjelaskan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari; dan menjelaskan senyawa karbon dan makromolekul [21]. Penekanan pada kemampuan analisis tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran kimia pada Fase F tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada penerapan konsep dalam berbagai konteks. Materi larutan penyangga, meskipun tidak disebutkan secara eksplisit dalam CP, memiliki keterkaitan yang kuat dengan capaian pembelajaran pada topik kesetimbangan kimia. Larutan penyangga merupakan aplikasi langsung dari konsep kesetimbangan asam-basa, khususnya dalam mempertahankan kestabilan pH sistem terhadap penambahan asam atau basa. Oleh karena itu, pemahaman terhadap larutan penyangga menuntut kemampuan analisis terhadap pergeseran kesetimbangan dan respons sistem terhadap gangguan eksternal.

Berdasarkan analisis tersebut, materi larutan penyangga dipandang relevan untuk mendukung pencapaian CP kimia Fase F, terutama dalam mengembangkan kemampuan analisis konseptual dan penerapan konsep dalam konteks nyata. Dengan demikian, pengembangan e-LKPD pada materi ini diarahkan untuk tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi dan literasi kimia peserta didik. Selanjutnya, capaian pembelajaran tersebut diturunkan menjadi tujuan pembelajaran materi larutan penyangga sebagai berikut. (a) Peserta didik dapat menjelaskan pengertian larutan penyangga. (b) Peserta didik dapat membedakan antara jenis larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. (c) Peserta didik dapat menganalisis prinsip kerja larutan penyangga. (d) Peserta didik dapat melakukan perhitungan untuk membuktikan nilai pH larutan penyangga asam. (e) Peserta didik dapat melakukan perhitungan untuk membuktikan nilai pH larutan penyangga basa. (f) Peserta didik dapat mengaplikasikan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.

### 3.1.3 Studi Literatur

Hasil yang didapat dari kajian studi literatur sebagai berikut:

- 1) Smaldino et al. (2019) menjelaskan bahwa bahan ajar berbasis teknologi (*instructional materials*) dapat dikembangkan dalam bentuk media digital yang mengintegrasikan teks, visual, video, dan elemen interaktif untuk mendukung aktivitas belajar peserta didik. Berdasarkan konsep tersebut, e-LKPD dapat dipandang sebagai salah satu bentuk bahan ajar elektronik yang memanfaatkan teknologi digital untuk memfasilitasi proses pembelajaran [22].
- 2) Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang diawali dengan

permasalahan kontekstual dan melibatkan peserta didik dalam proses penyelidikan untuk memperoleh pemahaman konsep melalui pemecahan masalah. PBL terdiri dari 5 sintaks, meliputi a) mengorientasi peserta didik pada masalah; b) mengorganisasi peserta didik untuk belajar; c) membimbing penyelidikan kelompok; d) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; dan e) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah [6]. Karakteristik ini menjadikan PBL relevan untuk digunakan dalam pembelajaran kimia yang menuntut kemampuan analisis dan pemecahan masalah.

- 3) Literasi kimia menuntut peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks kehidupan dan mengambil keputusan berdasarkan penalaran ilmiah. Literasi kimia memiliki 4 aspek, yaitu: a) aspek konten, b) aspek konteks, c) aspek HOLS (*Higher Order Learning Skill*), dan d) aspek sikap [1].
- 4) Kesesuaian antara sintaks PBL dan komponen literasi kimia terlihat pada setiap tahapan pembelajaran. Sintaks orientasi masalah sejalan dengan aspek konteks literasi kimia, sementara pengorganisasian peserta didik dan evaluasi pembelajaran berkaitan dengan aspek konten. Tahap penyelidikan dan penyajian hasil mendukung pengembangan HOLS melalui aktivitas analisis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis konsep kimia. Hal ini menunjukkan bahwa PBL merupakan pembelajaran aktif yang menggunakan permasalahan dunia nyata untuk mendorong peserta didik menemukan solusi dan membangun pemahaman konsep secara bermakna, sehingga mendukung pengembangan literasi kimia secara komprehensif [4].
- 5) Penelitian relevan dengan pengembangan e-LKPD larutan penyangga terintegrasi *Problem Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan literasi kimia peserta didik fase F SMA/MA, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rohmaya N, Suardana IN, & Tika IN dengan judul "Efektivitas e-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu Sosial dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik". Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-LKPD kimia SMA/MA dengan model pembelajaran berbasis masalah berkonteks isu-isu sosial sains efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik [23]. Penelitian lain dilakukan oleh Rumapea SAC & Suyanti RD (2025) yang berjudul "Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based*

*Learning* Berbantuan e-LKPD terhadap HOTS Literasi Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia”. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa PBL berbantuan E-LKPD efektif untuk meningkatkan literasi kimia berbasis HOTS pada materi kesetimbangan kimia <sup>[13]</sup>.

Berdasarkan uraian hasil studi literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-LKPD berbasis teknologi yang terintegrasi dengan model PBL memiliki landasan teoritis yang kuat dan relevan untuk mendukung peningkatan literasi kimia peserta didik. keterkaitan antara karakteristik e-LKPD, sintaks PBL, serta aspek literasi kimia menunjukkan bahwa pengembangan e-LKPD pada materi larutan penyangga menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya mendukung pembelajaran kimia yang lebih efektif.

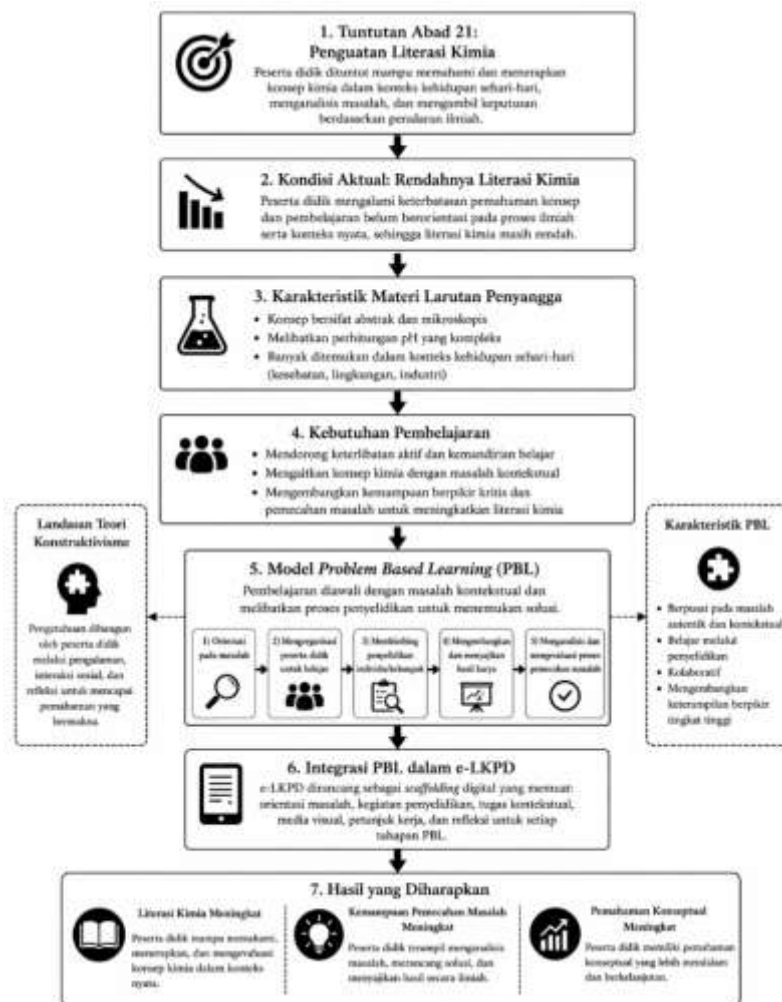
#### 3.1.4 Perancangan Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini didasarkan pada tuntutan pembelajaran kimia abad ke-21 yang menekankan penguatan literasi kimia, yaitu kemampuan peserta didik dalam memahami konsep, menerapkannya dalam konteks kehidupan sehari-hari, serta mengambil keputusan berdasarkan penalaran ilmiah. Namun, hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa rendahnya literasi kimia peserta didik menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran dengan praktik

di kelas, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti larutan penyangga.

Materi larutan penyangga memerlukan pemahaman konseptual yang kuat serta kemampuan mengaitkan konsep dengan fenomena kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi proses berpikir ilmiah dan pemecahan masalah. Model *Problem Based Learning* (PBL) dipilih karena berlandaskan teori konstruktivisme dan menekankan pembelajaran berbasis masalah kontekstual melalui proses penyelidikan, analisis, dan refleksi.

Integrasi model PBL ke dalam bahan ajar e-LKPD dilakukan sebagai bentuk scaffolding pembelajaran yang terstruktur. e-LKPD tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga memandu peserta didik melalui tahapan PBL, sehingga dapat mendorong keterlibatan aktif, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, serta mengembangkan literasi kimia. Dengan demikian, kerangka konseptual ini menggambarkan bahwa karakteristik materi dan rendahnya literasi kimia menjadi dasar pemilihan model PBL, yang kemudian diintegrasikan dalam e-LKPD untuk menghasilkan pembelajaran yang bermakna dan berorientasi pada peningkatan literasi kimia peserta didik. Dari permasalahan yang diperoleh, dapat dihasilkan kerangka konseptual seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka konseptual pengembangan e-LKPD terintegrasi Problem Based Learning (PBL) berorientasi literasi kimia pada materi larutan penyangga

### 3.2 Tahapan *Prototyping Stage* (Perancangan Prototipe)

#### 3.2.1 *Prototipe I*

Rancangan awal didesain dengan memperhatikan komponen-komponen yang harus ada pada e-LKPD, yaitu komponen e-LKPD disusun secara lengkap mulai dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, peta konsep, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, contoh soal, latihan soal hingga daftar pustaka [24]. Semua komponen yang disusun tercantum

seperti pada Gambar 2. Berdasarkan rancangan awal tersebut, e-LKPD kemudian dikembangkan secara sistematis menjadi prototipe I. Produk e-LKPD dikembangkan berdasarkan sintaks PBL menurut Arend (2012) serta memasukkan komponen literasi kimia menurut Shwartz (2006). Prototipe I ditampilkan melalui situs *Google Sites* guna memudahkan akses dan penggunaan secara daring. Situs *Google Sites* memungkinkan pemuatan unsur multimedia seperti gambar, video, serta hyperlink dari YouTube atau sumber web lainnya untuk menunjang proses pembelajaran [25].

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK   PBL	
<b>DAFTAR ISI</b>	
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
PETUNJUK PENGGUNAAN UNTUK PESERTA DIDIK .....	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN UNTUK GURU .....	vi
PETA KONSEP .....	ix
CAPAIAN PEMBELAJARAN .....	x
KEGIATAN PEMBELAJARAN LARUTAN PENYANGGA .....	xi
PERTEMUAN 1 .....	1
A. Pengertian Larutan Penyangga .....	8
B. Jenis Larutan Penyangga .....	11
1. Larutan Penyangga Asam .....	11
2. Larutan Penyangga Basa .....	14
C. Prinsip Kerja Larutan Penyangga .....	17
1. Larutan Penyangga Asam .....	17
2. Larutan Penyangga Basa .....	18
PERTEMUAN 2 .....	31
D. Perhitungan pH Larutan Penyangga .....	31
1. Larutan Penyangga Asam .....	31
2. Larutan Penyangga Basa .....	36
E. Fungsi Larutan Penyangga .....	42
PERTEMUAN 3 .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	

Gambar 2. Daftar komponen e-LKPD pada rancangan awal

Selanjutnya, prototipe I dievaluasi melalui *self evaluation* untuk mengidentifikasi kekurangan dan kesalahan pada produk yang dikembangkan, dengan hasil seperti Tabel 3. e-LKPD direvisi untuk memperbaiki kesalahan dan menyempurnakan kekurangan berdasarkan hasil *self evaluation* sehingga menghasilkan e-LKPD yang komponennya sudah lengkap. Evaluasi ini dilakukan dengan membuat *checklist* (daftar cek) yang berisi komponen produk, seperti *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, peta konsep, capaian

pembelajaran, materi pembelajaran, contoh soal dan pembahasan, latihan soal, daftar pustaka, sintaks PBL, dan tampilan e-LKPD di *Google Sites*. Penggunaan *checklist* dinyatakan sebagai alat yang efektif untuk menganalisis kelengkapan komponen bahan ajar, sehingga mampu mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan materi secara sistematis dalam konteks pengembangan instrumen pembelajaran [26].

Tabel 3. Hasil *Self Evaluation*

No	Aspek yang Dinilai	Sebelum	Sesudah
1	Cover	Sudah ada judul, sasaran pengguna, nama penulis, dosen pembimbing, logo UNP, gambar sesuai materi sudah tersedia	Penambahan logo kurikulum merdeka dan logo Wayground Quizizz

2	Kata pengantar	Berisi rasa syukur dan ucapan terima kasih	Menambahkan tujuan pembuatan e-LKPD
3	Daftar isi	Sudah sesuai	Sudah sesuai
4	Daftar gambar	Sudah sesuai	Sudah sesuai
5	Petunjuk penggunaan	Sudah ada petunjuk penggunaan peserta didik dan guru	Perbaiki petunjuk penggunaan untuk guru
6	Peta konsep	Terdapat peta konsep yang sudah disesuaikan dengan analisis konsep	Perbaiki posisi dan penambahan label konsep supaya kedudukan konsep terlihat
7	Capaian pembelajaran	Sudah terdapat CP dan TP	TP dihilangkan, diubah menjadi urutan submateri di setiap pertemuan
8	Pendahuluan materi	Sudah disajikan hasil percobaan larutan penyangga dalam tabel serta pembahasannya	Hasil percobaan disajikan dalam bentuk gambar animasi dan diberi keterangan
9	Konten materi	Sudah tersedia	Menambahkan unsur submikroskopik pada prinsip kerja larutan penyangga dalam bentuk video
10	Contoh soal dan pembahasan	Sudah tersedia	Menyesuaikan soal dengan aspek literasi kimia
11	Latihan soal	Sudah tersedia	Menyesuaikan soal dengan aspek literasi kimia
12a	Problem Based Learning – Orientasi peserta didik pada masalah	Sudah terdapat masalah yang ditampilkan	Penambahan kejelasan instruksi terkait kegiatan pembelajaran yang harus dilakukan siswa pada setiap fase
12b	Mengatur peserta didik untuk belajar	Sesuai	Penambahan kejelasan instruksi terkait kegiatan pembelajaran
12c	Membimbing penyelidikan	Sesuai	Penambahan kejelasan instruksi terkait kegiatan pembelajaran
12d	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Sesuai	Penambahan kejelasan instruksi terkait kegiatan pembelajaran
12e	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Sesuai	Penambahan kejelasan instruksi terkait kegiatan pembelajaran
13	Literasi kimia	Sudah tersedia konten dan konteks larutan penyangga dalam permasalahan nyata di kehidupan sehari-hari	Perlu penambahan aspek HOLS dan aspek sikap
14	Daftar pustaka	Sudah sesuai	Sudah sesuai
15	Draft e-LKPD pada Google Site	Sudah ditampilkan di Google Site	Merapikan tampilan e-LKPD dan tombol navigasi pada Google Site

### 3.2.2 Prototipe II

Produk e-LKPD larutan penyangga yang komponennya sudah lengkap kemudian dilakukan evaluasi formatif pada prototype II, yang mencakup *one to one evaluation* (evaluasi perorangan) dan *expert review* (penilaian oleh ahli).

#### a) *One to One Evaluation*

*One to one evaluation* dilaksanakan dengan memberikan angket kepada tiga orang peserta didik di salah satu SMA di Kabupaten Pesisir Selatan dengan tingkatan kemampuan yang berbeda (tinggi, rendah, dan sedang). *One to one evaluation* dilakukan untuk mengetahui keterpahaman, kejelasan instruksi, kemudahan penggunaan, dan daya tarik dari produk yang dikembangkan. Berdasarkan aspek keterpahaman, hasil

evaluasi menunjukkan bahwa peserta didik secara umum dapat memahami materi larutan penyangga yang disajikan dalam e-LKPD. Bahasa yang digunakan dinilai mudah dipahami oleh peserta didik, meskipun ditemukan satu kendala pada video pembelajaran di pertemuan 1 yang menggunakan bahasa Inggris sehingga memerlukan penjelasan tambahan. Pada aspek kejelasan instruksi, peserta didik menyatakan bahwa petunjuk penggunaan e-LKPD disajikan secara jelas dan sistematis, sehingga mereka dapat mengikuti alur kegiatan pembelajaran dengan baik. Ditinjau dari aspek kemudahan penggunaan, e-LKPD dinilai mudah dioperasikan dan membantu peserta didik dalam menjalankan setiap tahapan pembelajaran tanpa mengalami kesulitan berarti. Sementara itu, pada aspek daya tarik, tampilan e-LKPD dinilai menarik dan mendukung proses pembelajaran, sehingga membantu peserta didik lebih fokus dan termotivasi dalam mempelajari materi [27]. e-LKPD ini juga dilengkapi dengan gambar, video, dan pertanyaan yang dapat dijawab secara langsung di perangkat masing-masing sehingga siswa akan antusias belajar jika pembelajaran menarik dan didukung oleh media pembelajaran interaktif [28]. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Ghaisani N & Setyasto (2023) yang menekankan bahwa e-LKPD yang mudah digunakan, menarik, dan jelas petunjuknya memotivasi siswa dapat meningkatkan hasil belajar [29].

Berikut beberapa saran yang diberikan peserta

didik, yaitu: pertama, tampilan sampul e-LKPD dinilai sudah cukup menarik, namun penggunaan warna hijau sebaiknya diseragamkan dengan halaman lain agar lebih konsisten dan estetis. Kedua, terdapat salah satu video yang disajikan dalam bahasa Inggris sehingga relatif sulit dipahami oleh peserta didik. Ketiga, penyajian materi dinilai jelas dan mudah dipahami, namun masih perlu ditambahkan contoh soal untuk memperkuat pemahaman. Keempat, latihan soal yang disediakan telah membantu dalam pemantapan materi larutan penyangga, tetapi contoh soal pada bagian prinsip kerja larutan penyangga masih perlu ditambah.

Hasil ini menunjukkan perlunya perbaikan pada e-LKPD serta penambahan contoh pendukung agar e-LKPD dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik dengan tingkat kemampuan yang beragam. Berdasarkan beberapa hal tersebut, dilakukan revisi untuk menyempurnakan e-LKPD sebelum digunakan pada tahap selanjutnya.

#### b) Expert Review

Pengujian *expert review* dilaksanakan menggunakan instrumen angket validitas yang memuat validitas konten dan konstruk. Berdasarkan hasil analisis seluruh aspek validasi, diperoleh e-LKPD yang valid dengan nilai rata-rata sebesar 0,88. Hasil analisis seluruh aspek validasi ditampilkan pada Tabel 4. Kriteria penilaian validitas ditetapkan bahwa suatu produk dinyatakan tidak valid apabila nilai  $V < 0,80$ , dan dinyatakan valid apabila nilai  $V \geq 0,80$ .

Tabel 4. Analisis Seluruh Aspek Validasi

No	Rata-rata Aspek Validasi	Nilai V	Kategori
1	Validasi Konten	0,89	Valid
2	Validasi Konstruk	0,87	Valid
	Rata-rata nilai V	0,88	Valid

#### 1. Validasi Konten

Validasi konten menunjukkan bahwa materi dalam e-LKPD telah sesuai dengan capaian pembelajaran, memiliki kebenaran konsep, serta disusun secara sistematis. Seluruh indikator memperoleh nilai valid dengan rentang  $V = 0,82-1,00$  (Tabel 5). Indikator kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran memperoleh nilai tertinggi ( $V = 1,00$ ), yang menunjukkan keselarasan yang sangat baik antara materi dan tuntutan kurikulum.

Produk e-LKPD yang dikembangkan berfokus pada pengertian, jenis, prinsip kerja, perhitungan pH, serta

penerapan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas pembelajaran yang disajikan dalam e-LKPD mendorong peserta didik untuk menganalisis konsep dan penerapan larutan penyangga dalam konteks kehidupan sehari-hari. Produk e-LKPD yang dikembangkan tetap relevan dan sesuai dengan CP terbaru, sekaligus mendukung pencapaian kompetensi analisis dan penerapan konsep kesetimbangan kimia dalam konteks nyata. Oleh karena itu, isi e-LKPD dinilai tetap sejalan dengan tuntutan CP tahun 2025.

Tabel 5. Hasil Validasi Konten

No	Aspek Validasi Konten	Nilai V	Kategori
1	Kesesuaian isi dengan CP	1,00	Valid
2	Kesesuaian isi e-LKPD dengan materi	0,85	Valid
3	Kebenaran urutan penyajian	0,95	Valid

4	Kesesuaian isi dengan sintaks PBL	0,82	Valid
5	Literasi Kimia	0,85	Valid
6	Kebermanfaatan e-LKPD	0,89	Valid
<b>Rata-rata nilai V</b>		<b>0,89</b>	<b>Valid</b>

Indikator kesesuaian isi e-LKPD dengan materi memperoleh nilai 0,85, yang menunjukkan bahwa materi larutan penyangga telah disajikan secara konseptual benar. Kebenaran urutan penyajian memperoleh nilai 0,95, yang menunjukkan bahwa alur penyajian materi telah disusun secara sistematis dari konsep larutan penyangga hingga penerapannya. Indikator kesesuaian isi dengan sintaks *Problem Based Learning* memperoleh nilai 0,82, yang meskipun merupakan nilai terendah pada komponen isi namun masih valid. Hal ini menunjukkan bahwa tahapan PBL telah diterapkan dengan baik, namun masih memerlukan penyempurnaan agar keterkaitan antar sintaks semakin optimal. Secara keseluruhan, Hal ini menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran, materi, dan aktivitas yang disajikan dalam e-LKPD telah dirancang sesuai dengan tuntutan kurikulum seperti yang dilakukan oleh Hardiansyah dan Aini (2024) <sup>[30]</sup>.

Literasi kimia mencakup empat komponen utama,

yaitu konten, konteks, HOLS, dan sikap, karena keempatnya saling melengkapi dalam membentuk pemahaman kimia yang utuh. Konten diperlukan agar peserta didik menguasai konsep kimia secara benar, sedangkan konteks membantu peserta didik mengaitkan konsep tersebut dengan fenomena dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, HOLS berperan dalam melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti menganalisis, menalar, dan memecahkan masalah berbasis konsep kimia. Sementara itu, sikap ilmiah dibutuhkan untuk menumbuhkan rasa ingin tahu, ketelitian, dan tanggung jawab peserta didik dalam menggunakan pengetahuan kimia secara tepat. Dengan demikian, integrasi keempat komponen tersebut penting untuk memastikan pembelajaran kimia tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada penerapan, penalaran, dan pembentukan sikap ilmiah peserta didik <sup>[1]</sup>.

Tabel 6. Pemetaan aktivitas e-LKPD PBL dengan literasi kimia

Sintaks PBL	Aktivitas dalam e-LKPD	Literasi Kimia
Orientasi peserta didik pada masalah	Penyajian masalah fenomena larutan penyangga pada pewarnaan industri tekstil	Konteks
Mengatur peserta didik untuk belajar	Kajian konsep materi larutan penyangga Wacana literasi kimia	Konten Konteks, HOLS, Sikap
Membimbing penyelidikan	Diskusi dan analisis permasalahan larutan penyangga	HOLS
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Penyusunan dan penyajian solusi pemecahan masalah	HOLS, sikap
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Refleksi dan evaluasi pemahaman konsep dan solusi	Sikap

Literasi kimia diintegrasikan dalam e-LKPD larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada penelitian ini. Tabel pemetaan aktivitas dalam e-LKPD PBL dengan literasi kimia ditampilkan pada Tabel 6. Komponen konten kimia diwujudkan melalui penyajian konsep larutan penyangga secara sistematis, mencakup pengertian, jenis, prinsip kerja, perhitungan pH, dan fungsi larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari yang didukung contoh dan latihan sebagai dasar pemahaman konseptual. Komponen konteks diterapkan melalui permasalahan nyata yang relevan dengan

kehidupan sehari-hari, khususnya pada bidang kesehatan dan lingkungan, sehingga peserta didik dapat mengaitkan dan menerapkan konsep kimia dalam menjelaskan fenomena. Pengembangan HOLS tercermin dari aktivitas analisis fenomena, penalaran konseptual, dan penerapan konsep larutan penyangga dalam penyelesaian masalah. Sementara itu, komponen sikap diwujudkan melalui aktivitas yang mendorong peserta didik bersikap bijak dan bertanggung jawab dalam mengambil keputusan terkait penerapan konsep kimia dalam kehidupan nyata.

Tabel 7. Aspek Literasi Kimia

No	Aspek Literasi Kimia	Nilai V	Kategori
1	Aspek konten	0,87	Valid
2	Aspek konteks	0,88	Valid

3	Aspek HOLS ( <i>Higher Order Learning Skill</i> )	0,82	Valid
4	Aspek sikap	0,85	Valid
<b>Rata-rata nilai V</b>		<b>0,85</b>	<b>Valid</b>

Indikator literasi kimia memperoleh nilai  $V=0,85$  yang menunjukkan bahwa e-LKPD larutan penyangga terintegrasi PBL dirancang berorientasi pada literasi kimia peserta didik dan dinilai valid oleh ahli melalui aktivitas analisis dan pemecahan masalah dari konteks yang disajikan. Aspek literasi kimia ditampilkan pada Tabel 7. Dapat dilihat berdasarkan hasil validasi, komponen literasi kimia pada e-LKPD larutan penyangga terintegrasi PBL dinyatakan valid. Komponen konten dan konteks memperoleh nilai tinggi karena materi disajikan

secara runtut dan dikaitkan dengan permasalahan kehidupan sehari-hari. Sementara itu, komponen HOLS ( $V = 0,82$ ) dan sikap ( $V = 0,85$ ) memperoleh nilai relatif lebih rendah karena aktivitas pembelajaran dan indikator sikap yang disajikan masih perlu disesuaikan agar lebih konsisten menuntut kemampuan analisis mendalam serta penguatan sikap ilmiah peserta didik<sup>[31]</sup>. Penyempurnaan aspek HOLS dan sikap dilakukan pada tahap revisi berdasarkan masukan validator.

Tabel 8. Hasil Validasi Konten Diolah Berdasarkan Submateri

No	Submateri	Nilai V	Kategori
1	Submateri 1: pengertian larutan penyangga	0,89	Valid
2	Submateri 2: jenis larutan penyangga	0,90	Valid
3	Submateri 3: prinsip kerja larutan penyangga	0,90	Valid
4	Submateri 4: perhitungan pH larutan penyangga	0,89	Valid
5	Submateri 5: fungsi larutan penyangga di kehidupan sehari-hari	0,90	Valid
<b>Rata-rata nilai V</b>		<b>0,89</b>	<b>Valid</b>

Hasil validasi konten berdasarkan submateri seperti ditampilkan Tabel 8 menunjukkan bahwa seluruh submateri larutan penyangga memperoleh nilai valid dengan rentang  $V = 0,89 - 0,90$ . Hasil ini menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki konsistensi kualitas isi pada setiap submateri. Setiap submateri disusun secara konsisten dan proporsional untuk membangun pemahaman konsep oleh peserta didik, serta mendukung dalam meningkatkan literasi kimia peserta didik terhadap larutan penyangga. Validitas antar submateri menunjukkan bahwa e-LKPD konsisten pada setiap bagian materi yang disajikan. Untuk itu, dapat

disimpulkan bahwa materi yang disajikan di dalam e-LKPD ini sesuai dengan kaidah keilmuan kimia dan relevan dengan konten ilmu kimia yang seharusnya diajarkan<sup>[32]</sup>.

## 2. Validasi Konstruk

Hasil validasi konstruk valid dengan nilai  $V=0,87$ . Pada validasi konstruk terdapat 4 komponen yang dinilai, yaitu komponen kebahasaan, komponen penyajian, komponen kegrafikan, serta komponen pemrograman dan pemanfaatan. Hasil validitas konstruk ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Validasi Konstruk pada e-LKPD Larutan Penyangga

No	Aspek Validasi Konstruk	Nilai V	Kategori
1	Komponen kebahasaan	0,86	Valid
2	Komponen penyajian	0,88	Valid
3	Komponen kegrafikan	0,84	Valid
4	Komponen pemrograman dan pemanfaatan	0,89	Valid
<b>Rata-rata nilai V</b>		<b>0,87</b>	<b>Valid</b>

Validitas konstruk dilihat dari beberapa aspek, yaitu:

- a. Komponen kebahasaan valid dengan memperoleh nilai validitas sebesar 0,86. Hasil ini menunjukkan

bahwa bahasa yang digunakan dalam e-LKPD telah sesuai, jelas, dan mudah dipahami. Penulisan dalam e-LKPD ini sudah mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Bahasa yang jelas

dan mudah dipahami mendukung peserta didik dalam belajar secara mandiri tanpa menimbulkan kerancuan dalam memahaminya<sup>[33],[34]</sup>.

- b. Komponen penyajian valid dengan memperoleh nilai 0,88. Hal ini menunjukkan bahwa e-LKPD telah disusun secara sistematis, dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas, serta memiliki alur pembelajaran yang mendukung keterlaksanaan sintaks *Problem Based Learning*. Komponen-komponen e-LKPD sudah ditampilkan secara berurutan mulai dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, peta konsep, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, contoh soal dan pembahasan, latihan soal, hingga daftar pustaka. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan sudah ditampilkan dengan baik. Penyajian yang terstruktur membantu peserta didik dalam mengikuti tahapan pembelajaran secara runtut<sup>[35]</sup>.
- c. Komponen kegrafikan valid dengan memperoleh nilai 0,84. Hasil ini menunjukkan bahwa aspek visual e-LKPD, seperti tata letak, pemilihan warna, dan ukuran huruf telah rapi sehingga mendukung keterbacaan dan ketertarikan peserta didik<sup>[36]</sup>.
- d. Komponen pemrograman dan pemanfaatan valid dengan memperoleh nilai 0,89. Hasil ini menunjukkan bahwa produk sudah sesuai dengan ketentuan. Komposisi teks, gambar, serta video sudah seimbang. Tombol-tombol navigasi pada e-LKPD dapat berfungsi dengan baik, hal ini menunjukkan bahwa e-LKPD mudah diakses dan digunakan oleh peserta didik, serta mendukung pemanfaatan teknologi digital sebagai sarana pembelajaran<sup>[37]</sup>.

Secara keseluruhan, hasil validasi konstruk menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan tidak hanya layak secara isi, tetapi juga telah memenuhi kualitas teknis sebagai bahan ajar digital, yang tercermin dari kejelasan bahasa yang komunikatif, kesesuaian penyajian materi yang sistematis, tampilan dan fitur yang mendukung kemudahan penggunaan dalam pembelajaran berbasis masalah. Berdasarkan hasil perbaikan dari tahap *one to one evaluation* dan *expert review*, dihasilkan e-LKPD larutan penyangga terintegrasi Problem Based Learning (PBL) yang terdiri atas tiga pertemuan pembelajaran. Pertemuan pertama dan kedua memuat orientasi masalah, penguatan konsep larutan penyangga, wacana literasi kimia, contoh soal, dan latihan, sedangkan pertemuan ketiga memfasilitasi kegiatan penyelidikan,

pengembangan dan penyajian hasil, serta evaluasi proses pemecahan masalah sesuai sintaks PBL. Contohnya pada pertemuan pertama, pembelajaran diawali dengan penyajian permasalahan terkait proses pewarnaan pada industri tekstil sebagai orientasi masalah. Peserta didik kemudian mengamati perbedaan sifat larutan penyangga dan bukan penyangga melalui hasil percobaan, dilanjutkan dengan kajian konsep pengertian larutan penyangga yang disertai wacana literasi kimia. Dilanjutkan ke kajian konsep jenis dan prinsip kerja larutan penyangga yang juga disertai dengan wacana literasi kimia. Kegiatan pembelajaran diakhiri dengan contoh soal dan latihan yang dirancang untuk memperkuat pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Penelitian ini memberikan manfaat berupa tersedianya e-LKPD larutan penyangga terintegrasi Problem Based Learning yang berorientasi pada literasi kimia dan telah memenuhi kriteria validitas. Produk yang dikembangkan diharapkan dapat berpotensi mendukung peningkatan literasi kimia pada peserta didik dengan memfasilitasi pengembangan pemahaman konsep, kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan sikap ilmiah. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan sampai tahap uji validitas, sehingga praktikalitas dan efektivitas e-LKPD dalam meningkatkan literasi kimia peserta didik perlu diuji lebih lanjut pada penelitian lanjutan. Selain itu, penelitian ini belum menganalisis reliabilitas antar-penilai, sehingga konsistensi penilaian antar validator belum dapat dipastikan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji praktikalitas, efektivitas, serta reliabilitas instrumen.

#### 4. KESIMPULAN

Produk e-LKPD larutan penyangga terintegrasi PBL (*Problem Based Learning*) untuk meningkatkan literasi kimia peserta didik Fase F SMA/MA telah dikembangkan dengan jenis penelitian *Educational Design Research* menggunakan model pengembangan Plomp. Produk e-LKPD yang dikembangkan tersebut valid dengan memperoleh nilai dengan skala Aiken's V yaitu  $V=0,88$  sehingga bisa dijadikan alternatif bahan ajar materi larutan penyangga yang berorientasi pada pengembangan literasi kimia peserta didik, dengan tahap praktikalitas dan efektivitas yang perlu diuji pada penelitian selanjutnya.

#### REFERENSI

- [1] Y. Shwartz, R. Ben-Zvi, and A. Hofstein, "Chemical Literacy: What Does This Mean to Scientists and School Teachers?," *J. Chem. Educ.*, vol. 83, no. 10, pp. 1557–1561, Oct. 2006, [Online]. Available: [www.JCE.DivCHED.org](http://www.JCE.DivCHED.org)
- [2] M. Mellyzar, I. R. Lukman, S. Alvina, A. I. Pasaribu, and Mhd. R. Fadli, "Chemical Literacy of High School Students: Analysis of Cognitive

- Abilities on Colloid Material,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 8, no. 6, pp. 3128–3133, Dec. 2022, doi: 10.29303/jppipa.v8i6.2377.
- [3] C. Primadianningsih, W. Sumarni, and S. Sudarmin, “Systematic Literature Review: Analysis of Ethno-STEM and Student’s Chemistry Literacy Profile in 21st Century,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 2, pp. 650–659, Feb. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i2.2559.
- [4] F. S. Fareza *et al.*, “Problem-Based Learning Model on Students’ Chemical Literacy and Critical Thinking on Reaction Rate Material,” *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, vol. 13, no. 3, pp. 426–435, Oct. 2024, doi: 10.23887/jpiundiksha.v13i3.79331.
- [5] M. Mutiah, Y. Andayani, J. Siahaan, S. Supriadi, and M. Haris, “Implementation of Integrated Problem-Based Learning Model With Ethno Cemistry Sasambo to Improve Chemistry Literation,” *Jurnal Pijar Mipa*, vol. 19, no. 3, pp. 396–400, May 2024, doi: 10.29303/jpm.v19i3.6537.
- [6] R. I. Arends, *Learning to Teach*, Ninth Edition. New York: McGraw-Hill, 2012.
- [7] I. Baqy, A. A. Purwoko, R. T. Savalas, and A. Doyan, “Trends in Research on Problem-Based Learning (PBL) Model in Enhancing Scientific Literacy,” *Current Educational Review*, vol. 1, no. 3, pp. 131–141, Sep. 2025, doi: 10.56566/cer.v1i3.402.
- [8] F. A. Mahagia, A. M. Goni, W. H. F. Rorimpandey, and N. M. Abstract, “Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember*, vol. 2023, no. 24, pp. 1055–1066, doi: 10.5281/zenodo.10727024.
- [9] M. A. P. Nugraha, J. S. Sinolungan, R. Nur, S. Nuridah, Nofirman, and D. Cahyono, “Conceptual Analysis of Problem-Based Learning Model in Improving Students Critical Thinking Skill,” *Journal of Education Research*, vol. 4, no. 2, 2023.
- [10] N. Triana, *LKPD Berbasis Eksperimen: Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*. Guepedia, 2021.
- [11] M. Mariyana, W. Syahri, and H. Haryanto, “Based E-LKPD development based problem based learning to improve students’ creative thinking skills on acid-base material,” *jurnal Pendidikan Kimia*, vol. 15, no. 2, pp. 163–169, Aug. 2023, doi: 10.24114/jpkim.v15i2.48264.
- [12] R. E. Nianti, S. Haryati, and H. Herdini, “Pengembangan e-LKPD Berbasis Connecting, Organizing, Reflecting, Extending Berbantuan Liveworksheets pada Pokok Bahasan Asam Basa,” *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, no. 1, pp. 34–41, 2022, doi: 10.33578/jpk-unri.v7i1.7813.
- [13] S. A. C. Rumapea and R. D. Suyanti, “Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan E-LKPD terhadap HOTS Literasi Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia,” *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, vol. 5, no. 4, pp. 1356–1365, Oct. 2025, doi: 10.36312/panthera.v5i4.692.
- [14] A. N. Fadhila, “Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Menggunakan Flip PDF Professional untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Materi Medan Magnet,” *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 53–70, Jan. 2022, doi: 10.14421/njpi.2022.v2i1-4.
- [15] A. R. Illahi and H. Parbuntari, “Efektivitas E-LKPD dalam Liveworksheets berbasis Problem Based Learning pada Materi Hukum Dasar Kimia terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Fase E,” *ALSYS*, vol. 5, no. 4, pp. 1399–1410, Jul. 2025, doi: 10.58578/alsys.v5i4.6561.
- [16] T. Plomp and Nienke Nieveen, *An Introduction to Educational Design Research*. 2010. [Online]. Available: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)
- [17] Suparni and F. Nasution, *Panduan Praktis Penelitian dan Pengembangan di Bidang Pendidikan*, 1st ed. Jakarta: Yayasan Berkah Litera Jaya, 2025.
- [18] L. R. Aiken, “Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings,” *Educ. Psychol. Meas.*, vol. 45, no. 1, pp. 131–142, 1985.
- [19] N. L. I. Sanjiwani, I. W. Muderawan, and I. K. Sudiana, “Analysis of Student Chemistry Learning Difficulties on Buffer Solution at SMA Negeri 2 Banjar Buleleng Bali,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Aug. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1503/1/012038.
- [20] Festiyed, H. Daulay, and M. Ridhatullah, “Influence of Interactive Multimedia Teaching Materials on Cognitive Learning Outcomes of Students in Science Lessons: A Meta-Analysis,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 8, pp. 387–396, Aug. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i8.2693.
- [21] Kemendikdasmen, “Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka,” Jul. 2025.
- [22] S. E. Smaldino, D. L. Lowther, C. Mims, and J. D. Russel, *Instructional Technology and Media*

- for Learning, 12th ed. Boston: Pearson Education, Inc., 2019.
- [23] N. Rohmaya, I. N. Suardana, and I. N. Tika, "Efektifitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik," *Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 13, no. 1, pp. 25–33, Mar. 2023, doi: 10.37630/jpm.v13i1.825.
- [24] Depdiknas, *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, 2008.
- [25] S. Wahyuningsih and A. T. Lidiasari, "Google Sites Interactive Multimedia to Improve Information Literacy of Elementary School Students," *International Journal of Elementary Education*, vol. 9, no. 2, pp. 360–369, May 2025, doi: 10.23887/ijee.v9i2.94047.
- [26] M. A. Basaruddin and H. R. Mustafa, "The Importance of Using Checklist in Measuring the Comprehensiveness of English Teaching Materials: A Systematic Literature Review," *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, vol. 13, no. 2, pp. 57–74, Dec. 2023, doi: 10.37134/ajatel.vol13.2.6.2023.
- [27] N. Suranda and M. Khadafi, "Macam-Macam Perkembangan Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar Di Indonesia," *Journal Of Social Science Research*, vol. 4, pp. 14043–14057, 2024.
- [28] R. A. Liliana, W. Raharjo, I. Jauhari, and D. Sulisworo, "Effects of the online interactive learning media on student's achievement and interest in physics," *Universal Journal of Educational Research*, vol. 8, no. 3 B, pp. 59–68, 2020, doi: 10.13189/ujer.2020.081507.
- [29] N. R. T. Ghaisani and N. Setyasto, "Development of Liveworksheets-Based Electronic Student Worksheets (E-LKPD) to Improve Science Learning Outcomes," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 8, pp. 6147–6156, Aug. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i8.4571.
- [30] Hardiansyah and S. Aini, "Development of e-LKPD Problem Based Learning Model on Stoichiometry Material Class X Phase E SMK SMTI Padang," *Edukimia*, vol. 7, no. 2, Jul. 2025, doi: 10.24036/ekj.v7.i2.a597.
- [31] R. Thummathong and K. Thathong, "Construction of A Chemical Literacy Test for Engineering students," *Journal of Turkish Science Education*, vol. 13, no. 3, pp. 185–198, 2016, doi: 10.12973/tused.10179a.
- [32] K. M. Putri and Suryelita, "Pengembangan e-Modul Penerapan Konsep Kimia dalam Pengelolaan Lingkungan & Fenomena Pemanasan Global Sesuai Kurikulum Merdeka untuk Fase E SMA/MA," *Edukimia*, vol. 6, 2024, doi: 10.24036/ekj.v6.i1.a555.
- [33] Roudotul Husna, Arianto Arianto, and Andi Syahputra Harahap, "Pengembangan Bahan Ajar Teks Drama Bermuatan Budaya Lokal Pada Siswa Kelas XI SMA/MA," *SOKO GURU: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 5, no. 1, pp. 102–114, May 2025, doi: 10.55606/sokoguru.v5i1.5065.
- [34] R. T. U. Dari and I. G. W. Sudatha, "Upaya Meningkatkan Semangat Belajar Siswa melalui E-Modul Berorientasi Discovery Learning," *Jurnal Edutech Undiksha*, vol. 10, no. 2, pp. 205–214, Feb. 2022, doi: 10.23887/jeu.v10i1.43966.
- [35] G. N. Rahmadoni and S. Aini, "Pengembangan e-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Materi Hidrokarbon di SMK Fase E," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 18–27, Feb. 2025, doi: 10.31004/edukatif.v7i1.7938.
- [36] B. Handayani and S. Suryelita, "Pengembangan Sumber Belajar Menggunakan TikTok pada Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia Kelas X SMA/MA," *Edukimia*, vol. 6, no. 1, Mar. 2024, doi: 10.24036/ekj.v6.i1.a512.
- [37] S. F. Kamilah, I. Wahyuni, and D. Ratnasari, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Website Menggunakan Google Sites Pada Materi Ekosistem Kelas X SMA," *BIODIK*, vol. 9, no. 3, pp. 176–181, Sep. 2023, doi: 10.22437/biodik.v9i3.25523.

## SUPLEMENTARY TABEL

Aspek Validasi Konten	Indikator
Kesesuaian isi dengan CP	Isi e-LKPD sudah sesuai dengan CP.
Kesesuaian isi e-LKPD dengan materi	<p>Materi yang dimuat dalam e-LKPD sudah benar secara keilmuan.</p> <p>Gambar dan video yang digunakan sudah sesuai dengan materi.</p> <p>Soal yang dimuat sudah benar dan sesuai dengan materi.</p>
Kebenaran urutan penyajian	<p>Materi larutan penyangga yang disajikan sudah sesuai dengan urutan yang benar.</p> <p>Sintaks <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada e-LKPD sudah sesuai dengan urutan yang benar.</p>
Kesesuaian isi dengan sintaks PBL	<p>Tahap orientasi peserta didik pada masalah yang disajikan e-LKPD sudah dapat memotivasi peserta didik agar terlibat pada kegiatan pemecahan masalah.</p> <p>Tahap mengatur peserta didik untuk belajar sudah dapat mengarahkan peserta didik dalam menyusun hipotesis sebagai dugaan awal pemecahan masalah.</p> <p>Tahap membimbing penyelidikan sudah dapat membimbing peserta didik untuk melakukan proses pemecahan masalah.</p> <p>Tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya sudah dapat menuntun peserta didik untuk menyimpulkan pemecahan masalah.</p> <p>Tahap menganalisis dan evaluasi proses pemecahan masalah sudah menyediakan kolom agar peserta didik dapat mengevaluasi dan memberikan refleksi terhadap hasil karya pemecahan masalah</p>
Literasi Kimia	<p>Materi larutan penyangga memuat unsur literasi kimia (konten)</p> <p>Materi larutan penyangga memuat unsur literasi kimia (konteks)</p> <p>Materi larutan penyangga memuat unsur literasi kimia (HOLS)</p> <p>Materi larutan penyangga memuat unsur literasi kimia (sikap)</p>
Kebermanfaatan e-LKPD	<p>Isi e-LKPD terintegrasi PBL sudah membimbing peserta didik dalam meningkatkan literasi kimia.</p> <p>Isi e-LKPD terintegrasi PBL dapat menambah wawasan pengetahuan peserta didik.</p> <p>Contoh soal dan latihan soal yang diberikan sudah membimbing peserta didik dalam pemahaman materi larutan penyangga.</p>

Aspek Validasi Konstruk	Indikator
Komponen Kebahasaan	<p>Petunjuk dan informasi dalam e-LKPD jelas.</p> <p>Bahasa yang digunakan mudah dipahami.</p> <p>Bahasa yang digunakan jelas (tidak menimbulkan kerancuan).</p> <p>Penulisan sudah mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar</p>
Komponen penyajian	<p>Komponen e-LKPD (petunjuk, capaian pembelajaran, isi/ materi, tugas, dll) sudah ditampilkan secara berurutan.</p> <p>Gambar dan video yang disajikan dapat diamati dengan jelas.</p>
Komponen kegrafikan	<p>Jenis huruf yang digunakan sudah jelas terbaca.</p> <p>Ukuran huruf yang digunakan sudah jelas terbaca.</p> <p>Layout dan tampilan pada cover dan antar bagian dalam e-LKPD sudah menarik.</p> <p>Warna dan tata letak isi dalam e-LKPD sudah menarik.</p> <p>Desain e-LKPD secara keseluruhan sudah menarik.</p>
Komponen Pemrograman dan Pemanfaatan	<p>Komposisi teks, gambar, dan video sudah seimbang.</p> <p>Kemudahan dalam penggunaan dan berinteraksi dengan e-LKPD.</p> <p>Kemudahan dalam memilih menu tampilan yang disajikan.</p> <p>e-LKPD dapat dibaca dimana saja dan kapan saja.</p> <p>Tombol-tombol navigasi pada e-LKPD dapat berfungsi dengan baik.</p>