



Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Smartboard* pada Submateri Hasil Kali Kelarutan (K_{sp})

Nayla Padhilah Nurkholifah¹, Muhamad Nurul Hana^{1*}, Gun Gun Gumilar¹, Ijang Rohman¹, Miarti Khikmatun Nais¹

¹ Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.2955>

Article Info:

Received : 20 Juli 2026
Revised : 09 Agustus 2026
Accepted : 21 Agustus 2026
Published : 23 September 2026

Correspondence:

Muhamad Nurul Hana

Phone:

Abstract: The solubility product constant (K_{sp}) is an abstract chemistry concept that requires interactive instructional media to visualize precipitate formation. Previous K_{sp} simulation media still require improvement in terms of curriculum alignment, learning model integration, simulation variations, and supporting learning features. This study aimed to develop a smartboard-based interactive learning media for the K_{sp} subtopic using a Research and Development (R&D) approach with ADDIE model. The participants included two university lecturers as media reviewers, two chemistry teachers, and ten eleventh-grade senior high school students in Bandung involved in a limited trial. Data were collected through media review sheets and response questionnaires and analyzed descriptively. The developed media were improved by aligning them with the Merdeka Curriculum, integrating the Predict-Observe-Explain (POE) model, expanding simulation variations, adjusting solution concentrations, and adding learning features, including Learning Outcomes, Learning Objectives, concise learning materials, prediction video, and prediction question. The media were rated feasible to highly feasible in terms of content, instructional aspects, media quality, visual appearance, and navigation. Teachers and students also gave very positive responses during the limited trial. Therefore, the developed smartboard-based interactive learning media are suitable as an alternative instructional medium for teaching the K_{sp} subtopic.

Keywords: Solubility Product Constant (K_{sp}); Interactive Learning Media; POE; Smartboard

Citation: Nurkholifah, N. P., Hana, M. N., Gumilar, G. G., Rohman, I., & Nais, M. K. (2026). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Smartboard pada Submateri Hasil Kali Kelarutan (K_{sp}). *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(4), 5703–5710. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.2955>

Pendahuluan

Kimia merupakan cabang ilmu yang mempelajari materi beserta perubahan yang terjadi di dalamnya melalui representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Ketiga representasi tersebut harus dipahami secara terpadu agar peserta didik mampu membangun pemahaman konsep secara utuh. Namun, banyak konsep kimia yang bersifat abstrak sehingga sulit divisualisasikan melalui pembelajaran konvensional. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan fenomena yang

diamati dengan proses pada tingkat partikel maupun representasi simboliknya. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memfasilitasi visualisasi konsep-konsep abstrak agar proses pembelajaran menjadi lebih bermakna (Muslim & Ardhana, 2023; Yuliatin et al., 2023).

Salah satu materi kimia yang masih menjadi tantangan bagi peserta didik adalah hasil kali kelarutan (K_{sp}). Materi ini menuntut penguasaan konsep kesetimbangan kimia, kelarutan, reaksi ion, serta kemampuan menyelesaikan perhitungan matematis

untuk menentukan hubungan antara nilai Q_{sp} dan K_{sp} dalam memprediksi terbentuknya endapan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menentukan nilai K_{sp} , menghubungkan kelarutan dengan harga K_{sp} , serta memprediksi pembentukan endapan berdasarkan perbandingan nilai Q_{sp} dan K_{sp} (Ihsan et al., 2021; Sudiana et al., 2019). Selain itu, miskonsepsi juga masih ditemukan pada konsep hubungan kelarutan dengan hasil kali kelarutan serta penentuan kondisi terbentuknya endapan (Erna et al., 2021).

Kesulitan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran materi K_{sp} memerlukan media yang mampu memvisualisasikan proses pembentukan endapan secara nyata. Berbagai penelitian melaporkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif, multimedia, maupun laboratorium virtual mampu meningkatkan motivasi belajar, membantu visualisasi konsep kimia yang abstrak, serta meningkatkan hasil belajar peserta didik (Fatayah, 2023; Mashami et al., 2024; Zahwa et al., 2021). Selain itu, multimedia interaktif juga dinilai efektif dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran karena mampu mengintegrasikan teks, gambar, animasi, video, dan simulasi dalam satu media pembelajaran (Yuliatin et al., 2023).

Pemanfaatan media pembelajaran akan lebih optimal apabila dipadukan dengan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam membangun konsep. Salah satu model yang sesuai adalah *Predict–Observe–Explain* (POE) karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memprediksi suatu fenomena, melakukan pengamatan melalui kegiatan eksperimen atau simulasi, kemudian menjelaskan hasil pengamatan berdasarkan konsep ilmiah. Model POE telah dilaporkan mampu meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses sains, serta *self-efficacy* peserta didik pada pembelajaran kimia (Lihawa et al., 2022).

Penelitian mengenai pengembangan simulator pembelajaran pada materi K_{sp} sebelumnya telah dilakukan oleh (Adella, 2023) melalui pengembangan simulator pembentukan endapan berdasarkan harga K_{sp} berbasis web. Simulator tersebut mampu memvisualisasikan pembentukan endapan menggunakan larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan KI, KBr, dan NaOH serta dilengkapi analisis perhitungan Q_{sp} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulator dinyatakan sangat layak dari segi konten maupun media serta memperoleh tanggapan yang sangat baik dari pendidik dan peserta didik.

Meskipun simulator yang dikembangkan oleh (Adella, 2023) telah dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran, hasil *review* terhadap media menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa aspek

yang dapat disempurnakan agar sesuai dengan perkembangan kurikulum dan kebutuhan pembelajaran saat ini. Aspek tersebut meliputi penyesuaian komponen pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka, penyempurnaan fitur pendukung pembelajaran, serta pengembangan variasi simulasi pembentukan endapan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan lanjutan masih diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan kebermanfaatan media dalam pembelajaran submateri hasil kali kelarutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menyempurnakan media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* pada submateri hasil kali kelarutan (K_{sp}) sebagai pengembangan lanjutan dari simulator pembentukan endapan berdasarkan harga K_{sp} yang telah dikembangkan sebelumnya. Media yang dikembangkan diharapkan mampu memfasilitasi peserta didik dalam memvisualisasikan proses pembentukan endapan, menghubungkan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik, serta mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif sesuai dengan implementasi Kurikulum Merdeka.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan mengembangkan dan menyempurnakan media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* pada submateri hasil kali kelarutan (K_{sp}). Pada tahap pengembangan, penelitian ini menerapkan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, and Evaluate*).

Pada tahap *analyze*, dilakukan *review* terhadap simulator penelitian sebelumnya, analisis Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka, analisis model pembelajaran, serta identifikasi media pendukung sebagai dasar pengembangan media. Tahap *design* meliputi penyusunan sinopsis aplikasi, *flowchart*, *storyboard*, dan rancangan antarmuka media. Tahap *development* dilakukan dengan mengembangkan media menggunakan *Construct 3*. Pada tahap ini juga dilakukan optimasi sistem simulasi melalui penentuan pasangan larutan, konsentrasi larutan, serta perhitungan teoritis nilai Q_{sp} dan K_{sp} sebagai dasar penyusunan karakteristik simulasi. Produk yang dihasilkan kemudian direview oleh dua dosen ahli pada aspek konten dan media serta direvisi berdasarkan masukan yang diberikan. Tahap *implement* dilakukan melalui uji coba terbatas kepada pendidik dan peserta didik kelas XI di SMA Bandung untuk memperoleh tanggapan terhadap media yang dikembangkan. Selanjutnya, tahap *evaluate* dilakukan berdasarkan hasil *review* dan tanggapan pengguna sebagai dasar penyempurnaan media hingga diperoleh produk akhir.

Data penelitian diperoleh melalui lembar *review* kelayakan media oleh dua dosen ahli serta angket tanggapan pendidik dan peserta didik. Hasil *review* beserta komentar dan saran digunakan sebagai dasar penyempurnaan media, sedangkan data angket dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap media yang dikembangkan. Penilaian kelayakan media menggunakan angket dengan skala Guttman yang menyediakan dua alternatif jawaban, yaitu "Ya" dan "Tidak" (Sugiyono, 2023). Skor yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat kelayakan media

$$\text{Skor Kelayakan} = \frac{\text{Jumlah respon "Ya" yang diperoleh}}{\text{Jumlah respon "Ya" maksimal}}$$

Hasil tersebut kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan media sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kelayakan

Klasifikasi Kelayakan	Skor Kelayakan
0,81 – 1,00	Sangat Layak
0,61 – 0,80	Layak
0,41 – 0,60	Cukup Layak
0,21 – 0,40	Tidak Layak
0,01 – 0,20	Sangat Tidak Layak

Hasil dan Diskusi

Analyze

Hasil *review* terhadap simulator pembentukan endapan berdasarkan harga K_{sp} yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media telah mampu memvisualisasikan proses pembentukan endapan secara interaktif serta dilengkapi fitur analisis perhitungan nilai Q_{sp} dan K_{sp} . Namun, media masih menggunakan acuan Kurikulum 2013, belum mengintegrasikan model pembelajaran tertentu, memiliki variasi sistem simulasi yang terbatas, serta belum dilengkapi beberapa fitur pendukung pembelajaran. Oleh karena itu, hasil *review* tersebut dijadikan dasar dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard*. Hal ini sejalan dengan (Nanda & Hasibuan, 2025; Wahyuni et al., 2024) yang menyatakan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif perlu disesuaikan dengan kurikulum, karakteristik peserta didik, serta kebutuhan pembelajaran agar mampu mendukung proses belajar yang aktif, fleksibel, dan berpusat pada peserta didik.

Analisis Capaian Pembelajaran (CP) menunjukkan bahwa media perlu disesuaikan dengan implementasi Kurikulum Merdeka melalui penyajian CP dan Tujuan Pembelajaran (TP). Selain itu, hasil analisis model pembelajaran menunjukkan bahwa

model *Predict–Observe–Explain* (POE) sesuai untuk diintegrasikan ke dalam media karena memfasilitasi peserta didik dalam memprediksi, mengamati, dan menjelaskan fenomena pembentukan endapan berdasarkan hubungan antara nilai Q_{sp} dan K_{sp} . Hasil analisis tersebut menjadi dasar penambahan fitur Video *Predict* dan Pertanyaan *Predict*.

Identifikasi media pendukung menunjukkan bahwa kombinasi teks, gambar, animasi, video, dan simulasi interaktif diperlukan untuk memvisualisasikan konsep hasil kali kelarutan yang bersifat abstrak. Berdasarkan hasil analisis tersebut, pengembangan media difokuskan pada penyesuaian kurikulum, integrasi model POE, penyempurnaan sistem simulasi, serta penambahan fitur pembelajaran sehingga media yang dikembangkan lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran kimia pada submateri hasil kali kelarutan (K_{sp}). Hal ini didukung oleh (Rahayu et al., 2024; Sudiana et al., 2019) yang menyatakan bahwa materi kelarutan dan hasil kali kelarutan merupakan salah satu materi kimia yang sulit dipahami peserta didik karena melibatkan konsep-konsep yang abstrak, sehingga diperlukan media pembelajaran interaktif yang mampu memvisualisasikan konsep tersebut melalui simulasi virtual secara lebih konkret.

Design

Hasil perancangan menghasilkan *flowchart* yang disesuaikan dengan hasil *review* media penelitian sebelumnya. Pengembangan dilakukan melalui penambahan menu Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), Materi Singkat, Video *Predict*, dan Pertanyaan *Predict*, serta penambahan halaman pemilihan sistem simulasi dan simulasi larutan $\text{CaCl}_2 - \text{NaOH}$ dan $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{SO}_4$. Hal ini sejalan dengan (Nanda & Hasibuan, 2025; Wahyuni et al., 2024) yang menyatakan bahwa tahap perancangan media perlu disesuaikan dengan kurikulum dan kebutuhan pembelajaran agar menghasilkan media yang sistematis, interaktif, serta mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Perubahan juga dilakukan pada *storyboard* sebagai acuan pengembangan tampilan media.



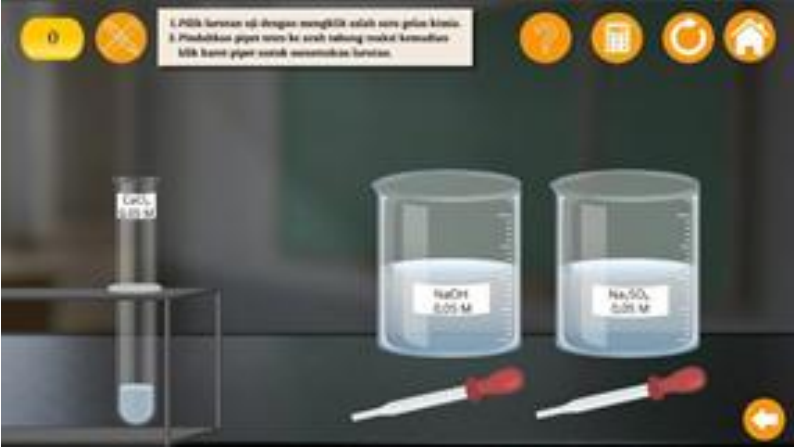
Gambar 1. Flowchart

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, *storyboard* hasil pengembangan memuat penambahan halaman CP dan TP, Materi Singkat, Video *Predict*, Pertanyaan *Predict*, pemilihan sistem simulasi, serta halaman analisis perhitungan untuk setiap sistem reaksi. Selain penambahan halaman, beberapa tampilan disesuaikan dengan perubahan struktur navigasi sehingga alur penggunaan media menjadi lebih sistematis dan sesuai dengan implementasi model

Predict–Observe–Explain (POE). Perancangan yang sistematis tersebut mendukung pengembangan media yang lebih terstruktur sehingga setiap fitur dapat diimplementasikan sesuai tujuan pembelajaran dan kebutuhan peserta didik.

Hasil perancangan *flowchart* media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* disajikan pada Gambar 1. Contoh *storyboard* yang dihasilkan terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. *Storyboard*

Nama Proyek :	Judul :	Halaman :	Tanggal :
Simulasi K_{sp}	Simulasi 2	12 dari 24	24 Juni 2026
 Informasi Navigasi  : untuk menuju ke halaman menu utama  : untuk menuju ke halaman sebelumnya tentang simulasi ke 1  : menampilkan <i>pop up</i> konversi  : menampilkan <i>pop up</i> petunjuk simulasi  : menampilkan halaman analisis perhitungan  : untuk mengulang halaman simulasi Informasi Media • Teks: Petunjuk singkat simulasi • Gambar: ikon tombol, gelas kimia, pipet tetes, dan tabung reaksi			
Catatan : Gelas kimia dapat dipilih untuk menentukan jenis larutan yang akan digunakan dalam simulasi. Pipet tetes dapat dipindahkan dengan cara menyeret (<i>drag</i>) dan meletakkannya (<i>drop</i>) pada area yang telah ditentukan. Karet pipet dapat ditekan untuk meneteskan larutan ke dalam tabung reaksi sehingga animasi pembentukan endapan ditampilkan. Bar tetes berfungsi menampilkan jumlah tetesan larutan yang telah dimasukkan ke dalam tabung reaksi.			

Development

Berdasarkan hasil optimasi sistem simulasi dan perhitungan teoritis, dilakukan penyesuaian pasangan larutan serta konsentrasi yang digunakan pada media pembelajaran. Pengembangan tidak hanya mempertahankan sistem simulasi $Pb(NO_3)_2$ -KI, $Pb(NO_3)_2$ -KBr, dan $Pb(NO_3)_2$ -NaOH, tetapi juga menambahkan sistem $CaCl_2$ -NaOH dan $CaCl_2$ - Na_2SO_4 sehingga fenomena pembentukan endapan yang dapat diamati menjadi lebih bervariasi. Hasil optimasi tersebut juga digunakan sebagai dasar penyusunan analisis perhitungan nilai Q_{sp} dan K_{sp} pada setiap sistem simulasi. Selain itu, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ disesuaikan dari 0,1 M menjadi 0,05 M agar proses pembentukan

endapan berlangsung lebih bertahap dan lebih mudah diamati oleh peserta didik. Hal ini sejalan dengan (Rahayu et al., 2024; Wintribrata et al., 2025) yang menyatakan bahwa pengembangan *virtual laboratory* perlu mampu menyajikan simulasi yang realistis dan interaktif sehingga dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak secara lebih konkret dan membantu peserta didik memahami fenomena ilmiah.

Hasil pengembangan media menunjukkan adanya penyempurnaan pada aspek konten maupun fitur pembelajaran dibandingkan dengan simulator penelitian sebelumnya. Pengembangan dilakukan melalui penyesuaian menu Kompetensi menjadi Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran

(TP), penambahan Materi Singkat, Video *Predict*, Pertanyaan *Predict*, serta penambahan variasi sistem simulasi. Selain itu, dilakukan penyempurnaan tampilan antarmuka dan struktur navigasi agar media lebih sistematis dan mendukung implementasi model *Predict–Observe–Explain* (POE).



Gambar 2. Halaman Menu Utama



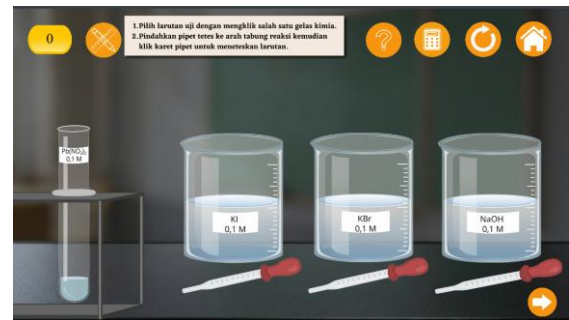
Gambar 3. Halaman Capaian Pembelajaran



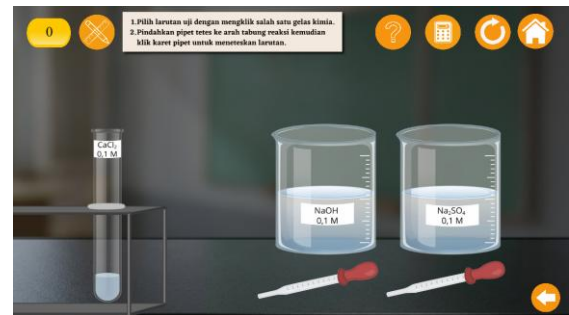
Gambar 4. Halaman Video *Predict*



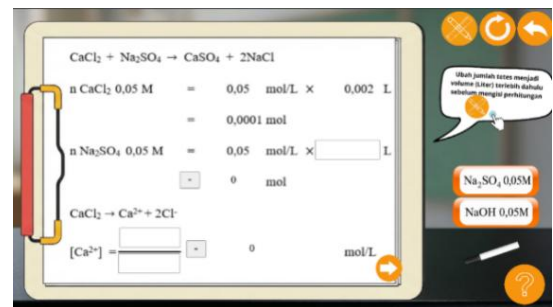
Gambar 5. Halaman Pertanyaan *Predict*



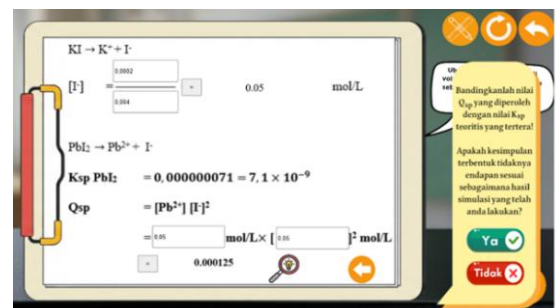
Gambar 6. Halaman Simulasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$



Gambar 7. Halaman Simulasi CaCl_2



Gambar 8. Halaman Analisis Perhitungan 1



Gambar 9. Halaman Analisis Perhitungan 2

Temuan ini didukung oleh (Hikmah et al., 2026; Irfan et al., 2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik melalui penyajian visual, animasi, video, dan aktivitas interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik, bermakna, dan memudahkan pemahaman konsep. Berikut tampilan media hasil pengembangan. Media yang telah dikembangkan selanjutnya direview oleh dua dosen ahli

pada aspek konten dan media. Hasil *review* menunjukkan bahwa media telah memenuhi kriteria layak untuk diimplementasikan dengan beberapa revisi. Masukan *reviewer* meliputi penyempurnaan penyajian CP dan TP, penyesuaian tampilan simulasi, serta perbaikan beberapa komponen antarmuka. Revisi

tersebut dilakukan untuk meningkatkan kejelasan informasi, konsistensi tampilan, dan kemudahan penggunaan media sebelum dilaksanakan uji coba terbatas. Hasil *review* media sebelum uji coba terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil *Review*

Aspek yang Dinilai	Perolehan Skor	Skor Maksimal	Nilai	Kategori
Konten	11	14	0,785	Layak
Pembelajaran	14	14	1	Sangat Layak
Media	11	14	0,785	Layak
Tampilan	15	16	0,937	Sangat Layak
Navigasi	9	12	0,75	Layak

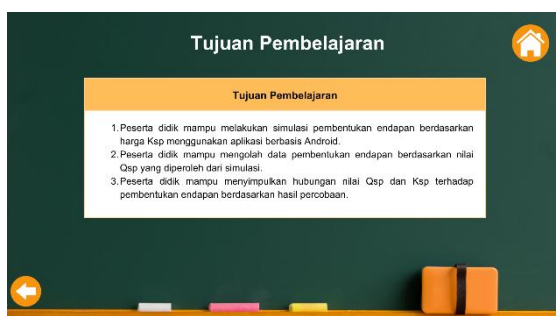
Berikut merupakan gambar halaman media yang diperbaiki.



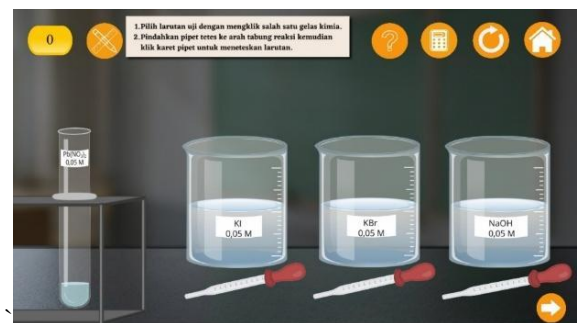
Gambar 10. CP dan TP Sebelum Perbaikan



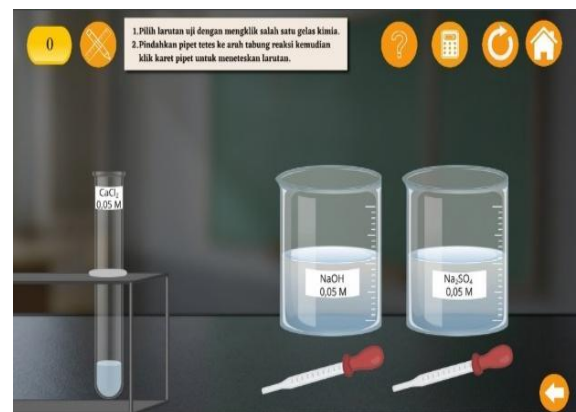
Gambar 11. CP Setelah Perbaikan



Gambar 12. TP Setelah Perbaikan



Gambar 13. Simulasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ Setelah Perbaikan



Gambar 14. Simulasi CaCl_2 Setelah Perbaikan

Implementation

Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* memperoleh tanggapan sangat baik dari pendidik maupun peserta didik. Berdasarkan hasil angket, seluruh aspek yang dinilai, meliputi konten, pembelajaran, media, tampilan, dan navigasi memperoleh kategori sangat baik. Hasil tanggapan pendidik dan peserta didik disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil tanggapan pendidik terhadap media pembelajaran

Aspek yang Dinilai	Perolehan Skor	Skor Maksimal	Nilai	Kategori
Konten	8	8	1	Sangat Baik
Pembelajaran	8	8	1	Sangat Baik
Media	8	8	1	Sangat Baik
Tampilan	9	10	0,9	Sangat Baik
Navigasi	6	6	1	Sangat Baik

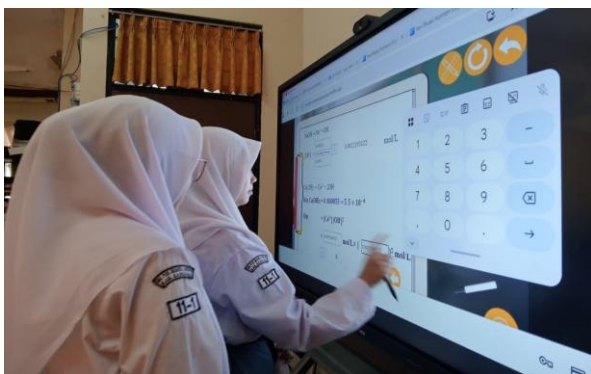
Berdasarkan hasil angket, media memperoleh kategori sangat baik berdasarkan tanggapan pendidik. Tanggapan positif dari pendidik menunjukkan bahwa media memiliki kesesuaian dengan tujuan pembelajaran serta mudah digunakan sebagai pendukung

pembelajaran pada submateri K_{sp} . Selain itu, penyajian materi, simulasi interaktif, dan analisis perhitungan dinilai mampu membantu pendidik dalam menjelaskan hubungan antara nilai Q_{sp} dan K_{sp} secara lebih sistematis.

Tabel 5. Hasil tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran

Aspek yang Dinilai	Perolehan Skor	Skor Maksimal	Nilai	Kategori
Konten	15	15	1	Sangat Baik
Pembelajaran	15	15	1	Sangat Baik
Media	20	20	1	Sangat Baik
Tampilan	15	15	1	Sangat Baik
Navigasi	15	15	1	Sangat Baik

Sementara itu, peserta didik memberikan tanggapan sangat baik karena media memiliki tampilan yang menarik, navigasi yang mudah dipahami, serta mampu memvisualisasikan proses pembentukan endapan melalui simulasi interaktif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dapat diterima dengan baik oleh pengguna dan berpotensi digunakan sebagai alternatif media pembelajaran pada submateri hasil kali kelarutan (K_{sp}). Temuan ini sejalan dengan (Hikmah et al., 2026; Irfan et al., 2025) yang menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan aktif, serta memudahkan peserta didik dalam memahami konsep melalui penyajian visual, animasi, dan simulasi interaktif.

**Gambar 15.** Dokumentasi Uji Coba di Sekolah

Evaluation

Berdasarkan masukan yang diperoleh dari pendidik dan peserta didik, dilakukan beberapa revisi

terhadap media, meliputi penambahan materi pengantar mengenai konsep K_{sp} dan Q_{sp} , penyesuaian nama menu pada halaman petunjuk penggunaan agar sesuai dengan menu yang tersedia pada aplikasi, serta pemisahan menu Video *Predict* dan Simulasi pada menu utama sehingga kedua fitur dapat diakses secara terpisah. Revisi tersebut menghasilkan produk akhir berupa media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* pada submateri hasil kali kelarutan (K_{sp}) yang siap digunakan dalam pembelajaran.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* pada submateri K_{sp} sebagai pengembangan lanjutan dari simulator pembentukan endapan berdasarkan harga K_{sp} melalui penyesuaian dengan Kurikulum Merdeka, integrasi model pembelajaran POE, penambahan fitur pendukung pembelajaran, serta variasi sistem simulasi menggunakan larutan $\text{CaCl}_2\text{-NaOH}$ dan $\text{CaCl}_2\text{-Na}_2\text{SO}_4$ dengan konsentrasi 0,05 M. Hasil *review* oleh dua dosen ahli menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria layak setelah dilakukan revisi. Hasil uji coba terbatas juga menunjukkan tanggapan sangat baik dari pendidik dan peserta didik terhadap aspek konten, pembelajaran, media, tampilan, dan navigasi. Oleh karena itu, media yang dikembangkan layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran untuk mendukung pembelajaran K_{sp} di SMA.

Media pembelajaran interaktif berbasis *smartboard* yang telah dikembangkan perlu diujicobakan pada skala yang lebih luas dengan melibatkan lebih banyak sekolah

dan peserta didik untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep hasil kali kelarutan (K_{sp}). Selain itu, pengembangan selanjutnya dapat menambahkan variasi sistem pembentukan endapan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia atas Hibah Penelitian dengan Nomor Kontrak 98/UN40.F7/ PT.01.01/2026

Referensi

- Adella, R. A. (2023). Pengembangan Simulator Pembentukan Endapan $Pb(NO_3)_2$ berdasarkan Harga K_{sp} Berbasis Web untuk Peserta Didik SMA/MA [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/104634>
- Erna, M., Haryati, S., & Oktaviani S, A. (2021). Process Oriented Guided Inquiry Learning dalam Mereduksi Miskonsepsi Siswa SMA pada Materi Keseimbangan Kelarutan. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v9i1.792>
- Fatayah, F. (2023). Penggunaan Laboratorium Virtual Dalam Proses Pembelajaran Kimia Untuk Meningkatkan Ketuntasan Belajar Siswa. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(1), 23-29. <https://doi.org/10.26740/ujced.v12n1.p23-29>
- Hikmah, D., Afif, S., & Adrias. (2026). Efektivitas Penggunaan Media Interaktif IFP dan Smartboard dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPAS pada Siswa Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11.
- Ihsan, T., Saputro, S., & Hastuti, D. B. (2021). Diagnosis Kesulitan Belajar Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan dan Upaya Remediasinya dengan Model Pembelajaran STAD Dilengkapi Handout untuk Siswa Kelas XI MIPA SMA N 3 Boyolali. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 10(2), 159-165.
- Irfan, M., Abdullah, M. N., Putrawan, R., & Ali, A. M. (2025). Efektivitas Penggunaan Virtual Lab sebagai Alat Interaktif dalam Meningkatkan Literasi Sains di Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10, 314-323.
- Lihawa, E. J., Latjompoh, M., Wahyuni, D., Baderan, K., & Gorontalo, U. N. (2022). Development of Predict-Observe-Explain Oriented e-Module as a Learning Media to Improve Students' Problem Solving Skills. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(April), 474-485.
- Mashami, R. A., Ahmadi, A., & Hatimah, H. (2024). The Effect of Virtual Laboratory on Students' Computational Thinking on Half-Life Concepts. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(3), 464. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i3.12107>
- Muslim, F. E., & Ardhana, I. A. (2023). Development of Android-Based Chemistry Virtual Laboratory Media on Acid-Base Materials for 11th Grade High School Students. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(2), 166. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i2.7222>
- Nanda, D. W., & Hasibuan, R. I. (2025). TOFEDU : The Future of Education Journal Exploration of the Use of Web-based Interactive Learning Media in the Merdeka Curriculum for Science and Social Studies (IPAS) Learning in. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 4(6), 2357-2361.
- Rahayu, W. I., Arif, M. S., Sugiarto, H., Studi, P., Listrik, T., Elektro, J. T., & Negeri, P. (2024). PENGEMBANGAN INTERACTIVE VIRTUAL LABORATORY RANGKAIAN LISTRIK DASAR SEBAGAI PENDUKUNG MEDIA PEMBELAJARAN. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 13(1), 88-101. <https://doi.org/10.31571/saintek.v13i1.6752>
- Sudiana, I. K., Suja, I. W., & Mulyani, I. (2019). ANALISIS KESULITAN BELAJAR KIMIA SISWA PADA MATERI. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 7-16.
- Sugiyono. (2023). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta.
- Wahyuni, M., Medriati, R., & Setiawan, I. (2024). Development of Interactive Learning Media Assisted by Articulate Storyline 3 to Train High School Students' Problem-Solving Skills Messy. *Asian Journal of Science Education*, 6(1), 95-107.
- Wintribrata, B. H., Amelia, R. N., & Listiaji, P. (2025). ThermoLab for STEM : An Interactive 3D Virtual Lab to Strengthen Students ' Computational Thinking in Heat , Temperature , and Expansion. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 14(2), 138-156.
- Yuliatin, D., Dewi, C. A., Khaeruman, K., Suryati, S., & Kurniasih, Y. (2023). Development of Interactive Multimedia to Foster Students' Information Literacy Ability on Salt Hydrolysis Topic. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(3), 253. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i3.7961>
- Zahwa, A., Dzikro, T., Dwiningsih, K., Studi, P., & Kimia, P. (2021). KELAYAKAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS LABORATORIUM VIRTUAL PADA SUB MATERI KIMIA UNSUR PERIODE KETIGA. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2389>