



PENGEMBANGAN VIDEO ANIMASI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI IKATAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS

Indah Levial¹, Muhammad Rusdi², Wilda Syahri³, Yusnaidar⁴, Febray Romundza⁵
Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi ^{1,2,3,4,5}
e-mail: indahlevial127@gmail.com

Diterima: 20/8/2026; Direvisi: 3/9/2026; Diterbitkan: 8/9/2026

ABSTRAK

Karakteristik materi ikatan kimia yang bersifat abstrak dan melibatkan tiga level representasi (makroskopis, submikroskopis, dan simbolik) kerap menjadi kendala utama dalam pembelajaran sehingga berimplikasi pada rendahnya capaian literasi sains siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan video animasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kimia serta menguji tingkat kelayakan dan respons siswa terhadap media yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Lee & Owens (2004) yang mencakup lima tahapan: analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Instrumen pengumpulan data meliputi lembar wawancara guru, angket analisis kebutuhan siswa, lembar validasi ahli, serta angket respons siswa. Produk yang dikembangkan divalidasi oleh ahli desain dan model pembelajaran, ahli materi dan media, serta dinilai oleh guru kimia, kemudian diujicobakan melalui uji coba satu-satu (*one-to-one evaluation*) dan uji coba kelompok kecil (*small group evaluation*). Hasil validasi menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 90,00% dari ahli desain dan model pembelajaran, 91,25% dari ahli materi dan media, serta 94,00% dari guru kimia yang seluruhnya berkategori "Sangat Layak". Uji coba kelompok kecil terhadap 10 orang siswa memperoleh persentase respons sebesar 92,92% dengan kategori "Sangat Baik". Berdasarkan hasil pengembangan dan evaluasi, disimpulkan bahwa video animasi berbasis PBL sangat layak dan praktis digunakan sebagai media pembelajaran kimia untuk mendukung penguatan literasi sains siswa.

Kata Kunci: ikatan kimia, literasi sains, *Problem Based Learning*, video animasi.

ABSTRACT

The abstract nature of chemical bonding concepts involving three levels of representation (macroscopic, submicroscopic, and symbolic) often poses major challenges in classroom instruction, directly contributing to low student scientific literacy. This study aims to develop a Problem-Based Learning (PBL)-based animated video on chemical bonding and determine its feasibility and student responses. The research employed the Research and Development (R&D) method using the Lee & Owens (2004) model, comprising analysis, design, development, implementation, and evaluation phases. Data collection instruments included teacher interview guides, student needs analysis questionnaires, expert validation sheets, and student response questionnaires. The developed product was validated by instructional design and learning model experts, subject matter and media experts, and evaluated by a chemistry teacher, followed by one-to-one and small-group evaluations. The validation results confirmed high feasibility scores: 90.00% from design and model experts, 91.25% from material and media experts, and 94.00% from the chemistry teacher, all categorized as "Very Feasible". The



small-group trial with 10 students achieved a 92.92% positive response rate, categorized as "Very Good". In conclusion, the PBL-based animated video is highly feasible, practical, and recommended for chemistry instruction to enhance students' scientific literacy.

Keywords: *animated video, chemical bonding, Problem Based Learning, scientific literacy.*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sarana untuk mengembangkan potensi manusia melalui proses pembelajaran sehingga dapat menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas (Fitri, 2021). Sejalan dengan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan bertujuan mengembangkan potensi siswa secara optimal. Untuk mendukung tujuan tersebut, Indonesia menerapkan Kurikulum Merdeka sejak tahun 2022 sebagai upaya mewujudkan pembelajaran yang lebih adaptif, fleksibel, dan berpusat pada siswa (Helmi et al., 2022). Kurikulum ini memberikan kebebasan kepada guru dalam memilih model, metode, dan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa termasuk pada pembelajaran kimia (Tunas & Pangkey, 2024).

Kimia merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari sifat, struktur, komposisi, perubahan, serta energi suatu materi (Akhadi, 2023). Meskipun erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, pembelajaran kimia masih dianggap sulit oleh banyak siswa (Triwahyudi, 2021). Salah satu materi yang paling sulit dipahami adalah ikatan kimia karena memiliki karakteristik abstrak yang mencakup representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik. Khususnya pada materi ikatan kovalen, siswa masih mengalami kesulitan memahami pembentukan pasangan elektron valensi sehingga penguasaan konsep belum optimal (Wahyu Wibowo et al., 2025).

Kesulitan tersebut salah satunya dipengaruhi oleh rendahnya literasi sains siswa (Novriyanti et al., 2022). Literasi sains merupakan kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan fenomena, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, dan mengambil keputusan yang tepat. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan bahwa skor literasi sains Indonesia hanya mencapai 383, masih berada di bawah rata-rata OECD yaitu 485 (OECD, 2022). Salah satu penyebab rendahnya literasi sains adalah penggunaan model pembelajaran yang belum mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Kurniati & Adelia, 2024).

Salah satu model pembelajaran yang berpotensi meningkatkan literasi sains adalah *Problem Based Learning* (PBL), karena pembelajaran diawali dengan penyajian masalah kontekstual sehingga mendorong siswa berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengembangkan kemampuan literasi sains (Surhayani et al., 2024). Penerapan model tersebut perlu didukung oleh media pembelajaran yang mampu menyajikan konsep abstrak secara lebih konkret. Video animasi merupakan media audio-visual yang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa karena mampu memvisualisasikan dinamika mikroskopik melalui kombinasi gambar bergerak dan audio penjas (Miranda et al., 2022).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan melalui wawancara dengan guru kimia dan penyebaran angket kepada siswa kelas XI Fase F-2 di SMA Negeri 8 Muaro Jambi, diperoleh informasi bahwa materi ikatan kimia sulit dipahami karena siswa kesulitan menghubungkan representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik menjadi suatu pemahaman utuh. Akibatnya, siswa cenderung hanya menghafal rumus tanpa memahami keterkaitannya dengan fenomena lingkungan. Kondisi ini berdampak langsung pada rendahnya literasi sains siswa. Selain itu, guru masih bertumpu pada LKS cetak dan buku teks konvensional, serta jarang



mengintegrasikan media berbasis teknologi. Menurut Bagus et al. (2022), rendahnya literasi sains siswa dipengaruhi oleh keterbatasan sumber belajar, miskonsepsi materi, strategi pembelajaran yang kurang kontekstual, dan minimnya media interaktif yang menarik.

Video animasi berbasis PBL yang dikembangkan mengintegrasikan proses pembentukan ikatan kovalen melalui visualisasi tiga level representasi serta mengangkat fenomena pemanasan global sebagai konteks penyelidikan masalah. Siswa diarahkan untuk bekerja secara kolaboratif memecahkan permasalahan ilmiah yang disajikan (Cahyani & Ahmad, 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan video animasi mampu meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa pada materi pemanasan global (Lake et al., 2023). Selain itu, penerapan model PBL berbantuan video animasi terbukti meningkatkan hasil belajar kimia secara signifikan (Manik, 2025). Namun, pengembangan video animasi berbasis PBL pada materi ikatan kimia yang secara terstruktur dirancang untuk meningkatkan indikator literasi sains masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan video animasi berbasis PBL pada materi ikatan kimia yang layak dan praktis guna meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang bertujuan menghasilkan produk media pembelajaran serta menguji kelayakannya. Produk yang dikembangkan berupa video animasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kimia yang dirancang menggunakan aplikasi Canva dan diintegrasikan dengan platform Edpuzzle untuk asesmen formatif interaktif. Model pengembangan yang diterapkan mengacu pada model Lee dan Owens (2004) yang terdiri atas lima tahapan sistematis: (1) Analisis (*Analysis*), (2) Desain (*Design*), (3) Pengembangan (*Development*), (4) Implementasi (*Implementation*), dan (5) Evaluasi (*Evaluation*).

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI Fase F-2 SMA Negeri 8 Muaro Jambi tahun ajaran 2025/2026, yang meliputi uji coba satu-satu (*one-to-one evaluation*) kepada 3 orang siswa dan uji coba kelompok kecil (*small group evaluation*) kepada 10 orang siswa yang dipilih secara acak proporsional dengan variasi tingkat kemampuan akademik. Data penelitian mencakup data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa kritik, saran, dan masukan perbaikan dari validator ahli desain, ahli materi, ahli media, guru kimia, serta tanggapan verbal siswa. Data kuantitatif diperoleh dari skor angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli berskala *Likert*, dan angket respons siswa pada uji coba kelompok kecil. Data kuantitatif respons siswa diolah dengan menghitung persentase skor aktual terhadap skor ideal menggunakan rumus persentase berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\sum \text{Skor yang Diperoleh}}{\sum \text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan uji coba sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Uji Coba Kelompok Kecil

No.	Rentang Persentase (%)	Kategori Kelayakan
1	> 81 – 100	Sangat Baik (SB) / Sangat Layak
2	> 61 – 80	Baik (B) / Layak
3	> 41 – 60	Kurang Baik (KB) / Cukup Layak
4	> 21 – 40	Tidak Baik (TB) / Kurang Layak
5	0 – 20	Sangat Tidak Baik (STB) / Tidak Layak



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah media video animasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kovalen. Pengembangan produk dilaksanakan dengan menerapkan alur model Lee dan Owens (2004) sebagai berikut:

a. Tahap Analisis (*Analysis*)

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa sebanyak 92% siswa mengalami kesulitan memahami konsep abstrak pembentukan ikatan kimia. Sebanyak 88% siswa menyatakan membutuhkan media visual bergerak yang interaktif, dan 89,7% siswa menginginkan materi kimia dikaitkan langsung dengan fenomena kontekstual sehari-hari.

b. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap perancangan, disusun jadwal kerja, spesifikasi media, peta konsep materi, *flowchart*, serta *storyboard*. *Storyboard* dirancang dengan memadukan sintaks PBL (orientasi masalah, organisasi belajar, penyelidikan, penyajian hasil, dan evaluasi) dengan indikator literasi sains.

c. Tahap Pengembangan (*Development*)

Rancangan *storyboard* direalisasikan menjadi video animasi menggunakan aplikasi Canva dan disisipkan fitur interaktif melalui Edpuzzle. Sebelum diujicobakan kepada siswa, produk melalui proses validasi bertahap oleh ahli desain pembelajaran dan model PBL, ahli materi dan media, serta praktisi guru kimia. Rekapitulasi hasil validasi ahli disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli dan Penilaian Praktisi

No.	Aspek Validator	Skor Rata-rata (%)	Kategori Kelayakan	Rekomendasi Lanjut	Tindak
1	Ahli Desain & Model PBL	90,00%	Sangat Layak	Layak diuji coba setelah perbaikan <i>subtitle</i> dan aktivitas PBL	
2	Ahli Materi & Media	91,25%	Sangat Layak	Layak diuji coba setelah penyelarasan animasi submikroskopik	
3	Praktisi Guru Kimia	94,00%	Sangat Layak	Sangat layak digunakan dalam implementasi pembelajaran	
Rata-rata Keseluruhan		91,75%	Sangat Layak	Produk Diimplementasikan	Siap

Sumber: Data Primer Hasil Validasi, 2026

Berdasarkan tabel 2 masukan validator pada tahap pengembangan meliputi penambahan teks terjemahan (*subtitle*), penajaman visualisasi pergerakan elektron valensi, serta penguatan konteks pemanasan global lokal di wilayah Jambi. Setelah perbaikan tuntas, seluruh validator menyatakan produk sangat layak untuk diujicobakan.

d. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilaksanakan melalui evaluasi satu-satu (*one-to-one evaluation*) kepada 3 orang siswa dan dilanjutkan dengan uji coba kelompok kecil (*small group evaluation*) kepada 10 orang siswa kelas XI Fase F-2 SMA Negeri 8 Muaro Jambi. Peneliti menyiapkan



modul ajar/RPP berbasis PBL untuk memandu jalannya uji coba. Hasil penilaian angket respons siswa kelompok kecil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Uji Coba Kelompok Kecil

No.	Butir Pernyataan Evaluasi Respons Siswa	Skor Perolehan Responden (1–10)	Total Skor	Persentase (%)	Kategori
1	Kemenarikan tampilan keseluruhan video animasi berbasis PBL.	4, 5, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5	48	96,00%	Sangat Baik
2	Kemenarikan kombinasi video, gambar, teks, dan ilustrasi.	4, 5, 5, 5, 4, 4, 5, 5, 4, 5	46	92,00%	Sangat Baik
3	Kejelasan jenis dan ukuran teks sehingga mudah dibaca.	5, 5, 5, 5, 4, 5, 5, 5, 4, 5	48	96,00%	Sangat Baik
4	Kualitas elemen gambar, video, dan kejelasan suara narasi.	4, 5, 5, 5, 4, 5, 5, 5, 4, 4	46	92,00%	Sangat Baik
5	Muatan materi mampu menumbuhkan kemampuan pemecahan masalah.	4, 5, 5, 5, 5, 4, 5, 5, 5, 4	47	94,00%	Sangat Baik
6	Kemudahan dalam memahami materi yang disajikan.	5, 5, 5, 5, 5, 4, 5, 5, 5, 4	48	96,00%	Sangat Baik
7	Kesesuaian gambar/ilustrasi dalam mendukung materi ikatan kimia.	5, 5, 5, 4, 5, 4, 4, 5, 4, 4	45	90,00%	Sangat Baik
8	Antusiasme mengikuti pembelajaran menggunakan video animasi.	5, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 5, 4, 5	46	92,00%	Sangat Baik
9	Rasa senang belajar menggunakan media video animasi berbasis PBL.	5, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 5, 4, 5	46	92,00%	Sangat Baik
10	Ketertarikan menyeluruh terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.	5, 5, 5, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 5	46	92,00%	Sangat Baik
11	Kejelasan dan keterpahaman bahasa yang digunakan dalam video.	4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5	47	94,00%	Sangat Baik
12	Kejelasan instruksional keterangan berbasis tahapan PBL.	4, 5, 5, 5, 5, 4, 4, 5, 5, 4	46	92,00%	Sangat Baik
13	Efektivitas video dalam memfasilitasi latihan pemecahan masalah.	4, 5, 5, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 5	45	90,00%	Sangat Baik



Total	604	92,92%	Sangat Baik
--------------	------------	---------------	--------------------

Sumber: Data Primer Uji Coba Kelompok Kecil, 2026

Berdasarkan Tabel 3, total skor yang diperoleh adalah 604 dari skor ideal 650, sehingga diperoleh persentase kelayakan respons sebesar 92,92% (kategori Sangat Baik).

e. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi formatif dilakukan pada setiap akhir tahapan model Lee & Owens untuk memastikan kesesuaian produk dengan kebutuhan pedagogis, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan melalui analisis capaian respons siswa dan tes pemahaman konsep pada uji coba kelompok kecil.

Pembahasan

Pengembangan video animasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kimia berhasil memenuhi kriteria kelayakan teoretis dan kepraktisan empiris. Karakteristik materi ikatan kovalen yang selama ini sulit dipahami karena melibatkan fenomena submikroskopis dapat divisualisasikan secara konkret melalui animasi pergerakan elektron valensi dan pembentukan pasangan elektron ikatan (*bonding pairs*). Hal ini sejalan dengan temuan Wahyu Wibowo et al. (2025) yang menegaskan bahwa penguasaan konsep kimia abstrak sangat bergantung pada ketersediaan media visualisasi representasional.

Integrasi sintaks PBL dalam video animasi memberikan alur belajar terstruktur yang menstimulasi aspek-aspek literasi sains. Penyajian fenomena gas rumah kaca (CO_2 dan CH_4) sebagai orientasi masalah kontekstual mendorong siswa menggunakan konsep ikatan kimia untuk menjelaskan fenomena alamiah dan memecahkan persoalan lingkungan. Hal ini membuktikan efektivitas integrasi PBL sebagaimana diungkapkan oleh Surhayani et al. (2024) dan Kurniati dan Adelia (2024), di mana pembelajaran berbasis masalah nyata mampu melatih penalaran kritis dan daya literasi ilmiah peserta didik.

Hasil validasi para ahli (skor rata-rata 91,75%) dan penilaian praktisi guru kimia (94,00%) membuktikan bahwa media telah memenuhi standar pedagogis, kebenaran materi kimia, dan estetika visual. Penggunaan platform Edpuzzle yang menyisipkan pertanyaan interaktif di sela-sela video berfungsi sebagai asesmen formatif langsung yang memperkuat retensi belajar siswa. Temuan ini mendukung teori *Cognitive Load* dan multimedia pembelajaran dari Mayer, di mana integrasi teks, audio, dan gambar dinamis mampu mereduksi beban kognitif berlebih dalam mengonstruksi pemahaman baru (Miranda et al., 2022). Selain itu, keterlibatan aktif siswa melalui platform interaktif terbukti mampu meningkatkan motivasi serta antusiasme dalam mempelajari materi yang kompleks secara mandiri (Akyuna et al., 2025; Fathoni et al., 2021; Hidayati et al., 2024; Melati & Fadilah, 2025; Wasi et al., 2025).

Keberhasilan implementasi juga tercermin pada uji coba kelompok kecil yang memperoleh respons sebesar 92,92% (kategori Sangat Baik). Siswa menunjukkan antusiasme tinggi, mampu mengikuti instruksi penyelidikan mandiri, dan terlatih memecahkan masalah kontekstual. Temuan ini memperkuat penelitian Lake et al. (2023) dan Manik (2025) bahwa media video animasi interaktif berbasis PBL efektif menciptakan lingkungan belajar yang partisipatif serta secara signifikan mendongkrak hasil belajar dan literasi sains siswa dalam pembelajaran sains kimia. Sejalan dengan itu, pengembangan multimedia berbasis *problem-based learning* dengan *articulate storyline* terbukti valid dan layak digunakan sebagai instrumen pendukung yang mempermudah penjelasan konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak (Octarya & Fadhilah, 2023; Rati et al., 2022).



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa video animasi berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kimia berhasil dikembangkan menggunakan model Lee & Owens (2004) melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Produk yang dihasilkan dinyatakan "Sangat Layak" berdasarkan penilaian ahli desain dan model (90,00%), ahli materi dan media (91,25%), serta praktisi guru kimia (94,00%). Pada tahap uji coba kelompok kecil, media memperoleh respons positif dari siswa sebesar 92,92% yang termasuk dalam kategori "Sangat Baik", membuktikan bahwa media ini praktis, interaktif, dan efektif membantu siswa memahami representasi submikroskopik ikatan kovalen.

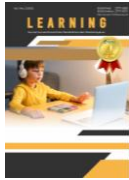
Secara pedagogis, media video animasi berbasis PBL ini berkontribusi sebagai sumber belajar digital inovatif yang memfasilitasi keterampilan literasi sains melalui pemecahan masalah kontekstual di SMA. Sebagai tindak lanjut, disarankan kepada pendidik kimia untuk mengintegrasikan media ini dalam pembelajaran berdiferensiasi. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melaksanakan uji coba lapangan skala luas (*field testing*) dengan metode eksperimen kuantitatif guna mengukur secara empiris peningkatan skor perolehan (*gain score*) kemampuan literasi sains dan hasil belajar siswa secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2023). *Berburu partikel subatomik*. Deepublish.
- Akyuna, R. Q., Wahyuni, A. D., & Mintasih, D. (2025). Peran media pembelajaran interaktif dalam meningkatkan partisipasi peserta didik. *SHILAP: Revista de Lepidopterología*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.47200/awtjhpsa.v5i1.3112>
- Bagus, I. G. P., Arnyana, I. B. P., & Ganesha, U. P. (2022). Rendahnya literasi sains: Faktor penyebab dan alternatif solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>
- Cahyani, V. P., & Ahmad, F. (2024). Efektivitas Problem Based Learning terhadap keterampilan berpikir kritis, hasil belajar dan motivasi siswa. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 76–82. <https://doi.org/10.53696/venn.v3i2.155>
- Fathoni, A., Surjono, H. D., Mustadi, A., & Kurniawati, W. (2021). Peran multimedia interaktif bagi keberhasilan pembelajaran sistem peredaran darah. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 5(2), 221–234. <https://doi.org/10.21831/jk.v5i2.33931>
- Fitri, S. F. N. (2021). Problematika kualitas pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1), 1617–1620. <https://doi.org/10.31004/jptam.v5i1.1141>
- Helmi, Ahir, M., Wandy, L. S., Oktalia, P. H., & Ramadhan, M. A. R. (2022). Struktur kurikulum dalam Kurikulum Merdeka. *Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 3(3), 636–644. <https://doi.org/10.46306/lb.v3i3.180>
- Hidayati, P. N., Arisyanto, P., & Damayanti, A. T. (2024). Pengembangan media pembelajaran Gage (Gaya dan Gerak) berbasis Articulate Storyline 3 pada siswa kelas IV sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 526–538. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.7145>



- Kurniati, E., & Adelia, K. A. C. (2024). Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning terhadap literasi sains siswa SMA. *Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application*, 3(2), 248–252. <https://doi.org/10.59632/magnetic.v3i2.387>
- Lake, M. C., Naen, A. B., & Pasaribu, R. (2023). Penerapan media video animasi pada materi pemanasan global untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan literasi sains siswa kelas XI IPA SMAN Binino. *Jurnal Lensa: Pendidikan Kimia dan Fisika*, 11(1), 45–54. <https://doi.org/10.32699/lensa.v11i1.341>
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-based instructional design: Computer-based training, web-based training, distance broadcast training, and performance-based solutions* (edisi ke-2). Pfeiffer.
- Manik, F. (2025). Penerapan model Problem Based Learning dengan media video animasi untuk peningkatan hasil belajar laju reaksi siswa kelas XI SMA Cahaya Medan tahun pelajaran 2024-2025. *Quaerite Veritatem: Jurnal Pendidikan*, 4(2), 162–171. <https://doi.org/10.58230/qv.v4i2.214>
- Melati, M. P. K., & Fadilah, M. (2025). Analisis literatur: Pengaruh multimedia interaktif terhadap beban kognitif dalam pembelajaran. *Jurnal Biogenerasi*, 10(4), 2270–2273. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i4.7434>
- Miranda, R. C., Setiadi, A. E., & Sunandar, A. (2022). Efektivitas media animasi terhadap hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 7(2), 89–98. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i2.6396>
- Novriyanti, F., Wigati, I., & Laksono, P. J. (2022). Kemampuan literasi kimia siswa pada aspek pengetahuan pada materi ikatan kimia. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, 1(1), 21–26. <http://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/snpk/article/view/50>
- Octarya, Z., & Fadhillah, F. (2023). Desain dan uji coba media pembelajaran interaktif menggunakan Articulate Storyline 3 pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 7(1), 31–38. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v7i1.21556>
- OECD. (2022). *Country note: Indonesia - PISA 2022 results*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Rati, F., Rohiat, S., & Elvinawati, E. (2022). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berbasis Problem Based Learning (PBL) menggunakan aplikasi Articulate Storyline pada materi ikatan kimia. *Alotrop: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 6(1), 70–79. <https://doi.org/10.33369/alo.v6i1.21799>
- Surhayani, E., Sukarso, A. A., Rasmi, D. A. C., & Jufri, A. W. (2024). Pengaruh model Problem Based Learning terhadap kemampuan literasi sains peserta didik kelas X minat sains. *Journal of Classroom Action Research*, 5(4), 514–523. <https://doi.org/10.29408/jcar.v5i4.8532>
- Triwahyudi, S. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis TPACK pada materi kimia SMA. *Chempublish Journal*, 6(1), 46–53. <https://doi.org/10.22437/chp.v6i1.11679>
- Tunas, K. O., & Pangkey, R. D. H. (2024). Kurikulum Merdeka: Meningkatkan kualitas pembelajaran dengan kebebasan dan fleksibilitas. *Journal on Education*, 6(4), 22031–22040. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6324>



- Wahyu Wibowo, D., Shulhan Khairy, M., Sa'diyah, K., Zari Annisa, M., & Meida Hersianty, V. (2025). Implementasi media pembelajaran ikatan kovalen kimia menggunakan Oculus Quest. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(5), 7979–7986. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i5.14954>
- Wasi, R. A., Ismail, S., Mulyadi, Y., & Rindiani, A. (2025). Integrasi cognitive load theory dan pembelajaran multisensorik: Kerangka neuro-kognitif untuk optimalisasi pemahaman dan keterlibatan siswa di era digital. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi*, 5(3), 1165–1177. <https://doi.org/10.51878/paedagogy.v5i3.6532>