

Pengembangan Multimedia Pembelajaran Materi Asam Basa Berbasis Stem Menggunakan Lumio

Diva Asriani¹, Wilda Syahri², Harizon³

¹²³Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Indonesia

Corresponding Author: Diva Asriyani e-mail: divvaas14@gmail.com

Published: July 2025

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengembangan Multimedia pembelajaran Lumio berbasis STEM, multimedia ini merupakan sebuah platform digital interaktif yang menyajikan materi kimia asam basa dengan cara yang menarik melalui teks, gambar, praktikum virtual, dan video. Platform ini dapat diakses di berbagai perangkat dengan koneksi internet dan akun Google, memungkinkan fleksibilitas dalam pembelajaran kapan saja dan di mana saja. Integrasi STEM memberikan pengalaman belajar yang holistik dan relevan, sehingga meningkatkan motivasi siswa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengembangan, kelayakan, penilaian guru, kemampuan siswa, dan respon siswa terhadap multimedia Lumio berbasis STEM pada materi asam basa. Model pengembangan yang digunakan adalah Lee & Owens, dengan instrumen berupa wawancara dan angket. Data dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Validasi melibatkan ahli materi dan media, diikuti penilaian guru serta uji coba pada siswa. Hasil menunjukkan bahwa multimedia Lumio layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan validasi ahli materi 88,3% dan penilaian guru 91%.

Kata kunci: Multiedia Pembelajaran, Asam Basa, STEM, Lumio

ABSTRACT

Research has been conducted on the development of STEM-based Lumio learning multimedia. This multimedia is an interactive digital platform that presents acid-base chemistry material in an engaging way through text, images, virtual experiments, and videos. The platform can be accessed on various devices with an internet connection and a Google account, allowing for flexibility in learning anytime and anywhere. The integration of STEM provides a holistic and relevant learning experience, thereby increasing student motivation. The aim of this research is to determine the development process, feasibility, teacher assessment, student ability, and student response to STEM-based Lumio multimedia on acid-base material. The development model used is Lee & Owens, with instruments including interviews and questionnaires. Data were analyzed qualitatively and quantitatively. Validation involved material and media experts, followed by teacher assessments and trials with students. The results indicate that Lumio multimedia is feasible to be used as a learning medium, with expert validation at 88.3% and teacher assessment at 91%.

Keywords: Learning Multimedia, Acid-Base, STEM, Lumio

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan proses pembelajaran yang dilakukan oleh satuan pendidikan. Pendidikan merupakan faktor utama yang menentukan kualitas suatu bangsa (Junanto & Sartika, 2023).

Pendidikan bukanlah sesuatu yang bersifat statis melainkan sesuatu yang bersifat dinamis sehingga selalu menuntut adanya suatu perbaikan yang dilangsungkan terus menerus. Kemajuan suatu negara harus ditentukan oleh pendidikan. Sebab kualitas pendidikan yang menentukan majunya suatu negara. Tidak ada negara yang maju tanpa adanya pendidikan. Karena pendidikan berperan sebagai agen pembangunan nasional. Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi serta arus globalisasi di abad ke-21 ini diperlukan pembaruan dalam dunia pendidikan sebagai suatu kebutuhan dalam rangka menghadapi pemasalahan yang juga akan semakin kompleks khususnya dalam menghadapi revolusi industri (Junanto & Sartika, 2023). Pendidikan pada abad ke-21 saat ini sangat dipengaruhi oleh teknologi digital. Pemanfaatan teknologi digital dalam suatu negara dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Teknologi digital mempermudah kita dalam mengakses segala informasi secara cepat. Perkembangan teknologi ini dapat dimanfaatkan dalam bidang pendidikan, khususnya pada proses kegiatan belajar mengajar dalam rangka mencapai tujuan pendidikan (Mawarni et al., 2021). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sangat dibutuhkan untuk menarik perhatian dan motivasi peserta didik (Nais et al., 2023). Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan telah banyak dimanfaatkan dalam pengembangan media dan konten pembelajaran. Media pembelajaran merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan pembelajaran. Media pembelajaran berperang sebagai sarana untuk alat bantu penyalur yang digunakan oleh dosen atau guru dan berperan sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran untuk menyampaikan materi pelajaran dari seorang guru kepada peserta didiknya (Fatihah & Ruhiat, 2023). Teknologi digital membuat metode dan multimedia pembelajaran yang tersedia bagi peserta didik semakin mudah dipahami dan memungkinkan efektifitas dan efisiensi dalam pembelajaran. Dalam era digital peserta didik tidak lagi menggunakan buku teks konvensional, papan tulis, dan guru sebagai sumber belajar. Namun, dengan kemajuan teknologi digital, pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, kolaboratif, memanfaatkan sumber daya multimedia, simulasi, dan perangkat pembelajaran yang beragam, peserta didik dapat terlibat dalam pembelajaran yang lebih interaktif.

Dengan memanfaatkan teknologi digital sebagai sarana dalam pembelajaran dapat tentunya dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi pembelajaran dan memotivasi peserta didik. Teknologi digital dapat dimanfaatkan dalam bahan ajar. Bahan ajar merupakan segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistematis, yang menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran (Ati, 2018). Terdapat banyak jenis bahan ajar, seperti LKS, modul, lkpd, handout, dan bahan ajar interaktif, dan sebagainya. Salah satu bahan ajar adalah Multimedia pembelajaran. Tampilan bahan ajar yang menarik akan mendorong minat baca peserta didik, khususnya peserta didik yang memiliki gaya belajar visual (Apriani et al., 2021).

Menurut (Adawiyah et al., 2021), Mendidik peserta didik menggunakan Multimedia pembelajaran adalah strategi yang efektif untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik, dimana multimedia merupakan salah satu komponen penting dalam proses belajar mengajar. Multimedia pembelajaran saat ini tidak hanya membantu dalam menyampaikan materi tetapi juga sebagai sumber belajar. Multimedia pembelajaran memberi kemudahan bagi peserta didik karena dapat membuat hal yang bersifat abstrak menjadi lebih nyata. Salah satu pemanfaatan teknologi digital dalam multimedia pembelajaran adalah penggunaan *lumio*. Multimedia pembelajaran digital ini membantu peserta didik dalam mencapai 4C dalam kurikulum merdeka. Keterampilan 4C meliputi keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Ekaputra, 2024). Dengan adanya multimedia pembelajaran digital upaya untuk mencapai tuntutan kurikulum merdeka lebih efektif dan efisien.

Sesuai dengan tuntutan kurikulum merdeka bahwa peserta didik wajib memiliki keterampilan abad 21 yang dikenal dengan 4C (*Critical thinking* (berpikir kritis), *Creativity* (kreativitas), *Communication* (berkomunikasi), *Collaboration* (bekerja sama)). Keterampilan 4C ini membantu peserta didik dalam belajar dan berinovasi dalam menghadapi dan beradaptasi dengan tantangan abad 21. Pembelajaran Abad ke-21 perlu lebih berkontribusi pada pengembangan 4C (*critical thinking, creative, collaborative, dan communicative*) atau kemampuan berpikir kritis, kreatif dalam memecahkan masalah, kolaborasi dan komunikatif. (Melina, 2022). Maka dari itu dengan keterampilan 4C ini kegiatan belajar dan pembelajaran harus berpusat pada peserta didik bukan lagi berpusat pada guru.

Sebagaimana sesuai dalam peraturan pembelajaran undang-undang nomor 14 tahun 2005 menjelaskan bahwa guru memiliki tanggung jawab untuk meningkatkan mutu pendidikan, yang mencakup pengembangan multimedia pembelajaran untuk membantu proses belajar mengajar. Salah satu multimedia pembelajaran yang dapat digunakan adalah *lumio*. Kemudian sesuai dengan permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, yang mengatur tentang pendekatan pembelajaran yang harus diterapkan oleh guru, termasuk penggunaan pendekatan ilmiah dan model pembelajaran aktif. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diterapkan oleh guru dalam pembelajaran adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*). STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) adalah pendekatan yang memadukan beberapa disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, seni dan matematika dalam suatu proses pembelajaran (Refitaniza & Effendi, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh (Salamiyah et al., 2023) pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan STEM akan dapat mengembangkan *soft skills* peserta didik, yaitu bekerja sama, berpikir kritis, peduli lingkungan, tanggung jawab, keterampilan beradaptasi, dan berpikir kreatif.

Setiap materi dalam mata pelajaran, terutama dalam pembelajaran kimia, memiliki tingkat kesulitan yang bervariasi. Oleh karena itu, pemahaman siswa terhadap setiap topik dalam kimia pun

berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor. Tingkat pemahaman siswa dapat dijelaskan sebagai kemampuan mereka untuk memahami arti, konsep, situasi, serta fakta yang mereka pelajari. Salah satu topik dalam materi kimia yang dianggap sulit adalah asam basa. Materi asam basa memerlukan kemampuan merinci atau menguraikan atau disebut jenjang analisis, (Risadiana et al., 2022). Materi asam dan basa adalah konsep dasar yang sangat penting dalam bidang kimia. Konsep ini merupakan fondasi bagi banyak topik lain dalam kimia, seperti reaksi redoks, titrasi, buffer, larutan elektrolit, dan banyak lagi. Dengan memahami konsep asam dan basa dengan baik, siswa akan memiliki landasan yang kuat untuk mempelajari konsep-konsep kimia yang lebih kompleks. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode pembelajaran yang efektif dan menarik untuk mengajarkan materi ini. Kemudian disamping itu, sebanyak 8% siswa sangat setuju, 68% siswa setuju dan 24% siswa kurang setuju bahwa siswa memiliki kendala dalam memahami materi kimia khususnya asam basa.

Berdasarkan wawancara dengan salah satu guru kimia di SMAN 11 Muaro Jambi, diketahui bahwa sekolah telah menerapkan kurikulum merdeka dalam proses pembelajaran. Guru di sekolah menggunakan berbagai sumber belajar yaitu, buku paket, *PowerPoint* (PPT), dan video pembelajaran. Ketika menyampaikan materi tertentu, guru lebih sering menggunakan metode ceramah, serta memanfaatkan media pendukung seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Meskipun demikian, proses pembelajaran yang ada belum sepenuhnya optimal. Kemudian fasilitas ICT di sekolah belum cukup memadai. Guru memanfaatkan media pembelajaran seperti video, LKPD, dan PPT masih dirasa kurang maksimal. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh rendahnya minat dan motivasi siswa, sehingga mereka kurang mampu belajar secara mandiri. Selain itu, penggunaan media pembelajaran yang dapat diakses siswa tanpa terikat waktu dan tempat juga masih terbatas, sehingga siswa hanya ingat sesaat tentang materi yang disampaikan.

Banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep terkait asam dan basa, terutama yang berhubungan dengan teori siswa kurang dalam membedakan teori tersebut, dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, konsep seperti pH, skala asam basa, atau perbedaan antara asam kuat dan asam lemah dapat terasa abstrak dan sulit dipahami tanpa visualisasi atau pengalaman langsung. Oleh karena itu, penggunaan multimedia interaktif seperti Lumio dapat membantu siswa memahami konsep-konsep ini dengan cara yang lebih konkret dan visual.

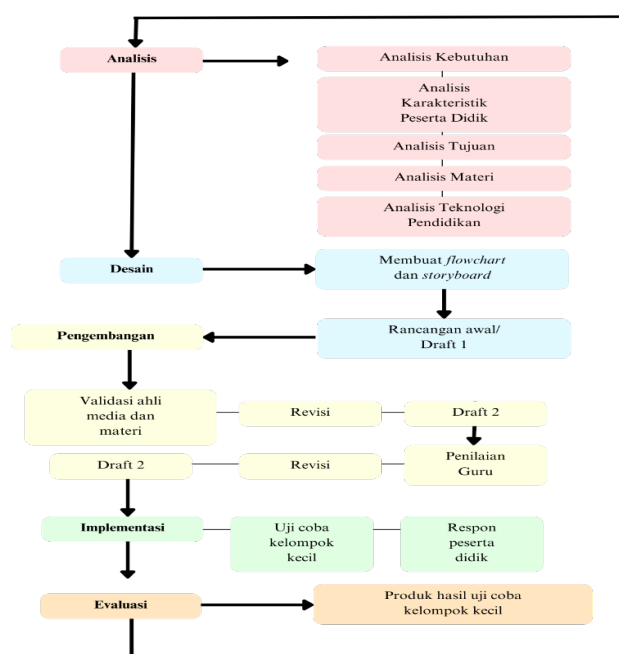
Materi asam dan basa tidak hanya relevan dalam konteks kimia murni, tetapi juga sangat aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Dari reaksi asam basa dalam tubuh manusia (seperti keseimbangan pH darah) hingga aplikasi dalam industri (misalnya, pengolahan makanan, pengolahan air, atau pembuatan sabun), pemahaman konsep asam basa sangat penting. Dengan mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga melihat bagaimana konsep kimia ini diterapkan dalam berbagai konteks dunia nyata, yang dapat meningkatkan motivasi dan relevansi

materi. STEM dapat melatih keterampilan siswa untuk menerapkan pengetahuan desain dalam pemecahan masalah terkait lingkungan dengan cara memanfaatkan teknologi (Dhonal & Effendi, 2021).

Berdasarkan angket analisis kebutuhan siswa Kelas XII 1 Fase F di SMAN 11 Muaro Jambi, diperoleh informasi bahwa siswa sering menggunakan *smartphone* untuk keperluan belajar dan sering mengakses materi secara online. Hasil data yang diperoleh 25 siswa memiliki *smartphone* dengan pengguna android 40% sangat setuju dan 60% setuju. Sebanyak 78,1% siswa setuju dan 9,4% sangat setuju membutuhkan media pembelajaran yang mudah diakses setiap saat sebagai penunjang pembelajaran, bahkan 71,9% siswa tertarik dengan media pembelajaran kimia berbasis STEM menggunakan *lumio*. Lebih dari 68,8% siswa setuju dan 9,4% sangat setuju memiliki akun *google*. Sebanyak 78,1% siswa lebih tertarik jika materi asam basa disajikan dalam *lumio*. 68,8% siswa menyukai pembelajaran kimia yang diintegrasikan dengan stem. Berdasarkan data analisis kebutuhan siswa didapatkan hasil bahwa 65,6% siswa setuju dan 65,6% siswa sangat setuju jika dilakukan pengembangan multimedia pembelajaran materi asam basa berbasis STEM menggunakan *lumio*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model pengembangan Lee & Owens. Prosedur pengembangan multimedia pembelajaran materi asam basa berbasis STEM menggunakan *lumio* dengan menggunakan model Lee & Owens dapat dilakukan melalui lima tahapan, yaitu analisis (*analysis*), Tahap desain (*Design*), Tahap Pengembangan (*Development*), tahap penerapan (*Implementation*), dan tahap evaluasi (*Evaluation*). Berikut akan dijelaskan langkah-langkah prosedur pengembangan yang akan dilakukan beserta dengan gambarnya:



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Multimedia pembelajaran

Berdasarkan gambar 1, diperoleh informasi bahwa pengembangan ini mengikuti 5 tahap, yaitu:

Tahapan Analisis (*Analysis*)

Tahapan analisis yang akan dilakukan terdiri dari analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik, analisis tujuan, analisis materi dan analisis teknologi pendidikan. Tujuan dari tahap ini untuk mengetahui kebutuhan dalam proses pembelajaran dan mendapatkan informasi mengenai produk yang akan dikembangkan.

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan peserta didik seperti sumber belajar, Multimedia belajar, dan masalah-masalah yang terjadi selama proses pembelajaran di SMAN 11 Muaro Jambi. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan salah satu guru mata pelajaran kimia di sekolah tersebut dan menyebarkan angket kebutuhan peserta didik.

Analisis Karakteristik Peserta Didik

Analisis peserta didik merupakan telaah untuk mengetahui karakteristik peserta didik sehingga dapat menyesuaikan dengan desain pengembangan perangkat pembelajaran. Analisis ini dilakukan untuk melihat bagaimana tingkat kemampuan awal yang dimiliki oleh peserta didik sebagai syarat untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Karakteristik peserta didik meliputi ciri-ciri peserta didik, kemampuan, pengalaman, dan gaya belajar peserta didik. Informasi ini akan dijadikan acuan dalam pengembangan multimedia pembelajaran. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk pembuatan produk multimedia pembelajaran materi asam basa berbasis STEM menggunakan *lumio*.

Analisis Tujuan Pembelajaran

Analisis tujuan dilakukan untuk menetapkan hal mendasar yang diperlukan dalam pengembangan multimedia pembelajaran. Pengembangan multimedia pembelajaran materi asam basa menggunakan aplikasi *lumio* berbasis STEM di SMAN 11 Muaro Jambi ini harus dikembangkan sesuai dengan capaian pembelajaran (CP) yang akan dicapai peserta didik. Dari CP inilah kemudian akan dirumuskan tujuan pembelajaran (TP) dan alur tujuan pembelajaran (ATP).

Analisi Materi

Analisis materi dilakukan dengan menelaah kurikulum yang digunakan oleh SMAN 11 Muaro Jambi pada materi asam dan basa dengan demikian bahan ajar yang akan dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dikuasai oleh peserta didik. Analisis materi dilakukan juga untuk menentukan submateri mana dari materi asam basa yang dapat digunakan langkah-langkahnya ke dalam pembuatan suatu produk.

Analisis Teknologi Pendidikan

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui apakah sekolah tempat penelitian dapat mendukung terlaksananya penelitian. SMAN 11 Muaro Jambi memperbolehkan peserta didiknya untuk membawa *handphone* ke sekolah dengan tujuan agar *handphone* atau *smartphone* tersebut dapat digunakan sebagai alat bantu selama pembelajaran. Namun pada kenyataannya *handphone* tersebut belum digunakan secara maksimal dalam kegiatan pembelajaran. Maka dengan adanya pengembangan multimedia pembelajaran *lumio* yang akan dikembangkan peneliti dapat menjadikan *handphone* atau *smartphone* peserta didik sebagai sumber belajar yang dapat digunakan kapanpun dan dimana pun, baik jam sekolah maupun diluar jam sekolah.

Tahapan Desain (Design)

Tahap desain dalam penelitian pengembangan ini dilakukan dengan pembuatan rancangan desain produk yang akan dikembangkan. Setelah pembuatan rancangan desain selesai, produk dapat dikembangkan sebagai multimedia pembelajaran berbasis *lumio* pada materi asam basa. Tahapan desain ini terdiri dari pembentukan tim, jadwal penelitian, spesifikasi media, struktur materi, pembuatan flowchart, storyboard, dan evaluasi.

Tahapan Pengembangan (Development)

Tahapan selanjutnya bertujuan untuk merealisasikan rancangan media pembelajaran yang telah dirancang pada tahap desain. Pada tahap ini peneliti menggunakan website *lumio* dalam membuat multimedia pembelajaran berbasis STEM. Multimedia pembelajaran yang dikembangkan berisi materi asam basa, kegiatan berbasis STEM yang dikombinasikan dengan video, gambar, dan latihan soal. Media pembelajaran yang telah dikembangkan divalidasi oleh tim ahli untuk menilai kelayakan produk secara konseptual dan teoritis. Masukan dan saran yang diberikan oleh tim ahli digunakan sebagai acuan bahan revisi untuk menghasilkan produk yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Kemudian produk akan dinilai dan direvisi sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan oleh guru agar produk dinyatakan layak untuk diuji cobakan kepada siswa.

Tahapan Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi, produk yang telah direvisi dan dinyatakan layak baik oleh validator maupun guru kemudian diuji cobakan kepada peserta didik kelas XI MIPA Fase F2 SMAN 11 Muaro Jambi. Uji coba ini dilakukan kepada uji kelompok kecil. Pada tahap ini, terlebih dahulu menyiapkan guru untuk bisa membelajarkan siswa menggunakan produk media pembelajaran *lumio* yang dikembangkan dan juga pada tahap ini mempersiapkan modul ajar kurikulum merdeka yang akan digunakan untuk penerapan media pembelajaran yang dikembangkan peneliti. Modul ajar yang sudah

sesuai dan produk yang telah direvisi dan dinyatakan layak oleh validator dan guru dapat diterapkan dalam pembelajaran pada siswa kelas XI 1 Fase F di SMAN 11 Muaro Jambi.

Tahapan Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi atau tahapan yang terakhir dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan kesesuaian produk yang dikembangkan. Dalam penelitian ini digunakan tahap evaluasi formatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pengembangan media pembelajaran *lumio* dengan tujuan mengevaluasi masukan saran atau perbaikan produk yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi saat validasi produk. Komentar saran atau masukan ahli digunakan untuk merevisi produk. Pengguna dan guru kemudian menilai produk yang valid. Uji coba satu orang dan kelompok kecil dilakukan setelah produk dikategorikan layak. Pada evaluasi formatif dilakukan dengan cara menganalisis penilaian dan saran dari validator ahli media dan materi serta penilaian dari guru. Produk yang telah dianggap layak, kemudian dilakukan evaluasi sumatif. Evaluasi sumatif dilakukan dengan cara menganalisis respon peserta didik terhadap produk yang dikembangkan.

Uji Coba Produk

Uji coba produk merupakan tahap penilaian kelayakan media pembelajaran materi asam basa berbasis STEM dalam kegiatan pembelajaran. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara produk dengan penggunaan dalam menyelesaikan masalah pada materi asam basa. Selanjutnya, produk yang dihasilkan dilihat apakah mampu mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Desain Uji Coba

Uji coba pada penelitian ini dilakukan hingga tahap uji coba kelompok kecil. Produk yang akan di uji cobakan terlebih dahulu divalidasi oleh ahli materi dan media. Produk yang dinyatakan layak oleh validator dapat dilakukan tahap uji coba.

Subjek Uji Coba

Subjek uji coba pada penelitian ini yaitu 10 orang peserta didik kelas XI MIPA Fase F2 SMAN 11 Muaro Jambi yang dilakukan sebatas uji coba kelompok kecil. Pada tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data tentang kualitas Multimedia pembelajaran materi asam basa menggunakan aplikasi *lumio* berbasis STEM yang telah dikembangkan. Data-data yang diperoleh akan digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan media pembelajaran yang dihasilkan.

Instrumen Pengumpulan Data

Lembar Wawancara Pendidik

Wawancara dilakukan untuk mengetahui data tentang kondisi pembelajaran di sekolah dan kebutuhan terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis STEM. Jenis wawancara yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah wawancara bebas atau wawancara terbuka. Wawancara dilakukan kepada guru kimia untuk memperoleh informasi mengenai kesulitan dalam proses pembelajaran.

Instrumen Validasi

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini berupa instrumen mengenai kelayakan multimedia pembelajaran berbasis STEM. Instrumen yang digunakan terdiri dari instrumen analisis kebutuhan, instrumen validasi ahli materi, instrumen validasi ahli media, instrumen penilaian penilaian dan instrumen respon peserta didik.

Teknik Analisis Data

Langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil dari instrumen pengumpulan data yang telah dikumpulkan. Ini termasuk analisis wawancara, analisis validasi ahli materi, instrumen validasi ahli media, instrumen penilaian pendidik, dan instrumen respon peserta didik. Data yang diperoleh dari instrumen penilaian akan digunakan untuk menjawab rumusan masalah.

Teknik Analisis Data Lembar Wawancara Pendidik

Lembar wawancara akan ditunjukkan kepada pendidik mata pelajaran kimia. Informasi yang didapatkan berupa data kualitatif dan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi masalah yang ada selama proses pembelajaran, karakteristik materi asam basa, dan proses pengembangan multimedia pembelajaran berbasis STEM. Data yang didapatkan digunakan sebagai pedoman untuk mengembangkan multimedia pembelajaran berbasis STEM.

Teknik Analisis Data Instrumen Analisis Kebutuhan Peserta Didik

Instrumen analisis kebutuhan digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kebutuhan, karakteristik peserta didik, analisis materi dan teknologi. Instrumen ini diisi oleh peserta didik kelas XII IPA 2 SMAN 11 Muaro Jambi. analisis data angket kebutuhan dapat dilakukan dengan rumus:

$$\% Skor = \frac{Jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ total} \times 100\%$$

(Riduwan, 2015)

Teknik Analisis Data Instrumen Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Data yang diperoleh dari hasil validasi ahli materi dan ahli Media kemudian dianalisis. Untuk data kuantitatif, penentuan klasifikasi validasi oleh ahli materi dan ahli Multimedia didasarkan pada rerata skor jawaban dengan rumus:

$$\text{Rerata Skor} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah butir}}$$

Teknik Analisis Data Instrumen Penilaian Pendidik

Produk yang telah divalidasi, kemudian pendidik melakukan penilaian terhadap video pembelajaran yang telah dikembangkan. Hasil penilaian berdasarkan jumlah rerata skor jawaban menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rerata Skor} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah butir}}$$

Tabel 2. Kriteria Validasi Ahli Materi, Ahli Media dan Penilaian Pendidik

Rerata skor jawaban	Kriteria
> 4,2 – 5,0	Sangat Layak
> 3,4 – 4,2	Layak
> 2,6 – 3,4	Kurang Layak
> 1,8 – 2,6	Tidak Layak
1,0 – 1,8	Sangat Tidak Layak

(Widoyoko, 2012)

Teknik Analisis Data Instrumen Respon Peserta Didik

Teknik analisis data yang dipakai untuk instrumen respon respon peserta didik yaitu dengan persentase kelayakan media. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk menentukan persentase yang memberikan tanggapan sesuai dengan kriteria tertentu. Rumus untuk menghitung persentase kelayakan adalah

$$\text{persentase\%} = \frac{\text{jumlah skor pengumpulan data (F)}}{(\text{skor maksimum}) \times (\text{jumlah soal}) \times (\text{jumlah responden})} \times 100\%$$

Tabel 3. Kriteria Penilaian Respon Peserta Didik

Persentase (%)	Kriteria
81 – 100	Sangat Layak
61 – 80	Layak
41 – 60	Kurang Layak
21 – 40	Tidak Layak
0 – 20	Sangat Tidak Layak

(Widoyoko, 2012)

Multimedia pembelajaran berbasis STEM yang akan dikembangkan jika klasifikasi multimedianya baik dan sangat baik maka pengembangan multimedia pembelajaran tersebut dapat dikatakan layak secara prosedural. Dengan syarat multimedia pembelajaran yang dikembangkan memperoleh interpretasi skor dalam instrumen respon peserta didik $>61\%$ maka video pembelajaran dapat dinyatakan layak untuk digunakan.

PEMBAHASAN

Pengembangan multimedia pembelajaran Lumio yang berfokus pada pendekatan STEM untuk materi asam dan basa dilakukan dengan menggunakan model pengembangan yang diusulkan oleh Lee & Owens (2004). Model ini terdiri dari lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pemilihan model ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain, model Lee & Owens merupakan model prosedural yang bersifat deskriptif, di mana setiap langkah dalam prosesnya disusun secara sistematis; model ini dirancang khusus untuk pengembangan multimedia pembelajaran; dan telah banyak diterapkan dengan hasil yang memuaskan.

Proses analisis dilakukan melalui lima tahap, yaitu analisis kebutuhan, analisis karakteristik siswa, analisis tujuan pembelajaran, analisis materi, dan analisis teknologi pendidikan. Berdasarkan wawancara dengan guru kimia di SMAN 11 Muaro Jambi, diperoleh informasi bahwa kurikulum yang diterapkan di sekolah telah menggunakan kurikulum merdeka. Dalam pembelajaran kimia, sumber belajar yang saat ini digunakan mencakup buku paket, presentasi PowerPoint (PPT), dan video pembelajaran. Selain itu, guru juga menyatakan bahwa dalam pengajaran beberapa materi kimia, metode yang lebih umum digunakan adalah pembelajaran kelompok, ceramah, penulisan di papan tulis, serta pemanfaatan media pendukung seperti tautan video YouTube dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Namun, proses pembelajaran tersebut masih belum mencapai hasil yang maksimal. Wawancara juga mengungkapkan bahwa ketersediaan sarana dan prasarana ICT di sekolah cukup memadai. Meskipun media pembelajaran yang digunakan, seperti video, LKPD, dan PPT, belum sepenuhnya optimal, hal ini disebabkan oleh kurangnya minat dan motivasi siswa dalam proses belajar, sehingga mereka kesulitan untuk belajar secara mandiri dan kurang memanfaatkan media pembelajaran yang dapat diakses tanpa terikat oleh waktu dan tempat.

Berdasarkan wawancara dengan guru kimia, diketahui bahwa guru belum mengintegrasikan pendekatan STEM dalam pengajaran materi asam dan basa. Pendekatan STEM dapat digunakan dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan motivasi dan minat siswa. Untuk memastikan bahwa pendekatan ini dapat disampaikan dengan efektif, diperlukan alat bantu yang bervariasi, kreatif, dan

efisien, seperti multimedia pembelajaran Lumio, yang dapat membuat siswa lebih aktif dan mandiri selama proses belajar, serta memungkinkan integrasi pendekatan ini berlangsung dengan baik.

Berdasarkan hasil angket yang telah disebarakan kepada siswa kelas XII 1 Fase F di SMAN 11 Muaro Jambi, data yang diperoleh dari 25 siswa menunjukkan bahwa 8% siswa sangat setuju, 68% setuju, dan 24% kurang setuju bahwa mereka mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia, khususnya pada topik asam dan basa. Kesulitan ini disebabkan oleh fakta bahwa materi asam dan basa tidak hanya memerlukan hafalan, tetapi juga pemahaman konsep dan perhitungan matematis. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep materi asam dan basa yang bersifat abstrak agar siswa lebih menguasai topik tersebut. Sebanyak 76% siswa setuju dan 16% sangat setuju bahwa mereka membutuhkan media pembelajaran yang dapat diakses kapan saja sebagai pendukung proses belajar, dan 80% siswa menunjukkan ketertarikan terhadap penggunaan multimedia pembelajaran kimia dengan Lumio. Selain itu, 78,1% siswa lebih tertarik jika materi asam dan basa disajikan dalam bentuk multimedia Lumio. Dari analisis kebutuhan siswa, diperoleh hasil bahwa 65,6% siswa setuju dan 15,6% sangat setuju jika dilakukan pengembangan multimedia pembelajaran Lumio berbasis STEM untuk materi asam dan basa.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, teridentifikasi beberapa masalah yang dapat diminimalisir melalui penggunaan multimedia pembelajaran Lumio yang berbasis STEM. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi dan menarik perhatian siswa dalam pembelajaran kimia, sehingga mereka mampu memahami konsep-konsep yang ada, terutama yang berkaitan dengan asam dan basa, yang dikenal sebagai materi yang abstrak dan kompleks. Pernyataan ini sejalan dengan Agustina et al., (2022) yang menekankan bahwa karakteristik asam dan basa bersifat abstrak, dan untuk mempelajarinya, diperlukan pembuktian melalui praktikum atau penggunaan media pembelajaran. Materi kimia melibatkan perhitungan, konsep-konsep, dan keterkaitan antar konsep, sehingga pemahaman yang kuat terhadap konsep tersebut sangat penting.

Tahapan dalam merancang produk multimedia pembelajaran Lumio berbasis STEM mencakup penentuan tim pengembang, penjadwalan penelitian, spesifikasi media, penyusunan struktur materi, pembuatan flowchart dan storyboard, serta pengumpulan materi, gambar, dan video yang akan disertakan dalam produk. Dalam proses desain dan perancangan, peneliti mengikuti prinsip-prinsip dari teori belajar kognitivisme, behaviorisme, dan konstruktivisme.

Piaget menyatakan bahwa efektivitas pembelajaran dapat ditingkatkan dengan menyesuaikan metode pengajaran dengan tahap perkembangan kognitif siswa. Siswa harus diberikan kesempatan untuk bereksperimen dengan objek fisik, didukung oleh interaksi dengan teman sebaya, dan dibimbing oleh pertanyaan-pertanyaan yang mendalam dari guru. Guru sebaiknya memberikan rangsangan yang cukup agar siswa terlibat aktif dengan lingkungan mereka, mendorong mereka untuk mencari dan menemukan pemahaman baru dari sekitarnya. Dalam kerangka teori ini, pembelajaran didefinisikan

sebagai serangkaian proses kognitif yang mengubah stimulus dari lingkungan melalui berbagai tahap pemrosesan informasi untuk menghasilkan kemampuan baru. Kontribusi dan pengaruh teori belajar kognitif dalam pengembangan multimedia pembelajaran menggunakan *lumio* berbasis STEM terlihat pada penyajian materi asam basa yang lebih mudah dipahami oleh siswa karena menggunakan pendekatan STEM, dimana nantinya terdapat praktikum sederhana menggunakan bahan-bahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari.

Teori Behaviorisme pada dasarnya menekankan pentingnya hubungan antara stimulus (rangsangan) dan respon (tanggapan) dalam proses pembelajaran. Penerapan dan kontribusi teori ini dalam media pembelajaran terintegrasi selama tahap perancangan dan desain produk, termasuk penyusunan flowchart, storyboard, serta penggunaan elemen seperti teks, gambar, dan warna animasi. Hal ini bertujuan untuk menciptakan media pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk belajar secara mandiri dan aktif, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi asam basa. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan behaviorisme menurut Ivana Pavlov, yang menekankan respon individu terhadap rangsangan tertentu di lingkungan mereka.

Teori konstruktivisme menyatakan bahwa pembelajaran adalah proses di mana individu membangun pengetahuan, yang mengharuskan siswa untuk aktif terlibat dalam kegiatan belajar, merumuskan konsep, dan memberikan makna terhadap materi yang dipelajari. Teori ini menekankan bahwa siswa perlu menemukan dan mengolah informasi yang kompleks, mencocokkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada, serta melakukan penyesuaian ketika pengetahuan lama tidak lagi relevan (Kusumawati et al., 2022). Multimedia pembelajaran yang menggunakan *lumio* berbasis STEM ini dapat memotivasi siswa untuk menghasilkan pengetahuan baru dan membantu mereka dalam mengkonstruksi pengetahuan tersebut.

Tahap berikutnya adalah pengembangan, di mana setelah produk dirancang, langkah selanjutnya adalah menciptakan dan mengembangkan produk awal. Pada fase ini, produk yang dikembangkan berlandaskan pada storyboard yang telah disusun. Produk awal hasil pengembangan kemudian akan divalidasi oleh tim ahli yang terdiri dari ahli materi dan ahli media, dengan tujuan untuk mengevaluasi kelayakan produk yang telah dibuat. Hasil validasi ini akan menjadi acuan untuk melakukan perbaikan pada produk. Selanjutnya, produk akan diperbaiki berdasarkan saran dari para ahli, sehingga dihasilkan produk yang siap untuk diuji coba.

Data hasil validasi terhadap materi dalam multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM menunjukkan bahwa revisi yang diperlukan mencakup masukan, saran, dan komentar dari validator ahli materi. Rekomendasi tersebut meliputi penambahan sumber pada gambar, perbaikan penulisan materi agar lebih ringkas dan tidak terlalu panjang, serta penambahan elemen pendukung. Validator juga menyarankan untuk memperjelas konsep asam dan basa dengan pendekatan STEM, mengingat soal evaluasi belum mencakup unsur STEM, serta menambahkan contoh penerapan asam dan basa

dalam kehidupan sehari-hari. Saran dan masukan yang diterima digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan perbaikan. Setelah revisi pertama dilakukan, validasi kedua pun dilaksanakan. Dari validasi kedua ini, diperoleh data dari ahli materi dengan total skor 53, rerata 4,4, dan persentase kelayakan sebesar 88,3%, yang berada dalam interval 4,2-5,0 dengan kategori “Sangat Layak”. Berdasarkan skor yang diperoleh, validator menyatakan bahwa produk multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang telah dikembangkan layak secara teoritis dan konseptual, sehingga siap untuk diuji coba di lapangan.

Proses validasi oleh ahli media pada dasarnya terdiri dari masukan, saran, dan komentar yang diberikan oleh para ahli terhadap media yang sedang dikembangkan. Dalam konteks ini, para ahli media menyarankan agar judul sampul diubah dan elemen-elemen tambahan seperti kata pengantar, daftar isi, dan pendahuluan ditambahkan. Mereka juga merekomendasikan untuk menyertakan peta konsep materi, memperbanyak daftar pustaka, serta menambahkan profil pengembang. Masukan dan saran yang diterima kemudian digunakan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan. Setelah revisi pertama selesai dan diperbaiki, tahap validasi kedua pun dilakukan. Dari hasil validasi kedua, total skor yang diperoleh adalah 60 dengan rata-rata 4,6, menghasilkan persentase kelayakan sebesar 92% yang berada dalam interval 4,2-5,0, dan dikategorikan sebagai “Sangat Layak.” Berdasarkan skor tersebut, para validator menyimpulkan bahwa produk multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang telah dikembangkan layak untuk diuji coba di lapangan.

Sebelum diuji coba kepada siswa, multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang telah divalidasi oleh para ahli, terlebih dahulu dinilai oleh guru kimia sebagai bentuk validasi praktis. Dari data penilaian dan tanggapan guru, diperoleh total skor 55 dengan rerata 4,5, yang berada dalam interval 4,2-5,0 dan dinyatakan “Sangat Layak” dengan persentase 91%. Beberapa komentar dan saran umum terhadap multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM sesuai dengan kurikulum merdeka, memudahkan siswa untuk mengaksesnya secara mandiri di mana saja selama terhubung ke internet, serta dapat membantu menambah pengetahuan siswa. Dengan demikian, berdasarkan hasil penilaian guru yang mencakup skor, saran, dan komentar, multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang dikembangkan layak untuk diuji coba kepada siswa.

Produk yang telah dievaluasi oleh tim validator, termasuk ahli materi, ahli media, dan seorang guru kimia dari SMAN 11 Muaro Jambi, telah dinyatakan layak untuk diuji coba pada siswa. Peneliti kemudian melaksanakan uji coba secara individual pada tiga siswa kelas XI 1 Fase F SMAN 11 Muaro Jambi dengan tingkat kognitif yang beragam. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengetahui apakah multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM dapat diterapkan pada semua tingkat kognitif siswa dan untuk mengumpulkan umpan balik dari siswa mengenai media yang telah dikembangkan sebelum diuji pada kelompok kecil. Hasil dari uji coba individual menunjukkan bahwa persentase jawaban benar siswa mencapai 88,3%, yang berada dalam rentang 81%-100% dan dikategorikan sebagai

“Sangat Baik”. Berdasarkan data dari uji coba individual ini, peneliti menyimpulkan bahwa multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang telah dikembangkan sangat baik dan mudah diterapkan pada siswa dengan kemampuan yang berbeda, serta layak untuk diuji coba dalam kelompok kecil.

Setelah uji coba individual, uji coba kelompok kecil untuk produk multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM dilakukan dengan melibatkan 10 siswa kelas XI 1 Fase F SMAN 11 Muaro Jambi yang memiliki tingkat pengetahuan yang beragam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa persentase jawaban dari semua responden mencapai 90,2%, yang berada dalam rentang 81%-100% dan dikategorikan sebagai “Sangat Baik”. Kemudahan dalam memahami materi melalui multimedia pembelajaran *Lumio* berbasis STEM disebabkan oleh penyajian materi yang tidak terlalu banyak dan ditampilkan dengan cara yang menarik, sehingga siswa tidak mudah merasa bosan saat mempelajari materi tersebut. Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil ini, peneliti menyimpulkan bahwa multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang telah dikembangkan sangat baik dalam mendukung pembelajaran materi asam dan basa.

Tahap berikutnya adalah implementasi. Dalam fase implementasi penelitian pengembangan ini, peneliti hanya menyiapkan perangkat ajar berupa modul ajar yang berkaitan dengan materi asam dan basa, agar guru dapat mengajarkan siswa menggunakan multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa peneliti hanya melakukan uji coba secara individual dan uji coba kelompok kecil. Oleh karena itu, setelah produk media dinyatakan layak dan telah melalui uji coba, guru dapat memanfaatkan multimedia pembelajaran *lumio* ini dalam proses pembelajaran sesuai dengan panduan modul ajar yang telah disusun.

Pengintegrasian pendekatan STEM dalam multimedia pembelajaran *lumio* ini terlihat pada uraian materi, praktikum sederhana dan juga dalam latihan soal evaluasinya. Uraian mengenai materi asam basa merupakan pengintegrasian dari bagian sains pada STEM. Kemudian bagian technology terintegrasi oleh paduan praktikum yang siswa lihat menggunakan video pembelajaran. Untuk engineeringnya dapat terlihat dari perancangan proyek yaitu praktikum asam basa menggunakan indikator alami. Dan untuk bagian mathematic yaitu pada banyak alat dan bahan yang dihitung dan digunakan.

Kelemahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah bahwa multimedia pembelajaran yang dikembangkan memerlukan akses yang memadai terhadap teknologi dan internet. Ini menjadi tantangan ketika diterapkan di sekolah-sekolah yang memiliki fasilitas teknologi yang terbatas atau bagi siswa yang kurang familiar dengan multimedia tersebut. Siswa mungkin mengalami kesulitan dalam mengoperasikan fitur-fitur tertentu atau mengalami gangguan saat menggunakan aplikasi. Selain itu, ada kemungkinan siswa menjadi mudah teralihkan perhatiannya, terutama jika mereka tidak terbiasa dengan penggunaan media digital dalam konteks pembelajaran. Di sisi lain, penelitian ini hanya mencakup pengujian produk dalam skala kecil, yaitu melalui uji coba satu-satu dan kelompok kecil, tanpa melakukan uji lapangan yang lebih luas atau evaluasi efektivitas. Keterbatasan waktu dan sumber

daya menjadi faktor yang membatasi, sehingga hasilnya mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan implementasi di lingkungan nyata atau dengan jumlah siswa yang lebih besar.

Hasil dari pengembangan multimedia pembelajaran yang menggunakan Lumio berbasis STEM pada materi asam dan basa di SMAN 11 Muaro Jambi mengikuti model pengembangan yang dikemukakan oleh Lee & Owens (2004). Model ini terdiri dari lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, yang telah diterapkan di kelas XI 1 Fase F. Penyajian materi melalui multimedia pembelajaran ini memberikan daya tarik yang signifikan, membantu siswa dalam memahami materi asam dan basa, serta berfungsi sebagai sumber belajar yang dapat diakses oleh siswa baik di sekolah maupun saat belajar mandiri di rumah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan multimedia pembelajaran yang menggunakan *lumio* berbasis STEM pada materi asam dan basa di SMA, dapat disimpulkan bahwa, proses pengembangan produk multimedia pembelajaran pada materi asam basa berbasis STEM menggunakan *lumio* terintegrasi dikembangkan menggunakan media website *lumio* dengan bantuan aplikasi *canva* untuk desain media yang sesuai pada tahapan model pengembangan Lee & Owens (2004); Multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM sudah sangat layak secara konseptual dan prosedural berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media; Penilaian guru terhadap multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dan respon siswa terhadap multimedia pembelajaran *lumio* berbasis STEM pada materi asam basa berorientasi kemampuan literasi sains siswa SMA dinyatakan sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak terutama Seluruh pihak SMAN 11 Muaro Jambi yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Robbia, A. Z., Jariah, A., Syukur, A., & Jamaluddin, J. (2021). Inovasi Video Pembelajaran Kimia sebagai Solusi Media Pembelajaran pada Masa Pandemi COVID-19 di MAN 2 Kota Bima. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(2), 175–181. <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i2.185>
- Agustina, R., Rahma, S., Arni, Sandhira, A. C., & Sukemi. (2022). Karakteristik Trayek pH Indikator Alami dan Aplikasinya pada Titrasi Asam dan Basa. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 5(2), 51–56. <http://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/bivalen>
- Apriani, R., Harun*, A. I., Erlina, E., Sahputra, R., & Ulfah, M. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(4), 305–330. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i4.23260>

- Ati, S. N. T. K. (2018). Bahan Ajar Bahan Ajar Bahan Ajar. In *Repository.Upy.Ac.Id* (Issue Mkb 7056). <https://id.scribd.com/document/422513894/Module-of-Information-principles-published-on-2012-Modul-Dasar-dasar-Informasi-2012>
- Dhonal, A., & Effendi, E. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik LKPD yang Terintegrasi STEM-PjBL pada Materi Termokimia di SMAN 1 Gunung Talang. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 2(2), 17–25. <https://doi.org/10.24036/epk.v0i0.136>
- Ekaputra, F. (2024). Penerapan Model Project Based Learning Pada Praktikum Biokimia Untuk Meningkatkan Keterampilan 4C. *MENDIDIK: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pengajaran*, 10(1), 38–42. <https://doi.org/10.30653/003.2024101.81>
- Fatihah, W., & Ruhiat, Y. (2023). Pengembangan Konten Pembelajaran Berbasis Canva pada Pokok Bahasan Asam-Basa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(1), 57–61. <https://doi.org/10.15294/jipk.v17i1.36674>
- Junanto, T., & Sartika, R. P. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Team Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 bagi Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(6), 969. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i6.9832>
- Mawarni, P., Milama, B., & Sholihat, R. N. (2021). Persepsi Calon Guru Kimia Mengenai Literasi Digital Sebagai Keterampilan Abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(2), 2849–2863. <https://doi.org/10.15294/jipk.v15i2.28394>
- Melina, S. R. I. (2022). Pendekatan Stem Berbasis Proyek Pada Materi Sel Volta Dari Bahan Alami Untuk Mengembangkan Ketrampilan 4C Dan Meningkatkan Hasil Belajar Kimia. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(3), 613–619. <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i3.263>
- Nais, M. K., Rohman, I., Anwar, S., Setiadi, R., Sumarna, O., Hana, M. N., Gumilar, G. G., & Munawaroh, H. S. H. (2023). Optimization of Teaching Materials and Learning Media based on Digital Technology as a Learning Innovation in the Era of Society 5.0 [Optimalisasi Bahan Ajar dan Media Pembelajaran berbasis Teknologi Digital sebagai Inovasi Pembelajaran di Era Society 5.0. *Jurnal Pengabdian Isola*, 2(2), 142–147. <https://doi.org/10.17509/jpi.v2i2.67844>
- Risdiana, A., Erna, M., & Holiwarni, B. (2022). Pengembangan Soal HOTS (Higher Order Thinking Skills) pada Materi Asam-Basa untuk Kelas XI SMA/MA Sederajat. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 111–117. <https://doi.org/10.15294/jipk.v16i2.32879>
- Salamiyah, S., Astutik, T. P., & Wicaksono, A. T. (2023). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Kearifan Lokal dengan Pendekatan STEAM pada Materi Asam Basa. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1), 57–65. <https://doi.org/10.19109/oipk.v7i1.16137>