

PENGEMBANGAN MODUL KIMIA BERBASIS PBL TERINTEGRASI STEAM UNTUK SISWA MA DI LOMBOK TIMUR

Baiq Anita Febriana¹

¹Institut Studi Islam Sunan Doe, Jl. Soekarno Hatta Nomor 16, Lombok Timur, NTB, Indonesia
Email: baiqanita.febriana@gmail.com

Article History

Received: 30-12-2025

Revision: 24-01-2026

Accepted: 27-01-2026

Published: 30-01-2026

Abstract. This research aims to develop a chemistry learning module that is feasible and effective for use in the learning process and to determine student responses to the module developed. The research method used is research and development (Research and Development) with stages including needs analysis, module design, product development, expert validation, small group trials and large group trials. The research instruments are validation sheets, student response questionnaires, and learning outcomes tests. The results of validation and trials show that the chemistry module developed is of very good quality. Student responses to the module showed a percentage of attractiveness of 85.25%, appropriateness of the module content of 84.31%, ease of use of 86.49%, and usefulness of the module of 84.33%, all of which were in the very good category. The trial results showed an increase in student learning outcomes, with an average score of 82 in the small group trial and increasing to 88 in the large group trial. This shows that the module developed is effective in increasing students' understanding of chemistry material. Based on the results of this research, it can be concluded that the chemistry learning module developed is suitable for use as supporting teaching material in the learning process because it is able to improve student learning outcomes and obtain positive responses from students.

Keywords: Chemistry, PBL, STEAM Modules

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran kimia yang layak dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran serta mengetahui respon siswa terhadap modul yang dikembangkan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan tahapan meliputi analisis kebutuhan, perancangan modul, pengembangan produk, validasi ahli, uji coba kelompok kecil, dan uji coba kelompok besar. Instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket respon siswa, dan tes hasil belajar. Hasil validasi dan uji coba menunjukkan bahwa modul kimia yang dikembangkan memiliki kualitas yang sangat baik. Respon siswa terhadap modul menunjukkan persentase kemenarikan sebesar 85,25%, kelayakan isi modul sebesar 84,31%, kemudahan penggunaan sebesar 86,49%, dan manfaat modul sebesar 84,33%, yang seluruhnya berada pada kategori sangat baik. Hasil uji coba menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa, dengan rata-rata nilai 82 pada uji coba kelompok kecil dan meningkat menjadi 88 pada uji coba kelompok besar. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kimia. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran kimia yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam proses pembelajaran karena mampu meningkatkan hasil belajar siswa serta memperoleh respon positif dari siswa.

Kata Kunci: Modul Kimia, PBL, STEAM

How to Cite: Febriana, B. A. (2026). Pengembangan Modul Kimia Berbasis PBL Terintegrasi Steam untuk Siswa MA di Lombok Timur. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 7 (1), 1170-1187. <http://doi.org/10.54373/imeij.v7i1.4938>

PENDAHULUAN

Peran pendidikan sangat penting dalam mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tantangan yang terkait dengan globalisasi dan revolusi industri 4.0 (Fitriyah & Ramadani, 2021). Dalam konteks pembelajaran kimia, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas menjadi aspek yang sangat penting untuk dikembangkan. Hal ini sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis student-centered learning dan penguatan profil pelajar Pancasila, termasuk dalam aspek penguasaan teknologi, komunikasi, dan kolaborasi (Rosadi et al., 2019). Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran kimia sering kali hanya terfokus pada aspek teoritis dengan metode ceramah yang dominan. Model pembelajaran konvensional ini kurang mampu memotivasi siswa untuk berpikir secara kritis, memecahkan masalah, dan mengaitkan konsep kimia dengan realitas kehidupan.. Selain itu, capaian pembelajaran siswa dalam mata pelajaran kimia di Madrasah Aliyah, khususnya di Lombok Timur sebagian besar masih menunjukkan hasil yang belum optimal. Faktor ini disebabkan oleh rendahnya minat belajar siswa terhadap kimia, kurangnya keterlibatan aktif mereka dalam proses pembelajaran, dan terbatasnya penggunaan media pembelajaran yang inovatif.

Media Pembelajaran adalah sesuatu yang mengandung pesan pembelajaran yang dimanfaatkan untuk kepentingan pembelajaran. Media Pembelajaran dapat mendukung peserta didik dalam mencapai kompetensi dan keterampilan (Pratami et al., 2023). Pengembangan modul kimia berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) menjadi penting karena modul merupakan salah satu bentuk sumber belajar yang dirancang secara sistematis untuk mendukung proses pembelajaran mandiri maupun terstruktur. Salah satu topik penting dalam pembelajaran kimia adalah larutan asam-basa, yang memiliki banyak aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Modul berbasis PBL memungkinkan siswa untuk memahami konsep larutan asam-basa melalui pendekatan penyelesaian masalah yang nyata, seperti analisis pH air minum di lingkungan sekitar, formulasi larutan pembersih, atau pengolahan limbah cair. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir kritis, menghubungkan teori dengan praktik, dan meningkatkan keterampilan kolaborasi (Nurhayati et al., 2023).

Menurut Barkah (2024), metode STEAM memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar dan mengembangkan seluruh potensi mereka melalui berbagai strategi. Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) yang terintegrasi dalam modul kimia memberikan nilai tambah yang signifikan. Pendekatan ini mengaitkan materi kimia dengan berbagai aspek kehidupan nyata sehingga siswa tidak hanya memahami konsep kimia secara teoretis, tetapi juga melihat relevansinya dalam aplikasi nyata (Pratami et al.,

2023). Dalam konteks larutan asam-basa, pendekatan ini dapat mencakup berbagai aktivitas kreatif, seperti simulasi penggunaan indikator alami (*arts dan science*), perancangan alat uji pH sederhana (*engineering dan technology*), serta analisis data percobaan menggunakan konsep matematika. Selain itu, pendekatan STEAM memberikan peluang untuk mengaitkan pembelajaran dengan potensi lokal Lombok Timur, seperti analisis keasaman pada hasil pertanian dan perikanan (pengawetan hasil laut).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul kimia berbasis PBL yang terintegrasi STEAM pada pembahasan larutan asam-basa sebagai salah satu bahan ajar bagi siswa MA di Lombok Timur. Bahan ajar dapat dipahami sebagai komponen pesan yang bersifat umum maupun khusus yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran (Prastowo, 2019). Penyusunan bahan ajar dilakukan secara terstruktur dan sistematis sesuai dengan organisasi kurikulum pendidikan maupun pelatihan (Sari dkk., 2021). Selain itu, pendidik profesional perlu memahami karakteristik isi materi agar mampu mengelola kelas dengan baik serta memilih bahan ajar dan media pembelajaran yang tepat (Wati & Dewi, 2021). Modul ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan pembelajaran kimia, meningkatkan hasil belajar siswa, serta relevan dengan kebutuhan kontekstual di daerah. Selain menjadi media pembelajaran yang menarik, modul ini juga diharapkan mempersiapkan siswa menjadi generasi yang cerdas, kreatif, dan adaptif, serta mampu mengaplikasikan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari.

METODE

Jenis penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D) menggunakan model ADDIE dengan tahapan Analisis (*Analisis*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluation*), dengan tujuan untuk mengembangkan modul kimia yang berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*).

Subjek penelitian adalah siswa Madrasah Aliyah di Lombok Timur yang akan menggunakan modul kimia berbasis PBL terintegrasi STEAM ini. Penelitian ini menggunakan tiga Madrasah Aliyah di Lombok Timur untuk mewakili subjek penelitian. Objek penelitian adalah modul kimia berbasis PBL terintegrasi STEAM yang dikembangkan. Objek penelitian ini mencakup konten, struktur, dan metode penyampaian materi dalam modul serta bagaimana modul ini dapat mendukung pembelajaran kimia yang dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan daya tarik bagi siswa.

Jenis data dalam penelitian ini menggunakan data kualitatif yakni, a) data validasi modul oleh validator ahli, b) data observasi terkait proses pembelajaran siswa selama uji coba modul untuk mengetahui sejauh mana mereka terlibat dan memahami materi, dan c) Angket digunakan untuk mengumpulkan data mengenai respon guru dan siswa terhadap modul yang telah dikembangkan. Sumber data didapatkan dari validator ahli, siswa MA di Lombok Timur selaku subjek penelitian, guru kimia yang berperan dalam proses pembelajaran dan memberikan masukan tentang modul, serta literature terkait berupa jurnal, buku, dan artikel ilmiah yang relevan untuk memperkuat dasar teori dan latar belakang penelitian. Teknik dan instrumen pengumpulan data melalui:

- Observasi; melakukan observasi terhadap siswa selama proses pembelajaran untuk melihat bagaimana mereka berinteraksi dengan modul dan metode PBL. Instrumen yang digunakan berupa lembar observasi yang berisi daftar ceklis atau rubrik untuk mengamati keterlibatan dan partisipasi siswa selama pembelajaran.
- Validitas dan reliabilitas; mengukur validitas dan reliabilitas dari modul PBL-STEAM menggunakan lembar validasi.
- Angket; teknik ini diterapkan untuk memperoleh data dari siswa dan guru mengenai efektivitas modul kimia berbasis PBL terintegrasi STEAM. Instrumen yang digunakan berupa angket dengan pertanyaan terbuka untuk mendapatkan masukan dan saran dari siswa dan guru.

Analisis data dilakukan melalui teknik validitas data

- Validitas isi, melibatkan 3 orang ahli atau pakar dalam bidang pendidikan kimia untuk menilai apakah modul yang dikembangkan sudah sesuai dengan tujuan penelitian.
- Validitas Konstruk, menggunakan metode analisis faktor untuk memvalidasi konstruk dari modul yang dikembangkan.
- Uji Reliabilitas, menggunakan uji reliabilitas seperti Alpha Cronbach untuk mengukur konsistensi modul yang dikembangkan.

Melakukan analisis kualitatif terhadap data yang diperoleh dari observasi, lembar validasi, dan angket.

HASIL

Penelitian ini dilakukan di tiga Madrasah Aliyah yang ada di Lombok Timur, yakni MA. NI Dasan Makam, MA. NW Kabar, MA Ijtihad Danger. Pengembangan modul ajar kimia berbasis Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEAM pada materi larutan asam–basa yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan salah satu inovasi penting dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran kimia di tingkat Madrasah Aliyah, khususnya di wilayah Lombok Timur. Pembahasan ini mengintegrasikan hasil temuan pada setiap tahap penelitian, analisis kualitas modul, respon para pengguna, serta implikasi modul bagi pembelajaran dan pendidikan secara luas. Secara keseluruhan, proses pengembangan modul mengikuti model ADDIE yang meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Setiap tahap memberikan kontribusi berbeda dalam menghasilkan modul yang tidak hanya valid secara teoritis, tetapi juga praktis dan efektif digunakan oleh guru dan siswa. Selain itu, modul ini mengintegrasikan dua pendekatan pembelajaran modern, yaitu PBL dan STEAM, yang secara bersama-sama bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, literasi sains, serta kemampuan kolaboratif siswa. Pembahasan berikut akan menguraikan secara mendalam semua aspek tersebut secara berkesinambungan.

Produk dikembangkan untuk membantu siswa memahami konsep melalui tahapan utama dalam model PBL, yaitu mengorientasikan siswa pada masalah, membimbing penyelidikan, dan mengembangkan serta mempresentasikan hasil. Pada tahap mengorientasikan siswa pada masalah, peserta didik diarahkan untuk memahami permasalahan atau fenomena awal melalui pemaparan guru atau media pembelajaran. Tahap membimbing penyelidikan menekankan kemampuan siswa dalam menganalisis, mengeksplorasi informasi, menghubungkan konsep, serta melatih berpikir kritis melalui kegiatan diskusi, pencarian data, dan pemecahan masalah. Selanjutnya, tahap mengembangkan dan mempresentasikan hasil bertujuan memperkuat pemahaman siswa dengan memberikan kesempatan untuk menyusun solusi, mempresentasikan temuan, serta melakukan refleksi melalui pertanyaan atau evaluasi singkat.

Tahap analisis dalam pengembangan modul ini menjadi fondasi utama untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di madrasah. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru kimia, diketahui bahwa proses pembelajaran kimia di sekolah masih banyak menghadapi kendala. Salah satu kendala utama adalah anggapan siswa bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang sulit, abstrak, dan berisi banyak hitungan yang membingungkan. Kesulitan ini terutama muncul saat mempelajari materi larutan asam–basa, yang menuntut pemahaman representasi kimia pada tiga level: makroskopis (pengamatan langsung), mikroskopis (partikel), dan simbolik (persamaan kimia

dan perhitungan). Hasil angket awal kepada siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa kesulitan memahami konsep pH, kekuatan asam-basa, reaksi ionisasi, perhitungan pH larutan kuat dan lemah, serta interpretasi perubahan indikator. Kondisi ini semakin diperburuk oleh bahan ajar yang digunakan di kelas yang masih bersifat konvensional, terpaku pada teks, tidak memuat masalah kontekstual, dan kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui pengalaman langsung.

Guru juga menyampaikan bahwa selama ini mereka jarang menggunakan pembelajaran berbasis masalah ataupun pembelajaran berbasis proyek karena keterbatasan referensi dan bahan ajar yang mendukung. Selain itu, keterbatasan sarana laboratorium dan bahan kimia juga membuat guru kesulitan melaksanakan praktikum yang sebenarnya sangat penting untuk pembelajaran kimia. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang memungkinkan siswa tetap dapat melakukan eksperimen meskipun dengan alat dan bahan sederhana. Analisis kebutuhan ini menunjukkan bahwa siswa dan guru membutuhkan modul yang tidak hanya menyajikan materi secara jelas dan komunikatif, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang aktif, investigatif, kolaboratif, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa mata pelajaran kimia pada jenjang MA harus mendukung capaian pembelajaran yang meliputi kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemampuan literasi sains, serta penerapan sains dalam kehidupan. Kurikulum juga mendorong pembelajaran interdisipliner seperti STEAM yang menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam satu kesatuan proses pemecahan masalah. Dengan demikian, pengembangan modul berbasis PBL dan STEAM menjadi sangat sesuai karena kedua pendekatan ini selaras dengan kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek, diferensiasi, dan peran aktif siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan.

Tahap perancangan modul dilakukan dengan menata seluruh komponen modul secara sistematis berdasarkan analisis kebutuhan sebelumnya. Modul dirancang untuk mencakup bagian-bagian penting seperti pendahuluan, peta konsep, tujuan pembelajaran, pemantik berupa masalah kontekstual, uraian materi, lembar kegiatan berbasis PBL, proyek STEAM, evaluasi, serta rubrik penilaian yang komprehensif. Penyajian modul dirancang semenarik mungkin dengan menggabungkan gambar, infografis, tabel, dan ilustrasi yang mempermudah pemahaman siswa. Pada tahap ini, integrasi sintaks PBL diperhatikan secara cermat. Tahap orientasi masalah dalam modul tidak hanya berupa teks, tetapi juga dikembangkan dalam bentuk narasi yang dekat dengan kehidupan siswa, misalnya fenomena Hujan asam, bahan-bahan alami yang bisa dijadikan sebagai sebuah indikator asam basa, ataupun penggunaan jeruk nipis dalam memasak. Narasi-narasi ini bertujuan untuk memantik rasa ingin tahu siswa

dan membuat mereka bertanya tentang konsep kimia yang melatarbelakanginya. Tahap selanjutnya, yaitu pengorganisasian siswa untuk belajar, difasilitasi melalui pembagian peran dan instruksi kerja kelompok. Modul juga menyediakan panduan yang jelas untuk membimbing siswa melakukan penyelidikan, termasuk langkah-langkah eksperimen sederhana yang aman dan mudah dilakukan menggunakan bahan-bahan yang mudah dijumpai, seperti kol merah, bunga sepatu, jeruk, dan cuka.

Integrasi STEAM dalam modul dirancang agar tidak bersifat tempelan, tetapi benar-benar menjadi kerangka berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah. Unsur *Science* difasilitasi melalui uraian teori dan eksperimen asam-basa. Unsur *Technology* diintegrasikan melalui penggunaan alat pengukur pH digital atau aplikasi online pH meter yang dapat diakses melalui smartphone siswa. Unsur *Engineering* diwujudkan melalui kegiatan merancang alat sederhana, seperti pembuatan indikator alami atau alat titrasi sederhana. Unsur *Art* dihadirkan melalui tugas membuat poster edukatif, desain label makanan yang mencantumkan informasi pH, ataupun presentasi visual kreatif. Unsur *Mathematics* hadir dalam berbagai aktivitas seperti menghitung pH, menginterpretasi grafik, dan melakukan analisis numerik. Dengan demikian, modul tidak hanya melatih siswa memahami konsep, tetapi juga mengembangkan kreativitas dan kemampuan interdisipliner.

Tahap pengembangan modul dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen hasil perancangan menjadi satu produk modul yang lengkap. Penyusunan materi dilakukan dengan memperhatikan aspek kebahasaan sesuai kaidah penulisan ilmiah populer yang mudah dipahami siswa. Setiap konsep sulit dijelaskan melalui contoh sederhana, analogi, atau fenomena sehari-hari. Dalam penyusunan kegiatan PBL, modul menyediakan alternatif langkah eksperimen yang dapat dilakukan walaupun sekolah memiliki fasilitas laboratorium yang terbatas. Sebagai contoh, eksperimen pembuatan indikator alami dapat dilakukan menggunakan kol merah yang banyak ditemukan di pasar lokal. Proses validasi oleh ahli materi, bahasa, dan media menunjukkan bahwa modul telah memenuhi standar kelayakan dalam berbagai aspek. Validator memberikan berbagai masukan, misalnya penambahan beberapa ilustrasi untuk memperjelas konsep, penguatan rasional ilmiah dalam beberapa bagian materi, penyederhanaan bahasa, serta penambahan contoh perhitungan pH untuk memperkuat pemahaman siswa. Masukan-masukan tersebut ditindaklanjuti dengan melakukan revisi modul sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih berkualitas.

Proses pengembangan modul ajar dilaksanakan melalui lima tahap model ADDIE, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Pada tahap *Analysis*, dilakukan identifikasi kebutuhan untuk mengetahui kesulitan siswa dalam memahami materi

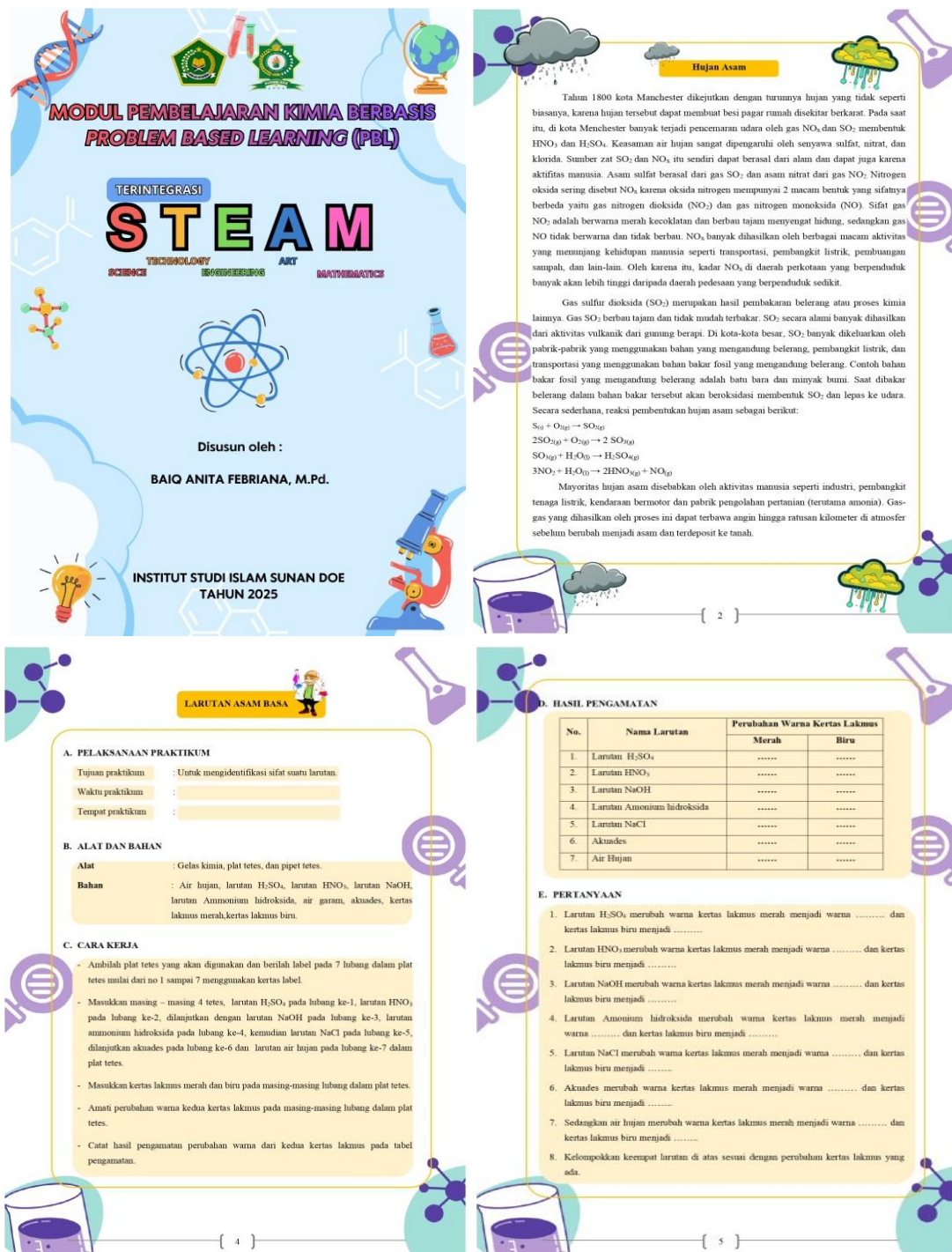
Larutan Asam Basa serta pentingnya penyediaan media pembelajaran yang tepat. Tahap *Design* kemudian difokuskan pada penyusunan rancangan awal modul sesuai kurikulum yang berlaku dan pemilihan komponen pembelajaran yang mendukung tujuan yang ingin dicapai. Selanjutnya, tahap *Development* mencakup proses penyusunan materi, penambahan ilustrasi, serta perumusan soal dan aktivitas yang relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan. Setelah produk selesai dikembangkan, tahap *Implementation* dilakukan melalui uji coba terbatas di tiga MA di Lombok Timur untuk memperoleh hasil respons guru dan siswa terhadap modul ajar yang dikembangkan. Tahap terakhir yaitu *Evaluation* dilakukan dengan meninjau hasil validasi ahli dan umpan balik dari uji coba berupa respon siswa dan guru, sehingga modul ajar dapat direvisi dan disempurnakan sehingga lebih layak digunakan dalam pembelajaran.

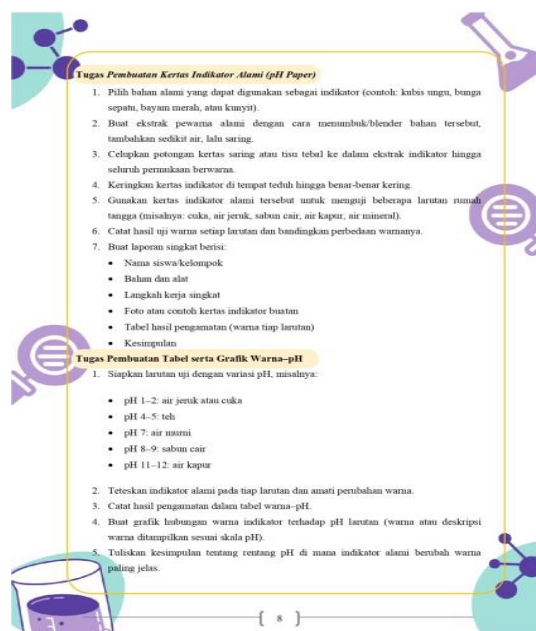
Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba terbatas di tiga sekolah yaitu MA NI Dasan Makam, MA NW Kabar, dan MA Ijtihad Danger. Selama proses implementasi, guru dan siswa memberikan respon yang sangat positif terhadap modul. Guru menyatakan bahwa modul sangat mempermudah pelaksanaan pembelajaran karena modul menyediakan panduan langkah demi langkah yang jelas untuk melaksanakan pembelajaran berbasis masalah. Guru juga mengungkapkan bahwa modul sangat membantu mereka mengintegrasikan aktivitas STEAM yang selama ini jarang mereka lakukan karena keterbatasan bahan ajar. Selama implementasi, tampak perubahan signifikan pada aktivitas belajar siswa. Siswa menjadi lebih aktif bertanya, lebih berani berpendapat, dan lebih terlibat dalam kegiatan kelompok. Mereka terlihat antusias melakukan eksperimen indikator alami dan menganalisis pH larutan dengan menggunakan aplikasi digital. Selain itu, kegiatan proyek seperti pembuatan poster dan presentasi kreatif mendorong siswa mengekspresikan kreativitas mereka.

Meskipun demikian, beberapa tantangan tetap ditemukan dalam implementasi modul. Salah satu kendala utama adalah pengelolaan waktu, karena pembelajaran berbasis masalah dan kegiatan STEAM membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan pembelajaran konvensional. Beberapa siswa yang belum terbiasa dengan pembelajaran mandiri juga mengalami kesulitan pada awalnya. Selain itu, meskipun modul menyediakan alternatif penggunaan alat sederhana, beberapa sekolah tetap mengalami keterbatasan bahan kimia tertentu. Namun, kendala tersebut tidak mengurangi efektivitas modul karena sebagian besar aktivitas dapat dilakukan menggunakan bahan alami atau alat sederhana yang mudah ditemukan.

Modul Ajar yang Dikembangkan

Pembuatan Modul Ajar didesain menggunakan aplikasi *canva pro* yang dilengkapi dengan berbagai fitur dan template yang dapat mendukung pembuatan Modul. Berikut contoh desain Modul Ajar Kimia Berbasis PBL dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.





Gambar 1. Contoh desain modul ajar kimia berbasis PBL terintegrasi STEAM

Kontribusi modul terhadap pembelajaran kimia sangat signifikan. Modul ini membantu siswa memahami konsep asam–basa melalui pengalaman langsung, bukan sekadar melalui teori. Pembelajaran berbasis masalah mendorong siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis dalam menyelesaikan permasalahan. Integrasi STEAM membuat siswa belajar kimia secara interdisipliner sehingga mereka dapat melihat hubungan antara sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Modul ini juga melatih keterampilan proses sains, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi siswa, yang merupakan kompetensi penting di abad ke-21. Modul juga memberikan dampak positif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Siswa merasa lebih tertarik belajar karena kegiatan pembelajaran yang variatif dan tidak monoton. Kegiatan praktikum dan proyek membuat pembelajaran terasa lebih bermakna dan menyenangkan. Modul ini juga dapat mendukung pembelajaran berdiferensiasi karena siswa dapat memilih bentuk presentasi dan produk proyek sesuai minat mereka.

Meskipun modul ini memiliki banyak keunggulan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Modul hanya dikembangkan untuk materi larutan asam–basa sehingga belum mencakup keseluruhan materi kimia. Uji coba dilakukan pada tiga sekolah sehingga belum bisa digeneralisasi untuk semua sekolah di Lombok Timur atau di daerah lain. Selain itu, implementasi PBL membutuhkan waktu lebih lama sehingga guru perlu mengelola waktu secara efektif. Namun, keterbatasan tersebut tidak mengurangi efektivitas modul sebagai bahan ajar yang inovatif dan berkualitas.

Secara keseluruhan, modul ajar kimia berbasis PBL terintegrasi STEAM yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti sangat layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran kimia. Modul ini tidak hanya memberikan pengetahuan konseptual tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi siswa. Modul ini merupakan inovasi penting yang dapat menjadi contoh bagi pengembangan bahan ajar pada materi kimia lainnya. Modul ini juga memberikan kontribusi nyata dalam menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, menyenangkan, dan relevan dengan kehidupan siswa. Dengan demikian, modul ini dapat digunakan secara berkelanjutan sebagai alternatif bahan ajar yang mendukung implementasi kurikulum Merdeka dan pembelajaran abad 21 di berbagai sekolah, khususnya di Lombok Timur.

Hasil Tahapan Pengembangan dengan Model ADDIE

Tahap analisis merupakan langkah awal yang sangat penting dalam pengembangan modul ajar berbasis PBL terintegrasi STEAM. Pada tahap ini dilakukan pengkajian mendalam mengenai kebutuhan pembelajaran melalui analisis kurikulum, karakteristik siswa, serta hambatan-hambatan yang muncul dalam proses belajar. Informasi dari guru dan hasil observasi menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan memahami konsep larutan asam-basa, pH, titrasi, dan laju reaksi karena materi yang bersifat abstrak dan minimnya media belajar yang memberikan pengalaman eksploratif. Bahan ajar yang digunakan sebelumnya juga belum sepenuhnya mendukung penerapan PBL maupun integrasi STEAM, sehingga belum dapat mendorong siswa berpikir kritis dan terlibat aktif dalam proses penyelidikan. Selain itu, Kurikulum saat ini menuntut pembelajaran yang lebih kontekstual, menekankan pemecahan masalah, serta mengembangkan kompetensi abad ke-21. Hasil analisis tersebut menjadi dasar bagi pengembangan modul yang lebih interaktif dan mampu membantu siswa memahami konsep melalui proses investigatif. Analisis Awal dilakukan pada siswa dari MA. NI Dasan Makam, MA. NW Kabar, dan MA Ijtihad Danger. Dengan total sebanyak 60 orang.

Tahap Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan merupakan proses produksi modul secara keseluruhan berdasarkan desain yang telah disusun. Materi pembelajaran ditulis dengan bahasa yang lugas dan mudah dipahami, tetap mengacu pada prinsip ilmiah. Skenario masalah autentik ditambahkan untuk memandu aktivitas PBL pada setiap topik. Aktivitas praktikum sederhana juga disiapkan agar siswa dapat melakukan eksperimen tanpa harus menggunakan fasilitas laboratorium lengkap, termasuk pemanfaatan indikator alami, aplikasi digital, dan alat sederhana berbasis rekayasa.

Integrasi STEAM diterapkan dalam berbagai aktivitas seperti analisis nilai pH (mathematics), penggunaan media digital dan pH meter (technology), pembuatan alat uji sederhana (engineering), penyajian laporan visual (art), dan penjelasan konsep ilmiah (science). Modul yang telah selesai kemudian divalidasi oleh validator ahli untuk menilai kelayakan penyajian, kebahasaan, isi materi, dan tampilan. Saran dan masukan validator digunakan untuk memperbaiki modul agar lebih layak untuk diuji coba.

Tahap Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi, modul diuji coba di kelas XI di tiga Madrasah Aliyah Lombok Timur dengan melibatkan siswa sebagai pengguna langsung. Proses pembelajaran mengikuti skenario yang ada di dalam modul sehingga dapat dilihat bagaimana siswa berinteraksi dengan aktivitas berbasis PBL. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana modul mudah digunakan, apakah instruksi jelas, serta apakah modul mampu mendorong siswa berpikir kritis, berdiskusi, dan memecahkan masalah yang disajikan. Data diperoleh melalui observasi pembelajaran, angket respon siswa, serta hasil belajar. Melalui uji coba ini terlihat bagaimana modul mendukung peningkatan pemahaman siswa, kemampuan bekerja sama, serta keterlibatan mereka dalam aktivitas proyek STEAM. Respons siswa juga dianalisis untuk melihat aspek-aspek yang perlu ditingkatkan, seperti tampilan visual, alur kegiatan, atau tingkat kesulitan soal.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kualitas akhir modul setelah implementasi. Evaluasi dilakukan secara formatif sepanjang proses pengembangan dan secara sumatif setelah modul digunakan dalam pembelajaran. Evaluasi formatif meliputi revisi berdasarkan masukan validator dan hasil observasi uji coba, sedangkan evaluasi sumatif melibatkan analisis hasil belajar siswa, jawaban angket, serta kualitas produk-produk pembelajaran yang dihasilkan siswa. Hasil evaluasi ini menjadi dasar revisi akhir modul, baik dari sisi materi, bahasa, tampilan visual, maupun unsur kegiatan yang ada di dalamnya. Revisi dilakukan untuk memastikan modul benar-benar efektif, mudah dipahami, serta sesuai kebutuhan pembelajaran kimia. Setelah revisi akhir, modul dinyatakan siap digunakan sebagai bahan ajar inovatif berbasis PBL terintegrasi STEAM.

Pada tahap evaluasi, hasil validasi ahli, guru, dan siswa menunjukkan bahwa modul memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Validasi ahli menghasilkan skor rata-rata 91,84% yang menunjukkan bahwa modul termasuk kategori sangat valid dan layak digunakan.

Validasi ini mencakup aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Aspek isi dinilai tinggi karena materi sesuai kurikulum dan mendukung pembentukan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Aspek penyajian dinilai sistematis dan memfasilitasi pembelajaran aktif. Aspek kebahasaan dinilai komunikatif dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa. Aspek kegrafikan menunjukkan bahwa modul memiliki tampilan menarik, harmonis, dan mudah dipahami.

Hasil Respon Guru dan Siswa

Hasil respon Guru

Pengukuran respon guru Kimia dilakukan menggunakan angket respon guru untuk menilai apakah rancangan produk secara rasionalakan lebih efektif dari yang lama atau tidak. Adapun guru kimia yang menjadi validator untuk modul yang dikembangkan adalah Ibu Baiq Fitri Hidayati, M.Pd guru kimia dari MA. NI Dasan Makam, Ibu Hidia, S.Pd guru dari MA Al-Ijtihad Danger dan Ibu Baiq Miftahul Jannah, M.Pd guru dari MA. NW Kabar. Hasil dari validasi berupa penilaian serta saran tentang media pembelajaran yang terdapat pada angket yang telah disediakan oleh peneliti yang selanjutnya akan di perbaiki sesuai dengan saran Guru Kimia. Hasil analisis tingkat kevalidan berdasarkan respon guru dan siswa dari tiga Madrasah Aliyah di Lombok Timur dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 berikut ini:

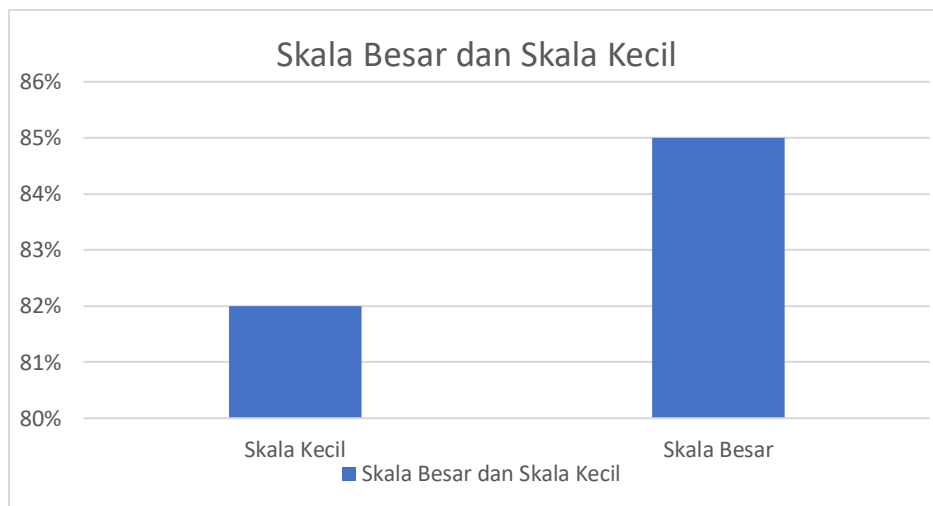
Tabel 1. Hasil analisis respon guru

Aspek	Guru Kimia I	Guru Kimia 2	Guru Kimia 3	Nilai Akhir	Kriteria
Kemenarikan Modul	96	96,5	97	96,5%	Valid
Isi Modul	82	83	90	85%	Valid
Kemudahan penggunaan Modul	88	90	92	90%	Valid
Manfaat Modul	87	83	85	85%	Valid
Rata-rata	89,125%				Valid

Respon guru dengan nilai rata-rata 89,125% menunjukkan bahwa modul sangat praktis digunakan. Guru menyatakan bahwa modul membantu mereka menyajikan pembelajaran inovatif, memudahkan pelaksanaan praktikum sederhana, dan meningkatkan minat siswa dalam belajar. guru merasa modul menarik, mudah dipahami, dan memberikan pengalaman belajar baru yang berbeda dengan metode pembelajaran konvensional.

Hasil uji coba modul kimia menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar peserta didik baik pada kelompok kecil maupun kelompok besar. Pada tahap uji coba kelompok kecil, rata-rata nilai hasil belajar yang diperoleh peserta didik adalah 82, yang termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa modul kimia yang dikembangkan telah mampu membantu

peserta didik dalam memahami materi pembelajaran serta mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Selanjutnya, pada uji coba kelompok besar, rata-rata nilai hasil belajar peserta didik meningkat menjadi 85, yang berada pada kategori sangat baik. Peningkatan nilai rata-rata ini mengindikasikan bahwa modul kimia semakin efektif ketika diterapkan pada jumlah peserta didik yang lebih besar. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul kimia yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar, karena mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara konsisten pada uji coba kelompok kecil maupun kelompok besar. Jika dibuatkan dalam bentuk diagram, dapat dilihat pada diagram di bawah ini .



Gambar 2. Diagram hasil belajar pada kelompok kecil dan besar

Selain itu juga dilakukan dengan pengujian N-gain, pada tahap uji N-gain bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kemampuan siswa dalam memahami materi yang ada dalam modul.

Tabel 2. Hasil uji N-gain

No	Kelas	Hasil Uji N-gain
1	Uji Skala Kecil	0,56
2	Uji Skala Besar	0,57

Data yang digunakan dalam analisis data adalah data yang diperoleh dari pretest dan posttest. Dari tabel 4.7 data uji N-gain skala kecil diperoleh angka 0,52 pada skala kecil dengan kategori “tinggi”. Sedangkan dari data uji N-gain skala besar diperoleh angka 0,57 dengan kategori “tinggi.”

Hasil analisis respon siswa terhadap modul kimia berbasis PBL dari ketiga Madrasah Aliyah dijabarkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Hasil analisis respon siswa

Aspek	Nilai Akhir	Kriteria
Kemenarikan Modul	85,25%	Valid/Layak
Isi Modul	84,31%	Valid/Layak
Kemudahan penggunaan Modul	86,49%	Valid/Layak
Manfaat Modul	84,33%	Valid/Layak
Rata-rata	86,48%	Valid/Layak

Hasil validasi respon siswa terhadap modul kimia yang dikembangkan menunjukkan respon yang sangat positif pada seluruh aspek yang dinilai. Pada aspek kemenarikan modul, diperoleh persentase sebesar 85,25% dengan kategori sangat baik. Capaian ini menunjukkan bahwa desain visual modul, seperti pemilihan warna, tata letak, penggunaan gambar dan ilustrasi, serta variasi aktivitas pembelajaran, mampu menarik perhatian siswa dan meningkatkan minat mereka untuk mempelajari materi yang disajikan. Modul yang menarik secara visual juga berperan penting dalam menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan tidak monoton.

Pada aspek isi modul, diperoleh persentase sebesar 84,31% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa materi dalam modul telah disusun secara sistematis, sesuai dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran, serta disajikan dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa. Selain itu, kelengkapan materi, contoh-contoh yang relevan, dan latihan soal yang disertakan dalam modul membantu siswa dalam memperdalam pemahaman konsep kimia secara bertahap.

Aspek kemudahan penggunaan modul memperoleh persentase tertinggi yaitu 86,49% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa modul dirancang dengan petunjuk penggunaan yang jelas, alur pembelajaran yang runtut, serta aktivitas yang mudah diikuti oleh siswa. Kemudahan penggunaan ini memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri maupun dengan bimbingan minimal dari guru, sehingga modul dapat berfungsi sebagai sumber belajar alternatif yang efektif. Sementara itu, pada aspek manfaat modul, diperoleh persentase sebesar 84,33% yang juga berada pada kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa modul memberikan manfaat nyata bagi siswa, antara lain membantu meningkatkan pemahaman materi, menumbuhkan motivasi belajar, serta mendukung keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Modul juga dinilai mampu membantu siswa mengaitkan materi kimia dengan konteks kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Berdasarkan keseluruhan hasil validasi respon siswa tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul kimia yang dikembangkan sangat layak/valid digunakan sebagai bahan ajar. Tingginya persentase pada setiap aspek menunjukkan bahwa modul tidak hanya memenuhi kriteria kelayakan dari segi tampilan dan isi, tetapi juga efektif, mudah digunakan, dan bermanfaat dalam mendukung proses serta hasil belajar siswa.

DISKUSI

Penelitian ini berhasil mengembangkan modul kimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM pada materi larutan asam-basa menggunakan model ADDIE. Berdasarkan hasil penelitian, modul yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

Pertama, dari segi validitas, modul ini dinyatakan sangat valid oleh ahli materi, bahasa, dan media dengan rata-rata skor 91,84%. Tingginya nilai validitas ini sejalan dengan pendapat Sulastri et al., (2023) yang menyatakan bahwa evaluasi formatif dalam penelitian pengembangan sangat krusial untuk memastikan kelayakan produk pembelajaran. Keunggulan modul terletak pada integrasi komponen STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*) yang tidak hanya bersifat tempelan, namun terstruktur dalam aktivitas siswa. Misalnya, aspek *Engineering* dan *Art* terlihat jelas pada proyek pembuatan indikator alami dan poster edukatif, yang terbukti mampu memvisualisasikan konsep abstrak asam-basa menjadi lebih konkret.

Kedua, dari segi kepraktisan, respon guru dan siswa sangat positif. Guru memberikan nilai kepraktisan sebesar 89,125%, dan respon siswa mencapai rata-rata 86,48%. Hal ini mengindikasikan bahwa modul mudah digunakan dan menarik. Temuan ini mendukung penelitian Rosidah & Saputra (2021) yang menyebutkan bahwa bahan ajar berbasis R&D efektif jika dirancang sesuai kebutuhan pengguna. Desain visual menggunakan Canva Pro dan penyajian masalah kontekstual (seperti hujan asam) terbukti meningkatkan antusiasme siswa yang sebelumnya menganggap kimia sulit dan membosankan.

Ketiga, dari segi efektivitas, terdapat peningkatan signifikan pada hasil belajar siswa. Rata-rata nilai meningkat dari 82 pada uji coba kelompok kecil menjadi 88 pada uji coba kelompok besar. Peningkatan ini juga dikonfirmasi oleh nilai N-gain sebesar 0,57 (kategori tinggi). Efektivitas ini dapat diatribusikan pada penerapan model PBL yang menuntut siswa untuk aktif memecahkan masalah. Sebagaimana dinyatakan oleh Cahyanti et al. (2024) dan Yasin (2023), integrasi PBL dengan media pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan hasil belajar siswa. Selain itu, pendekatan STEAM memberikan pengalaman

belajar interdisipliner yang memperkuat pemahaman konsep melalui aplikasi nyata, selaras dengan temuan Barkah (2024) bahwa STEAM adalah strategi efektif untuk meningkatkan kecakapan abad 21.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengembangan dan hasil uji coba yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Telah dihasilkan produk berupa Modul Kimia Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi STEAM pada materi Larutan Asam Basa untuk siswa Madrasah Aliyah di Lombok Timur. Modul dikembangkan melalui tahapan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan dinyatakan sangat layak oleh validator ahli dengan persentase kevalidan 91,84%.
- Modul ajar ini terbukti praktis dan mendapatkan respon sangat positif dari pengguna. Respon guru mencapai 89,125% dan respon siswa sebesar 86,48% dengan kategori sangat baik, menunjukkan bahwa modul ini menarik, mudah dipahami, dan bermanfaat dalam proses pembelajaran.
- Modul ajar ini efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini dibuktikan dengan perolehan rata-rata nilai *post-test* sebesar 88 pada uji coba kelompok besar dan skor N-gain sebesar 0,57 yang termasuk dalam kategori tinggi. Dengan demikian, modul ini layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri maupun pendamping di sekolah untuk meningkatkan pemahaman konsep kimia siswa.

REFERENCES

- Aqsalita, W., Masfuah, S., & Kuryanto, M. S. (2025). Effectiveness of the Problem-Based Learning (PBL) Model Integrating STEAM on Science Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 14, 1-10.
- Barkah, E. S., Awaludin, D., & Bahtiar, M. I. E. A. (2024). Implementasi Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics): Strategi Peningkatan Kecakapan Abad 21. *Jurnal Syntax Admiration*, 5 (9), 3501-3511.
- Cahyanti, W., Damayanti, A. T., Wigati, T., & Suyoto, S. (2024). Implementasi Model Problem-Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pendidikan Pancasila Siswa Kelas V. *Jurnal Inovasi Evaluasi dan Pengembangan Pembelajaran*, 4 (2), 223-229.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PBL (Project-Based Learning) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis.
- Hayat, N. S. (2024). Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta 2024.
- Jørgensen, K. M. (2024). Storytelling: How to Become Who You Are Through Problem-Based Learning. *Journal of Problem-Based Learning in Higher Education*, 12 (2), 42-52.

- Jusrana, J., Yunus, M., & Husain, H. (2022). Analisis Pemahaman Konsep Menggunakan Instrumen Three Tier Multiple Choice Diagnostic Test pada Materi Asam Basa Kelas XI SMA Negeri 9 Bone. *Chemistry Journal of Islamic Sciences and Chemistry Education*, 23 (1), 99-108.
- Nurhayati, N., Sulastry, T., & Aulia, A. (2023). Pengembangan E-Modul Asam Basa Model Project Based Learning (PJBL) Terintegrasi Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) pada Peserta Didik SMKN 9 Bulukumba. *Chemical Education Review*, 6 (2), 127-136.
- Pratama, A. R., & Widodo, S. A. (2022). Validity and Practicality of Instructional Modules Developed Using the R&D Model. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 17 , 120-134.
- Pratami, H. M., Muharini, R., & Rasmawan, R. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Hidrolisis Garam untuk Menumbuhkan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik VIII.
- Rahmawati, F., & Kuswanto, H. (2021). Development of Digital Learning Materials to Enhance Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10 (3), 512-520.
- Rahmi, P., Oviana, W., Jannah, M., Hayati, Z., & Uswanti, D. (2024). Improvement of Learning Outcomes and Conceptual Understanding of Grade V Students Through the Use of a Problem-Based Learning Model Assisted by Realia Media. *Pionir: Jurnal Pendidikan*, 13 (3), 15-25.
- Rosadi, D. A., M., Budilaksono, D. S., M., Lambas, D., Prayitno, E. H.,, Suwarno, ., M., Kartiansyah, A., Fauzi, S., Mulyadi, D., Marlisa, I. R., Muhthiarsha, Y, M., (2019). Unit Pembelajaran STEAM Terintegrasi PBL SMA Kelas XI Lintas Mata Pelajaran Kimia, Fisika, Matematika, Engineering and Technology, Elektronika Dasar dan Animasi Topik Pembuatan Alat Deteksi Api.
- Rosidah, N., & Saputra, R. (2021). The Effectiveness of R&D-Based Teaching Materials on Students' Problem-Solving Skills. *Journal of Education and Practice*, 12 (5), 45-53.
- Sahfitri, C. D. R., & Winarni, S. (2021). Identifikasi Kesulitan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Asam Basa dengan Menggunakan Instrumen Four-Tier Multiple Choice Diagnostic Test Di SMA 9.
- Sulastri, E., Amrullah, A., & Nurfajri, D. (2023). Formative Evaluation in Educational Development Research: Improving the Feasibility of Learning Products. *Journal of Learning Development and Innovation*, 4 (2), 98-110.
- Susanto, S. (2020). Efektivitas Small Group Discussion dengan Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Pendidikan Modern*, 6 (1), 1-10.
- Warr, M., Dicochea, L., Alvarez Flores, S. M., Holmes, T., O'Connor, B. H., Garcia, D., & Martinez Orozco, R. (2025). Leveraging Interdisciplinary Problem-Based Learning for Social Impact in Graduate Education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 19 (1).
- Yasin, M. (2023). Systematic Literature Review: Integrasi Model Problem Based Learning dengan Media Pembelajaran dalam Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Learning Bulletin*, 4 (2), 1-15.