

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM KIMIA PADA MATERI LAJU REAKSI BERBASIS PBL BERORIENTASI *GREEN CHEMISTRY*

Rahadatul Aisy^{1*}, Irhamni², Solfarina³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa No. 25
Kota Serang, Banten 42117, Indonesia.

* Coresponding Author. E-mail: 2282210053@untirta.ac.id

Received: 21 September 2025

Accepted: 31 Mei 2026
doi: 10.29303/cep.v9i1.10249

Published: 31 Mei 2026

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas atau kelayakan dan hasil respon angket peserta didik terhadap modul praktikum kimia pada materi laju reaksi yang telah dibuat. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE dengan tahapan analisis (*Analyze*), desain (*Design*), pengembangan (*Development*), implementasi (*Implement*), dan evaluasi (*Evaluate*). Modul praktikum ini telah divalidasi oleh 7 orang ahli media dan materi dengan syarat $V_{hitung} \geq V_{tabel}$ ($V_{tabel} = 0,82$). Hasil validitas yang diperoleh dari ahli media sebesar 0,91 dan validitas ahli materi sebesar 0,94 yang dapat dinyatakan "Valid". Kemudian berdasarkan hasil angket respon 34 peserta didik terhadap modul praktikum laju reaksi memperoleh kategori "sangat layak" dengan nilai 87%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul praktikum laju reaksi ini dinyatakan valid dan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata Kunci: Modul Praktikum, Laju Reaksi, PBL, *Green Chemistry*.

DEVELOPMENT OF CHEMISTRY PRACTICAL MODULE ON REACTION RATE MATERIAL BASED ON GREEN CHEMISTRY ORIENTED PBL

Abstract

This study aims to determine the validity or and feasibility of the results of student questionnaire responses to the chemistry practicum module on the reaction rate material that has been created. This study uses the ADDIE development model with the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. This practicum module has been validated by 7 media and material experts with the condition that $V_{count} \geq V_{table}$ ($V_{table} = 0.82$). The validity results obtained from media experts were 0.91, and the validity of material experts was 0.94, which can be stated as "Valid". Then, based on the results of the questionnaire responses of 34 students to the reaction rate practicum module, it obtained the category "very feasible" with a value of 87%. So it can be concluded that this reaction rate practicum module is declared valid and very feasible to be used as a learning medium.

Keywords: Practical Module, Reaction Rate, PBL, *Green Chemistry*.

PENDAHULUAN

Dalam pembelajaran kimia, pemahaman yang mendalam tentang konseptual dan keterampilan praktis sangatlah penting. Salah satu materi yang sering dianggap sulit oleh siswa ialah laju reaksi, karena materi ini melibatkan konsep yang abstrak dan memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhinya. Oleh karena itu,

diperlukan metode pembelajaran yang dapat menghubungkan antara teori dan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya yaitu dengan kegiatan praktikum yang disusun secara sistematis untuk membantu memahami materi kimia.

Salah satu media yang digunakan untuk mendukung pembelajaran kimia yang berbasis eksperimen ini ialah modul praktikum. Tetapi, dalam praktiknya di sekolah modul praktikum

yang diterapkan masih bersifat umum, dan tidak sepenuhnya dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan bertanggung jawab. Modul yang hanya memberikan petunjuk tentang prosedur saja tanpa meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa, sehingga sering kali kegiatan praktikum yang dilakukan menjadi tidak bermakna. Hal ini bertentangan dengan tujuan kurikulum merdeka, yang mementingkan pada pembelajaran aktif, kontekstual, dan berfokus pada siswa (Kemendikbudristek, 2022).

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) kenyataannya telah digunakan pada kegiatan belajar, tetapi tidak diterapkan dalam praktikum. Dimana kegiatan praktikum juga adalah kegiatan pembelajaran yang termasuk ke dalam model PBL. PBL ialah metode belajar dengan menggunakan situasi nyata sebagai dasar belajar membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, dan memahami konsep penting. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Baqiyatusshalihah dkk. 2023) menyatakan bahwa pembelajaran kimia dengan metode PBL dapat mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pemecahan masalah. menyampaikan pendapat, dan terlibat secara aktif dalam diskusi.

Modul ini menekankan pada prinsip *green chemistry*, yaitu konsep kimia yang bertujuan untuk mengurangi limbah, penggunaan bahan berbahaya, serta dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Menurut (Mitarlis et al., 2023), menyatakan bahwa penggunaan bahan kimia yang aman, efisiensi energi, pencegahan limbah, dan penerapan prinsip *green chemistry* dapat dilakukan dalam pembelajaran kimia. Modul praktikum ini disusun dalam bentuk cetak dengan visual menarik menggunakan aplikasi canva. Modul praktikum yang dirancang berisi tahapan PBL yang terhubung dalam setiap praktikum laju reaksi, dan menggunakan bahan-bahan yang sesuai dengan prinsip *green chemistry*. Dengan pendekatan ini, siswa diharapkan tidak hanya memahami materi saja, tetapi juga dapat memperoleh pengalaman belajar kontekstual dan bermakna.

Dengan mempertimbangkan situasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan “Modul Praktikum Kimia Pada Materi Laju Reaksi Berbasis PBL Berorientasi *Green Chemistry*” yang valid dan layak untuk digunakan dalam proses belajar. Modul ini diharapkan dapat bermanfaat untuk

pengembangan media yang inovatif, edukatif, dan sesuai dengan kurikulum saat ini.

METODE

Dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Model ini dipilih karena sifatnya yang fleksibel dan sistematis dalam proses desain untuk mengevaluasi suatu produk pembelajaran (Branch, 2009; Juwariyah et al., 2025). Uji terbatas ini dilakukan di SMA Yadika 10 Kosambi Tangerang, dengan 34 orang siswa kelas XI yang telah mempelajari materi laju reaksi.

1. Uji Validitas Modul Praktikum

Uji validitas dilakukan oleh ahli media dan ahli materi yang terdiri atas 7 orang validator, diantaranya seorang dosen pendidikan kimia Universitas Pendidikan Indonesia, dan enam guru kimia dari daerah Tangerang dan Pandeglang. Pada tahap validasi, metode analisis data menggunakan rumus Aiken's untuk menentukan tingkat validitas dari modul yang dibuat. Instrumen dapat dikatakan valid apabila nilai $V_{hitung} \geq V_{tabel}$ ($V_{tabel} = 0,82$) (Aiken, 1985). Uji validitas diukur menggunakan penilaian berupa skala likert dengan jawaban yaitu 5 = sangat setuju, 4 = setuju, 3 = kurang setuju, 2 = tidak setuju, dan 1 = sangat tidak setuju. Data yang diperoleh akan dihitung menggunakan rumus Aiken's yaitu *content validity coefficient* (V):

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

dimana, $S = R - I_0$

Keterangan:

V = *Content validity coefficient*

I_0 = Skor penilaian terendah

R = Skor dari validator

n = Jumlah validator

c = Banyaknya kategori

Kemudian dibuat dalam bentuk persentase dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai persentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100\%$$

Tabel 1. Kategori Nilai Persentase Uji Validitas

Persentase (%)	Skor
81 – 100	Sangat Layak
61 – 80	Layak

41 – 60	Cukup Layak
21 – 40	Kurang Layak
0 – 20	Sangat Tidak Layak

2. Analisis Data Angket Respon Peserta Didik

Hasil angket respon peserta didik terhadap modul praktikum yang telah dibuat dianalisis menggunakan skala likert dengan jawaban yaitu 5 = sangat setuju, 4 = setuju, 3 = kurang setuju, 2 = tidak setuju, dan 1 = sangat tidak setuju. Hasil yang diperoleh akan dijabarkan ke dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{fi}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kepraktisan

f_i = Jumlahs kor

n = Nilai skor maksimum ke-i

Kemudian, hasil yang diperoleh disesuaikan dengan kategori kepraktisan ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Kategori Persentase Kepraktisan

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE dengan tahapan pengembangan yang meliputi analisis (analisis kebutuhan dengan wawancara oleh guru kimia, analisis materi, dan analisis kurikulum), membuat rancangan praktikum laju reaksi, pengembangan modul praktikum laju reaksi dengan melakukan validasi oleh 7 validator ahli media dan materi, melakukan implementasi terhadap 34 orang siswa kelas XI SMA Yadika 10, serta melakukan evaluasi terhadap seluruh tahapan yang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas atau kelayakan dan hasil respon angket peserta didik terhadap modul praktikum yang telah dibuat.

Modul praktikum laju reaksi ini terdiri dari empat topik, yaitu pengaruh luas permukaan,

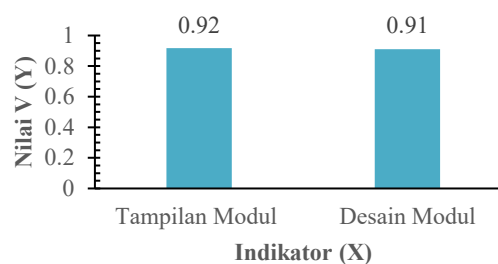
pengaruh suhu, pengaruh konsentrasi, dan pengaruh katalis. Dalam setiap praktikum tersebut menggunakan prinsip *green chemistry* serta dihubungkan dengan sintak *Problem Based Learning* (PBL) yang terdiri atas orientasi masalah, organisasi belajar, penyelidikan berkelompok, penyajian hasil, refleksi dan evaluasi. Modul praktikum ini dirancang untuk memfasilitasi siswa untuk memahami materi laju reaksi melalui praktikum, sehingga modul ini dapat menjadi panduan agar siswa mengerti prosedur kerja yang akan dilakukan ketika akan praktikum.

1. Hasil Uji Validitas Modul Praktikum

Uji validitas ini dilakukan oleh ahli media dan ahli materi yang terdiri atas 7 validator diantaranya seorang dosen pendidikan kimia Universitas Pendidikan Indonesia, dan enam guru kimia dari daerah Tangerang dan Pandeglang.

a. Validasi Ahli Media

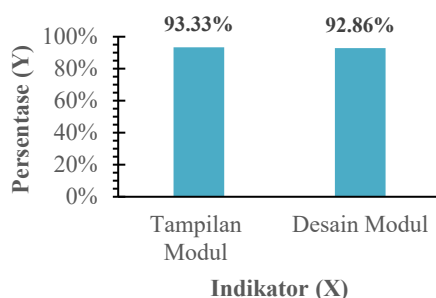
Validasi ini dilakukan untuk menilai kevalidan dan kelayakan dari media pengembangan. Aspek yang dinilai dalam validasi ahli media ini terdiri atas tampilan dan desain modul praktikum laju reaksi yang dibuat. Hasil yang diperoleh pada validasi ahli media ini menunjukkan nilai V_{hitung} sebesar 0,91 yang melebihi nilai V_{tabel} 0,82. Adapun grafik nilai V_{hitung} dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Nilai V_{hitung} Ahli Media

Berdasarkan grafik nilai V_{hitung} diatas diperoleh nilai untuk indikator tampilan modul sebesar 0,92. Indikator tampilan modul meliputi aspek visual modul seperti kerapian tata letak, pemilihan warna dan gambar, serta ukuran huruf yang jelas. Nilai 0,92 menunjukkan bahwa modul ini sangat menarik secara visual. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sari dkk., 2023) yang menjelaskan bahwa modul dengan tampilan yang baik cenderung mendapatkan penilaian positif dari pengguna dan tampilan modul yang menarik dapat meningkatkan minat belajar siswa secara

signifikan. Dan indikator desain modul praktikum memperoleh nilai sebesar 0,91. Indikator desain modul berkaitan dengan penataan isi, *cover*, dan struktur modul secara keseluruhan agar mudah dipahami. Nilai 0,91 menunjukkan bahwa desain modul sudah rapi dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Berdasarkan penelitian (Azizah et al., 2021) menunjukkan bahwa desain modul yang baik (struktur materi logis, sampul menarik, dan navigasi jelas) memudahkan peserta didik dalam memahami materi, sesuai dengan literatur media pembelajaran interaktif. Sehingga diperoleh rata-rata dari kedua indikator tersebut sebesar 0,91. Selanjutnya, terdapat grafik persentase hasil validasi media yang dapat dilihat pada Gambar 2.



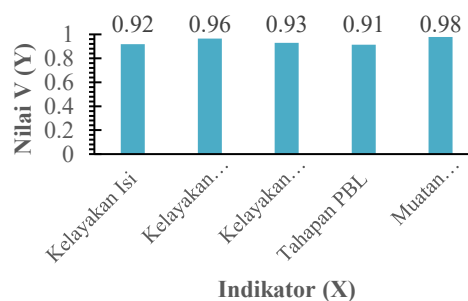
Gambar 2. Persentase Ahli Media

Berdasarkan grafik persentase diatas diperoleh hasil validasi media dengan indikator tampilan modul praktikum sebesar 93,33%, dimana tata letak modul praktikum tersusun rapi, warna yang digunakan serasi dan tidak berlebihan, serta navigasi atau alur membaca mudah diikuti. Konsistensi elemen visual dan penggunaan tipografi yang jelas menunjang keterbacaan dan menarik perhatian siswa. Hal ini sejalan dengan temuan (Hadawang dkk., 2025) yang menyatakan bahwa tata letak dan warna yang konsisten dapat meningkatkan kenyamanan belajar dan fokus siswa dalam membaca bahan ajar cetak. Dan indikator desain modul praktikum memperoleh nilai sebesar 92,86%, yang menunjukkan bahwa konten dan ilustrasi disusun secara terpadu dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Visual yang menarik dan penyusunan konten yang sistematis membuat modul mudah digunakan dalam kegiatan praktik. Desain seperti ini terbukti dapat mendukung motivasi belajar dan efektivitas pembelajaran, sebagaimana dijelaskan oleh (Cuhandi et al., 2025) yang menemukan bahwa desain modul yang baik dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep abstrak dalam pembelajaran *sains*. Kemudian diperoleh rata-rata persentase terhadap kedua indikator tersebut

sebesar 93,10%. Sehingga dapat disimpulkan juga bahwa dengan persentase ini validasi atas media yang telah dibuat dapat dikategorikan “sangat layak”.

b. Validasi Ahli Materi

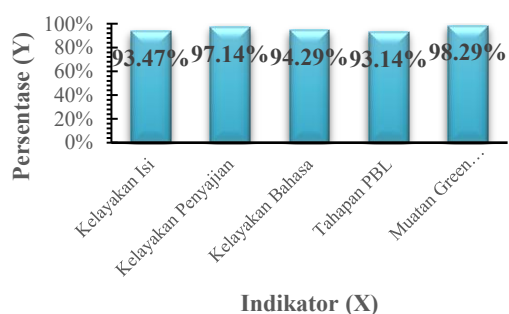
Validasi ini dilakukan untuk menilai kevalidan dan kelayakan suatu materi. Aspek yang dinilai dalam validasi ahli materi ini terdiri atas kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, tahapan *problem based learning* (pbl), dan muatan *green chemistry*. Hasil yang diperoleh dari validasi ahli materi ini menunjukkan nilai V_{hitung} sebesar 0,94 yang melebihi nilai V_{tabel} 0,82. Adapun grafik nilai V_{hitung} dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai V_{hitung} Validasi Ahli Materi

Berdasarkan grafik nilai V_{hitung} diatas diperoleh nilai untuk indikator kelayakan isi sebesar 0,92, hal ini menunjukkan bahwa isi modul sangat sesuai dengan tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran. Berdasarkan penelitian (Dinata & Zainul, 2020), aspek kelayakan isi meliputi kesesuaian materi dengan CP dan TP, ketepatan materi, kemutakhiran isi, dan kemampuannya dalam mendorong rasa ingin tahu siswa. Dengan nilai validitas isi yang tinggi, modul ini dapat dikatakan sangat layak untuk digunakan. Indikator kelayakan penyajian memperoleh nilai sebesar 0,96, yang menunjukkan bahwa struktur dan tata letak modul sangat sistematis dan mudah diikuti oleh siswa. Hal ini menggarisbawahi bahwa tampilan keseluruhan yang jelas (seperti penggunaan tata letak, gambar, dan ilustrasi) dapat menarik perhatian siswa dan memudahkan pemahaman. Dengan kata lain, modul laju reaksi ini telah memenuhi kriteria penyajian yang baik serta alur pikir yang logis, tampilan konsisten, dan media pendukung yang sesuai (gambar/grafik). Kondisi ini sesuai dengan temuan bahwa modul atau e-handout dengan tata letak yang informatif dapat meningkatkan efektivitas belajar siswa (Natalia et al., 2025).

Indikator kelayakan bahasa memperoleh nilai sebesar 0,93, artinya penggunaan bahasa modul sangat komunikatif dan sesuai dengan kaidah EYD. Penggunaan bahasa yang baik (sistematis dan sesuai tingkat perkembangan siswa) sangat penting agar siswa dapat cepat memahami isi modul (Natalia et al., 2025). Indikator tahapan *problem based learning* (pbl) memperoleh nilai sebesar 0,91 menunjukkan bahwa langkah-langkah PBL telah terintegrasi secara penuh dalam modul (misalnya orientasi masalah, penyelidikan, hingga refleksi). Hal ini sejalan dengan penelitian (Fitri & Iryani, 2023) yang menjelaskan bahwa penerapan sintaksis PBL dalam modul dianggap layak karena efektif dalam mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah dengan tepat. Indikator muatan *green chemistry* sebesar 0,98, hal ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip *green chemistry* telah tertanam secara komprehensif dalam materi laju reaksi. *Green chemistry* sendiri diartikan sebagai suatu pendekatan yang meminimalisir penggunaan bahan kimia berbahaya dan mencegah terjadinya pencemaran, dengan tujuan untuk melindungi kesehatan manusia dan menjaga kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, berdasarkan penelitian (Putri, 2022) penerapan materi ini dalam modul sangat relevan untuk membiasakan siswa dalam mempelajari kimia secara ramah lingkungan, dimana keberhasilan pengintegrasian *green chemistry* dengan perolehan skor mendekati 1,0 menunjukkan bahwa modul ini tidak hanya menyampaikan konsep laju reaksi secara akademis, tetapi juga menanamkan kesadaran akan keberlanjutan lingkungan. Sehingga diperoleh rata-rata dari kelima indikator tersebut sebesar 0,94. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa validasi materi ini dikatakan "Valid" karena nilai V_{hitung} lebih besar dari V_{table} yaitu 0,82. Selanjutnya terdapat grafik persentase hasil validasi materi yang dapat dilihat pada Gambar 4.



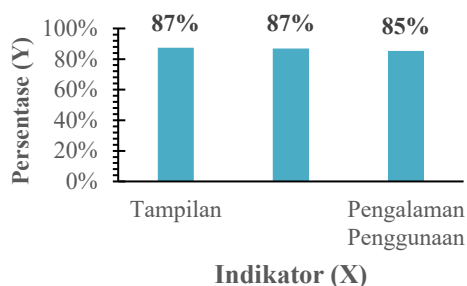
Gambar 4. Grafik Persentase Ahli Materi

Berdasarkan grafik persentase diatas diperoleh hasil validasi materi dengan indikator kelayakan isi sebesar 93,47% yang menunjukkan bahwa materi modul praktikum yang dibuat sudah sangat sesuai dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran. Materi disajikan secara akurat, lengkap, dan mendalam sehingga mendukung pemahaman konsep laju reaksi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Jehadut et al., 2023) yang menyatakan bahwa modul dengan muatan yang relevan dan ilmiah dapat meningkatkan kualitas pembelajaran kimia. Indikator kelayakan penyajian memperoleh nilai sebesar 97,14%, hal ini menunjukkan bahwa penyajian materi dalam modul sangat baik, dengan struktur yang sistematis dan tampilan visual yang menarik. Penyajian seperti ini dapat memudahkan siswa memahami langkah-langkah praktik dan konsep teoritis, seperti pada penelitian (Sundusiyah et al., 2023) yang menunjukkan bahwa modul dengan urutan materi yang jelas dan media pendukung yang memadai dapat dikatakan sangat layak. Indikator kelayakan bahasa memperoleh nilai 94,29%, hasil ini menunjukkan bahwa modul dinilai jelas, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa. Bahasa yang baik juga sangat penting untuk menghindari kesalahpahaman dalam praktik laboratorium. Berdasarkan penelitian (Jehadut et al., 2023), menyatakan bahwa bahasa yang baik dan benar dalam modul dapat meningkatkan kelancaran pemahaman konsep dan prosedur praktikum. Indikator tahapan *problem based learning* (pbl) memperoleh nilai 93,14%, hasil tersebut menunjukkan bahwa langkah-langkah PBL seperti identifikasi masalah hingga refleksi telah terlaksana secara lengkap. Hal ini sesuai dengan penelitian (Jehadut et al., 2023) bahwa penerapan langkah-langkah PBL pada modul praktikum laju reaksi diharapkan mampu membangun proses berpikir kritis dan kreatif siswa sesuai model PBL, dimana siswa akan terlibat aktif dalam menyelesaikan masalah eksperimen. Indikator muatan *green chemistry* memperoleh nilai 98,29%, berdasarkan hasil tersebut secara teori (Sundusiyah et al., 2023) unsur *green chemistry* dalam praktikum dapat meningkatkan kepedulian lingkungan dan kualitas pembelajaran siswa, dimana dengan skor 98,29% ini modul praktikum laju reaksi telah memenuhi kaidah *green chemistry* yaitu dari segi isi dan kegiatan praktikum yang ramah lingkungan telah terpenuhi secara menyeluruh, sehingga menunjukkan bahwa modul tersebut sangat layak digunakan dalam pembelajaran kimia. Kemudian

diperoleh rata-rata persentase terhadap kelima indikator tersebut sebesar 95,27%. Sehingga dapat disimpulkan juga bahwa dengan persentase ini validasi atas materi yang telah dibuat dapat dikategorikan “sangat layak”.

1. Hasil Angket Respon Peserta Didik

Uji coba ini melibatkan 34 orang peserta didik SMA Yadika 10. Angket respon peserta didik terdiri dari 3 indikator penilaian yaitu indikator tampilan modul praktikum, indikator penyajian isi, dan pengalaman penggunaan mereka ketika menggunakan modul ini. Adapun hasil angket respon peserta didik terhadap media modul praktikum laju reaksi berbasis *problem based learning* (pbl) berorientasi *green chemistry* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Respon Peserta Didik

Berdasarkan grafik diatas diperoleh hasil persentase pertama, dari indikator tampilan modul praktikum sebesar 87% yang terdiri dari 2 butir pertanyaan yaitu pertanyaan 1-2. Tampilan modul yang menarik dan sistematis sangat penting untuk meningkatkan minat belajar dan memudahkan pemahaman materi. Berdasarkan penelitian (Khulaifiyah et al., 2023) menegaskan bahwa modul dengan tampilan yang baik dapat meningkatkan motivasi dan efektivitas pembelajaran, karena siswa lebih mudah memahami isi dan alur materi yang disajikan. Modul yang memenuhi kriteria estetika, tata letak yang rapi, serta penggunaan warna dan gambar yang relevan terbukti dapat meningkatkan daya tarik dan kenyamanan pengguna dalam proses pembelajaran.

Kedua, indikator penyajian isi modul praktikum memperoleh nilai sebesar 87% yang terdiri dari 6 butir pertanyaan yaitu pertanyaan 3-8. Penyajian isi secara sistematis, logis, dan tepat sesuai dengan kebutuhan pembelajaran sangat memengaruhi pemahaman konsep dan pencapaian tujuan pembelajaran. Sejalan dengan penelitian (Fadhilah, 2025) yang menunjukkan bahwa modul yang menyajikan materi secara

terstruktur, menggunakan bahasa yang mudah dipahami, serta dilengkapi contoh dan soal latihan, dapat meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan aktif siswa. Selain itu, penyajian isi yang relevan dengan konteks kehidupan sehari-hari juga memperkuat transfer pengetahuan dan keterampilan siswa. Ketiga, indikator pengalaman penggunaan mereka ketika menggunakan modul ini sebesar 85% yang terdiri dari 2 butir pertanyaan yaitu pertanyaan 9-10. Pengalaman pengguna yang positif mencakup kemudahan akses, interaktivitas, dan dukungan modul dalam proses belajar mandiri. Penelitian (Nurvianti et al., 2025) menegaskan bahwa pengalaman pengguna yang baik pada media pembelajaran digital atau cetak sangat memengaruhi kepuasan, motivasi, dan efektivitas pembelajaran. Modul yang mudah digunakan, responsif, dan memberikan umpan balik yang jelas akan meningkatkan kepercayaan diri dan kemandirian siswa dalam belajar. Kemudian, dari ketiga indikator tersebut diperoleh rata-rata persentase sebesar 87%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan persentase ini hasil angket respon peserta didik atas media yang telah dibuat dapat dikategorikan “sangat layak”.

SIMPULAN (5%)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Modul Praktikum Kimia Pada Materi Laju Reaksi Berbasis PBL Berorientasi *Green Chemistry* diperoleh validasi Aikens dari ahli media dan ahli materi dengan tingkat kesalahan 5% diperoleh $V_{hitung} \geq V_{tabel}$ ($V_{tabel} = 0,82$), nilai validitas ahli media sebesar 0,91 yang dinyatakan “valid” dan nilai validitas ahli materi sebesar 0,94 yang dinyatakan “valid”. Dan hasil respon peserta didik terhadap Modul Praktikum Laju Reaksi memperoleh persentase rata-rata keseluruhan sebesar 87% dengan kategori “sangat layak”. Modul praktikum ini dibuat berdasarkan sintak *Problem Based Learning* (PBL) berdasarkan prinsip *green chemistry* dengan tujuan untuk meminimalkan pemakaian bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *Educational And Psychological Measurement*, 131–142.
- Azizah, I. N., Amri, M. K., Ikashaum, F., & Mispani, M. (2021). Pengembangan Modul Kalkulus Dengan Pemanfaatan Software

- Geogebra. *Jrpm (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 6(1), 13–23.
- Baqiyatusshalihah, Junaidi, E., Amina Raehani, S., & Fahmidani, Y. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Kimia Di Kelas X-6 Di Sma Negeri 4 Mataram. *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, 3(2), 208–212.
- Branch, R. . (2009). *Instructional Design: The Addie Approach* (Vol. 53). Springer.
- Cuhandi, Putra Sabarudin, A., Adi Saputra, E., Rumardani, A., Arsyah, M., Aisah Adhetia, P., Ardiansyah Ramli, F., Ramadhini Kautsara, N., & Pratama Nuryadi, D. (2025). Pengaruh Desain Komunikasi Visual Dalam Meningkatkan Keberhasilan Pemasaran Produk Di Era Digital. *Humanus: Jurnal Sosiohumaniora Nusantara*, 2(2).
- Dinata, A. A., & Zainul, R. (2020). Development Of Discovery Learning Based E-Module On Buffer Solution Topic For Class Xi Senior High School (Sma/Ma). *Edukimia*, 2(1), 6–11.
- Fadhilah, A. N. (2025). Peningkatan Kualitas Pendidikan Melalui Pendekatan Pembelajaran Inovatif Di Era Digital. *Journal Central Publisher*, 1(12), 1363–1368.
- Fitri, I. A., & Iryani, I. (2023). Validitas E-Modul Kimia Sma Kelas Xi Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Laju Reaksi Fase F. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(4), 579–589.
- Hadawang, N., Sya'bania, N., & Kartini, R. N. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning Berbantuan Canva pada Materi Reaksi Reduksi Dan Oksidasi. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 3(1), 222–234.
- Jehadut, R., Tukan, M. B., & Komisia, F. (2023). Pengembangan Modul Praktikum Kimia berbasis *Problem Based Learning* (Pbl) Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. *Jurnal Pendidikan Rokania*, 8(1), 69–75.
- Juwariyah, J., Fatirul, A. N., & Waluyo, D. A. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran *Google Sites* Dengan Model Addie. *Edutech*, 24(1), 109–131.
- Kemendikbudristek. (2022). Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Kimia Fase E Dan Fase F Untuk SMA/MA/Program Paket C. *Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia*, 1–13.
- Khulailiyah, Eka, & Leni. (2023). Penggunaan Teknologi Pembelajaran Interaktif dalam Meningkatkan Kinerja Presentasi Siswa.Pdf. *Jurnal Pendidikan Profesi*, 1(1).
- Mitarlis, Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The Integration of Green Chemistry Principles in Basic Chemistry Learning To Support Achievement Of Sustainable Development Goals (Sdgs) Through Education. *Journal of Technology And Science Education*, 13(1), 233–254.
- Natalia, T. M., Wahyuni, E. S., & Titin, T. (2025). Development of Heyzine-Assisted Handout on Human Respiratory System Material in The Eighth Grades of Junior High School. *Jpbi (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(1), 25–36.
- Nurvianti, Hairani, & Hanifah, U. (2025). Strategi Guru dalam Menerapkan Pembelajaran Inovatif Di Kelas. *Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 7(April 2025), 44–63.
- Putri, Y. E. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Koloid. Universitas Islam Riau.
- Sari, N. M. W., Sujana, I. P. W. M., & Sanjaya, D. B. (2023). Validitas Modul Berbasis Flipbook dalam Menunjang Proses Pembelajaran Pendidikan Pancasila Kelas X. *Ganesha Civic Education Journal*, 5(1), 17–23.
- Sundusiyah, A., Mulyanti, S., & Kartika Sari, W. (2023). Pengembangan Petunjuk Praktikum Larutan Asam Basa Berbasis PBL (*Problem Based Learning*) Berorientasi Green. *Jurnal Zarah*, 11(1), 41–46.