



Pengembangan Modul Kimia SMA Berbasis STEM Pada Materi Termokimia

Teuku Badlisyah^{1*}, Sabarni², Anjas Rioga Novalta³, Mellyzar⁴

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia, UIN Ar-raniry Banda Aceh

⁴Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Malikussaleh

Abstract

Received: 26 November 2022

Revised: 29 November 2022

Accepted: 2 Desember 2022

The ineffectiveness of teaching materials is characterized by the complexity of the language for the chemistry textbooks and to maximize the goals of the 2013 curriculum which is the background for be developed of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) based modules on thermochemistry subject at SMA Negeri 2 Banda Aceh. The purpose of this researching was to develop teaching material products in order to fixed the problems that found in SMA Negeri 2 Banda Aceh by looking at the validity of the products developed through expert validator assessments and seeing feedback from the responses of teachers and students. Type of this research is development research using the ADDIE model as a research design. The instruments used in this development research were interview sheets, validation sheets, teacher response questionnaire sheets, and student response questionnaire sheets. After processing the data on the validation sheet, the total percentage validation average score is 90.3%, so it is included in the very valid category. The results of the teacher's response were included in the very good category, namely 85.3%, as well as the results of the responses obtained from the responses of 28 students, namely 92.7%. The research conclusion interpreted from the results of data processing obtained is that the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) based module on thermochemical material developed at SMA Negeri 2 Banda Aceh is very valid and very good to use.

Keywords: Development Research, STEM, Thermochemistry.

(*) Corresponding Author: t.badlisyah@ar-raniry.ac.id

How to Cite: Badlisyah, T., Sabarni, S., Novalta, A., & Mellyzar, M. (2022). Pengembangan Modul Kimia SMA Berbasis STEM Pada Materi Termokimia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(24), 474-484. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7494675>

PENDAHULUAN

Tujuan Pendidikan umumnya adalah untuk mendapatkan pengetahuan (Lazwardi, 2017). Tujuan pendidikan di Indonesia juga tidak jauh berbeda dengan tujuan umum tersebut yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa, hal tersebut dijelaskan pada Undang Undang Dasar 1945. Isi dari Undang-Undang tersebut adalah untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Secara keseluruhan bermakna bahwa tujuan pendidikan Indonesia tidak hanya berfokus pada pengetahuan saja, akan tetapi juga berfokus pada pembentukan karakter peserta didik agar siap dalam menerima dan memproses ilmu pengetahuan tersebut sehingga berguna di masyarakat.

Pada proses pelaksanaan pendidikan di Indonesia masih begitu banyak terdapat kendala-kendala. Kendala-kendala tersebut diantaranya adalah tingkat berpikir atau kemampuan berpikir peserta didik (Widiantari et al., 2016).



Berdasarkan laporan lembaga internasional tentang isu permasalahan pendidikan, indeks pendidikan Indonesia berada pada urutan ke 110 dari 180 negara-negara di dunia. Kemudian, berdasarkan data dari Education For All (EFA) yang dikeluarkan oleh UNESCO pada tahun 2011 indeks pendidikan Indonesia berada pada peringkat ke-69 dari 127 (Prasetyani et al., 2016). Salah satu penyebab rendahnya prestasi tersebut dikarenakan lemahnya proses pembelajaran di Indonesia (Adlim et al., 2017; Normawati, 2014). Peserta didik kurang didorong untuk berpikir tingkat tinggi dalam proses pembelajarannya (Permanasari et al., 2013). Salah satu cara untuk membantu dalam memberikan dorongan peserta didik meningkatkan kualitas pembelajaran adalah dengan menerapkan pendekatan-pendekatan yang sesuai pada bahan-bahan pembelajaran seperti modul (Alvina et al., 2022). Modul-modul dengan konsep konvensional dikembangkan kualitasnya menjadi konsep yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan saat ini, sehingga dengan perlakuan seperti ini diharapkan taraf berpikir peserta didik dapat ditingkatkan menjadi lebih baik (Alvina et al., 2021; Mellyzar et al., 2021). Konsep pembelajaran populer dunia saat ini adalah pembelajaran yang berbasis pemecahan masalah yang mengintegrasikan teknologi dan daya pikir kritis didalamnya untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi individu maupun orang banyak (Hamid et al., 2020; Lase, 2019). Konsep dasar dari pembelajaran tersebut melahirkan sebuah pendekatan pembelajaran *STEM (Science, Teknologi, Engineering, and Mathematic)* (Maulana, 2020; Simarmata et al., 2020).

Berdasarkan sejarahnya konsep STEM telah banyak diterapkan di bidang industri namun pada saat itu STEM hampir tidak diterapkan dalam dunia pendidikan (Butz, 2004). Sedangkan untuk menghasilkan sumber daya manusia teruntuk industri dibutuhkan manusia yang memiliki latar belakang keahlian berbasis STEM, maka dari itu National Science Foundation pada tahun 1990 menyokong penelitian untuk menggabungkan keempat disiplin ilmu kedalam satu konsep yaitu pengetahuan, Teknologi, Teknik, dan Matematika, kemudian konsep ini disebut sebagai konsep STEM.

STEM adalah singkatan dari *Science* (Pengetahuan), *Technology* (Teknologi), *Engineering* (Teknik), dan *Mathematics* (Matematika) (Xie et al., 2015). STEM mengkolaborasikan empat disiplin ilmu tersebut menjadi sebuah disiplin. Empat elemen STEM: Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika telah menjadi satu kesatuan yang menyusun karir akademik peserta didik terkhusus sains dan matematika. Mereka memiliki arti yang dapat dimaknai sebagai berikut: Sains: Studi yang sistematis yang membahas tentang sifat dan perilaku alam semesta berdasarkan pengamatan, percobaan, dan pengukuran, serta perumusan hukum konsep untuk menggambarkan fakta-fakta secara umum. Teknologi: Pengetahuan yang berkaitan dengan proses penciptaan dan penggunaan secara teknis serta keterkaitannya dengan kehidupan, masyarakat dan lingkungan. Penerapannya pada mata pelajaran seperti seni industri, teknik, ilmu terapan dan ilmu murni. Teknik: Seni pembuatan aplikasi praktis untuk pengetahuan daripada ilmu murni seperti fisika, kimia, atau seperti dalam konstruksi mesin, jembatan, bangunan, tambang, kapal, dan pabrik kimia. Matematika: Sekelompok ilmu terkait, termasuk aljabar, geometri, dan kalkulus, yang berkaitan dengan studi bilangan, kuantitas, bentuk, dan ruang serta keterkaitannya dengan menggunakan notasi khusus (Brown et al., 2011; Mulyani, 2019).

STEM merupakan konsep pembelajaran populer di dunia sekarang karena sesuai dengan kebutuhan masa Revolusi Industri 4.0. STEM secara umum merupakan sebuah pendekatan pembelajaran aksi. Pembelajaran aksi diartikan sebagai pembelajaran yang mengedepankan praktik bersama teori untuk membuat pengalaman yang nyata pada peserta didik. Namun, sayangnya pembelajaran model STEM ini belum populer di Indonesia jika dibandingkan dengan beberapa negara maju (Aprilista, 2022; Dewati et al., 2019; Fathoni et al., 2021). Oleh Sebab itu, menghadirkan modul berbasis berbasis STEM adalah sebuah cara untuk mempopulerkan sekaligus menguji apakah pendekatan STEM ini cocok dan disukai untuk diterapkan di sekolah-sekolah Indonesia.

Hasil diskusi dengan enam guru kimia yang mengajar kelas XI di SMA Banda Aceh Provinsi Aceh, buku yang disediakan untuk pembelajaran kimia kelas XI disekolah tersebut kurang cocok untuk digunakan oleh peserta didik dikarenakan kurang banyak ilustrasi, istilah-istilah serta penjelasan materi menggunakan bahasa yang terlalu ilmiah sehingga membuat peserta didik akan kesulitan memahami secara mandiri materi pembelajaran, sehingga membuat beliau melaksanakan pengajaran yang berpusat kepada guru agar tidak terjadi miskonsepsi ilmu diantara peserta didik. Beliau juga berpendapat bahwa seharusnya didalam suatu sekolah sebaiknya dikembangkan bahan ajar-bahan ajar yang telah disederhanakan dan disesuaikan dengan tingkat pemikiran anak-anak yang bersekolah di sekolah tersebut. Selain guru pengampu yang berpendapat demikian, ditemukan keluhan dari peserta didik terhadap permasalahan serupa, peserta didik menyatakannya bahwasanya buku yang diberikan ke mereka adalah buku paket yang tidak bisa mereka pahami sendiri, sehingga membuat mereka malas untuk membaca. Peserta didik juga menambahkan membaca sumber belajar dari *platform-platform* berbayar lebih mudah mereka pahami karena mereka menggunakan bahasa yang lebih interaktif dan menggiring dalam penyelesaian suatu konsep dan soal.

Migrasi orientasi dari kurikulum sebelumnya belum sepenuhnya diterapkan pada pembelajarannya. Guru masih menerapkan orientasi pembelajaran ‘peserta didik diberi tahu’ daripada ‘peserta didik mencari tahu’, padahal orientasi ‘peserta didik mencari tahu’ adalah sebuah konsep yang dari kurikulum 2013 diharapkan dapat terealisasikan. Hadirnya modul Berbasis STEM diharapkan menjadi solusi dan dapat melatih kompetensi peserta didik sesuai dengan kompetensi dari kurikulum 2013 dan juga agar linear dengan kompetensi yang dibutuhkan di era revolusi industri 4.0 serta diharapkan juga peserta didik lebih memahami materi lebih baik dan menyenangkan walaupun tanpa bimbingan intensif dari seorang guru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan level 3 dengan menggunakan model ADDIE sebagai rancangan penelitiannya. Penelitian level 3 yang dimaksud adalah meneliti dan mengembangkan produk yang telah ada (Sugiyono, 2016). Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian ini adalah angket respon dengan konsep skala likert yang berfungsi sebagai pengukur nilai kebenaran dari responden. Pemilihan responden menggunakan teknik purposive sampling. Jumlah responden yang digunakan untuk uji lapangan pada penelitian model ADDIE berkisar antara 25-35 orang (Rayanto

et al., 2020). Penelitian dilaksanakan di SMAN 2 Banda Aceh, oleh sebab itu dengan mempertimbangkan jumlah kelas XI di SMA Negeri 2 Banda Aceh yang berjumlah 6 kelas dengan kapasitas peserta didik masing-masing kelas berjumlah 30 orang, maka jumlah sampel yang digunakan adalah 28 orang. Sampel yang berjumlah 28 orang tersebut dibagi sama rata pada 4 kelas sehingga pada masing-masing lokal akan diambil 7 orang sebagai sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan yang dilakukan di SMA Negeri 2 Banda Aceh yaitu Pengembangan Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Termokimia telah memperoleh data-data valid yang dapat dijelaskan gambarannya melalui model yang telah ditetapkan. Data-data tersebut disajikan sebagai berikut:

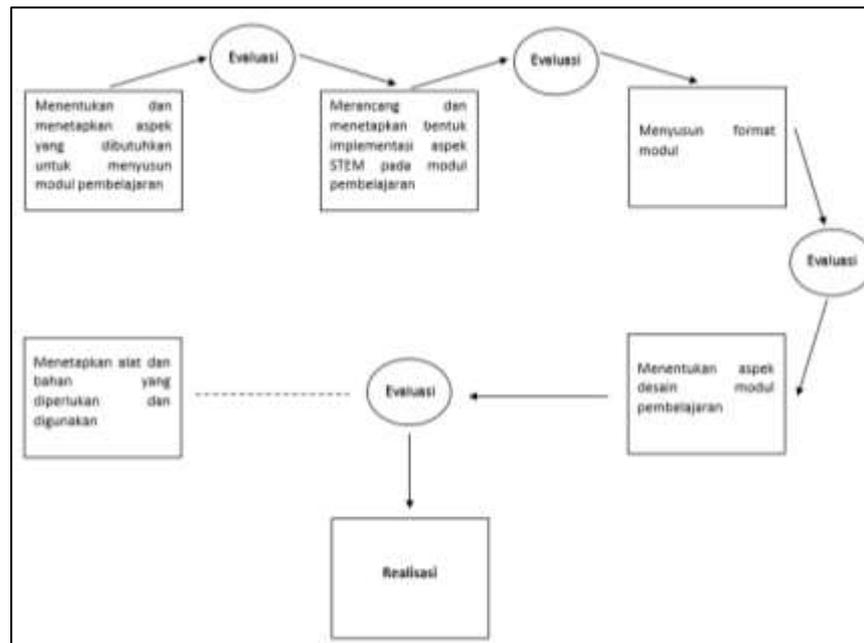
1. Penyajian dan Pengolahan Data

a. Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini ditemukan data dengan cara mewawancarai masing-masing 3 orang peserta didik dari kelas XI MIA 1, XI MIA 2, XI MIA 3, dan XI MIA 4. Hal yang ditemukan adalah pembelajaran masih berpusat kepada guru yang membuat peserta didik merasa bosan saat melakukan proses pembelajaran, selain itu ditemukan juga permasalahan terhadap bahan ajar. Permasalahan yang ditemukan terhadap bahan ajar berupa terlalu bakunya bahasa yang digunakan, sehingga tidak fleksibel untuk dapat dipahami oleh peserta didik disamping itu juga dari argumen peserta didik ditemukan bahwa dalam bahan ajar yang digunakan kurang memberikan gambaran secara visual tentang materi yang dipelajari sehingga membuat peserta didik kesulitan membayangkan apa yang disampaikan oleh materi.

b. Tahap Desain (*Design*)

Tahap ini merupakan tahapan selanjutnya setelah tahap analisis dilakukan dan dievaluasi. Berdasarkan penelitian yang telah ditetapkan, maka akan dilakukan proses desain terhadap Modul Berbasis STEM pada materi termokimia. Aktivitas yang dilakukan adalah menyusun rencana kerja dan mempersiapkan pelaksanaan rencana kerja. Hal yang akan dilakukan untuk menyusun rencana kerja adalah menentukan dan menetapkan aspek-aspek yang dibutuhkan dalam pembelajaran, menentukan dan menetapkan bentuk aspek STEM yang akan dimuat di dalam modul, menyusun format modul, menentukan aspek desain modul pembelajaran. Selanjutnya adalah mempersiapkan pelaksanaan rencana kerja, yaitu dengan merencanakan penggunaan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk merealisasikan rencana kerja yang akan dilakukan. Mekanisme tahapan desain dapat dilihat dari Gambar 1. dibawah ini :



Gambar 1. Alur Rencana dan Pelaksanaan Kerja Tahapan Desain

Setelah dilakukan realisasi maka didapat gambaran bentuk modul berbasis STEM pada materi Termokimia dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Gambaran Hasil Desain Modul

Variabel	Gambaran
Format Modul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sampul Depan 2. Kata Pengantar 3. Daftar Isi 4. Petunjuk Penggunaan 5. Kompetensi Dasar 6. Indikator Pencapaian Kompetensi 7. Tujuan Pembelajaran 8. Peta Konsep 9. Bab 1 : Science 10. Bab 2 : Technology 11. Bab 3 : Engineering 12. Bab 4 : Mathematic 13. Glosarium 14. Kunci Jawaban 15. Daftar Pustaka 16. Sampul Belakang
Tampilan Modul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sampul Depan

	 <p>2. Isi</p>  <p>3. Sampul Belakang</p> 
--	---

c. Tahap Pengembangan (Development)

Pada tahap ini dilakukan pengembangan terhadap modul yang telah direalisasikan di tahapan desain. Setelah dilakukan pengembangan maka modul yang dikembangkan akan dinilai kelayakannya oleh validator. Penilaian oleh

validator dibagi menjadi 4 aspek yaitu aspek materi, aspek bahasa, aspek media, dan aspek STEM. Hasil validasi dari validator dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 2. Hasil Penilaian Validator

Aspek Penilaian	Materi			Bahasa			Media			STEM	
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)
Validator											
Jumlah Skor Validator (f)	5	1	7	9	7	3	9	6	8	0	2
Jumlah Skor Total Ideal (N)	0	0	0	5	5	5	0	0	0	5	5
Persentase Skor ($P = \frac{f}{N} \times 100\%$)	0	2	4	6,6	2,2	5,5	8	2	6	5,7	1,4
Persentase Rata-rata Pada Setiap Aspek ($\bar{x}_{pr} = \frac{\sum P}{n}$)	88,6 %			88,1 %			95,3 %			88,5%	
Total Persentase Rata-rata ($\bar{x}_{p \text{ total}} = \frac{\sum P}{n}$)	90,3 %										

Berdasarkan data yang telah diolah pada Tabel 2 diatas dapat diketahui bahwa hasil kevalidan Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Termokimia terkategoriikan sangat valid dikarenakan total persentase rata-rata dari keempat aspek yang divalidasi kepada para validator ahli menghasilkan nilai 90,3 % sehingga nilai tersebut masuk dalam rentang sangat valid (81%-100%). Jika suatu produk terkategoriikan sangat valid atau valid maka produk tersebut dinyatakan layak untuk digunakan.

Namun, terdapat beberapa revisi terhadap rancangan modul tersebut terutama pada bagian formatnya, perubahan bentuk format modul berdasarkan hasil validasi ahli tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini :

Tabel 3. Format Modul Sebelum dan Sesudah Validasi

Sebelum Validasi	Setelah Validasi
1. Cover Depan	1. Sampul Depan
2. Kata Pengantar	2. Kata Pengantar
3. Daftar Isi	3. Daftar Isi
4. Petunjuk Penggunaan	4. Petunjuk Penggunaan
5. Kompetensi Dasar	5. Kompetensi Dasar
6. Indikator Pencapaian Kompetensi	6. Indikator Pencapaian Kompetensi
7. Tujuan Pembelajaran	7. Tujuan Pembelajaran
8. Peta Konsep	8. Peta Konsep

9. Bab 1 : Science	9. Pengetahuan Dasar
10. Bab 2 : Technology	10. Aktivitas Kognitif
11. Bab 3 : Engineering	11. Aktivitas Psikomotorik
12. Bab 4 : Mathematic	12. Glosarium
13. Glosarium	13. Kunci Jawaban
14. Kunci Jawaban	14. Daftar Pustaka
15. Daftar Pustaka	15. Sampul Belakang
16. Cover Belakang	

d. Tahap Penerapan (Implementation)

Penerapan dilakukan setelah hasil dari validasi dinyatakan layak digunakan untuk penelitian. Penerapan dilakukan terhadap sampel peserta didik dari XI MIA 1, XI MIA 2, XI MIA 3, dan XI MIA 4 di SMA Negeri 2 Banda Aceh. Total Sampel berjumlah 28 orang yang didistribusikan merata pada keempat kelas tersebut, sehingga masing-masing kelas diambil 7 orang sampel secara acak. Kemudian untuk mengetahui respon peserta didik terhadap Modul Berbasis STEM pada Materi Termokimia yang dikembangkan, maka dilakukan teknik pengumpulan data angket respon dengan cara menyerahkan lembar angket respon untuk diisi berdasarkan pengamatan terhadap modul yang dikembangkan. Hasil dari respon tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. berikut ini:

Tabel 4. Hasil Respon Peserta Didik

		Hasil Respon Peserta Didik									
Nomor Penilaian	Indikator	0									
Persentase Indikator	Skor	5,7	2,1	9,2	0,0	2,1	4,2	9,2	0,0	4,2	0,7
$(P_{indikator} = \frac{fi}{Ni} \times 100\%)$ Total Persentase Rata-rata $(\bar{x}_p\ total = \frac{\sum P}{n})$		92,7 %									
Kategori		Sangat Baik									

Berdasarkan data yang telah diolah pada Tabel 4. tentang hasil respon peserta didik dan diterjemahkan menggunakan teori persentase didapati nilai total persentase rata-rata dari setiap indikator penelitian yang telah diisi oleh responden pada lembar respon adalah 92,7 %, sehingga nilai produk Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Termokimia terkategori sangat baik sebab masuk ke dalam rentang nilai 81%-100%.

e. Tahap Evaluasi (Evaluation)

Model ADDIE menerapkan tahapan ini pada setiap tahapan yang telah selesai dijalani. Tujuan dari melakukan evaluasi pada setiap tahapan adalah untuk memaksimalkan kualitas penelitian terhadap modul berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi termokimia yang dikembangkan. Jika penelitian dijalankan secara maksimal maka akan

meminimalisir kesalahan yang seharusnya tidak dilakukan saat melakukan penelitian.

PEMBAHASAN

Dari pelaksanaan tahapan-tahapan model ADDIE, produk pengembangan yaitu Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Termokimia memperoleh hasil yang sangat valid yaitu 90,3% dari total 4 aspek yang divalidasi kepada 11 orang ahli yang terbagi menjadi 3 validator ahli materi, 3 orang validator ahli bahasa, 3 orang validator ahli media, dan 2 orang validator ahli STEM. Jika dikaji per aspek, modul yang dikembangkan tersebut juga masuk dalam kategori sangat valid. Hasil dari setiap aspek modul yang dikembangkan tersebut adalah 88,6% untuk total persentase skor dari aspek materi, 88,1% untuk total persentase skor dari aspek bahasa, 95,3% untuk total persentase skor dari aspek media dan 88,5% untuk total persentase skor dari aspek STEM, sehingga membuat modul tersebut layak untuk diimplementasikan pada penelitian di lapangan karena masuk dalam rentang persentase Sangat Valid menurut yaitu 81%-100%. Berdasarkan data yang dikumpulkan dan diolah pada tahap implementasi di lapangan yaitu untuk melihat umpan balik terhadap modul yang dikembangkan melalui lembar respon peserta didik dan pendidik didapati hasil dengan kategori sangat layak untuk respon dari 28 peserta didik yang menjadi responden penelitian dan kategori yang sangat layak. Hasil penelitian tersebut adalah 92,7% untuk respon peserta didik dari 10 daftar pernyataan pada lembar respon yang diberikan dan 85,3% untuk respon pendidik dari 15 pernyataan yang diberikan pada lembar respon pendidik. Kedua hasil tersebut dikatakan sangat layak karena masuk dalam kategori 81%-100% yang mana Menurut (Arikunto & Jabar, 2004) rentang tersebut berada dalam kategori yang sangat layak.

Terdapat berbagai macam masukan juga untuk menjadi pertimbangan agar modul yang digunakan menjadi lebih baik. Masukan-masukan tersebut berasal dari para validator, para peserta didik, dan pendidik. Produk penelitian direvisi berdasarkan masukan-masukan tersebut dan dipadukan dengan pemahaman peneliti untuk menghasilkan produk yang otentik namun tetap mempertimbangkan kebutuhan konsumen yang menggunakan produk tersebut, karena menurut peneliti suatu produk dapat dikatakan baik jika terstandarisasi namun tetap memperhatikan keinginan konsumen.

KESIMPULAN

Modul berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi Termokimia sangat valid untuk digunakan di SMA Negeri 2 Banda Aceh ditandai dengan hasil persentase skor rata-rata dari 11 orang validator sebesar 90,3 % dan mendapatkan respon yang sangat baik oleh peserta didik ditandai dengan hasil persentase skor sebesar 92,7 % sehingga sangat direkomendasikan juga untuk digunakan oleh peserta didik.

REFERENSI

Adlim, M., Wilyta, I., & Hasan, M. (2017). Model Analisis Penyebab Rendahnya Penguasaan Konsep Yang Diuji Dalam Ujian Nasional (Kajian Pada Materi Ilmu Kimia Pada Siswa SMA/MA Sekitar Kampus Unsyiah). *Jurnal*

- Pencerahan*, 11(1), 15–27. <https://doi.org/10.13170/jp.11.1.8103>
- Alvina, S., Imanda, R., Mellyzar, M., & Fitri, Z. (2022). Pengembangan Handout Berbasis Konstektual Pada Materi Laju Reaksi Untuk SMA/MA. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 18(5), 603–611. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7052305>
- Alvina, S., Mellyzar, M., & Hutagaol, S. A. J. B. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Hukum Dasar Kimia dan Stoikiometri. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dan Sains Kimia (SNP-SK) FKIP-Undana*, 4(1).
- Aprilista, E. (2022). *Analisis Tantangan Guru IPA SMP dalam Pelaksanaan Pembelajaran IPA Terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*. Universitas Sebelas Maret.
- Arikunto, S., & Jabar, C. S. A. (2004). *Evaluasi Program Pendidikan: Pedoman Teoritis Praktis Bagi Praktisi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6).
- Butz, W. P. (2004). Will the Scientific and Technology Workforce Meet the Requirements of the Federal Government? Summary. *Rand Corporation*.
- Dewati, M., Bhakti, Y. B., & Astuti, I. A. D. (2019). Peranan Microscope Smartphone sebagai media pembelajaran Fisika berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep Optik. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 4. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35910>
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto, M., & Nurlaela, L. (2021). STEM: Innovation in Vocational Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(1), 33–42. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22832>
- Hamid, M. A., Ramadhani, R., Juliana, M., Safitri, M., Munsarif, M., Jamaluddin, J., & Simarmata, J. (2020). *Media pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.
- Lase, D. (2019). Pendidikan di era revolusi industri 4.0 1. *SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora Dan Kebudayaan*, 12(2), 28–43. <https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Lazwardi, D. (2017). Manajemen kurikulum sebagai pengembangan tujuan pendidikan. *Al-Idarah: Jurnal Kependidikan Islam*, 7(1), 119–125. <https://doi.org/10.24042/alidarah.v7i1.1112>
- Maulana, M. (2020). Penerapan model project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika siapkan kemandirian belajar peserta didik. *Jurnal Teknodik*, 24(1), 39–50. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v0i2.678>
- Mellyzar, M., Imanda, R., & Yusnidar, Y. (2021). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Problem Based learning Pada Materi Tata Nama Senyawa dan persamaan Reaksi. *Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*, 1(1).
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan pembelajaran STEM untuk menghadapi revolusi industry 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 2(1), 453–460.
- Normawati, S. (2014). Permasalahan Mendasar Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Al-Idarah: Dasar-Dasar Administrasi Pendidikan*, 5(2), 19–24.
- Permanasari, V., Sugiarto, B., & Kurniawati, I. (2013). Efektivitas Pendekatan

- Pembelajaran Open-Ended terhadap Kemampuan Berpikir Matematis Siswa pada Materi Trigonometri Ditinjau dari Kreativitas Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika SoLuSi (Tersohor Luas Dan Berisi)*, 1(1), 31–38.
- Prasetyani, E., Hartono, Y., & Susanti, E. (2016). Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI dalam pembelajaran trigonometri berbasis masalah di SMA Negeri 18 Palembang. *Jurnal Gantang*, 1(1), 34–44. <https://doi.org/10.31629/jg.v1i1.4>
- Rayanto, R., Hari, Y., & Sugianti, S. (2020). *Penelitian Pengembangan Model ADDIE & R2D2 : Teori dan Praktek*. Pasuruan : Academic and Research Institute Publisher.
- Simarmata, J., Simanihuruk, L., Ramadhani, R., Safitri, M., Wahyuni, D., & Iskandar, A. (2020). *Pembelajaran STEM berbasis HOTS*. Yayasan Kita Menulis.
- Sugiyono. (2016). *Methods of quantitative, qualitative and R & D research*. Alfabeta.
- Widiantari, N. K. M. P., Suarjana, I. M., & Kusmariyatni, N. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV dalam Pembelajaran Matematika. *Mimbar PGSD Undiksha*, 4(1). <https://doi.org/10.23887/jjpgsd.v4i1.7348>
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). *STEM education*. 41(2), 331. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>