

Pengembangan E-Modul Terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) dengan Bantuan Software 3D Pageflip Professional pada Pokok Bahasan Asam Basa

Development of Integrated STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) E-Module with 3D Pageflip Professional on Acid Base Material

H Karnia^{1*}, M Erna¹, Herdini¹

¹ Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia. 28293

* hirda.karnia2840@student.unri.ac.id

ARTICLE INFO

Received on:

03 December 2021

Revised till:

26 January 2022

Accepted on:

28 January 2022

Publisher version

published on:

15 February 2022

ABSTRACT

This research is an innovation in the development of teaching materials that adapt 21st century learning, which focuses on the implementation of the development of science and technology. Therefore can be use to integrate of science technology based learning to improve the quality of individual competencies in accordance with the 2013 curriculum. The purpose is to produce integrated STEM E-modul on Acid Base Material. The research instruments were validation sheets and user response questionnaires. Validation has been assessed by the validator team with aspects of content, language, presentation, STEM and graphics. The trial was conducted at four high schools in Pekanbaru. The results percentage of the validation data considered as very valid. While the percentage of graphic aspects and software utilization considered as very valid. Then the percentage of the teacher's responses questionnaire considered as very good. The research results from the development of an integrated acid-base STEM e-module with 3D Pageflip Professional show that the e-module developed is feasible and valid to increase the involvement of students' active roles, especially to train students' scientific attitudes, interests and motivation.

KEYWORDS

3D Pageflip Professional, Acid Base, E-Module, Integrated STEM

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang menyesuaikan pembelajaran abad 21 yaitu berfokus pada implementasi dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga mengintegrasikan pembelajaran berbasis sains teknologi untuk meningkatkan kualitas kompetensi individu sesuai dengan kurikulum 2013. Tujuannya untuk menghasilkan e-modul asam basa terintegrasi STEM yang valid serta untuk mengetahui respons pengguna terhadap e-modul terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Bentuk penelitian adalah *Research and Development* dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Objek penelitian adalah e-modul asam basa terintegrasi STEM 3D Pageflip Professional. Instrumen penelitian adalah lembar validasi dan angket respons pengguna. Validasi dilakukan oleh tim validator dengan kategori sangat valid. Sedangkan persentase aspek kegrafikan dan pemanfaatan *software* diperoleh hasil dengan kategori sangat valid. Kemudian uji coba dilakukan pada empat SMA di Pekanbaru diiperoleh hasil dengan kriteria respons sangat baik. Adanya hasil penelitian dari pengembangan e-modul terintegrasi STEM asam basa dengan 3D Pageflip Professional menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak dan valid untuk meningkatkan keterlibatan peran aktif siswa terutama melatih sikap ilmiah, minat dan motivasi siswa.

KATA KUNCI

3D Pageflip Professional, Asam Basa, E-Modul, Pendekatan STEM

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 disebut dengan era digitalisasi yang berfokus pada implementasi dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam kegiatan belajar. Perkembangan ini merubah pola pembelajaran menjadi *digital student center* yang mengoptimalkan pemanfaatan teknologi serta menyelaraskan keterampilan kognitif (ilmu pengetahuan). Kemampuan siswa untuk belajar dan berinovasi, serta kecakapan mereka dengan teknologi dan media informasi, semuanya sangat dihargai di ruang kelas saat ini. Kebutuhan pendidikan abad ini menuntut pemikiran kritis, kemampuan mengintegrasikan sains dengan dunia nyata, penguasaan teknologi informasi dan komunikasi serta kolaborasi^[1].

Ketika merancang atau membuat desain pembelajaran, pengetahuan dan keterampilan di bidang ini dibutuhkan oleh guru sebagai desainer maupun pelaksana^[2]. Selain itu, guru sebagai sumber belajar dan fasilitator juga perlu mengembangkan potensi dan kualitas pola pikir peserta didik. Akibatnya, perlu diadakan pembelajaran yang mengintegrasikan sains dan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas kompetensi individu sesuai dengan kurikulum 2013. Keberhasilan proses pembelajaran sangat bergantung pada penggunaan sistem perangkat dan media pembelajaran yang digunakan. Hal ini mempengaruhi perkembangan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa jika menggunakan gadget pembelajaran yang monoton sehingga dibutuhkan pengembangan bahan ajar baru, seperti modul elektronik, yang menggabungkan teknologi.

Mengintegrasikan pembelajaran berbasis sains teknologi untuk berpikir secara komprehensif dan menjadi produktif dengan pola pemecahan masalah dengan memvariasikan pembelajaran dapat mengembangkan potensi mereka. Kemampuan siswa untuk belajar secara mandiri, efektivitas dan fleksibilitas sangat ditingkatkan dengan adanya penerapan rekayasa dalam proses pembelajaran, selain memperkuat keterampilan berpikir kritis dan mendorong keterlibatan siswa. Sehingga untuk meningkatkan rasa keberhasilan dan antusias siswa dalam kimia yaitu dengan memasukkan sains asli ke dalam sains kelas^[3].

Siswa yang mempelajari kimia, belajar melalui eksperimen langsung yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka^[4]. Cara berpikir dan bernalar tentang hal-hal seperti membingkai pertanyaan, melakukan eksperimen atau pengamatan dan mengevaluasi data semuanya termasuk dalam kategori berpikir dan bernalar. Karena kurangnya relevansi kimia dengan kehidupan sehari-hari selama proses pembelajaran, siswa biasanya kurang memahami konten^[5]. Oleh karena itu, diperlukan suatu rancangan kegiatan yang dapat melibatkan sikap ilmiah, penalaran kritis, kemampuan motorik siswa khususnya menarik minat siswa.

Hasil wawancara dengan salah seorang guru kimia kelas XI bahwa peserta didik kesulitan memahami materi asam basa dikarenakan memuat banyak konsep-konsep yang saling berkaitan dan fakta-fakta. Terutama dalam hal menerapkan dan menghubungkan antara konsep dengan kehidupan serta terkait keterlibatan motorik peserta didik dalam pemahaman materi kurang membangun untuk adanya kemampuan berpikir kritis. Kemudian dari segi bahan ajar masih berupa buku paket, LKS, dan e-modul dengan format *powerpoint* dan PDF sebagai sumber belajar sehingga membuat minat dan keterampilan peserta didik menjadi terbatas maka perlu sumber belajar yang lebih interaktif, menarik perhatian, meningkatkan motivasi, dan menumbuhkan rasa keingintahuan serta melibatkan keterampilan motorik. Karena adanya hal ini membuat siswa kurang tertarik sehingga pemilihan sistem dan perangkat sangat mempengaruhi pola pikir, motivasi dan rasa ingin tahu siswa. Sebagai contoh, gagasan asam dan basa terdiri dari banyak bahan yang berbeda, dan penting untuk menghubungkan masalah dengan fenomena yang diselidiki dengan menghubungkan gagasan yang dipegang dengan fenomena yang diperiksa. Maka diperlukan terobosan yang dapat memenuhi pencapaian komponen-komponen tersebut.

Sebagai bagian dari pendidikan berbasis elektronik, e-modul memungkinkan siswa untuk belajar menggunakan perangkat elektronik sebagai sarana komunikasi dan penyampaian informasi^[6]. Modul elektronik memiliki sifat interaktif dan kegunaan keduanya dianggap sebagai faktor penting dalam desainnya. Selain itu, ini mencakup elemen audio, video, dan animasi, serta tes dan kuis bagi siswa untuk mengambil dan menerima umpan balik^[7]. Menurut menurut Cecep dan Bambang, S., bahwa ketika siswa memiliki akses yang mudah ke media elektronik, akan dapat mendapatkan sejumlah keuntungan dan manfaat^[8]. Media elektronik, jika dilihat dari perspektif pembelajaran, dapat membuat proses pembelajaran lebih menghibur, interaktif dan tersedia kapan saja dan dari lokasi mana pun, sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan.

Pengintegrasian STEM dipilih untuk meningkatkan wawasan dan kreativitas siswa^[9]. Hal ini yang dapat melatih sikap ilmiah maupun tingkatan berpikir siswa karena memerlukan keterlibatan langsung siswa untuk mengambil peran aktif dalam proses pembelajaran dan tidak hanya memuat teori namun juga praktikum yang diselaraskan dengan konsep yang diajarkan. Selain itu, STEM dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah dan kerjasama menurut HyunJu Park, et. al.,^[10]. Ini merupakan cara yang bagus bagi pendidik untuk mengajarkan siswa tentang konsep, prinsip, dan metodologi STEM secara terintegrasi saat diaplikasi di dunia nyata untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem^[11]. Menurut Linders berpikir kritis

merupakan komponen penting dalam pembelajaran STEM yang dapat membantu aktivitas peserta didik pada penerapan, sintesis, menganalisis kejadian dan menerapkan konsep pembelajaran untuk memecahkan masalah lingkungan ataupun berinovasi membentuk suatu produk bahkan menciptakan pembelajaran aktif secara bersamaan yang mengaitkan sains untuk solusi permasalahan^[12].

James D. Basham dan Matthew T. Marino mendeskripsikan STEM sebagai upaya mengeksplorasi empat bidang yang saling berhubungan sehingga siswa harus dapat beralih dari tingkat kognitif rendah (*Bloom's Taxonomy*) dan mengembangkan pengetahuan dasar materi untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skill*)^[13]. Torlakson menyatakan bahwa pendekatan ini mampu menciptakan sistem pembelajaran kohesif dan aktif karena empat aspek yang saling terkait untuk pemecahan masalah^[14].

Selain itu, menurut Caparo, et. al., pendidikan STEM dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan kognitif, merancang proyek, menggunakan teknologi, dan menerapkan pengetahuan^[15]. Kolaborasi dalam proses pembelajaran STEM akan membantu untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan masalah serta mampu memahami hubungan bagaimana satu masalah mempengaruhi yang lain^[16]. Septiani mengatakan bahwa pendekatan STEM mampu melatih kapasitas kognitif, keterampilan maupun afektif. Selain itu, siswa mengalami langsung proses pembelajaran tidak hanya diajarkan teori^[17].

3D *Pageflip Professional* adalah pilihan yang baik untuk membuat buku 3 dimensi dari PDF, karena berisi berbagai media selain teks dan foto. Program ini dapat mengubah file PDF menjadi buku animasi 3D yang mencakup audio, video, foto, tombol, dan animasi lainnya, yang semuanya dapat diputar kembali di dalam buku^[18]. Hasil proyek ini dapat di-*publish* dengan beragam format seperti EXE, ZIP, Flash/HTML, 3DP, server FTP, *screen saver*, dan *email*^[19]. Dalam penelitian pengembangan e-modul STEM yang dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan 3D *Pageflip Professional* di-*publish* dalam bentuk format 3DP dan WinRAR ZIP.

Adapun penelitian yang sudah dilakukan diantaranya oleh Luthfia Ulva Irmida dengan judul pengembangan modul pembelajaran kimia menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) pada pembelajaran kesetimbangan kimia didapatkan bahwa dengan hal ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa dengan persentase respons siswa sebesar 85,20% dengan kategori sangat baik^[20]. Selain itu, M. Adlim, Saminan, dan Siska Ariestia dalam penelitiannya yang berjudul Pengembangan Modul STEM Terintegrasi Kewirausahaan untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di SMA Negeri 4 Banda Aceh didapatkan untuk persentase respons siswa sebesar 83,84%

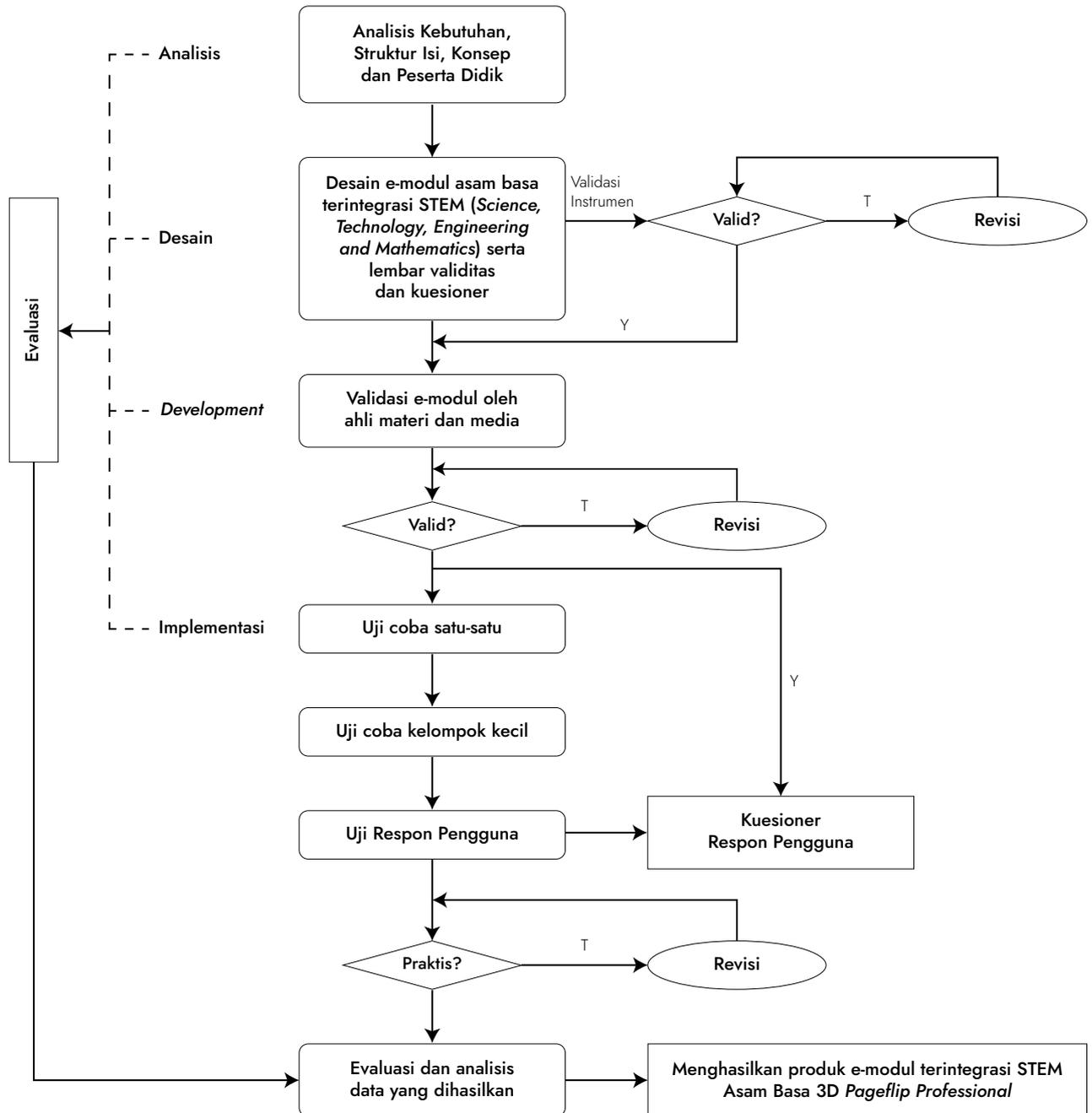
dengan kriteria respons sangat baik sehingga pengembangan ini efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa^[21]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Deni Ainur Rokhim, Hayuni Retno Widarti, dan Fauziatul Fajaroh mengenai Pengembangan Bahan Ajar *Flip Book* Pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbantuan Video Pembelajaran didapatkan bahwa dengan adanya pengembangan ini mendorong motivasi dan minat siswa agar lebih aktif^[22]. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan maka perlu adanya pengembangan bahan ajar pada materi asam basa, sehingga penulis tertarik untuk mengembangkan e-modul terintegrasi STEM asam basa dengan 3D *Pageflip Professional*.

2. METODE

E-modul asam basa terintegrasi STEM dengan 3D *Pageflip Professional* menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan produk (kreasi) dan menguji keefektifannya^[23]. Model pengembangan yang digunakan adalah *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE). Uji coba dilakukan pada empat SMA di Pekanbaru. Pembuatan e-modul asam basa dengan 3D *Pageflip Professional* dibagi menjadi beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengetahui permasalahan mengenai analisis kebutuhan, karakter peserta didik dan analisis struktur isi (KI, KD, IPK dan konsep). Setelah dianalisis, dilakukan *design* untuk merancang *storyboard* produk e-modul, lembar validasi dan angket respons. Kemudian dihasilkan e-modul terintegrasi STEM asam basa dengan 3D *Pageflip Professional*, maka pada tahap *development* dilakukan proses validasi produk oleh tim validator untuk menguji validitas kelayakan penggunaan produk. Pada tahap validasi ada 4 orang validator diantaranya ahli media dan ahli materi. Sedangkan pada tahap *implementation* yaitu uji coba skala kecil dilakukan di kelas XII pada empat SMA di Pekanbaru untuk mengetahui respons pengguna. Beberapa indikator penilaian yang ada pada angket respons siswa yaitu mengenai penyajian e-modul berupa gambar, video, ilustrasi, materi dan evaluasi yang dapat meningkatkan minat, motivasi, kegiatan diskusi dan kerjasama siswa. Kemudian indikator penilaian pada angket respons guru terhadap produk yaitu mengenai desain e-modul, penyajian e-modul, ada nya unsur STEM di dalam e-modul, e-modul mendorong siswa untuk menghubungkan konsep dengan terapan nya yang berkaitan dalam kehidupan sehari-hari, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, dan kemudahan dalam mengoperasikan produk. Selain itu, pada tahap ini siswa diminta untuk membaca materi yang ada di e-modul secara mandiri. Setelah itu, siswa membentuk kelompok agar nantinya siswa dapat bekerjasama dan berdiskusi pada kegiatan yang membutuhkan praktikum. Lalu, siswa diberi tugas dan melakukan evaluasi yang

Tahapan Alur Pengembangan E-Modul Asam Basa Terintegrasi STEM 3D Pageflip Professional (Modifikasi)



Gambar 1. Tahapan Alur Pengembangan E-Modul Asam Basa Terintegrasi STEM 3D Pageflip Professional (Modifikasi)^[24]

berkaitan dengan materi yang sudah dipelajari. Tahap evaluasi pada model ADDIE dilakukan pada setiap aktivitas pengembangan terhadap keseluruhan produk dalam bentuk penilaian formatif^[25]. Sehingga tahap evaluasi tidak dipaparkan secara jelas karena di tiap tahap pada pengembangan memerlukan evaluasi penilaian.

Berbagai metode digunakan untuk mengumpulkan data kualitatif dan kuantitatif untuk penelitian ini. Data kualitatif diperoleh dari kritik dan saran oleh tim ahli dan pengguna. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dari lembar validasi dan angket respons. Teknik analisis

data untuk kelayakan produk dilakukan melalui proses validasi tim validator dengan persentase skor menggunakan skala Likert. Kemudian hasil perolehan data dikonversikan menjadi nilai kualitatif sesuai kriteria penilaian. Persentase skor validasi menggunakan rumus yang dapat dilihat pada [Persamaan 1](#). Dimana, P adalah Persentase Skor dalam persen (%); n adalah jumlah skor yang diperoleh; dan N ialah jumlah skor maksimum.

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% \dots \text{Persamaan 1}$$

Analisis data skala Likert digunakan untuk menilai kelayakan produk sesuai dengan kriteria validitas, yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2^[26].

Tabel 1. Skala Likert.

Nilai Skala	Penilaian
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup Baik
2	Kurang Baik
1	Sangat Kurang

Tabel 2. Kriteria Validitas.

Persentase skor (%)	Kriteria Validitas
81 – 100	Sangat Valid
61 – 80	Valid
41 – 60	Cukup Valid
21 – 40	Kurang Valid
0 – 20	Tidak Valid

Setelah proses validasi, dilakukan uji coba terbatas pada guru dan peserta didik sebagai bentuk respons pengguna dari pengembangan yang dilakukan peneliti. Penilaian pada respons pengguna menggunakan skala Likert menghasilkan persentase skor kemudian dikonversikan menjadi nilai kualitatif dengan menyesuaikan dengan kriteria dari hasil persentase skor yang diperoleh. Hasil dari skor skala Likert menjadi persentase skor dirumuskan pada Persamaan 1. Analisis respons pengguna menggunakan skala Likert dengan persentase kriteria respons uji coba sebagai berikut pada Tabel 3 dan Tabel 4^[27].

Tabel 3. Kategori Penilaian Skala Likert.

Keterangan	Skala
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Tabel 4. Kriteria Respon Uji Coba.

Persentase (%)	Kriteria Respon Uji Coba
81 – 100	Sangat Baik
61 – 80	Baik
41 – 60	Kurang Baik
21 – 40	Tidak Baik
0 – 20	Sangat Tidak Baik

3. HASIL DAN DISKUSI

Ada beberapa tahap dalam pengembangan e-modul asam-basa terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) menggunakan aplikasi 3D *Pageflip Professional* yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis terdiri dari analisis kebutuhan, analisis karakter peserta didik, dan analisis struktur isi dan konsep.

3.1.1. Analisis Kebutuhan

Ada beberapa kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam kegiatan pembelajaran, namun karena adanya keterbatasan tampilan bahan ajar interaktif untuk menstimulasi dan mengeksplor pengetahuan serta keterampilan motorik siswa sehingga belum terpenuhi. Hal ini disebabkan karena bahan ajar yang digunakan hanya berisi materi dan evaluasi. Kemudian berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah seorang guru kimia bahwa siswa kesulitan di materi asam basa karena perlu menyelaraskan teori dan terapan yang lebih banyak bersinggungan dengan kehidupan sehari-hari maka perlu adanya aktivitas yang menunjang kemampuan peserta didik. Dengan begitu rasa ingin tahu untuk lebih mengeksplor meningkat karena adanya peran keterlibatan aktif peserta didik untuk mengkorelasikan ilmu dan terapannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, pendekatan STEM dapat melatih pengembangan kognitif, keterampilan, dan afektif. Selain itu, siswa diberikan praktik sehingga dapat mengalami proses pembelajaran secara langsung^[28].

Kemudian untuk menarik minat peserta didik maka dibutuhkan e-modul interaktif yang menyajikan dengan video dan gambar mengenai asam dan basa sehari-hari. Maka solusi yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu dengan mengembangkan e-modul terintegrasi STEM dengan 3D *Pageflip Professional*. Hal ini didukung oleh infrastruktur sekolah yang sudah mencakup laboratorium dan komputer untuk siswa. Selain itu, semua siswa diperbolehkan menggunakan perangkat elektronik seperti laptop dan komputer lain selama berada di dalam kelas.

3.1.2. Analisis Karakter Peserta Didik

Menurut hasil evaluasi karakter, siswa kelas XI SMA/MA berusia antara 16-18 tahun. Kemampuan anak untuk memahami konsep abstrak dan

memecahkan masalah meningkat selama tahap ini menurut Piaget tentang perkembangan kognitif. Karena itu, sangat penting untuk mempertimbangkan pilihan aktivitas belajar dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang membutuhkan e-modul terintegrasi STEM yang mampu meningkatkan aktivitas dalam mengkolaborasikan pengetahuan, teknologi, meningkatkan keterampilan, kemampuan berpikir dan kerja sama serta mengaitkan dengan kehidupan.

3.1.3. Analisis Struktur Isi

3.1.3.1. Analisis Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Untuk bagian asam dan basa dari silabus kurikulum 2013 revisi 2018 sesuai dengan permasalahan yang terdapat pada analisis kebutuhan yaitu pokok bahasan asam basa yang terletak pada kompetensi dasar 3.10 Memahami konsep asam dan basa serta kekuatannya dan kesetimbangan pengionannya dalam larutan dan 4.10 Menentukan trayek perubahan pH dalam berbagai indikator yang diekstrak dari bahan alam

3.1.3.2. Analisis Indikator Pencapaian Kompetensi

Hasil analisis indikator pencapaian kompetensi adalah turunan dari kompetensi dasar pokok bahasan asam basa agar tercapainya tujuan pembelajaran.

3.1.3.3. Analisis Konsep

Hasil analisis konsep dilakukan untuk menyusun konsep asam basa secara sistematis yang

akan diajarkan dalam bentuk peta konsep. Analisis konsep dilakukan mengacu pada KD dan IPK yang ada pada silabus kurikulum 2013 revisi 2018. Kemudian disusun dengan mengambil referensi dari buku kimia yang relevan.

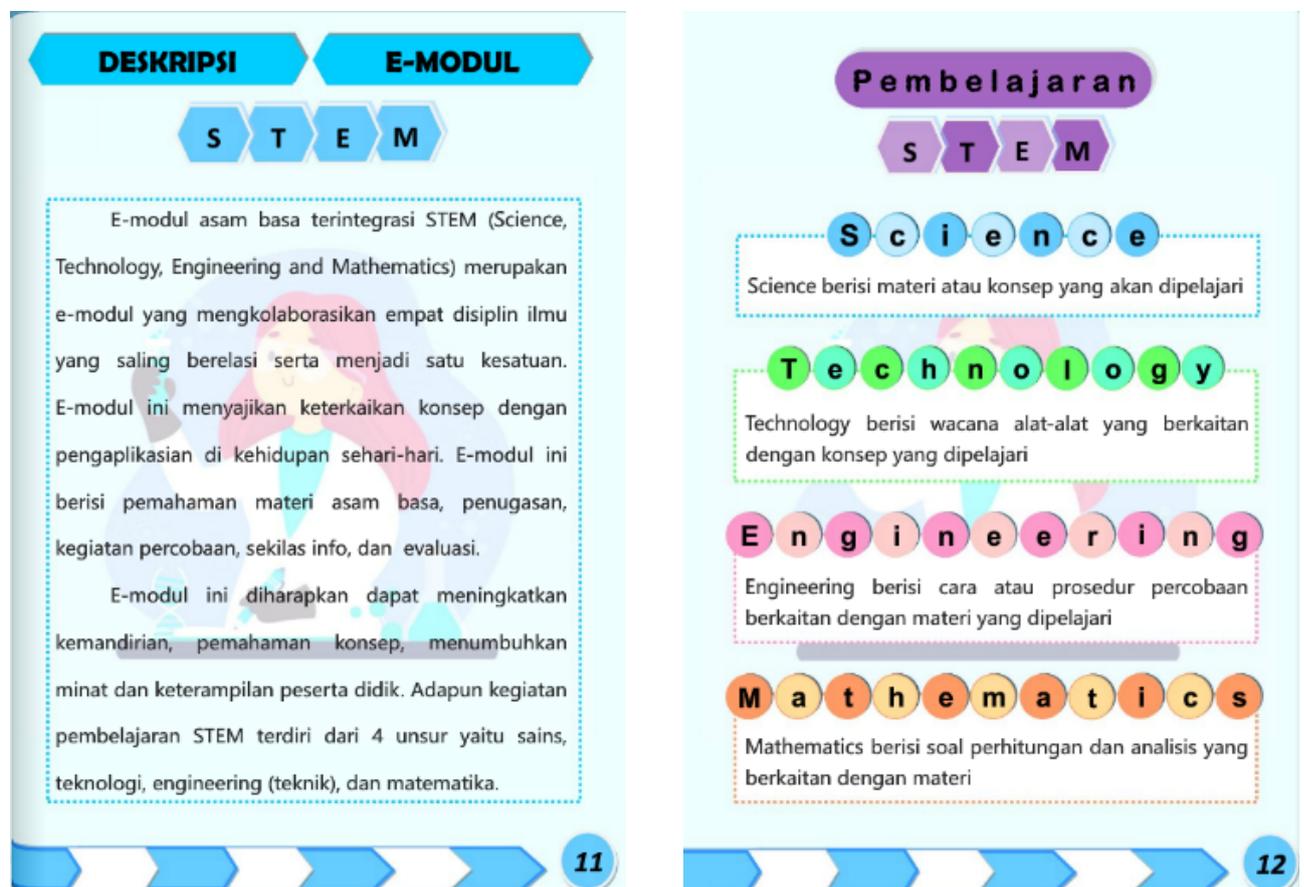
3.2. Tahap Desain (*Design*)

Perancangan dilakukan dengan membuat *storyboard* e-modul asam terintegrasi STEM dengan 3D *Pageflip Professional* yang disesuaikan dengan panduan pembuatan e-modul oleh Direktorat Pembinaan SMA 2017^[29]. Berikut STEM pada e-modul yang dikembangkan peneliti seperti [Gambar 2](#).

Kemudian dilakukan perancangan lembar validasi lembar validasi dan angket respons pengguna yang disesuaikan dengan pedoman BNSP. Lembar validasi ahli materi digunakan untuk menentukan seberapa teliti dan relevan isi yang disajikan terhadap indikator penilaian yang diharapkan. Lembar ahli media digunakan untuk melihat apakah media yang digunakan layak. Sedangkan angket respons pengguna digunakan untuk mengetahui kemenarikan dan menampung saran dalam pengembangan^[30].

3.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Setelah itu, dihasilkan e-modul asam basa terintegrasi STEM menggunakan 3D *Pageflip Professional*. Sebelum digunakan, modul harus divalidasi untuk kevalidan produk sehingga layak dan dapat digunakan. E-modul divalidasi oleh tim validator (2 validator materi dan 2 validator media).



Gambar 2. Tampilan Deskripsi STEM dalam e-modul

Berdasarkan temuan dari proses validasi, berikut adalah ringkasan data validasi yang didapatkan seperti Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Data Validasi Penilaian Aspek.

No.	Aspek Penilaian	Persentase Skor Validasi
1	Kelayakan Isi	95,00%
2	Kelayakan Bahasa	98,00%
3	Kelayakan Penyajian	88,33%
4	Terintegrasi STEM	93,75%
5	Kelayakan Keagrafisan	92,72%
6	Pemanfaatan <i>Software</i>	95,56%
Total Persentase		93,89%
Keterangan		Sangat Valid

Beberapa butir penilaian dari setiap aspek memerlukan revisi sesuai saran dan masukan tim validator. Revisi dilakukan sampai dihasilkan e-modul yang sangat valid dan layak digunakan menurut tim validator. Berikut disajikan beberapa hasil revisi e-modul pada Tabel 6.

Hasil analisis data penelitian yang diperoleh yaitu persentase skor rata-rata hasil validasi materi dengan kategori sangat valid pada aspek kelayakan isi, bahasa, penyajian, STEM berturut-turut adalah 95,00%; 98,00%; 88,33%; 93,75%. Sedangkan persentase skor rata-rata hasil validasi media dengan kategori sangat valid pada aspek keagrafikan dan pemanfaatan *software* berturut-turut adalah 92,72%; 95,56%. Tampilan *cover* e-modul seperti pada Gambar 3.

3.4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Uji coba terbatas dilakukan pada pengguna yaitu guru dan siswa sebagai bentuk respons pengguna terhadap e-modul yang dikembangkan.

3.4.1. Uji coba satu-satu

Tahap ini dilakukan kepada 3 orang peserta didik SMAN 2 Pekanbaru dengan kemampuan berbeda. Guna mendapatkan informasi tentang kejelasan, kemudahan dan mengetahui kesalahan-kesalahan yang ada di dalam e-modul. Waktu yang ditargetkan untuk menyelesaikan 1 kegiatan yaitu 90 menit (2 JP) namun dalam praktiknya setiap peserta didik membutuhkan waktu yang berbeda-beda untuk menyelesaikan e-modul terintegrasi STEM dengan menggunakan aplikasi 3D *Pageflip Professional*. Peneliti juga mencatat waktu yang diperlukan peserta didik dalam menyelesaikan e-modul. Rincian waktu yang dibutuhkan peserta didik disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu yang dibutuhkan peserta didik untuk menyelesaikan e-modul.

Kegiatan Belajar	Waktu (Menit)			Rata-rata (Menit)
	PD-1	PD-2	PD-3	
1	82	86	91	86,33
2	67	70	72	69,67
3	100	102	98	100,00

Kemudian hasil skor yang diperoleh peserta didik dalam mengerjakan tes formatif pada e-modul disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Skor Yang Diperoleh Peserta Didik

Tes Formatif	Skor			Rata-rata
	PD-1	PD-2	PD-3	
1	90	90	100	93,33
2	80	100	60	80,00
3	90	90	60	80,00

Tabel 6. Hasil revisi validasi e-modul STEM asam basa 3D *Pageflip Professional*

Aspek Penilaian	Komentar	Alasan
Kelayakan Isi	Revisi Indikator Pencapaian Kompetensi	Terlalu banyak IPK maka lebih baik digabungkan saja dalam 1 IPK yang memiliki tujuan searah
Kelayakan Bahasa	Revisi kesalahan penulisan kata sesuai EYD	Ada banyak kata yang perlu disesuaikan dengan EYD
Kelayakan Penyajian	Revisi <i>cover</i> e-modul	Gambar yang ditampilkan harus mewakili setiap pertemuan
Terintegrasi STEM	Revisi wacana <i>Technology</i>	Perlu penyesuaian isi wacana yang memuat informasi dengan keterkaitan materi
Kelayakan Keagrafikan	Revisi tulisan di <i>header</i>	Tulisan di <i>header</i> dihapus karena membuat tampilannya terlihat ramai dan di <i>cover</i> juga sudah dipaparkan jadi tidak perlu dicantumkan kembali
Pemanfaatan <i>Software</i>	Tombol navigasi pada e-modul	Sebaiknya ditambahkan tombol pencarian secara detail (per kata)



Gambar 3. Tampilan E-Modul Asam Basa Yang Telah Dinyatakan Valid

Kendala yang dialami peserta didik adalah pemahaman pada penyampaian materi di dalam e-modul mengenai teori asam basa Bronsted Lowry, tetapan hidrolisis dan derajat keasaman (pH). Kemudian dalam menjawab tes formatif, peserta didik kesulitan di bagian konsep teori asam basa Bronsted Lowry, penentuan trayek pH dan beberapa perhitungan pH asam basa yang berkaitan dengan molaritas campuran, tetapan hidrolisis, derajat ionisasi dan penentuan kadar.

3.4.2. Uji coba kelompok kecil

Selama uji coba kelompok kecil, yang melibatkan enam siswa, diperoleh informasi tentang respons dan kesulitan yang dihadapi siswa ketika menggunakan e-modul dan terlibat dalam kegiatan STEM. Peneliti terlebih dahulu menjelaskan tentang aktivitas STEM yang dilakukan di dalam e-modul. Aktivitas STEM ini mengenai isi e-modul yang dikembangkan dengan memuat unsur S, T, E dan M nya di setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan (3 Pertemuan). Pengembangan e-modul STEM yang dilakukan peneliti pada unsur S (*Science*) yaitu mengenai materi yang akan dipelajari, unsur T (*Technology*) untuk wacana mengenai teknologi yang menerapkan konsep dari yang dipelajari, unsur E (*Engineering*) mengenai eksperimen yang dilakukan siswa berhubungan dengan kehidupan dan konsep yang sudah dipelajari, dan unsur M (*Mathematics*) mengenai soal analisis ataupun perhitungan sesuai materi yang dipelajari. Saat melakukan aktivitas STEM, peneliti mengkoordinir peserta didik dan untuk uji cobanya peneliti mengalokasikan waktu selama 90 menit yang terdiri dari 35 menit pembahasan materi dan 55 menit melakukan eksperimen. Sedangkan untuk mengisi angket secara *online*. Hasil dari uji coba kelompok

kecil ini berupa hasil pengamatan dari kegiatan praktikum yang dilakukan seperti pada Gambar 4.

3.4.3. Uji coba angket respons pengguna

Angket respons dibagikan kepada empat guru kimia dan 40 siswa. Responden dipilih dari kalangan siswa yang sebelumnya telah mempelajari asam dan basa di kelas XI IPA. Oleh karena itu, siswa yang berpartisipasi berada di kelas XII IPA. Angket respons peserta didik dibagikan secara online dengan mengisi link *Google Form* kepada 10 orang peserta didik di kelas XII MIPA pada empat sekolah berbeda. Hal ini dikarenakan terkendala oleh pandemi Covid-19 yang sulit untuk menghadirkan peserta didik ke sekolah. Sedangkan angket respons guru dilakukan secara tatap muka langsung.

Kendala yang dialami peserta didik untuk uji coba kelompok kecil adalah adanya keterbatasan alat bahan yang digunakan sehingga ada beberapa pengujian yang tidak dapat dilakukan dan butuh waktu lebih lama dalam hal menyiapkan peralatan dan bahan yang digunakan karena keterbatasan kehadiran peserta didik. Hasil angket respons pengguna dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Angket Respon Pengguna.

Angket Respon	Persentase hasil angket (%)
Guru	97,50%
Peserta Didik	86,00%

Persentase rata-rata yang dihitung dari penyebaran angket respons yang dilakukan terhadap guru adalah 97,50% dengan kategori respons sangat baik. Sedangkan terhadap siswa adalah 86,00%

3. Hasil Pengamatan

	Kunyit	Kulit Buah Naga	Bunga Telang	Bayam Merah
Warna Awal	Orange	Pink	Ungu	Pink Pekat
Perubahan warna	Merah Bata	Ungu Pudar	Hijau	Hijau

Jawaban pertanyaan:

1. contoh indikator alami dan trayek pH

a. Kel ungu

- Trayek pH 6,5 - 7,5 (ungu-biru)
- Trayek pH 10,5 - 12 (Hijau-hijau kebiruan)
- Trayek pH 12 - 13 (Hijau kebiruan - kuning)

b. Bunga Karamunting

- Trayek pH 1-3 (pink semakin pudar)
- Trayek pH 4-7 (kuning-bening)
- Trayek pH 8-10 (Hijau-hijau tua)
- Trayek pH 11-13 (Orange semakin tua)

2. Kesimpulan : Untuk mendeteksi boraks dan formalin dapat digunakan indikator alami yang mengeluarkan warna spesifik pada rentang pH tertentu yaitu dengan menghasilkan ekstrak dari bahan alam

4. Hasil Pengamatan

Sampel	pH	Sampel	pH
A	9,09	A+B	7,34
B	7,64	B+C	7,52
C	8,59	C+D	7,24
D	6,95	D+E	7,18
E	7,30	A+B+C+D+E	7,06

Kesimpulan : Berdasarkan dari hasil pengamatan, pH tanah dapat diukur menggunakan pH meter dengan nilai pH yang berbeda, dimana nilai pH menunjukkan sifat asam dan basa suatu tanah.

1. Kesimpulan :

Berdasarkan Uji Coba Yang dilakukan, hasil air terdiri dari asam dan basa dimana pH air awalnya adalah 6. Maka setelah uji coba dihasilkan air yang bersifat asam (pH 4-5) dan basa (pH 8). Menurut teori, hal ini karena adanya kandungan ion H^+ dan ion OH^- yang mengalami perimbangan menyesuaikan arus muatan.

2. Hasil Pengamatan :

	Kulit Buah Naga	Bayam Merah	Kunyit	Bunga Telang
Warna	Pink	Pink Pekat	orange	ungu
pH	4.67	5.67	5.57	3.61

Pengujian :

Larutan Uji	Kulit Buah Naga	Bayam Merah	Kunyit	Bunga Telang	pH
Air Jeruk	Pink	Pink	Kuning	Amk	7
Garam	Pink	Pink	Kuning	Ungu	7
Pristine	Pink	Pink	Kuning	ungu	8
Air Kapur	Kuning	Hijau lumut	coklat	Hijau Pekat	11

Jawaban Pertanyaan :

1. Dilakukan maserasi (perendaman dalam waktu tertentu) bertujuan untuk hasil ekstrak indikator alami lebih banyak keluar sehingga warna yang dihasilkan maksimal

2. Trayek pH

- Kulit Buah Naga : 8-11
- Bayam Merah : 8-11
- Bunga Telang : $3 \leq \text{pH} \leq 11$
- Kunyit : 8-11

Gambar 4. Hasil Pengamatan Kegiatan Praktikum Uji Kelompok Kecil

dengan kategori respons sangat baik. Berdasarkan keseluruhan saran dan masukan siswa, e-modul terintegrasi STEM dengan 3D *Pageflip Professional* berbeda dari bahan ajar yang biasanya digunakan sehingga lebih menarik dan mudah dipahami. Hal ini karena adanya penyajian tampilan materi, ilustrasi, gambar dan video dalam bentuk 3D serta komposisi warna yang digunakan oleh peneliti sehingga dapat membuat minat siswa lebih tertarik dan termotivasi untuk membaca ulang e-modul.

Berdasarkan dari tahap-tahap yang sudah dilakukan yaitu dengan adanya pengembangan e-modul terintegrasi STEM asam basa 3D *Pageflip Professional* dapat memengaruhi minat dan rasa ingin tahu peserta didik karena adanya keterlibatan, kerjasama dan praktikum dari bahan-bahan yang mudah ditemukan maupun dari segi penyajian e-modul dalam bentuk 3D sehingga permasalahan dalam pembelajaran asam basa yang perlu melibatkan aktivitas, sikap ilmiah dan keterampilan peserta didik terutama dalam menghubungkan konsep dengan terapannya dapat terpenuhi. Aktivitas siswa dapat didorong oleh STEM karena menggabungkan pengetahuan kognitif dan psikomotorik, memungkinkan mereka untuk menerapkan apa yang telah mereka pelajari, meningkatkan keterampilan berpikir mereka, dan bekerja sama dalam proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Menurut Triprisa et. al., kemampuan berpikir, minat, dan motivasi siswa dapat ditingkatkan dengan menambahkan STEM ke dalam kelas mereka, membuat pembelajaran menjadi lebih aktif

dan menarik sekaligus meningkatkan aktivitas siswa^[31]. Selain itu, penelitian dari Suryaningsih dan Nisa mengatakan hal ini dapat membantu kemampuan proses ilmiah siswa, serta kreativitas, literasi sains dan digital, dan keterampilan motorik siswa^[32]. Menurut penelitian Syafe'i dan Effendi, manfaat bagi siswa antara lain meningkatkan perhatian siswa, terutama membantu siswa berinteraksi dan berkomunikasi, meningkatkan kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan meningkatkan keterampilan motorik^[33].

4. SIMPULAN

Penelitian pengembangan E-Modul terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada materi asam basa telah dilakukan validasi dan uji coba terbatas. Produk ini telah dinyatakan valid dan layak digunakan dengan persentase aspek kelayakan isi, bahasa, penyajian, STEM, aspek kegrafikan dan pemanfaatan *software* berturut-turut adalah 95,00%; 98,00%; 88,33%; 93,75%; 92,72% dan 95,56%. Kemudian dari angket respons guru didapatkan sebesar 97,50% dan peserta didik sebesar 86,00% dengan kriteria respons sangat baik. Maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian dalam pengembangan e-modul STEM asam basa 3D *Pageflip Professional* adalah pengembangan ini dapat menarik minat dan motivasi siswa serta mampu melatih sikap ilmiah siswa sehingga terlibat aktif dalam pembelajaran.

REFERENSI

1. Sole FB, Anggraeni DM. Inovasi Pembelajaran Elektronik dan Tantangan Guru Abad 21. *Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan*. 2018;2(1):10–8.
2. Uno HB. *Perencanaan Pembelajaran*. Bumi Aksara. 2010.
3. Utari R, Andayani Y, Savalas LRT. Pengembangan modul kimia berbasis etnosains dengan mengangkat kebiasaan petani garam. *Pijar Mipa*. 2020;15(5):478–81.
4. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Model silabus mata pelajaran sekolah menengah atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA) Mata Pelajaran Kimia*. 2017.
5. Ulandari A, Mitarlis. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berwawasan Green Chemistry Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Asam Basa. *Inovasi Pendidikan Kimia*. 2021;15(1):2765.
6. Nadhifah N, Muslih I. Peningkatan Kapasitas Guru dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Information and Communication *Technology* (ICT) di Madrasah Ibtidaiyah Thoriqul Huda Randuharjo Pungging Mojokerto. *Program Studi PGMI*. 2017;4(2):174.
7. Nugroho KM, Rahardjo SB, Masykuri M. Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Problem Solving Dengan Menggunakan Moodle Pada Materi Hidrolisis Garam Untuk Kelas. *Inkuiri*. 2017;6(1):75.
8. Prasetya IGAS, Wirawan IMA, Sindu IGP. Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Pemodelan Perangkat Lunak Kelas XI Dengan Model Problem Based Learning Di SMK N 2 Tabanan. *Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 2017;14(1):98.
9. Munandar H, Izzani LM, dan Yulian M. Pengarus Model Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) Pada Konsep Asam Basa SMA 1 Baitussalam. *Lantanida*. 2019;7(2):114.
10. Rahmawati Y. Peranan Transformative Learning dalam Pendidikan Kimia : Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, dan Kompetensi Abad 21. *Riset Pendidikan Kimia*. 2018;8(1):43.
11. Ardianti S, Sulisworo D, Pramudya Y. Efektivitas Blended Learning Berbasis Pendekatan STEM Education Berbantuan Schoology Untuk Meningkatkan Critical Thinking Skill Pada Materi Fluida Dinamik. In: *Seminar Nasional Pendidikan KALUNI*. 2019;2;240-246.
12. Febrianto T, Ngabekti S, Saptono S. The Effectiveness of Schoology-Assisted PBL-STEM to Improve Critical Thinking Ability of Junior High School Students. *Innovation Science Education*. 2021;10(2):223.
13. Fathiya F. Persepsi Guru Kimia Se-Tangerang Selatan Tentang Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). In: *Skripsi*. 2019.
14. Khoiriyah N, Abdurrahman, Wahyudi I. Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Gelombang Bunyi. *Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*. 2018;5(2):8.
15. Sumarni W, Wijayati N, Supanti S. Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM. *Pembelajaran Kimia*. 2019;4(1):19.
16. Nurhasnawati. *Media Pembelajaran Teori dan Aplikasi Pengembangan*. Yayasan Pusaka Riau. 2011.
17. Utami NT, Jatmiko A, Suherman. Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, And Mathematics* (STEM) pada Materi Segiempat. *Matematika Desimal*. 2018;1(2):166.
18. Kurniawati H, Desnita, Siswoyo. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis 3D PageFlip Fisika untuk Materi Getaran dan Gelombang Bunyi. *Penelitian dan Pengembangan Fisika*. 2016;2(1):101.
19. Sari W, Jufrida, Pathoni H. Pengembangan Modul Elektronik Berbasis 3D *Pageflip Professional* Pada Materi Konsep Dasar Fisika Inti Dan Struktur Inti Mata Kuliah Fisika Atom Dan Inti. *Edu Fis*. 2017;2(1).
20. Irmitta LU. Pengembangan modul pembelajaran kimia menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) pada pembelajaran kesetimbangan kimia. *Pendidikan Kimia*. 2018;2(2):33–4.
21. Adlim M, Saminan, Ariestia S. Pengembangan Modul STEM Terintegrasi Kewirausahaan untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di SMA Negeri 4 Banda Aceh. *Pendidikan Sains Indonesia*. 2015;3(2):116–8.
22. Rokhim DA, Widarti HR, Fajaroh F. Pengembangan Bahan Ajar *Flip Book* Pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbantuan Video Pembelajaran. *Teknologi Pendidikan*. 2020;8(2):242–243.
23. Ihsan MS, Ramdani A, Hadisaputra S. Pengembangan E-learning Pada Pembelajaran Kima Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Peserta Didik. *Pijar MIPA*. 2019;14(2):85.
24. Addina RN. Pengembangan Media Pembelajaran Macromedia Flash Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep Matematis Siswa Madrasah Tsanawiyah Negeri Bukit Raya Pekanbaru. In: *Skripsi*. 2018.

25. Rahman D, Suyasa PWA, Wahyuni DS. Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning dengan Model Pembelajaran Flipped Classroom Berbasis Edmodo pada Mata Pelajaran Informatika. *KARMAPATI*. 2021;10(1):15.
26. Riduwan. Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. Alfabeta. 2014.
27. Puji KM, Gulo F, Ibrahim AR. Pengembangan Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Bentuk Molekul di SMA. *Penelitian Pendidikan Kimia*. 2014;1(1):61.
28. Utami TN, Jatmiko A, Suherman. Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM)* pada Materi Segiempat. *Matematika Desimal*. 2018;1(2):167.
29. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. Panduan Praktis Penyusunan E-Modul. 2017.
30. Sugiyono. Metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development /R&D*). Alfabeta. 2017.
31. Tripripta A, Amir H, dan Rohiat S. Pengembangan Modul Larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Terpadu STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). *Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2020;4(1):21–2.
32. Suryaningsih S, Nisa FA. Kontribusi STEAM Project Based Learning Dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. *Pendidikan Indonesia*. 2021;2(6):1106.
33. Syafe'i SS, Effendi. Pengembangan LKPD Terintegrasi STEM-PJBL (*Science, Technology, Engineering and Mathematics-Project Based Learning*) pada Materi Termokimia. *Edukimia*. 2020;2(2):89.