

Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM pada Materi Reaksi Kimia untuk Fase E SMA

Silvanny¹, Yerimadesi^{1*}

¹²Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: silvannysilvanny28@gmail.com¹, yeri@fmipa.com^{1*}

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk fase E SMA dan menganalisis hasil validitas serta praktikalitas e-modul yang dikembangkan. Jenis penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D. Penelitian ini dibatasi hingga tahap develop pada uji praktikalitas. Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket validitas dan praktikalitas. E-modul divalidasi oleh tiga dosen kimia dan dua guru kimia fase E di SMAN 16 Padang. Data validitas dianalisis dengan menggunakan rumus Aiken's V dan data praktikalitas dianalisis dengan statistika deskriptif. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata skor validitas 0,85 dengan kategori sangat valid dan rata-rata skor praktikalitas 88% (oleh siswa) dan 86% (oleh guru) dengan kategori sangat praktis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk Fase E SMA/MA valid dan praktis sehingga dapat diuji efektifitasnya.

Kata kunci: *E-modul, PjBL, STEM*

Abstract

This study aims to develop a chemical e-module based on PjBL-STEM on chemical reaction material for phase E SMA and analyze the results of the validity and practicality of the developed e-module. This type of research is Research and Development (R&D) with a 4D development model. This research is limited to the develop stage of the practicality test. The research instrument used was a validity and practicality questionnaire. The e-module was validated by three chemistry lecturers and two E-phase chemistry teachers at SMAN 16 Padang. Validity data were analyzed using Aiken's V formula and practicality data were analyzed using descriptive statistics. From the research results, it was found that the average validity score was 0.85 in the very valid category and the average practicality score was 88% (by students) and 86% (by teachers) in the very practical category. The results showed that the chemical e-module based on PjBL-STEM on chemical reaction materials for Phase E SMA/MA was valid and practical so that its effectiveness could be tested.

Keywords : *E-module, PjBL, STEM*

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran penting yang diajarkan pada tingkat Sekolah Menengah (SMA/SMK/MA). Sesuai dengan tuntutan dalam capaian pembelajaran kurikulum merdeka, salah satu materi yang akan dipelajari pada fase E SMA yaitu reaksi kimia.

Berdasarkan hasil analisis angket yang diberikan kepada guru kimia fase E SMA/MA dan 67 orang peserta didik fase E di SMAN 16 Padang, diperoleh bahwa: (a) kecenderungan cara belajar peserta didik pada materi reaksi kimia masih mendengarkan penjelasan dari guru, (b) 71,6% peserta didik menganggap materi reaksi kimia bersifat cukup sulit, (c) 85,1% peserta didik kesulitan dalam mempelajari reaksi kimia karena materi banyak memuat tentang rumus-rumus kimia, (d) 50,7% peserta didik kesulitan dalam menuliskan persamaan reaksi, (e) 28,4 % peserta didik mengatakan bahwa materi reaksi kimia bersifat hafalan sehingga sulit untuk mengingatnya, (f) 20,9% peserta didik mengatakan bahwa materi reaksi kimia bersifat abstrak sehingga peserta didik kesulitan untuk memahami materi, (g) dan 14,9% peserta didik kesulitan mencari referensi dalam proses pembelajaran dikarenakan kurangnya ketersediaan bahan ajar.

Berdasarkan permasalahan diatas, dibutuhkan suatu inovasi pembelajaran yang dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi peserta didik dalam mempelajari ilmu kimia. Untuk menunjang keberhasilan kegiatan pembelajaran diperlukan suatu bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi reaksi kimia serta membantu peserta didik dalam memahami konsep konsep pembelajaran secara mandiri, salah satunya bahan ajar berupa e-modul.

E-modul merupakan bahan ajar yang memanfaatkan teknologi, informasi dan komunikasi (Silaban dkk., 2022). Diantara beberapa bahan ajar yang tersedia e-modul memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah e-modul bersifat interaktif dan menampilkan materi dalam bentuk tampilan multimedia seperti video, animasi, simulasi, serta tes yang memungkinkan adanya umpan balik secara langsung, hal ini tentu akan memudahkan peserta didik untuk memahami pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian (Khairani dkk., 2019) menunjukkan bahwa adanya penyajian audio visual, umpan balik dan penyajian konten secara menarik dapat meningkatkan perhatian peserta didik dalam penyerapan materi pembelajaran dan meningkatkan motivasi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

Dalam proses pengembangan e-modul diperlukan suatu inovasi berbasis model, pendekatan, atau metode. Salah satu model pembelajaran yang relevan dengan kurikulum merdeka adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Kegiatan pembelajaran dengan model PjBL berorientasi pada peserta didik (*student center*), sehingga kegiatan pembelajaran melibatkan peserta didik secara aktif dalam menemukan informasi (Darmawan, 2021). PjBL merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan peserta didik dalam suatu kegiatan proyek mulai dari merencanakan, membuat rancangan, melaksanakan, serta melaporkan hasil dalam bentuk produk (Dewi, 2022).

Pendekatan pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis proyek adalah pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). Proses pembelajaran dengan pendekatan STEM meliputi 4 disiplin ilmu yaitu Science

merupakan pembelajaran yang mengaitkan dengan alam, Technology mengaitkan perkembangan teknologi modern dengan sains, Engineering mengoperasikan atau merancang untuk memecahkan suatu permasalahan dan Mathematic menghasilkan ilmu dalam sains, teknologi dan teknik. Keterkaitan antar bidang ilmu ini, memudahkan peserta didik dalam memahami materi (Usboko dkk., 2021). Model pembelajaran PjBL memiliki karakteristik yang sesuai dengan STEM, yaitu kegiatan pembelajaran diawali dengan pemberian pertanyaan yang berkaitan dengan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari yang menuntut peserta didik untuk dapat menyelesaikannya dengan menghasilkan suatu karya/produk (Jauhariyyah dkk., 2017).

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Ma'wa dkk (2022) bahwa model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM memiliki kelebihan diantaranya peserta didik terdorong untuk dapat melakukan penyelidikan mendalam untuk pemecahan masalah sehingga kemampuan dalam berpikir kritis peserta didik menjadi lebih meningkat, selain itu dalam pendekatan STEM terjadi proses perencanaan dan redesign produk/karya yang dihasilkan sehingga akan membantu peserta didik dalam meningkatkan kreatifitasnya.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Aulya dkk (2021) mengenai pengembangan e-modul berbasis PjBL-STEM pada materi larutan penyangga menunjukkan hasil kelayakan praktis dari penilaian guru dengan skor 95,71% dan respon peserta didik dengan skor 87,00% dengan kriteria sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan ini berpotensi untuk digunakan dalam pembelajaran, namun kondisi dilapangan menunjukkan belum adanya ketersediaan e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia. Oleh karena itu pada penelitian ini dikembangkan e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk fase E SMA dan menganalisis hasil validitas serta praktikalitas bahan ajar yang dikembangkan tersebut.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah research and development (R&D). R&D adalah metode penelitian yang digunakan dalam mengembangkan dan menguji kelayakan produk dalam bidang pendidikan. Model penelitian yang yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini adalah model 4-D. Model ini terdiri dari 4 tahap yaitu: *Define, Design, Develop, Disseminate*. Peneliti akan membatasi penelitian pada tahap develop yaitu pada uji praktikalitas. E-modul kimia berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan divalidasi oleh tiga dosen kimia FMIPA UNP dan tiga guru kimia fase E SMAN 16 Padang.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket validitas dan praktikalitas. Data angket validitas yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan rumus aiken's V, sedangkan data praktikalitas yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan statistika deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan Pengembangan Model 4-D

Pengembangan e-modul kimia berbasis PjBL-STEM menggunakan model pengembangan 4-D dengan tahapan sebagai berikut: 1) pendefinisian (*define*), 2) perancangan (*design*), 3) pengembangan (*develop*), 4) penyebaran (*disseminate*). Namun

penelitian ini dibatasi pada tahap *develop* yaitu uji validitas dan praktikalitas. Adapun tahapan dalam model pengembangan 4-D sebagai berikut:

Pendefinisian (*Define*)

Tahap pertama dalam model pengembangan 4-D adalah *define*, tahap ini merupakan tahap analisis kebutuhan untuk mengetahui syarat pengembangan, menganalisa dan mengumpulkan informasi untuk mengetahui sejauh mana pengembangan dilakukan. Tahap *define* mencakup lima langkah yang harus dilakukan peneliti yang meliputi:

1. Analisis ujung depan (*front-end analysis*)
2. Analisis karakteristik peserta didik (*learner analysis*)
3. Analisis konsep (*concept analysis*)
4. Perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Analisis ujung depan (*front-end analysis*) dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam proses pembelajaran sehingga melatarbelakangi pengembangan produk pembelajaran (Ariani & Puspasari, 2022). Tahap ini peneliti melakukan penyebaran angket kepada guru SMAN 16 Padang dan peserta didik fase E SMAN 16 Padang. Berdasarkan hasil analisis angket didapatkan bahwa: (a) kecenderungan cara belajar peserta didik masih mendengarkan penjelasan dari guru, (b) 14,9 % peserta didik kesulitan mencari referensi dalam proses pembelajaran dikarenakan kurangnya ketersediaan bahan ajar, (c) 55,2% peserta didik juga mengatakan bahwa media pembelajaran yang tersedia hanya berfokus pada pemahaman konsep yang dominan dalam bentuk narasi, (d) sehingga 71,6% peserta didik menganjurkan untuk dapat mengembangkan media pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada konsep saja namun juga diselingi dengan informasi/kegiatan yang menarik. Salah satu upaya yang dilakukan untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan e-modul berbasis PjBL-STEM untuk peserta didik SMA/MA.

Analisis karakteristik peserta didik (*learner analysis*) dilakukan untuk mengetahui motivasi dan kemampuan akademik peserta didik, hal ini dapat diketahui dengan melakukan penyebaran angket kepada peserta didik dan guru. Berdasarkan hasil analisis angket yang telah dilakukan, didapatkan bahwa: (a) kecenderungan cara belajar peserta didik masih mendengarkan penjelasan dari guru sehingga peserta didik kurang terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran, (b) pembelajaran kimia bersifat abstrak sehingga mengakibatkan peserta didik cukup sulit untuk dapat memahami materi pembelajaran, (c) dan 71,6% peserta didik menginginkan kegiatan pembelajaran tidak hanya berfokus pada konsep saja namun dapat diselingi dengan kegiatan menarik dalam proses pembelajaran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Melina, 2022) yang menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis proyek menciptakan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan antara pengetahuan dan keterampilan, hal ini meningkatkan motivasi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran.

Analisis konsep (*concept analysis*) didapatkan dengan cara mentabulasi konsep-konsep penting pada materi reaksi kimia sehingga diketahui label konsep, defenisi konsep,

jenis konsep, atribut, posisi konsep fakta, dan prinsip. Analisa konsep tersebut disusun menjadi sebuah peta konsep. Pemetaan pembelajaran yang jelas dapat membantu peserta didik dalam mengorganisasikan informasi yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran, sehingga peserta didik tidak mengalami miskonsepsi dalam menerima materi pembelajaran (Darnella dkk., 2020).

Tahap perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*) dilakukan penyusunan alur tujuan pembelajaran yang didapatkan setelah merumuskan tujuan pembelajaran. Adapun alur tujuan pembelajaran pada materi reaksi kimia adalah sebagai berikut: (a) mendefinisikan reaksi kimia, (b) mengidentifikasi ciri-ciri reaksi kimia, (c) membedakan jenis-jenis reaksi kimia, (d) menuliskan persamaan reaksi kimia, (e) merancang percobaan yang berkaitan dengan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari, (f) melakukan percobaan yang berkaitan dengan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari, (g) menyajikan hasil percobaan yang berkaitan dengan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.

Perancangan (*Design*)

Tahap kedua dari model pengembangan 4-D yaitu perancangan (*design*). Tahap ini terbagi atas empat tahap yaitu:

1. Penyusunan standar tes (*constructing Criterion-Referenced Test*)
2. Pemilihan media (*media selection*)
3. Pemilihan format (*format selection*)
4. Rancangan awal (*initial design*)

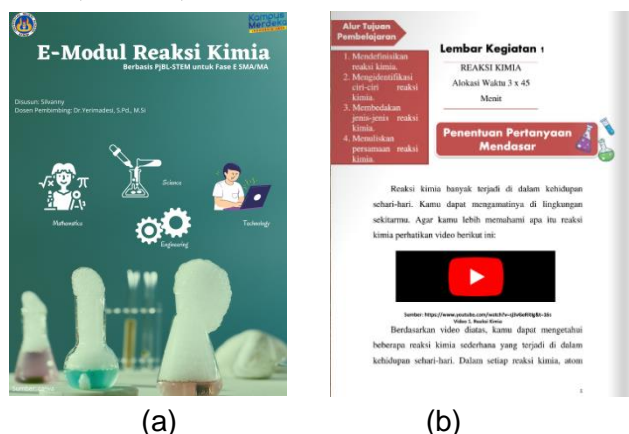
Penyusunan standar tes pada tahap ini terdiri atas dua bagian, yaitu untuk menguji kelayakan produk dan pemahaman peserta didik. Instrumen yang digunakan untuk menguji validitas dan praktikalitas peserta didik berupa lembar angket. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan e-modul yang dikembangkan. Selanjutnya untuk menguji pemahaman peserta didik digunakan instrumen tes dalam bentuk soal objektif, esai, pilihan berganda kompleks, menjodohkan, dan benar salah. Penggunaan bentuk instrumen tes yang bervariasi bertujuan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sesuai dengan kompetensi yang diharapkan.

Tahap selanjutnya yaitu pemilihan media. Media pembelajaran yang dikembangkan yaitu bahan ajar elektronik berupa e-modul berbasis PjBL-STEM. E-modul yang dikembangkan menggunakan sintaks *project based learning* yang diharapkan dapat membimbing peserta didik untuk dapat aktif dalam kegiatan pembelajaran. Materi yang disajikan pada e-modul ditampilkan dalam bentuk video, dan audio. Kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan audio maupun video dapat menghilangkan rasa kebosanan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, sehingga membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar (Khairani dkk., 2019).

Tahap pemilihan format bertujuan untuk merumuskan rancangan media pembelajaran, pemilihan model, dan pendekatan pembelajaran. E-modul yang dikembangkan dirancang berdasarkan format penulisan modul pada panduan kemendikbud (2007) yaitu: 1) cover, 2) pendahuluan, 3) pembelajaran, 4) latihan, 5) penilaian diri, 6) evaluasi, 7) kunci jawaban dan pedoman penskoran, 8) daftar pustaka, 9) dan lampiran. E-

modul yang dikembangkan dilengkapi dengan sintaks pembelajaran *problem based learning* (PjBL) dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) menyiapkan pertanyaan atau penugasan proyek, peserta didik akan diberikan beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan fenomena-fenomena yang terjadi di kehidupan sehari-hari, 2) mendesain perencanaan proyek, peserta didik bersama kelompoknya akan merancang proyek yang akan dikerjakan bersama kelompok, 3) menyusun jadwal, peserta didik menyusun jadwal dan anggaran pengeluaran selama pelaksanaan proyek berlangsung, 4) memonitor perkembangan proyek, guru memantau pengerjaan proyek yang dikerjakan oleh peserta didik, 5) menguji hasil, peserta didik bersama kelompoknya mempresentasikan hasil proyek yang telah diselesaikan kemudian membandingkan dengan data yang penelitian yang telah terbukti valid, 6) mengevaluasi kegiatan, peserta didik bersama guru mengevaluasi kegiatan pembelajaran sebagai perbikan dalam pelaksanaan proyek selanjutnya. E-modul yang dikembangkan juga menggunakan pendekatan STEM (*science, technology, engineering and mathematics*). Materi yang terdapat dalam e-modul dikaitkan dengan empat bidang ilmu yang sesuai dengan pendekatan STEM. Bagian *science* terletak pada seluruh materi yang dipaparkan dalam e-modul, pemanfaatan bidang *technology* terlihat dari penggunaan media elektronik dalam mengakses e-modul serta adanya tampilan multimedia seperti video, gambar maupun audio. Peserta didik juga merancang kegiatan praktikum melalui tahap *engineering* dan bagian *mathematics* terlihat dari data anggaran biaya yang dikeluarkan selama praktikum berlangsung.

Setelah memilih format yang akan digunakan, kegiatan selanjutnya yaitu merancang desain e-modul. E-modul di kembangkan menggunakan bantuan beberapa software diantaranya, *flipbook PDF, Canva, dan MS.Word*.



Berdasarkan gambar 1 terlihat beberapa tampilan rancangan e-modul yang di desain semenarik mungkin agar peserta didik termotivasi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian (Pramana dkk., 2020) yang menyatakan bahwa tampilan media pembelajaran yang menarik dapat memotivasi peserta didik dalam belajar.

Pengembangan (*Development*)

Tahap ketiga dari model pengembangan 4-D adalah *development*. Tahap ini terdiri dari tiga tahap yaitu:

1. Uji validitas
2. Revisi produk
3. Uji praktikalitas

Uji validitas terdiri atas empat aspek yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Validasi dilakukan oleh tiga orang dosen kimia FMIPA UNP, dan dua orang guru kimia fase E SMAN 16 Padang. Hasil analisis data validitas e-modul yang diperoleh dari lima orang validator dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Data Validitas E-modul

No	Aspek yang dinilai	Nilai V	Kategori kevalidan
1	Kelayakan isi	0,88	Sangat Valid
2	Kebahasaan	0,85	Sangat Valid
3	Penyajian	0,80	Sangat Valid
4	Kegrafikan	0,88	Sangat Valid
	Nilai Total	0,85	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 1 skor rata-rata validasi yang diperoleh pada aspek kelayakan isi adalah 0,88 dengan kategori sangat valid. Dengan demikian, e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia yang dikembangkan telah sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan indikator pencapaian yang harus dicapai oleh peserta didik. Berdasarkan hasil uji validitas, didapatkan skor rata-rata pada aspek kebahasaan yaitu sebesar 0,85 dengan kategori sangat valid, hal ini menandakan bahwa e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia yang dikembangkan ini menggunakan bahasa indonesia yang baik, mudah dipahami, sederhana, dan jelas. Salah satu karakteristik dari e-modul yaitu bersifat user friendly (Kemendikbud, 2017). Setiap instruksi ataupun informasi yang terdapat dalam e-modul dapat dipahami dengan baik karena menggunakan bahasa yang sederhana, penggunaan kalimat yang jelas dan tidak menimbulkan kerancuan, sehingga mudah dimengerti oleh peserta didik (Yerimadesi dkk., 2017). Berdasarkan hasil uji validitas, didapatkan skor rata-rata pada aspek penyajian yaitu sebesar 0,80 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia yang dikembangkan ini telah disusun secara sistematis sesuai dengan panduan penyusunan modul oleh kemendikbud tahun 2017. Selain itu, e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia yang disajikan ini sesuai dengan sintaks project based learning yaitu menyiapkan penugasan proyek, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor perkembangan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi kegiatan (Moshinsky, 1959). Ditinjau dari aspek kegrafikan, didapatkan skor rata-rata sebesar 0,88 dengan kriteria sangat valid. Hal ini menandakan bahwa dalam segi tampilan atau desain dari e-modul yang dikembangkan sudah disajikan secara menarik. Tampilan e-modul yang menarik dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran

(Febrianto & Kurniawati, 2023). Aspek yang dinilai secara keseluruhan untuk uji validitas e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia diperoleh rata-rata Aikens'V sebesar 0,85 dengan kategori sangat valid untuk semua aspek yang dinilai oleh validator. Dengan demikian e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk fase E SMA/MA yang dikembangkan dapat dinyatakan valid dan dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya.

Tahap selanjutnya yaitu revisi produk. Terdapat beberapa saran dan masukan dari validator terhadap produk e-modul. Saran dan masukan yang diberikan bertujuan untuk kesempurnaan e-modul. Terdapat beberapa saran dan masukan diantaranya: 1) cover e-modul, berdasarkan saran dan masukan dari validator maka cover e-modul direvisi dengan mengganti warna. Hal ini dilakukan agar tampilan cover menjadi lebih cerah dan menarik minat untuk membaca dan melihat e-modul, 2) sumber referensi, berdasarkan saran dan masukan dari validator maka setiap gambar ataupun video referensi harus dicantumkan sumbernya. Hal ini dilakukan agar tidak melanggar hak cipta, 3) kunci jawaban, berdasarkan saran dan revisi dari validator maka kunci jawaban dari soal evaluasi dapat ditampilkan setelah peserta didik mengerjakan soal evaluasi. Hal ini agar peserta didik dapat mengetahui jawaban yang benar sebagai bahan pembelajaran peserta didik, 4) submit jawaban, berdasarkan saran dan revisi dari validator maka tempat pengumpulan submit jawaban pada google form harus dipisahkan untuk setiap kelas. Hal ini dikarenakan agar file hasil skor peserta didik tidak tergabung dengan kelas lainnya, 5) tombol navigasi otomatis, berdasarkan saran dan revisi dari validator maka disediakan tombol navigasi yang digunakan untuk menuju ke halaman yang diinginkan. Maka dari itu peneliti menyediakan sebuah thumbnail yang berfungsi untuk memudahkan pengguna menuju ke halaman yang diinginkannya, 6) tampilan offline, berdasarkan saran dan masukan dari validator, maka disediakan tampilan e-modul dalam bentuk offline. Hal ini dilakukan agar e-modul dapat diakses kapan saja dan dimana saja.

Uji praktikalitas dilakukan dengan tujuan untuk menilai e-modul yang dihasilkan dalam segi kemudahan penggunaan, efisiensi waktu serta manfaat e-modul. Data praktikalitas diperoleh dari hasil analisis angket respon tiga orang guru kimia fase E SMAN 16 Padang dan angket respon 30 orang peserta didik SMAN 16 Padang. Hasil analisis data kepraktisan e-modul dari guru dan peserta didik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Analisis Data Praktikalitas oleh Guru

No	Aspek yang dinilai	Nilai P	Kategori kepraktisan
1	Kemudahan penggunaan	87%	Sangat praktis
2	Aktivitas pembelajaran	88%	Sangat praktis
3	Manfaat penggunaan	83%	Sangat praktis
	Nilai Total	86%	Sangat praktis

Berdasarkan tabel 2 hasil analisis data penilaian praktikalitas yang telah dilakukan oleh guru kimia fase E SMA/MA didapatkan rata-rata nilai praktikalitas produk sebesar 86% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan e-modul yang dikembangkan sudah praktis dalam segi kemudahan penggunaan, aktivitas

pembelajaran, dan manfaat (Hernawan dkk., 2008). Berdasarkan aspek kemudahan penggunaan, e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia diperoleh nilai rata-rata praktikalitas sebesar 87% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki tampilan multimedia yang mendukung peserta didik untuk dapat memahami materi pembelajaran, serta kemudahan peserta didik untuk dapat mengakses e-modul. Bahan ajar yang memanfaatkan tampilan multimedia interaktif dapat membantu peserta didik dalam proses pembelajaran, multimedia interaktif ini menarik perhatian dan minat belajar peserta didik sehingga mempermudah siswa mengingat pelajaran (Puji dkk., 2014). Dari segi aktivitas pembelajaran, e-modul kimia kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia diperoleh nilai rata-rata praktikalitas sebesar 88% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menandakan e-modul yang dikembangkan memudahkan peserta didik dalam melakukan aktivitas pembelajaran. Dari segi manfaat, e-modul kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia diperoleh nilai rata-rata praktikalitas sebesar 83%. Hal ini menandakan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki manfaat yang besar untuk peserta didik dalam melakukan kegiatan pembelajaran. Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan dapat disimpulkan bahwa e-modul kimia kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai salah satu sumber belajar peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

Tabel 3. Hasil Analisis Data Praktikalitas oleh Peserta Didik

No	Aspek yang dinilai	Nilai P	Kategori kepraktisan
1	Kemudahan penggunaan	86%	Sangat praktis
2	Aktivitas pembelajaran	89%	Sangat praktis
3	Manfaat	89%	Sangat Praktis
	Nilai Total	88%	Sangat praktis

Berdasarkan tabel 3 hasil rata-rata kepraktisan peserta didik sebesar 88% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menandakan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Selanjutnya hasil analisis jawaban peserta didik pada e-modul memiliki nilai yang bervariasi. Berdasarkan jawaban peserta didik dapat disimpulkan bahwa secara garis besar peserta didik dapat belajar serta memahami materi reaksi kimia dengan menggunakan e-modul kimia berbasis PjBL-STEM. Hal itu dibuktikan dengan persentase jawaban peserta didik dalam menjawab soal-soal yang ada didalam e-modul. Meskipun demikian ada beberapa masalah yang ditemui yaitu 1) peserta didik masih belum terbiasa menggunakan bahan ajar berbentuk elektronik, 2) kemampuan peserta didik dalam menjawab pertanyaan yang membutuhkan kemampuan berpikir kritis masih kurang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan berdasarkan data analisis kevalidan dan kepraktisan yang sudah dianalisis, e-modul kimia berbasis PjBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk Fase E SMA/MA yang telah dikembangkan dapat dinyatakan valid dan praktis.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data didapatkan bahwa telah dikembangkan e-modul kimia kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia untuk fase E SMA/MA dengan menggunakan model pengembangan 4D. E-modul kimia kimia berbasis PJBL-STEM pada materi reaksi kimia yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis dan dapat dilanjutkan pada tahap uji efektivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulya, R. A., Asyhar, R., & Yusnaidar. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM untuk Pembelajaran Daring Siswa SMA pada Materi Larutan Penyangga Development of The Chemistry E-Module Based on Project Based Learning Method and STEM Approach for Online Class on Buffer Solution Lessons. *Jurnal Of The Indonesian Society Of Integrated Chemistry*, 13(2), 84–91. <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14506>
- Darnella, R., Syarifah, S., & Afriansyah, D. (2020). Penerapan Metode Concept Mapping (Peta Konsep) dan Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Gerak di MAN 1 Palembang. *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial Dan Sains*, 9(1), 73–86. <https://doi.org/10.19109/intelektualita.v9i1.5579>
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan Kekurangan Project-based Learning untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Ejournal UPI*, 19(2), 213–226.
- Febrianto, Y., & Kurniawati, D. (n.d.). *Entalpi Pendidikan Kimia Pengembangan e-LKPD Terintegrasi STEM-PjBL pada Materi Asam Basa Kelas XI SMA Menggunakan Flip PDF Professional Software*.
- Hernawan, A. H., Permasih, & Dewi, L. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. *Depdiknas Jakarta*, 1–13. http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2, 432–436. <https://pasca.um.ac.id/conferences/index.php/ipa2017/article/view/1099>
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. 1–57.
- Kemendikbudristek. (2022). *Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka*. 1–37.
- Khairani, M., Sutisna, S., & Suyanto, S. (2019). Studi Meta-Analisis Pengaruh Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Biolokus*, 2(1), 158. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v2i1.442>
- Ma'wa, A. J., Toto, T., & Kustiawan, A. (2022). Pengaruh Model PJBL-STEM dalam Pembelajaran IPA pada Materi Bioteknologi terhadap Motivasi Belajar Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 307. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v3i1.7256>
- Maydiantoro, A. (2019). Model-Model Penelitian Pengembangan (Research and Development). *Jurnal Metode Penelitian*, 10, 1–8.

- Moshinsky, M. (1959). Naskah-Naskah Model Pembelajaran. *Phys.*, 13(1), 104–116.
- Puji, K. M., Gulo., F., & Ibrahim., A. R. (2014). Pengembangan Multimedia Interaktif Untuk Pembelajaran Bentuk Molekul Di Sma. *J.Pen.Pend.Kim*, 1(1), 59–65.
- Ronawati Silaban, Rina Elvia, & Febrian Solikhin. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Berorientasi Literasi Sains Pada Materi Kesetimbangan Kimia Di Sma Negeri 3 Bengkulu Tengah. *Alotrop*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.33369/alo.v6i2.25515>
- Usboko, M. D. R., Parsa, I. M., & Baitanu, Z. Y. (2021). Penerapan Pembelajaran Stem Dengan Model Pjbl Di Kelas Xi Titl Smk N 2 Kupang Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Spektro*, 4(1), 8–14. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/spektro/article/download/5006/2904>
- Yerimadesi, Y., Bayharti, B., Handayani, F., & Legi, W. F. (2017). Pengembangan Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Kelas Xi Sma/Ma. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 85. <https://doi.org/10.31958/js.v8i1.444>