



Pengembangan E-modul Kesetimbangan Kimia Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi TPACK untuk Fase F

Nofry Ardiansyah¹, Yerimadesi^{2✉}

Universitas Negeri Padang, Indonesia^{1,2}

e-mail : ardiansyahnofry@gmail.com¹, yeri@fmipa.unp.ac.id²

Abstrak

Riset ini memiliki tujuan guna merancang dan mengembangkan E-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK bagi peserta didik fase F SMA dan melakukan analisis terhadap hasil validitas serta praktikalitas dari E-modul setelah dikembangkan. Riset ini bagian dalam *Research and Development* (R&D) menggunakan pengembangan *four D models*. Riset dilakukan sampai tahapan *develop* dalam pengujian praktikalitas. Pada uji validitas serta praktikalitas menggunakan instrumen berupa angket. Validasi E-modul dilakukan dengan memberikan angket terhadap tiga dosen kimia dan dua guru kimia SMAN 1 V Koto Kampung Dalam. Analisis data uji validitas memakai rumus Aiken's V dan untuk uji praktikalitas analisis datanya memakai persentase skor capaian. Analisis validitas E-modul didapatkan hasil yang memiliki skor dengan rata-rata 0,905 berkategori valid. Hasil penilaian pada praktikalitas dari guru serta peserta didik diperoleh hasil berkategori sangat praktis berdasarkan persentase nilai yang berturut-turut 95% dan 88%. Hasil yang diperoleh dari data yang diperoleh dapat menyatakan E-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK pada fase F SMA sudah valid serta praktis.

Kata Kunci: E-modul, Problem Based Learning, TPACK, Kesetimbangan Kimia.

Abstract

This research aims to design and develop a chemical equilibrium E-module based on problem-based learning integrated with TPACK for phase F high school students and analyze the results of the validity and practicality of the E-module after it is developed. This research is included in *Research and Development* (R&D) using the *four D models* development. The research was conducted up to the *develop* stage in practicality testing. In the validity and practicality tests using an instrument in the form of a questionnaire. E-module validation was carried out by giving a questionnaire to three chemistry lecturers and two chemistry teachers of SMAN 1 V Koto Kampung Dalam. The validity test data analysis used Aiken's V formula and for the practicality test the data analysis used the percentage of achievement scores. Analysis of the validity of E-modules obtained results that have a score with an average of 0.905 is categorized as valid. The results of the assessment on the practicality of teachers and students obtained results that were categorized as very practical based on the percentage of values which were 95% and 88% respectively. The results obtained from the data can state that the E-module of chemical equilibrium based on problem-based learning integrated with TPACK in phase F SMA is valid and practical.

Keywords: E-module, Problem Based Learning, TPACK, Chemical Equilibrium.

Copyright (c) 2024 Nofry Ardiansyah, Yerimadesi

✉ Corresponding author :

Email : yeri@fmipa.unp.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i1.6362>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Pembelajaran pada kurikulum merdeka memfokuskan dalam materi yang esensial serta peningkatan keterampilan peserta didik berdasarkan fasenya (Priantini *et al.*, 2022). Kurikulum merdeka pada saat pelaksanaannya menggunakan pembelajaran yang dipusatkan kepada peserta didik atau *student centered* (Cholilah *et al.*, 2023). Pembelajaran berpusat pada peserta didik dapat diterapkan menggunakan model *problem based learning*.

Problem based learning mendorong agar peserta didik belajar melalui permasalahan pada kehidupan maupun masalah berkaitan dengan pengetahuan dalam pembelajaran (Kemendikbud, 2017a). Pelaksanaan *problem based learning* pada pembelajaran bisa mendukung peserta didik pada pengembangan keterampilan abad 21, diantaranya kemampuan berpikir kreatif, kritis, komunikatif, dan kolaboratif (Indarta *et al.*, 2022). penggunaan *problem based learning* dalam materi kesetimbangan kimia mampu meningkatkan prestasi belajar dari para peserta didik (Rasyid *et al.*, 2022). Dalam kegiatan pembelajaran, agar terselenggara dengan lebih teratur maka dibutuhkan bahan ajar untuk menunjang pembelajaran.

Bahan ajar membantu peserta didik supaya dapat belajar secara lebih mandiri dan mendapatkan pengetahuan baru dari sumber atau referensi yang digunakan (Yuberti, 2014). Bahan ajar perlu dikembangkan sesuai kondisi dari sekolah serta karakteristik daripada peserta didik. Bahan ajar dikembangkan perlu memperhatikan ketentuan dari kurikulum, yang berarti bahan belajar yang dibuat harus selaras pada kurikulum yang berjalan (Depdiknas, 2008). Bahan ajar memiliki beberapa macam seperti buku, modul, *handout*, Lembar Kerja peserta didik (LKPD), serta panduan praktikum.

Solusi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sumber belajar dalam pembelajaran bisa menggunakan bahan ajar berupa modul. Dalam era revolusi industri 4.0, modul bisa dikembangkan berbasis elektronik yaitu E-modul. E-modul memiliki kelebihan dimana E-modul dapat dilengkapi berbagai perangkat yaitu animasi, gambar, video, dan juga audio yang membantu dalam pemahaman konsep (Wahyuni & Yerimadesi, 2021). Pemanfaatan E-modul dalam pelaksanaan pembelajaran bukan hanya terbatas pada sekolah melainkan juga dapat dilaksanakan di mana saja menggunakan media elektronik *gadget*. Penggunaan bahan ajar berupa E-modul dapat mendukung peserta didik agar lebih mandiri dan aktif (Herawati & Muhtadin, 2018). E-modul digunakan dalam pembelajaran mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah (Zhafirah *et al.*, 2021), dan hasil belajar dari peserta didik (Mufida *et al.*, 2022).

Pemanfaatan E-modul mewujudkan pengaplikasian teknologi pada proses pembelajaran. Teknologi menjadi bagian krusial dalam berbagai bagian kehidupan serta dalam bidang pendidikan. Penerapan teknologi dalam pembelajaran berhubungan dengan pendekatan pedagogis, dan materi yang disebut dengan *TPACK* (*Technology, Pedagogical, and Content Knowledge*). Penggunaan teknologi dalam belajar menjadi tuntutan pada era sekarang dan memudahkan proses pembelajaran.

Kimia kerap dianggap sebagai pelajaran yang sulit dimana memiliki topik yang bersifat abstrak. Kesetimbangan kimia menjadi salah satu topik yang susah karena materi yang abstrak (Lukum *et al.*, 2015). Kesulitan dalam mempelajari kesetimbangan kimia terdapat dalam memahami istilah, bersifat abstrak, serta kesukaran pada perhitungan (Marfu'a & Astuti, 2022). Analisis dari angket yang telah diberikan kepada 66 peserta didik diperoleh hasil bahwa sebanyak 60,6% peserta didik menganggap topik kesetimbangan kimia termasuk topik yang kategori sulit. Dari analisis angket yang dilakukan terhadap empat guru pada SMAN 1 V Koto Kampung Dalam dan SMAN 2 Padang diperoleh hasil bahwa dalam pembelajaran materi kesetimbangan kimia bahan ajar kurikulum merdeka yang digunakan masih terbatas dikarenakan pelaksanaan kurikulum merdeka yang baru diterapkan dan peserta didik boleh menggunakan *Handphone* dalam pembelajaran, sehingga dapat digunakan untuk penerapan teknologi.

Penelitian sebelumnya telah menghasilkan E-modul dengan model *problem based learning* untuk materi seperti Asam basa (Khotim *et al.*, 2015), laju reaksi (Fitri & Iryani, 2023), reaksi redoks (Munawaroh

et al., 2022) yang telah valid dan praktis. Tetapi belum ada studi yang mengulas mengenai pengembangan E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F SMA.

Dari uraian sebelumnya, dilakukanlah penelitian mengenai pengembangan E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F SMA. Selain itu, dilakukan analisis hasil validitas dan juga praktikalitas pada E-modul setelah dihasilkan.

METODE

Studi ini bagian dari jenis penelitian *research and development* (R&D) yang menerapkan pengembangan four D Models (4-D), meliputi 4 tahapan pengembangan yaitu *define*, *design*, *develop*, serta *dessiminate* (Thiagarajan et al., 1974). Penelitian dilaksanakan hingga bagian *develop* saja. Penelitian mempunyai subjek yakni tiga dosen kimia FMIPA UNP serta dua guru SMA serta 29 peserta didik fase F dari SMAN 1 V Koto Kampung Dalam.

Pengumpulan data dalam studi ini memakai instrumen berbentuk angket validitas dan juga angket praktikalitas. Lembar validitas diaplikasikan untuk menentukan valid atau tidaknya E-modul yang dibagikan terhadap tiga dosen kimia FMIPA UNP serta dua guru SMAN 1 V Koto Kampung Dalam. Lembar praktikalitas berfungsi sebagai alat untuk melihat seberapa praktis penggunaan E-modul yang telah dikembangkan bagi guru dan juga peserta didik SMAN 1 V Koto Kampung Dalam.

Analisis validasi dari E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* dilakukan memakai skala indeks Aiken's V. Kriteria kevalidan dari E-modul dilihat dari skala Aiken's V yang diperoleh jika $\geq 0,8$ dianggap valid dan $< 0,8$ dianggap tidak valid, dimana nilai 0,8 didapatkan berdasarkan lima jumlah pilihan dan lima orang validator (Aiken, 1985).

Analisis data respons guru dan peserta didik dari angket praktikalitas dilakukan dengan memanfaatkan rumus persentase skor kelayakan praktikalitas produk. Patokan dari tingkat kepraktisan produk yaitu: $86\% < x \leq 100\%$ (Sangat praktis), $76\% < x \leq 85\%$ dikatakan praktis, $60\% < x \leq 75\%$ dikatakan cukup praktis, $55\% < x \leq 59\%$ dikatakan kurang praktis, $0\% < x \leq 54\%$ dikatakan tidak praktis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define

Langkah awal yang dilakukan pada tahapan model pengembangan 4-D adalah *define*, dilakukan analisis kebutuhan agar mengetahui apa saja yang diperlukan untuk mengembangkan E-modul. Pada tahap *define* meliputi bagian analisis ujung depan, bagian analisis peserta didik, bagian analisis konsep, serta bagian analisis tujuan pembelajaran. Pada analisis ujung depan dilaksanakan pemberian angket kepada guru dan peserta didik SMAN 2 Padang dan SMAN 1 V Koto Kampung Dalam untuk mengetahui masalah yang terdapat pada proses pembelajaran. Dari hasil angket yang bagikan diketahui bahwa bahan ajar untuk kurikulum merdeka yang tersedia masih terbatas dan E-modul belum tersedia serta pembelajaran berbasis masalah belum terlaksana dengan baik. Peserta didik dalam pembelajaran diperbolehkan menggunakan *handphone* dalam pembelajaran kemudian memungkinkan dikembangkan E-modul berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK.

Analisis peserta didik dikenal sebagai *learner analysis*, dilaksanakan dengan tujuan memahami kemampuan dan motivasi belajar peserta didik, yang didapatkan melalui pemberian angket terhadap peserta didik. melalui angket yang diberikan diketahui bahwa peserta didik menghadapi kesusahan dalam mempelajari topik keseimbangan kimia, terkhusus pada pemahaman konsep dan perhitungannya. Dalam pembelajaran peserta didik kurang memiliki motivasi dan keaktifan dalam pembelajaran memakai bahan ajar

di sekolah yang tersedia. Bahan ajar yang disenangi peserta didik memiliki gambar, audio, dan juga video, serta dapat diakses secara fleksibel pada setiap waktu dan tempat dengan latihan soal.

Analisis konsep diperoleh melalui identifikasi konsep-konsep yang terdapat dalam materi keseimbangan kimia kemudian didapatkan konsep penting yang diajarkan nantinya. Analisis konsep disusun menjadi peta konsep.

Analisis tugas disesuaikan dengan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka pada materi keseimbangan kimia yang akan diturunkan menjadi tujuan pembelajaran, yang digunakan untuk memahami tahapan pembelajaran.

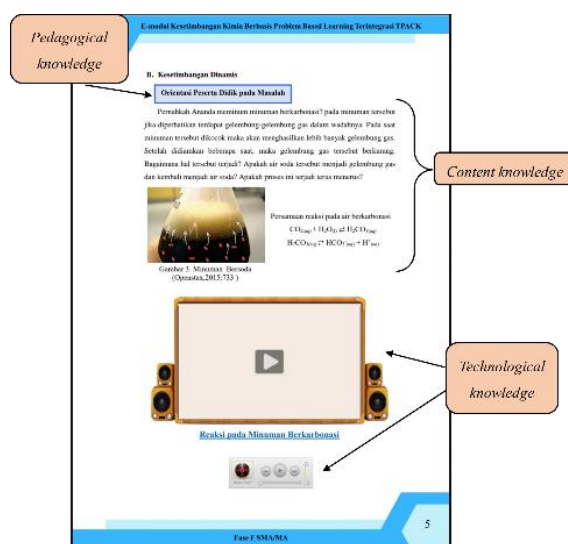
Analisis tujuan pembelajaran dikerjakan dengan menyusun alur tujuan pembelajaran sesudah menguraikan tujuan pembelajaran. Mengenai alur tujuan pembelajaran dari topik keseimbangan kimia berupa: (a) Menjelaskan pengertian keseimbangan kimia, (b) Menghitung nilai dari tetapan keseimbangan konsentrasi (Kc), tetapan keseimbangan tekanan (Kp), dan hubungan Kc dengan Kp, (c) Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi dari perubahan arah keseimbangan kimia.

Design

Tahap *design* (perancangan), dilakukan perancangan dari E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* yang akan dibuat. Bagian dari perancangan sebagai berikut: (a) pemilihan media, (b) pemilihan format, (c) perancangan awal. Pemilihan media dilakukan untuk menentukan media bagi E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK yang akan dikembangkan. E-modul akan menggunakan media berupa aplikasi Microsoft Word, Google form, dan Flip PDF profesional.

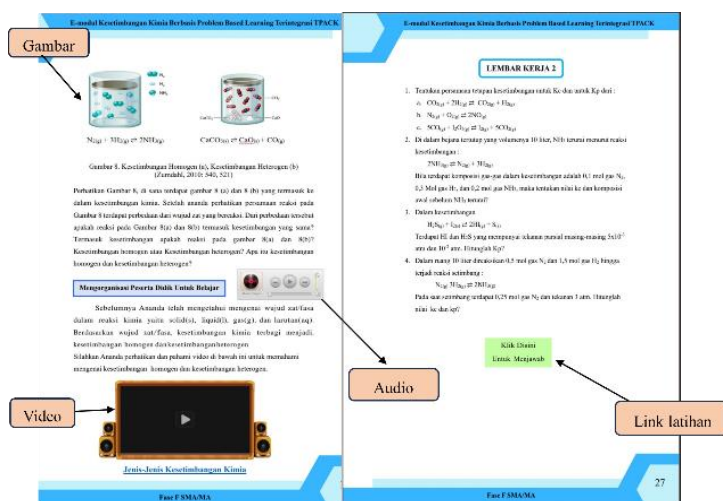
Langkah pemilihan format memiliki tujuan merinci desain E-modul, model yang digunakan, serta pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran. Rancangan E-modul disusun sesuai struktur penyusunan yang ada pada panduan pembuatan E-modul (Kemendikbud, 2017b). Model pembelajaran yang digunakan pada E-modul memakai model *problem based learning* serta menggunakan pendekatan berupa TPACK (*Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*).

Tahap selanjutnya setelah menetapkan media dan format dari E-modul yang akan dibuat yaitu Rancangan awal (*Initial design*). Proses rancangan E-modul disusun melalui aplikasi Microsoft Word, Canva, Google form, serta Flip PDF profesional. E-modul keseimbangan kimia dibuat memakai sintak model *problem based learning* dan menggunakan pendekatan TPACK dapat diperhatikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan E-modul Keseimbangan Kimia Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK

Teknologi yang ada di E-modul ini terdapat pada penggunaan media digital dalam mengaksesnya dan *Google form* yang digunakan dalam menjawab pertanyaan seperti lembar kerja dan evaluasi serta terdapat tampilan multimedia seperti gambar, audio, dan video untuk mendukung pembelajaran berdiferensiasi. Peserta didik bisa belajar secara fleksibel berdasarkan gaya belajarnya masing-masing, dimana yang gaya belajarnya auditori dapat mendengarkan audio yang ada pada E-modul berisi rekaman suara dari orientasi masalah dan bagi yang visual dapat memperhatikan gambar dan video yang ada dalam E-modul, bagian tersebut dapat diperhatikan pada Gambar 2. Bagian pedagogis pada E-modul berupa model *problem based learning*, dalam proses pembelajaran dimana menempatkan peserta didik sebagai pusat, serta dapat membangun kemampuan penyelesaian masalah pada peserta didik. Bagian *content knowledge* (pengetahuan materi) terdapat pada seluruh materi yang terdapat E-modul yaitu materi kesetimbangan kimia.



Gambar 2. Contoh Beberapa Implementasi Teknologi pada E-modul

Develop

Tahap ketiga adalah *develop*, yang terdiri dari (a) uji validitas, (b) revisi produk, (c) uji praktikalitas. Uji validitas dilaksanakan untuk membuktikan kevalidan dari E-modul berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK. Proses validasi dikerjakan oleh tiga dosen kimia FMIPA UNP serta dua guru kimia di SMAN 1 V Koto Kampung Dalam. Hasil analisis validasi berdasarkan lima orang validator bisa diamati dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Data Validitas E-modul

No	Aspek yang dinilai	Nilai V	keterangan
1	Kelayakan isi	0,922	Valid
2	Kebahasaan	0,900	Valid
3	Penyajian	0,900	Valid
4	Kegrafikaan	0,900	Valid
	Kevalidan	0,905	Valid

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1. E-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK dikatakan valid berdasarkan skor 0,905. Pada bagian kelayakan isi diperoleh skor rata-rata validitas dengan nilai 0,922 berkategori valid. Data tersebut menyatakan mengenai E-modul kesetimbangan kimia *problem based learning* terintegrasi TPACK sudah sesuai berdasarkan capaian pembelajaran dan juga tujuan pembelajaran kesetimbangan kimia yang perlu untuk dikuasai oleh peserta didik. validitas isi menyatakan bahwa E-modul yang sudah dikembangkan sesuai kurikulum atau mengikuti materi dan teori yang tepat (Andrean *et al.*, 2019).

Pada komponen kebahasaan didapatkan rata-rata 0,900 dengan kategori valid, dimana E-modul kesetimbangan kimia *problem based learning* terintegrasi TPACK telah menggunakan bahasa yang mematuhi pedoman bahasa Indonesia sesuai aturan dengan baik serta mudah untuk dipahami. E-modul diharapkan hendaknya komunikatif, dimana mudah dipahami, sederhana, jelas dan tidak terdapat kesalahan bahasa (Khaira & Yerimadesi, 2021).

Penyajian materi berdasarkan hasil validitas, didapatkan skor rata-rata 0,900 berkategori valid. Nilai tersebut menandakan bahwasanya penyajian materi sudah tersusun dengan baik dan jelas. E-modul kesetimbangan kimia *problem based learning* terintegrasi TPACK telah disusun berdasarkan langkah-langkah *problem based learning* (Arends, 2012). Materi serta Soal yang ada ditampilkan dari E-modul telah disusun berdasarkan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, kemudian dapat menjadi acuan tercapainya tujuan pembelajaran atau tidak (Yerimadesi *et al.*, 2018).

Komponen kegrafikaan mendapat nilai validitas 0,900 dengan keterangan valid. Nilai tersebut menunjukkan E-modul kesetimbangan kimia *problem based learning* terintegrasi TPACK yang disajikan memiliki tampilan yang memukau, gambar, dan ilustrasi yang diperlihatkan dapat dilihat dengan baik. Penyusunan secara menarik dari E-modul dapat membangkitkan motivasi belajar dari peserta didik (Andrean *et al.*, 2019).

Secara keseluruhan hasil validasi E-modul yang dikembangkan dalam setiap aspeknya dikategorikan valid dengan rata-rata 0,905. Meskipun begitu, terdapat bagian dalam E-modul yang perlu disesuaikan berdasarkan saran dari validator, oleh karena itu dilakukanlah revisi sebelum uji praktikalitas.

Revisi produk dilakukan setelah E-modul kesetimbangan kimia *problem based learning* terintegrasi TPACK divalidasi. E-modul yang dikembangkan secara keseluruhan telah dinyatakan valid, namun terdapat beberapa bagian yang harus disesuaikan dengan masukan validator. Berdasarkan saran dan masukan yang diberikan dilakukanlah revisi meliputi: 1) perbaikan dalam penulisan senyawa, fasa, dan rumus, 2) gambar dan video yang digunakan disesuaikan dengan materi, 3) penggunaan font, ukuran, dan spasi disamakan, 4) kata-kata asing dimiringkan, singkatan dituliskan kepanjangannya, 5) penulisan simbol kimia.

Uji praktikalitas dilakukan agar mengetahui kepraktisan daripada E-modul yang sudah dikembangkan pada aspek kemudahan saat penggunaan, efisiensi waktu, manfaat penggunaan. Hasil praktikalitas didapatkan dari analisis angket respons dua guru kimia dan 29 peserta didik fase F SMAN 1 V Koto Kampung Dalam. Hasil analisis data praktikalitas guru beserta peserta didik bisa diperhatikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Data Praktikalitas E-modul dari Guru dan Peserta Didik

No	Aspek yang dinilai	Guru	Peserta didik	Keterangan
1	Kemudahan penggunaan	93%	89%	Sangat praktis
2	Efisiensi waktu	95%	87%	Sangat praktis
3	Manfaat penggunaan	96%	88%	Sangat praktis
	Praktikalitas	95%	88%	Sangat praktis

Hasil dari analisis data praktikalitas yang telah dibagikan guru kimia didapatkan nilai 95% sedangkan peserta didik dengan nilai 88%, dimana kategorinya sangat praktis. Aspek tersebut menyatakan bahwa E-modul yang telah dikembangkan telah praktis dari segi kemudahan saat menggunakannya, efisiensi waktu, manfaat penggunaan. Berdasarkan kemudahan penggunaan didapatkan nilai dari angket guru sebesar 93% dan peserta didik 89% dengan kategori praktis. Bagian tersebut menyatakan E-modul yang sudah dikembangkan

mempunyai petunjuk penggunaan, langkah pembelajaran, penggunaan huruf dan bahasa, serta penyajian dari materi yang memberikan kemudahan bagi peserta didik saat memahami konsep (Andromeda *et al.*, 2018).

Pada aspek efisiensi waktu didapatkan nilai dari angket guru sebesar 95% dan peserta didik 87% berkategori sangat praktis. Nilai tersebut menyatakan E-modul keseimbangan kimia yang telah dikembangkan efisien dalam pembelajaran. penggunaan E-modul pada saat pembelajaran dapat membuat waktu pembelajaran menjadi lebih efektif (Andrian *et al.*, 2019).

Dari aspek manfaat penggunaan didapatkan hasil angket guru 96% dan peserta didik 88% berkategori sangat praktis. Kategori tersebut menggambarkan E-modul yang telah dibuat memberikan manfaat bagi guru serta peserta didik. Dalam E-modul memiliki gambar, audio, video, dan materi pembelajaran yang mendukung peserta didik dalam menemukan konsep dan melakukan pembelajaran secara mandiri. Hal tersebut menandakan E-modul yang sudah dikembangkan menjadikan pembelajaran tersusun dengan baik maka dapat membantu peserta didik mengerti topik keseimbangan kimia (Yerimadesi *et al.*, 2018). Dari hasil praktikalitas yang disampaikan dapat ditarik kesimpulan bahwasanya E-modul yang dikembangkan bisa dipakai menjadi bahan untuk belajar dari peserta didik tidak hanya di sekolah serta dapat digunakan di mana saja.

Dari hasil pada penelitian yang telah dilaksanakan dan melakukan analisis data validitas serta praktikalitas dapat dinyatakan E-modul keseimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F SMA telah terbukti valid dan juga praktis.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil daripada penelitian serta melakukan analisis data yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan bahwa E-modul keseimbangan kimia berbasis problem based learning terintegrasi TPACK untuk fase F SMA yang telah dikembangkan dengan model 4-D menunjukkan telah valid dan juga sangat praktis. Kegiatan penelitian berikutnya diminta agar bisa melaksanakan uji efektivitas dari E-modul keseimbangan kimia berbasis problem based learning terintegrasi TPACK untuk fase F SMA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa syukur disampaikan untuk tuhan yang maha esa pada berkat rahmat serta karunia-Nya terhadap penulis, sudah menghidaihkan kelapangan sehingga bisa menuntaskan penelitian ini. Terima kasih disampaikan terhadap dosen yang sudah menyampaikan arahan serta bimbingan, serta pihak sekolah SMAN 1 V Koto Kampung Dalam, termasuk kepala sekolah, guru kimia fase F, dan peserta didik fase F yang memberikan respon baik serta terlibat aktif dalam penelitian. Penghujung kata, hendaknya artikel ini bisa memberikan faedah terhadap semua pihak yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, R. L. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *All Rights*.
- Andrian, M. D., Yerimadesi, & Gazali, F. (2019). Validitas dan Praktikalitas Modul Sistem Koloid Berorientasi Chemo-Entrepreneurship (CEP) untuk Kelas XI IPA SMA /MA. *EduKimia Journal*, 1(1), 62–68.
- Andromeda, Ellizar, Iryani, Bayharti, & Yulmasari, Y. (2018). Validitas dan Praktikalitas Modul Laju Reaksi Terintegrasi Eksperimen dan Keterampilan Proses Sains untuk Pembelajaran Kimia di SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 2.
- Arends, R. I. (2012). *Learning To Teach*. New York : McGraw-Hill Companies.

- 593 *Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK untuk Fase F - Nofry Ardiansyah, Yerimadesi*
DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i1.6362>
- Cholilah, M., Gratia, A. T. P., Rosdiana, S. P., & Noor, A. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan Dan Pengajaran*, 01(02), 57–66. <https://doi.org/10.58812/spp.v1.i02>
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta : Direktorat Jenderal.
- Fitri, I. A., & Iryani. (2023). Validitas E-modul Kimia SMA Kelas XI Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Laju Reaksi Fase F. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4, 579–589.
- Herawati, S. N., & Muhtadin, A. (2018). Pengembangan Modul Elektronik (E-modul) Interaktif Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Kemendikbud. (2017a). *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Kemendikbud. (2017b). *Panduan Praktis Penyusunan E-modul*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Khaira, U., & Yerimadesi. (2021). Validitas E-modul Kimia Unsur Berbasis Guided Discovery Learning untuk Kelas XII SMA/ MA. *Entalpi Pendidikan Kimia*.
- Khotim, H. N., Nurhayati, S., & Hadisaputro, S. (2015). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Asam Basa. *Chemistry in Education*, 2252.
- Lukum, A., Laliyo, L. A. R., & Sukamto, K. (2015). Metakognisi Mahasiswa Dalam Pembelajaran Keseimbangan Kimia. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 21(1).
- Marfu'a, S., & Astuti, R. T. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Memahami Materi Keseimbangan Kimia. 4, 297–307.
- Mufida, L., Subandowo, M., & Gunawan, W. (2022). Pengembangan E-modul kimia pada materi struktur atom untuk meningkatkan hasil belajar. (*Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika*, 07, 138–146.
- Munawaroh, Marlina, L., & Sholeh, M. I. (2022). Pengembangan Bahan Ajar E-modul Kimia Pada Materi Reaksi Redoks Berbasis Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Aplikasi Flip Pdf. *Jurnal Al'ilmi*, 11(1), 20–24.
- Priantini, D. A. M. M. O., Suarni, N. K., & Adnyana, I. K. S. (2022). Analisis Kurikulum Merdeka Dan Platform. *Jurnal Penjaminan Mutu*, 8(02), 238–244.
- Rasyid, R., Anwar, M., Studi, P., Kimia, P., Makassar, U. N., & Learning, P. B. (2022). Penerapan Model PBL Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Keseimbangan Kimia. *Jurnal Pendidikan Dan Profesi Keguruan*, 2(September), 85–90.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children. In *Journal of School Psychology* (Vol. 14, Issue 1). New York: A Sourcebook. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)
- Wahyuni, Z. A., & Yerimadesi. (2021). Praktikalitas E-modul Kimia Unsur Berbasis Guided Discovery untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *Edikatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 680–688.
- Yerimadesi, Bayharti, & Oktavirayanti, R. O. (2018). Validitas dan Praktikalitas Modul Reaksi Redoks dan Sel Elektrokimia Berbasis Guided Discovery Learning untuk SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 2.
- Yuberti. (2014). Teori Pembelajaran dan Pengembangan Bahan Ajar Dalam Pendidikan. In *Psikologi Pendidikan* (Vol. 1). Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA).
- Zhafirah, T., Erna, M., & Rery, R. U. (2021). Efektivitas Penggunaan E-modul Hidrokarbon Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Masalah Peserta Didik. 1, 206–216.