



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

Doli Indra Nasution¹, Yerimadesi^{1*}

Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/jcar.v7i1.10326>

Received: 29 November 2024

Revised: 18 Januari 2025

Accepted: 23 Januari 2025

Abstract: This study aims to develop and produce teaching materials in the form of a problem-based learning (PBL) e-module on chemical bonding integrated with TPACK for phase F learning in the Merdeka Curriculum. The design and development of this product were carried out using the Research and Development (R&D) approach and the four D models (4D) development method. The research was conducted up to the stages of validity and practicality testing. The instruments for validity and practicality testing were in the form of questionnaires. The product validation stage involved distributing questionnaires to three chemistry lecturers from Universitas Negeri Padang and two chemistry teachers from SMA Negeri 14 Padang. The data analysis process for product validation was conducted using Aiken's V, while the data processing for practicality was performed using the percentage of the practicality feasibility score. The developed product achieved an average validity score of 0.82, categorized as valid. The practicality test results showed that the teaching material product achieved practicality scores of 93% and 92% for teachers and students, respectively, which are categorized as very practical. Based on the results of validity and practicality testing, it can be concluded that the problem-based learning e-module on chemical bonding integrated with TPACK for phase F in senior high school has met the criteria for validity and practicality.

Keywords: Chemical Bounding, E-module, Merdeka Kurikulum, Problem Based Learning, TPACK.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan bahan ajar berupa E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK untuk pembelajaran fase F kurikulum merdeka. Perancangan serta pengembangan produk ini dilakukan dengan pendekatan Research and Development (R&D) dan metode pengembangan *four D models* (4D). Riset dilakukan sampai tahap pengujian validitas dan praktikalitas. Instrumen uji validitas dan praktikalitas yang digunakan berupa angket. Tahap validasi produk dilakukan dengan pemberian instrument berupa angket kepada tiga Dosen kimia yang mengajar di Universitas Negeri Padang dan dua Guru mata pelajaran kimia di SMA Negeri 14 Padang. Proses analisis data hasil validasi produk menggunakan Aiken's V dan proses pengolahan data praktikalitas menggunakan persentase skor kelayakan praktikalitas. Produk yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata validitas sebesar 0,82 dengan kriteria valid dan hasil pengujian tingkat praktikalitas produk bahan ajar terhadap guru dan peserta didik memperoleh persentase nilai 93% dan 92% secara berturut-turut dengan kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil uji validitas dan praktikalitas yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan yang menyatakan bahwa produk bahan ajar E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK untuk fase F SMA telah memenuhi kriteria valid dan praktis.

Kata Kunci: E-Modul, Ikatan Kimia, Kurikulum Merdeka, *Problem Based Learning*, TPACK.

Pendahuluan

Kurikulum merdeka merupakan kurikulum yang berfokus pada aktivitas pembelajaran yang melibatkan kolaborasi dan teknologi yang relevan terdapat materi yang dipelajari dengan tujuan untuk mengasah pengalaman belajar peserta didik dengan lebih optimal (Wahyudin et al., 2024). Dengan demikian proses pembelajaran pada kurikulum merdeka juga harus didukung oleh bahan ajar yang relevan dengan visi dan misi kurikulum merdeka itu sendiri (Maghfira, et al., 2023; Andini, et al., 2024). Kegiatan belajar yang berorientasi pada peserta didik dan berbasis teknologi relevan apabila diterapkan menggunakan sumber belajar berupa E-modul yang tahapan pembelajarannya disusun sesuai model *problem based learning* dan perancangan serta pengembangannya menggunakan prinsip TPACK.

Bahan ajar sendiri harus dirancang berdasarkan keadaan di sekolah serta karakteristik yang dimiliki oleh peserta didik. Bahan ajar juga harus dirancang sesuai ketentuan yang berlaku pada kurikulum yang diterapkan sekolah (Depdiknas, 2008). Penggunaan bahan ajar E-modul relevan dengan visi dan misi kurikulum merdeka yang menginginkan karakteristik pembelajaran yang berorientasi terhadap peserta didik dan berbasis teknologi. Hal tersebut karena bahan ajar E-modul merupakan bahan belajar mandiri yang terstruktur dan memuat materi pokok esensial dan E-modul sendiri sudah dilengkapi berbagai fitur untuk mendukung proses pembelajaran, seperti video animasi, gambar ilustrasi, dan audio yang dapat mempermudah peserta didik saat mempelajari suatu konsep materi selama proses pembelajaran (Wahyuni & Yerimadesi, 2021). Berbagai fitur berbasis teknologi yang tersedia didalam E-modul tersebutlah yang dapat membantu peserta didik agar dapat belajar dengan lebih mandiri, efisien dan menyenangkan (Afrilianti & Yerimadesi, 2021), hal tersebut karena E-modul telah dirancang dalam bentuk elektronik sehingga bisa memuat lebih banyak media dari pada bahan ajar konvensional cetak (Yerimadesi et al., 2023). Selain itu penggunaan E-modul pada kegiatan belajar dapat mempertajam kemampuan pemecahan masalah (Zhafirah et al., 2021), dan meningkatkan performa belajar peserta didik (Mufida et al., 2022).

Bahan ajar yang baik harus dapat mengorganisir kegiatan pembelajarannya agar dapat terorganisir secara optimal dan mencapai hasil yang maksimal. Dengan demikian dalam perancangan bahan ajar juga memerlukan penerapan model pembelajaran didalamnya. Penerapan model pembelajaran bertujuan untuk menciptakan proses belajar yang optimal agar pembelajaran dapat berjalan baik, terorganisir, dan

mendapat hasil yang maksimal (Kemendikbud, 2017a). Terdapat suatu model pembelajaran yang cocok jika dikolaborasikan bersama bahan ajar E-modul dan sejalan dengan karakteristik pembelajaran pada kurikulum merdeka, yaitu model *problem based learning*.

Model *problem based learning* menstimulasi peserta didik untuk dapat belajar dari setiap permasalahan yang umum dijumpai pada kehidupan sehari-hari dan terhubung dengan materi yang akan dipelajari (Kemendikbud, 2017a). Selama proses belajar dengan model PBL, peserta didik juga harus menemukan konsep-konsep materi yang sedang dipelajari dalam permasalahan yang telah dipecahkan (Sofyan dkk., 2017). Selain itu pembelajaran dalam PBL bersifat terbuka terhadap peserta didik sehingga peserta didik dapat dapat secara bebas mempertajam keterampilan dalam penguasaan materi dan keterampilan berfikir kritis saat proses penyelesaian masalah (Fathurrohman, 2016). Pengaplikasian model PBL dalam bahan ajar dapat menghasilkan pembelajaran yang menyenangkan, bermakna, relevan, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik yang selaras dengan tujuan dari kurikulum merdeka.

Penggunaan E-modul dalam kegiatan pembelajaran merupakan bentuk langsung dalam pengaplikasian teknologi dalam Pendidikan. Sehingga dalam perancangan dan pengembangannya juga perlu menggunakan pendekatan yang mencakup tentang pemanfaatan teknologi, pengetahuan pedagogis, dan konten materi yang dikenal dengan istilah Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK).

TPACK merupakan suatu kerangka konseptual untuk menggambarkan interaksi dari ketiga domain keterampilan yang wajib dipahami setiap tenaga pendidik, yakni keterampilan dan penguasaan teknologi, pedagogi, dan konten materi yang akan diajarkan serta penggabungan ketiganya (Suryawati dkk., 2014). Kerangka kerja TPACK adalah kerangka kerja yang dibuat untuk memberikan gambaran terhadap pengetahuan yang bermanfaat bagi seorang pengajar saat mendesain suatu pembelajaran dan dapat dimanfaatkan oleh guru untuk merancang bahan ajar yang berbasis teknologi (Listiawan, 2017). Bahan ajar berupa E-modul berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK dinilai cocok untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran kimia pada materi ikatan kimia.

Ikatan kimia adalah salah satu materi yang diajarkan pada mata pelajaran kimia di tingkat SMA fase F, materi tersebut kerap dianggap sulit oleh peserta didik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Haris dan Al Idrus (2011) mengenai analisis kesulitan belajar ikatan kimia ditinjau dari kesalahan konsep, diperoleh

hasil 62,5% siswa merasa kesulitan ketika belajar ikatan kimia, dimana 20% peserta didik merasa cukup sulit dan 17,5% peserta didik kurang mengalami kesulitan. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kesulitan peserta didik saat mempelajari ikatan kimia terjadi karna kesalahan konsep, baik saat mempelajari konsep-konsep ikatan kimia tersebut atau pada saat mempelajari prinsip-prinsip struktur atom dan sistem periodik unsur yang menjadi materi prasyaratnya. Selain itu, berdasarkan hasil sebaran angket terhadap peserta didik dan tiga orang guru di SMA Negeri 8 Padang dan SMA Negeri 14 Padang didapatkan hasil 59,6% dari 57 orang peserta didik kesulitan saat mempelajari materi ikatan kimia dan ketiga guru yang diwawancarai juga menyampaikan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi ikatan kimia. Kesulitan yang dihadapi peserta didik umumnya dikarenakan sulitnya memahami konsep pada materi ikatan kimia yang sifatnya abstrak, serta kurangnya alat peraga atau video simulasi saat kegiatan belajar mengajar pada materi ikatan kimia.

Berdasarkan analisis angket juga diperoleh informasi bahwa dua dari tiga orang guru terkendala oleh kurangnya bahan ajar yang relevan dalam memfasilitasi kegiatan belajar mengajar di kurikulum merdeka. Informasi serupa juga ditemukan di dalam penelitian Zulaiha dkk, dimana salah satu kesulitan yang dialami guru dalam pengimplementasian kurikulum merdeka yaitu ketersediaan referensi sumber ajar dari pusat yang masih minim (Zulaiha, et al., 2022). Jenis bahan ajar yang dipakai guru kimia di SMAN 8 dan 14 Padang saat mengajarkan materi ikatan kimia umumnya masih berupa bahan ajar konvensional berupa buku cetak, LKPD, maupun modul ajar. Selain itu, dari analisis angket yang diberikan ke guru juga diperoleh bahwa ketiga guru juga belum memanfaatkan TPACK dalam merancang pembelajaran dan bahan ajar sehingga bahan ajar yang di gunakan juga belum berbasis teknologi. Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan bahan ajar E-modul berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK dinilai cocok untuk memfasilitasi proses pembelajaran pada materi ikatan kimia dan perlu dikembangkan. Hal tersebut karena pengintegrasian TPACK dalam pengembangan E-modul dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan efektif (Hardanti et al., 2024) dan pengaplikasian e-modul berbasis PBL saat kegiatan belajar kimia mampu menambah pemahaman peserta didik pada konsep materi (Zulfahrin, 2019).

Pada beberapa studi sebelumnya telah dihasilkan bahan ajar E-modul berbasis TPACK untuk pembelajaran matematika (Budiarti, M. indah, dkk., 2021), bahan ajar E-Modul berbasis TPACK untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah

matematis (Widiazizah, I, dkk., 2022) dan E-modul kimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa (Zulfahrin, 2019). Namun belum ditemukan penelitian yang melakukan pengembangan terhadap produk E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, maka dilaksanakanlah penelitian mengenai pengembangan E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F. Produk yang dihasilkan juga di uji tingkat validitas dan praktikalitasnya.

Metode Penelitian

Perancangan serta pengembangan produk pada studi ini dilakukan dengan pendekatan Research and Development (R&D) dan metode pengembangan four D models (4D). Model ini memiliki 4 tahapan dalam proses pengembangannya yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, serta penyebaran (Thiagarajan et al., 1974). Subjek pada Penelitian adalah tiga orang dosen dari jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Uiversitas Negeri Padang, dua orang guru bidang studi kimia SMA serta 35 orang peserta didik fase F dari SMA Negeri 14 Padang.

Teknik pengumpulan data pada penelitan ini menggunakan instrumen berbentuk angket validitas dan juga angket praktikalitas. Angket validitas digunakan untuk melakukan uji pada E-modul yang dirancang, apakah sudah memenuhi kriteria kevalidan atau belum. Angket validitas disebar kepada tiga orang dosen di jurusan kimia UNP serta dua guru bidang studi kimia di SMA Negeri 14 Padang. Angket praktikalitas digunakan sebagai alat pengumpulan data pada uji praktikalitas. Data yang diperoleh akan di olah untuk mengukur tingkat praktikalitas E-modul yang dihasilkan. dimana angket praktikalitas akan disebarakan kepada guru mata pelajaran dan juga peserta didik di SMA Negeri 14 Padang.

Analisis validitas untuk E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* dilakukan dengan skala indeks Aiken's V. Tingkat validitas E-modul yang dikembangkan ditinjau berdasarkan skala Aiken's V yang diperoleh selama penyebaran angket prektikalitas, jika hasil angket yang diperoleh $\geq 0,8$ dianggap memenuhi kriteria kevalidan dan $< 0,8$ dianggap tidak memenuhi kritia kevalidan. Skala 0,8 diperoleh berdasarkan ketentuan dalam penggunaan rumus Aiken's V untuk kriteria lima poin pilihan perbutir pertanyaan dan lima orang validator (Aiken, 1985). Analisis data praktikalitas dilakukan berdasarkan feedback dari guru dan peserta didik pada angket

praktikalitas yang disebarkan dan dianalisis menggunakan rumus persentase skor kelayakan praktikalitas produk.

Hasil dan Pembahasan

Tahapan Pengembangan e-modul menggunakan model 4-D

Define

Tahap pengembangan E-modul ini diawali dengan melakukan pendefinisian, pendefinisian dilakukan dengan cara melakukan analisis terhadap kebutuhan dari produk yang akan dikembangkan. Tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi seperti syarat dalam pengembangan, permasalahan di lapangan, dan pengumpulan informasi mengenai sejauh mana pengembangan terhadap produk harus dilakukan. Tahap define meliputi empat tahap yang harus dilakukan, yaitu analisis ujuung depan (front-end analysis), analisis karakteristik peserta didik (learner analysis), analisis konsep (concept analysis), dan perumusan tujuan pembelajaran (specifying instructional objectives).

Analisis ujung depan (front-end analysis) merupakan tahap untuk mengamati permasalahan-permasalahan yang terjadi selama kegiatan belajar mengajar di sekolah. Permasalahan-permasalahan tersebut yang nantinya akan menjadi latar belakang dari pengembangan produk yang akan dirancang (Ariani et al., 2022), sehingga produk yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi solusi dan menyelesaikan permasalahan yang telah ditemukan sebelumnya. Tahap ini dilaksanakan dengan metode penyebaran angket terhadap tiga guru dan 57 peserta didik fase F di SMA Negeri 8 Padang dan SMA Negeri 14 Padang. Mengacu pada data yang didapat dari angket yang sudah disebarkan, diperoleh informasi bahwa: (a) 59,6% peserta didik mengalami kesulitan ketika memahami materi ikatan kimia (b) kesulitan yang dihadapi peserta didik dalam mempelajari materi ikatan kimia umumnya dikarenakan sulitnya memahami konsep materi (55,8%), kurang terdapatnya alat peraga atau video simulasi untuk menjelaskan materi (26,6%), materi bersifat hafalan (25%) dan materi ikatan kimia yang bersifat abstrak (19,2%) (c) dua dari tiga guru memaparkan bahwa kurangnya bahan ajar yang relevan dalam memfasilitasi kegiatan belajar di kurikulum merdeka untuk materi ikatan kimia (d) bahan ajar yang dipakai dalam pembelajaran masih berbentuk konvensional dan belum berbasis teknologi (e) model pembelajaran yang diaplikasikan guru dikelas umumnya discovery learning dan inquiry yang pelaksanaannya cenderung berpusat pada guru. Salah satu langkah yang dapat ditempuh untuk menyelesaikan permasalahan tersebut

adalah dengan dilakukannya pengembangan E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK untuk fase F. Solusi tersebut relevan dengan permasalahan yang ditemukan karena bahan ajar E-modul sendiri adalah bahan belajar mandiri yang memuat materi materi esensial (Kemendikbud, 2017b) dan merupakan pengembangan dari bahan ajar modul konvensional yang sudah diadaptasi dengan pengaplikasian teknologi didalamnya. Selain itu fitur didalamnya juga menyediakan ilustrasi gambar, video, dan audio (Jupinta & Yerimadesi, 2024) yang dapat menyajikan materi ikatan kimia yang bersifat abstrak dengan lebih baik.

Analisis karakteristik peserta didik dilaksanakan dengan tujuan memperoleh informasi mengenai motivasi, kemampuan dan gaya belajar siswa. Analisis ini dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari proses sebaran angket terhadap peserta didik serta guru sebelumnya. Mengacu pada hasil analisis yang telah didapatkan, diperoleh informasi yaitu: (a) 73,7% peserta didik masih belajar menggunakan teknik mendengarkan uraian materi dari guru dan ketiga guru juga menyampaikan bahwa gaya belajar peserta didik memang condong untuk mendengarkan penjelasan dari guru dan membaca bahan ajar (b) materi ikatan kimia yang bersifat abstrak menyebabkan kesulitan saat memahami konsep-konsep selama kegiatan pembelajaran (c) kesulitan peserta didik ketika mempelajari konsep-konsep disebabkan oleh kurangnya bahan ajar yang dapat mempresentasikan materi ikatan kimia yang sifat penerapannya abstrak (d) peserta didik diperbolehkan menggunakan perangkat elektronik untuk membantu proses belajar (d) 80,7% peserta didik terbantu dalam meningkatkan pemahaman dan wawasan mereka saat mempelajari materi ikatan kimia dengan mengkombinasikan bahan ajar yang ada dengan perangkat elektronik selama pembelajaran. (e) peserta didik menyukai bahan ajar yang memiliki ilustrasi gambar, video, dan audio (66,7%), terdapat latihan soal untuk pemantapan konsep (45,6%), bisa digunakan untuk mengukur penguasaan terhadap materi (36,8%), dan dapat dipakai belajar kapan dan dimana saja (26,3%). Berdasarkan hasil analisis peserta didik juga didapatkan kesimpulan bahwa pengembangan E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK untuk fase F cocok untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan. Hal tersebut karena peserta didik sendiri diperbolehkan menggunakan perangkat elektronik untuk membantu proses pembelajaran, sehingga memungkinkan untuk mengakses bahan ajar E-modul selama belajar di kelas. Bahan ajar ini juga relevan terhadap karakteristik bahan ajar yang diinginkan peserta didik, dimana terdapat fitur gambar, video,

audio, latihan, serta bisa dipakai kapan saja dan dimana saja karena dapat dibuka menggunakan perangkat elektronik (Wahyuni & Yerimadesi, 2021). Selain itu penggunaan pembelajaran berbasis masalah pada bahan ajar ini juga membuat proses belajar akan terorientasi pada peserta didik (student center). Solusi tersebut juga relevan dengan kurikulum merdeka yang digunakan di sekolah tersebut, dimana kurikulum merdeka sendiri menginginkan pembelajaran berbasis teknologi dan terpusat pada peserta didik.

Analisis konsep (concept analysis) dilakukan melalui identifikasi terhadap konsep-konsep esensial dalam materi ikatan kimia, Analisa terhadap konsep tersebut nantinya akan disusun dalam bentuk peta konsep.

Tahap perumusan tujuan pembelajaran (specifying instructional objectives) merupakan tahap untuk penentuan terhadap alur tujuan pembelajaran yang diperoleh dengan penurunan dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan berdasarkan kurikulum yang berlaku. Adapun tujuan pembelajaran dalam topik ikatan kimia yaitu: (a) Peserta didik mampu menganalisis proses terbentuknya ikatan ion, (b) Peserta didik mampu menganalisis proses terbentuknya ikatan kovalen, (c) Peserta didik mampu menganalisis proses terbentuknya ikatan Logam.

Perancangan (Design)

Tahapan selanjutnya yaitu perancangan. Kegiatan perancangan terdiri dari empat tahapan, yaitu (1) Pemilihan media (media selection), (2) Pemilihan format (format selection), (3) Rancangan awal (initial design).

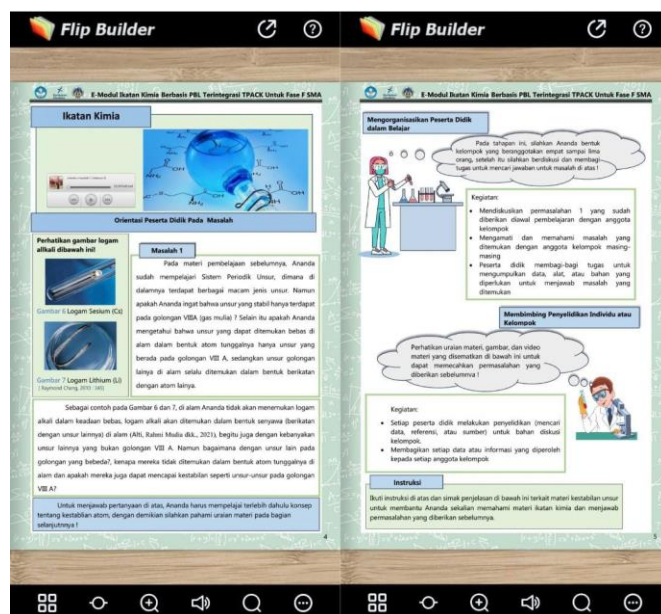
Tahap perancangan diawali dengan pemilihan media yang akan dikembangkan. Pemilihan media harus relevan dengan karakteristik materi yang ingin dimasukkan dalam bahan ajar yang akan dikembangkan (Thiagarajan, 1974). Pada studi ini jenis produk yang akan dirancang adalah bahan ajar E-modul untuk materi ikatan kimia yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* yang terintegrasi TPACK. Software yang digunakan juga disesuaikan dengan produk yang akan dirancang, Software pendukung dalam perancangan produk ini yaitu media pendukung berupa Microsoft Word, Canva, Quiziz, Google Drive, dan Flip PDF professional.

Tahap pemilihan format bertujuan untuk menetapkan rincian dari desain produk, model pengaplikasian, dan jenis pendekatan dalam pengembangannya. Proses perancangan E-modul dilakukan berdasarkan format penulisan E-Modul dalam buku panduan pembuatan E-modul 2017 (Kemendikbud, 2017b). Untuk model pembelajaran yang diaplikasikan di bahan ajar ini adalah model

pembelajaran berbasis masalah dan perancangannya dilakukan berdasarkan pendekatan TPACK.

Tahap terakhir pada tahap desain yaitu proses pembuatan Rancangan awal (initial design). Pada tahap ini dilakukan pengembangan produk secara menyeluruh. Perancangan produk E-modul ini dilakukan pada Microsoft word yang nantinya hasil desainnya akan di publish secara online di web site Flip PDF Profesional. Selain itu desain tampilan visual pada produk ini juga didesain dengan bantuan aplikasi Canva untuk memperoleh desain semenarik mungkin. E-modul yang di desain semenarik mungkin bertujuan agar dapat meningkatkan ketertarikan dan memberi motivasi siswa selama kegiatan belajar. Hal ini karena desain tampilan bahan ajar yang menarik dapat meningkatkan motivasi peserta didik selama kegiatan pembelajaran (Wildayati & Yerimadesi, 2021).

Perancangan E-modul ikatan kimia ini menggunakan pendekatan TPACK, sehingga didalamnya dilengkapi dengan model pembelajaran. E-modul ini menggunakan model *problem based learning* dan di dalamnya memuat model sintak PBL yang pengaplikasiannya pada E-modul ini dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Tampilan Sintak Problem Based Learning pada E-modul Ikatan Kimia yang dikembangkan.

Pengembangan bahan ajar E-modul ini menggunakan pendekatan TPACK, sehingga didalamnya juga harus dibekali dengan fitur-fitur teknologi sebagai penunjang proses pembelajaran agar lebih maksimal. Pengaplikasian teknologi dalam produk ini meliputi penggunaan Flip PDF professional sebagai tempat publish E-modul, Google Drive dan aplikasi Quiziz yang digunakan sebagai media

pelaksanaan quis. Selain itu juga terdapat fitur teknologi berupa komponen multimedia layaknya gambar ilustrasi, audio, dan video animasi yang menghasilkan pembelajaran berdiferensiasi. Fitur teknologi dalam E-modul yang dikembangkan ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2 Contoh Fitur Pendukung E-modul Ikatan Kimia Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi.

Development

Tahap pengembangan (development) merupakan tahap untuk memperbaiki rancangan awal yang telah dibuat berdasarkan revisi serta evaluasi produk, sehingga menghasilkan produk akhir perangkat pembelajaran yang sudah diperbaiki dan diberi saran oleh para ahli (Dian dan Sri, 2017). Tahap ini terdiri dari tiga tahap yaitu: (1) Uji validitas, (2) Revisi produk, dan (3) Uji praktikalitas.

Tahap pengujian tingkat validitas diperlukan untuk menguji kevalidan dari produk bahan ajar yang dirancang. Tahap validasi dilakukan oleh tiga dosen jurusan kimia Universitas Negeri Padang serta dua orang guru mata pelajaran kimia di SMA Negeri 14 Padang. Komentar dan saran yang didapat saat validasi menjadi pedoman dalam revisi produk agar menghasilkan produk yang tepat dan berkualitas (Thiagarajan, 1974). Uji validitas akan ditinjau dari empat aspek yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikaan. Hasil pengolahan data validitas E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis Data Validitas E-modul

No	Aspek yang dinilai	Nilai V	Kategori kevalidan
1	Kelayakan isi	0,83	valid
2	Kebahasaan	0,81	valid
3	Penyajian	0,82	valid
4	Kegrafikaan	0,84	valid
	Nilai Total	0,82	

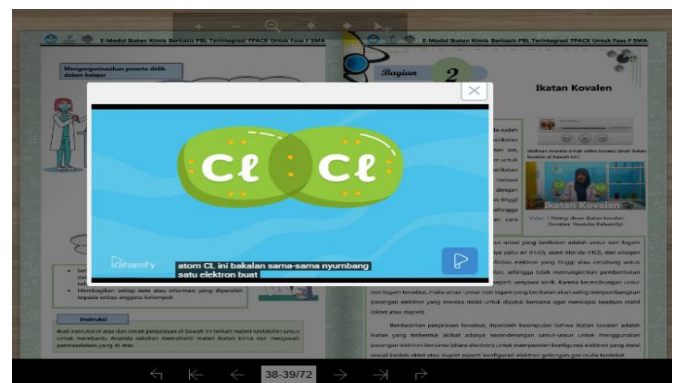
Tahap revisi dilakukan untuk melakukan perbaikan pada bagian e-modul yang dinilai belum memenuhi standar, revisi dilakukan berdasarkan saran dan perbaikan yang diberikan oleh validator selama tahap validasi. Pada tahap revisi dilakukan perbaikan terhadap: (1) Peta Konsep, (2) Gambar dan Orientasi masalah pada e-modul, (3) Gambar ilustrasi pada materi yang disajikan, (4) Penulisan Konfigurasi elektron, (5) Penulisan sumber gambar, (6) Desain e-modul, dan (7) Perbaikan konsep materi yang belum tepat.

Setelah uji validitas, dilakukan uji praktikalitas terhadap produk yang sudah dikembangkan. Hasil analisis data uji praktikalitas e-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F SMA yang diperoleh dari guru kimia dan peserta didik ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis data praktikalitas E-modul dari Guru dan peserta didik.

No	Aspek yang dinilai	Nilai		Kategori
		Guru	Peserta didik	
1	Kemudahan penggunaan	93%	92%	Sangat praktis
2	Efisiensi pembelajaran	90%	91%	Sangat praktis
3	Manfaat E-modul	95%	93%	Sangat praktis
	Praktikalitas	93%	92%	Sangat praktis

Berdasarkan data pada tabel di atas dapat dilihat bahwa produk e-modul yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria kepraktisan. Penerapan teknologi dalam pengembangan dan penyajian materi di dalam e-modul ini juga menjadi salah satu faktor penting terhadap tingkat kepraktisannya, salah satu contohnya yaitu pengaplikasian video animasi pada e-modul seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Contoh video animasi untuk membantu mempresentasikan materi ikatan kimia yang bersifat abstrak dengan lebih baik.

Selain itu pada bagian uraian materi juga terdapat penerapan fitur multimedia lain seperti gambar ilustrasi yang bisa diperbesar dan audio yang berisi rekaman teks uraian materi yang disajikan, sehingga penjelasan materi di dalam e-modul tidak hanya berbentuk teks bacaan. Contoh penerapan fitur multimedia pada produk ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Ikatan Ion

Ikatan ion adalah ikatan yang terjadi antara ion positif (kation) dengan ion negatif (anion) karena adanya gaya elektrostatis akibat perbedaan muatan antara ion tersebut. Ikatan ion dapat terjadi karena adanya interaksi antara atom yang memiliki energi ionisasi rendah (mudah melepas elektron) dengan atom yang memiliki afinitas elektron tinggi (mudah menerima elektron) sehingga mengakibatkan adanya transfer elektron antara atom yang berinteraksi, dimana atom yang memiliki energi ionisasi rendah akan melepas elektron pada kulit terluarnya dan diterima oleh atom yang memiliki afinitas elektron tinggi. Pada proses transfer elektron ini nantinya akan terbentuk ion positif dan ion negatif yang saling tarik menarik karena adanya gaya elektrostatis akibat perbedaan muatan antara ion tersebut.

Umumnya unsur yang memiliki energi ionisasi rendah adalah unsur logam yang terletak di golongan IA, IIA, dan IIIA sehingga mereka cenderung mudah melepas elektron di kulit terluar dan membentuk ion bermuatan positif (kation). Sedangkan unsur yang memiliki afinitas

Proses terjadinya ikatan ion dalam senyawa NaCl

Atom Na memiliki nomor atom 11 dan Cl memiliki nomor atom 17, sehingga konfigurasi elektronnya dituliskan sebagai berikut:

Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Artinya atom Na memiliki Elektron valensi 1 dan Cl memiliki elektron valensi 7, sehingga:

Diagram showing the process: Atom Na (11) loses an electron to become Na^+ ion. Atom Cl (17) gains an electron to become Cl^- ion. The resulting Na^+ and Cl^- ions form the ionic compound NaCl.

Gambar 14 Proses terbentuknya ikatan ion pada senyawa NaCl
(Sumber: Kamendikbud, 2022 : 37)

Atom Na yang sudah melepas satu elektron akan berubah menjadi ion Na^+ dan atom Cl yang menerima atom dari Na akan berubah menjadi ion Cl^- . Perubahan kedua atom tersebut menjadi ion yang memiliki muatan berbeda membuat mereka saling tarik menarik akibat adanya gaya elektrostatis yang mempengaruhi. Dimana gaya elektrostatis merupakan gaya Tarik menarik yang terjadi antara dua ion yang memiliki muatan yang berlawanan.

Gambar 4 Contoh penjelasan materi dalam E-modul yang dilengkapi gambar ilustrasi dan audio.

Hasil analisis angket praktikalitas peserta didik menunjukkan bahwa penggunaan e-modul ikatan kimia berbasis PBL dapat membantu peserta didik belajar serta memahami materi ikatan kimia dengan baik. Hasil

tersebut juga diperkuat dengan keberhasilan peserta didik dalam menjawab soal latihan yang terdapat di dalam e-modul seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.

Quizizz Lembar kerja

Kuis Ikatan Ion

Nama: Vanisha Cahaya Hafi

Kelas: XII.11

Tanggal: 09 Oktober 2024

Jumlah questions: 5

Estimasi pengerjaan: 5 menit

Nama instruktur: Doli Indra Nasution

1. Menurut analisis ananda, pernyataan berikut yang menyimpang dari fakta tentang unsur ^{11}Na jika berikatan dengan unsur ^{17}Cl dalam membentuk senyawa NaCl adalah ...

☒ a) Senyawa yang terbentuk sesuai dengan aturan oktet

☒ b) Unsur Na Membentuk ion Na^+

☒ c) Ion Na^+ memiliki konfigurasi elektron $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

☐ d) Ion Na Memiliki muatan +1

☐ e) Unsur Na Melepas satu elektron valensi

2. Ikatan ion dapat terjadi disebabkan oleh adanya...

☐ a) Pemakaian elektron berasal dari satu pihak

☐ b) Pemakaian bersama sepasang elektron

☒ c) Ikatan antara unsur-unsur yang cenderung menarik elektron

☒ d) Gaya elektrostatis akibat adanya perbedaan muatan antara ion yang berikatan sehingga menghasilkan gaya tarik-menarik antara kation dengan anion

☐ e) Ikatan antara unsur nonlogam

Gambar 5 Penguatan pemahaman peserta didik berdasarkan sampel jawaban pada latihan soal.

Berdasarkan data validitas yang ditunjukkan pada Tabel 1, E-modul yang dirancang memperoleh kategori valid dengan rata-rata Aikens' V secara keseluruhan sebesar 0,82. Berdasarkan analisis data tersebut dapat disimpulkan bahwa E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F memenuhi kriteria kevalidan. Berikut penjabaran masing-masing aspek yang dinilai dalam uji validitas.

Pada komponen kelayakan isi didapatkan rata-rata validitas e modul sebesar 0,83 dengan kriteria valid. Mengacu pada data tersebut, bisa disimpulkan bahwa isi yang dimuat di pada E-modul ini telah sejalan dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) serta konten pembelajaran yang dimuat di dalamnya sudah benar secara konsep maupun teoritis.

Pada aspek kebahasaan, E-modul yang dihasilkan memperoleh skor validitas sebesar 0,81 dengan kriteria valid, hal ini menandakan E-modul yang dirancang telah menggunakan bahasa yang sesuai dengan pedoman bahasa Indonesia yang berlaku dan mudah untuk dipahami oleh penggunanya, dimana setiap arahan ataupun informasi yang dimuat pada E-modul gampang untuk dipahami karena telah menggunakan bahasa yang simpel, kalimat yang tidak bertele-tele (efektif) dan tidak menyebabkan misinformasi sehingga memudahkan peserta didik yang menggunakan (Yerimadesi dkk., 2017). E-modul yang dirancang juga telah mengimplementasikan

karakteristik E-modul yang bersifat user friendly (Kemendikbud, 2017b).

Pada aspek penyajian, E-modul yang dihasilkan memperoleh skor validitas sebesar 0,82 yang memenuhi kriteria valid, hasil ini menandakan bahwa penyajian materi pada bahan ajar yang dirancang telah disusun secara sistematis berdasarkan pedoman penyusunan E-modul dari kemendikbud tahun 2017 dan sesuai dengan sintaks model PBL yang digunakan.

Pada aspek kegrafikaan, E-modul yang dihasilkan memperoleh skor validitas sebesar 0,84 dan telah mencapai kriteria valid, hasil ini menandakan bahwa E-modul yang dirancang telah dibuat semenarik mungkin dengan memperhatikan nilai estetika dan dilengkapi dengan audio, video, serta gambar yang jelas dan relevan.

Selama tahap validasi produk, terdapat saran dan masukan yang diberikan oleh validator untuk produk E-modul yang dikembangkan. Saran tersebut ditujukan untuk meningkatkan kualitas dan kelayakan dari produk yang dirancang. Berikut beberapa saran dan masukan yang disampaikan validator, yaitu: (1) Perbaikan pada konsep dan teori yang belum tepat, (2) Perbaikan terhadap tanda baca dan ejaan yang belum memenuhi Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), (3) Perbaikan terhadap beberapa desain pada E-modul, (4) Perubahan terhadap ilustrasi gambar yang dimuat dalam E-modul menjadi gambar yang lebih jelas dan relevan, (5) Perbaikan terhadap penulisan simbol kimia.

Uji Praktikalitas dilaksanakan untuk melihat tingkat praktikalitas dalam pengaplikasian E-modul yang dihasilkan, baik secara kemudahan dalam pemakaian produk, efisiensi waktu dalam penggunaannya pada proses pembelajaran, maupun manfaat dari penggunaan produk. Uji praktikalitas dilaksanakan dengan cara penyebaran angket terhadap dua Guru mata pelajaran kimia fase F serta 35 orang peserta didik fase F di SMA Negeri 14 Padang. Data yang diperoleh dari angket yang disebar akan di analisis dan diperoleh data hasil uji praktikalitas terhadap produk E-modul yang telah dihasilkan. Hasil pengolahan data uji praktikalitas E-modul yang dikembangkan ditampilkan dalam Tabel 2.

Mengacu pada Tabel 2 diketahui bahwa hasil analisis data praktikalitas dari guru kimia fase F SMA Negeri 14 padang memperoleh nilai praktikalitas 93% dan memperoleh kriteria Sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk bahan ajar yang dirancang telah memenuhi kriteria kepraktisan baik dari segi penggunaan, efisiensi waktu dalam penggunaannya pada proses pembelajaran, maupun manfaat dari penggunaan produk. Berikut penjabaran setiap komponen yang dinilai pada uji praktikalitas oleh guru.

Pada aspek kemudahan penggunaan, produk bahan ajar yang dihasilkan mendapat nilai praktikalitas sebesar 93% dengan kriteria sangat praktis. Mengacu pada data tersebut diperoleh kesimpulan bahwa bahan ajar yang dirancang telah dilengkapi dengan petunjuk pemakaian, sintak yang sesuai, bahasa dan penulisan yang jelas serta mudah untuk digunakan oleh peserta didik.

Pada aspek efisiensi pembelajaran, produk yang dihasilkan memperoleh skor sebesar 90% dengan kriteria sangat praktis. Hal tersebut menandakan bahwa produk bahan ajar yang dirancang mampu menghasilkan proses belajar yang lebih efisien dan peserta didik yang menggunakannya bisa belajar berdasarkan kemampuan dan kecepatan mereka masing-masing.

Pada aspek manfaat E-modul, produk bahan ajar yang dihasilkan mendapat nilai praktikalitas sebesar 95% dan memperoleh kriteria sangat praktis. Mengacu pada data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa produk bahan ajar yang dirancang menghasilkan manfaat bagi guru dan peserta didik selama belajar menggunakannya. Hal tersebut karena materi serta media berupa video, audio, dan gambar yang digunakan dalam E-modul yang dirancang mampu memotivasi peserta didik saat proses belajar mengajar dan mempermudah mereka saat mencoba memahami konsep (Jupinta & Yerimadesi, 2024). Tidak hanya itu, E-modul yang dirancang juga mampu membantu mereka untuk dapat belajar secara mandiri, hal tersebut karena produk yang dikembangkan tidak hanya memuat materi pelajaran, tetapi sudah dilengkapi juga dengan instruksi, langkah-langkah pembelajaran yang jelas dan audio yang disematkan pada setiap halaman juga mampu memudahkan saat belajar secara mandiri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang dihasilkan sudah menganut salah satu karakteristik yang harus ada dalam sebuah E-modul yaitu self-instructional (Kemendikbud, 2017b).

Mengacu pada Tabel 2 diperoleh informasi bahwa hasil analisis data praktikalitas dari peserta didik fase F SMA Negeri 14 padang memperoleh nilai praktikalitas 92% dan memperoleh kriteria sangat praktis. Menurut data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa produk E-modul yang dihasilkan dapat digunakan dengan mudah dan bisa memudahkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pengaplikasian fitur multi media (audio, video, dan gambar) didalam E-modul dapat mempresentasikan materi ikatan kimia yang bersifat abstrak dengan lebih baik serta dapat membantu peserta didik dalam mempelajarinya. Semua fitur yang tersedia memungkinkan peserta didik bisa belajar berdasarkan

kemampuan dan karakteristik belajar mereka, baik secara auditori, visual, kinestetik, maupun gabungan dari ketiganya. Fitur audio yang diaplikasikan dalam E-modul memuat rekaman suara dari orientasi masalah dan setiap penjabaran materi yang ada, fitur tersebut dapat digunakan oleh peserta didik yang cenderung belajar dengan gaya auditori dan bagi yang cenderung belajar dengan cara visual dapat membaca materi yang disajikan dan melihat ilustrasi gambar serta video yang disediakan E-modul. Selain itu tersedia juga fitur latihan yang disajikan didalam E-modul ini, sehingga peserta didik yang cenderung belajar menggunakan cara kinestetik dapat langsung mengerjakan latihan yang tersedia di buku masing-masing dan dapat di submit pada link Drive untuk ditinjau oleh guru. Contoh penerapan fitur multi media di dalam e-modul yang dikembangkan ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini. Mengacu pada Gambar 4, memperlihatkan penjabaran materi yang menjelaskan bahwa ikatan ion adalah ikatan yang terjadi antara ion positif (kation) dengan ion negatif (anion) karena adanya gaya elektrostatis akibat perbedaan muatan antara ion tersebut (Chang, 2010), dimana penjelasan tersebut dapat membantu peserta didik dalam memahami definisi dan prinsip terbentuknya ikatan ion dengan tepat saat menggunakan E-modul yang telah dirancang. Penjelasan materi yang dimuat tidak hanya berbentuk wacana berupa teks, tetapi juga dilengkapi gambar ilustrasi yang mampu mempermudah peserta didik mempelajari suatu konsep selama proses belajar berlangsung. Pengaplikasian audio yang dapat membacakan setiap lembar pada E-modul tersebut juga memberikan opsi tambahan terhadap gaya belajar bagi peserta didik (pembelajaran berdeferensiasi).

Berdasarkan analisis data angket praktikalitas, diperoleh hasil bahwa penggunaan E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* yang terintegrasi TPACK dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri serta memahami materi ikatan kimia dengan baik dengan bantuan fitur gambar, audio, video dan latihan-latihan yang ada didalamnya. Pemahaman peserta didik terhadap materi juga terlihat pada hasil jawaban mereka pada latihan soal yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pada gambar menampilkan contoh soal yang berhubungan dengan materi ikatan kimia tentang ikatan ion yang mampu dijawab dengan baik oleh peserta didik. Merujuk pada jawaban peserta didik terhadap soal nomor 1 dan 2, bisa dilihat bahwa peserta didik telah mampu menganalisis sebab terjadinya ikatan ion dan prinsip ionisasi pada suatu atom (Chang, 2010). Pengaplikasian latihan yang tersedia pada bahan ajar yang dirancang juga menghasilkan proses pembelajaran yang interaktif.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang didapatkan, diperoleh kesimpulan bahwa E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F yang telah dikembangkan dengan metode *research and development* (R&D) menggunakan model pengembangan *Four-D* (4-D) memenuhi kriteria valid dan praktis. Oleh karena itu disarankan untuk penelitian berikutnya agar dapat dilakukan uji efektivitas produk bahan ajar E-modul ikatan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK untuk fase F.

Referensi

- Afrilianti, N., & Yerimadesi, Y. (2021). Validity and Practicality of Acid-Base E-Module Based on Guided Discovery Learning for Class XI SMA. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 28(2), 307-314. <http://ijpsat.ijsh-journals.org>
- Aiken, L.R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. doi: <http://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Andini, A., Sukardi., & Wahidah, A. (2024). Merdeka Belajar: Pengaruh Implementasi Pembelajaran P5 Terhadap Sikap Mandiri Siswa. *Journal of Classroom Action Research*, 6(3), 584-591. <https://doi.org/10.29303/jcar.v6i3.8405>
- Ariani, D. P., Puspasari, D., Pendidikan, S., Perkantoran, A., & Surabaya, U. N. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Power Live Quiz pada Materi Mail Handling di SMKN 10 Surabaya. 6(1974), 14800-14815.
- Budiarti, M. indah eka, Faozun, I., Nalle, C. Y. A., & Yulianingsih, L. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK). *JPB: Jurnal Patria Bahari*, 1(2), 58-68. <https://doi.org/10.54017/jpb.v1i2.23>
- Chang, R. (2010). *Chemistry* 10 ed. New York. Mc-Graw Hill.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal.
- Dian, K., & Sri, J. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model 4D Untuk Kelas Inklusi Sebagai Upaya Meningkatkan Minat Belajar 97 Siswa. *Jurnal MAJU*, 4(1), 38-50. <http://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/71/61>

- Fathurrohman, M. (2016). Model-Model Pembelajaran Inovatif. Yogyakarta: AR-RUZZ MEDIA.
- Hardanti, P., Murtinugraha, R. E., & Arthur, R. (2024). Studi Literatur: Pemanfaatan Pendekatan TPACK (Technological, Pedagogical, And Content Knowledge) pada Pengembangan E-Modul Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(3), 11. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i3.307>
- Haris, M., & Al Idrus, S. W. (2011). Analisis Kesulitan Belajar Ikatan Kimia Ditinjau Dari Kesalahan Konsep Peserta didik Kelas X Sma Negeri 3 Mataram Tahun Pelajaran 2007/2008. *Jurnal Pijar Mipa*, 6(2), 77-80. <https://doi.org/10.29303/jpm.v6i2.127>
- Jupinta, A., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas E-Modul Termokimia Berbasis Guided Discovery Learning untuk Fase F Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 5289-5299.
- Kemendikbud. (2017a). Model Model Pembelajaran. Jakarta: Kemendikbud
- Kemendikbud. (2017b). Panduan Praktis Penyusunan E-Modul. Jakarta: Kemendikbud
- Maghfira, L., Prayitno, S., Salsabila, N. H., & Sridana, N. (2023). Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa yang diajar Menggunakan Model Problem Based Learning dan Jigsaw Dalam Implementasi Kurikulum Merdeka Materi Pola Bilangan. *Journal of Classroom Action Research*, 5(4), 410-416. <https://doi.org/10.29303/jcar.v5i4.5864>
- 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.
- Sofyan, H., Wagiran, Komariah, K., & Triwiyono, E. (2017). Problem Based Learning dalam Kurikulum 2013. In Uny Press, Yogyakarta (Vol. 4, Issue 1). <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>
- Suryawati, E., L.N, F., & Hernandez, Y. (2014). Analisis Keterampilan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) Guru Biologi Sma Negeri Kota Pekanbaru. *Jurnal Biogenesis*, 11(1), 67-72.
- Thiagarajan. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. Indiana Univ., Bloomington. Center for Innovation in. Mc.
- Wahyudin, D., Subkhan, E., Malik, A., Hakim, M. A., Sudia-permana, E., LeliAlhapip, M., Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, L. S., Ali, N. B. V., & Krisna, F. N. (2024). Kajian Akademik Kurikulum Merdeka. Kemendikbud, 1-143.
- Widiazizah, I., Fatah, A., & Rahayu, I. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Aritmatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 3(2), 95-107.
- Wildayati, W., & Yerimadesi, Y. (2021). Validitas dan Praktikalitas E-Modul Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Berbasis Guided Discovery Learning untuk Kelas X SMA/MA. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 2(2), 45-54. <https://doi.org/10.24036/epk.v0i0.143>
- 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>
- Yerimadesi, Y., Warlinda, Y. A., Rosanna, D. L., Sakinah, M., & Putri, E. J. (2023). Jurnal Pendidikan IPA Indonesia Guided Discovery Learning-Based Chemistry E-Module And Its Effect On Students' Higher-Order Thinking Skills. 12(1), 168-177. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.42130>
- 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
- Zulfahrin. (2019). Pengembangan e-modul kimia berbasis problem based learning (PBL) untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. 1-212. <https://lib.unnes.ac.id/40130/>