

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* MENGGUNAKAN *FLIP PDF PROFESSIONAL* PADA MATERI STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK UNSUR KELAS X SMA/MA SEDERAJAT

Fitri Melati Sukma¹, Abdullah², Putri Adita Wulandari³

¹ *Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia*

* email: fitri.melati0907@student.unri.ac.id

Received: 18 Juni 2025; Accepted: 28 Juli 2025; Published: 31 Juli 2025

DOI : <https://dx.doi.org/10.24014/konfigurasi.v10i2.37535>

Abstract

The curriculum launched by the Ministry of Education and Culture is competency-based to support learning recovery by implementing project-based learning. This study aims to develop an e-module based on Project Based Learning (PjBL) using Flip PDF Professional on the topic of atomic structure and the periodic system of elements for Grade X SMA/MA students. The PjBL model encourages students to actively construct knowledge through direct involvement in real-world projects relevant to the subject matter. This research employs the Research and Development (R&D) method using the 4-D development model, which consists of the stages: define, design, develop, and disseminate. Validation results based on assessments by subject matter experts and media experts yielded an average score of 98.33%, categorized as valid. User response trials showed excellent results, with an average score of 97.22% from teachers and 89.78% from students. Therefore, the e-module is considered valid and suitable for use in the learning process.

Keywords: e-module, project based learning, flip pdf professional, atomic structure, periodic table.

Abstrak

Kurikulum yang diluncurkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan berbasis kompetensi untuk mendukung pemulihan pembelajaran, dengan menerapkan pembelajaran berbasis proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur kelas X SMA/MA. Model PjBL mendorong peserta didik untuk aktif membangun pengetahuan melalui keterlibatan langsung dalam proyek nyata yang relevan dari materi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D) model pengembangan 4-D yang terdiri dari tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Hasil validasi berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media dengan skor rata-rata 98,33% dengan kategori valid. Uji coba respon pengguna sangat baik diperoleh rata-rata skor 97,22% dari guru dan peserta didik diperoleh rata-rata skor 89,78%. E-modul ini valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: e-modul, *project based learning*, *flip pdf professional*, struktur atom, sistem periodik.

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting dalam membentuk generasi bangsa, sebagaimana diatur dalam UU No. 20 Tahun 2003 pasal 3, yang menyatakan bahwa pendidikan bertujuan mengembangkan kemampuan serta membentuk watak dan peradaban bangsa (Depdiknas, 2003). Upaya peningkatan kualitas pembelajaran dilakukan oleh Kemendikbudristek dengan meluncurkan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pengembangan kompetensi, pembelajaran kontekstual, serta proyek penguatan profil pelajar Pancasila. Kurikulum ini memberikan keleluasan bagi guru untuk memilih metode dan model pembelajaran sesuai, kebutuhan peserta didik (Aditomo, 2024). Pembelajaran kimia memiliki

konsep-konsep abstrak dan memerlukan pendekatan yang kreatif agar mudah dipahami oleh peserta didik (Nugraha, 2022).

Materi kimia seperti struktur atom peserta didik menghadapi kegiatan pembelajaran yang melibatkan pengingatan banyak fakta serta pemahaman berbagai konsep Wahyu et al (2021). Penguasaan peserta didik terhadap materi struktur atom masih tergolong rendah. Hal ini berdasarkan wawancara di beberapa sekolah yang terlihat dari hasil belajar peserta didik yang sebagian besar belum mencapai nilai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan oleh sekolah, yaitu 80. Rendahnya hasil belajar mengindikasikan adanya kendala dalam proses pembelajaran yang perlu diidentifikasi dan diselesaikan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal dan efektif.

Ketercapaian tujuan dalam proses pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah penggunaan bahan ajar. Namun, ketersediaan bahan ajar masih sangat terbatas, karena sebagian besar guru masih mengandalkan buku cetak. Buku cetak memiliki keterbatasan dalam hal interaktivitas dan penyampaian materi yang bersifat satu arah, sehingga berdampak pada rendahnya keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang dapat dikembangkan oleh guru dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar adalah modul ajar (Andini, 2022). Modul ajar yang tersedia masih berbentuk cetak sulit diperbarui ketika terjadi perubahan informasi dengan desain yang kurang menarik sehingga membuat peserta didik merasa bosan.

Inovasi yang berkembang seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi adalah e-modul yang disusun dalam format digital dan diakses melalui perangkat elektronik seperti komputer, tablet, atau smartphone (Andani & Yulian 2018). E-modul memiliki karakteristik interaktif, menarik, dan dilengkapi dengan berbagai media pendukung seperti video, animasi, audio, atau kuis interaktif. E-modul memungkinkan pembelajaran mandiri dan fleksibel sehingga dapat diakses kapan saja dan di mana saja sesuai kebutuhan peserta didik sehingga dapat meningkatkan minat dan pemahaman peserta didik (Ashari et al 2023). E-modul diintegrasikan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) menawarkan berbagai keunggulan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Melalui tahapan pembelajarannya e-modul ini mendorong keterlibatan peserta didik dalam proses pemecahan masalah secara kolaboratif dan kreatif. (Aulya et al 2021). Penggunaan e-modul didukung oleh *flip pdf professional* yang interaktif dan inovatif, mudah digunakan, serta mampu mengintegrasikan berbagai media baik audio maupun visual, di dalamnya. (Hydayat & Ariani 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur kelas X SMA/MA yang valid dan layak digunakan.

METODOLOGI

Metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2017). Pengembangan e-modul berbasis PjBL menggunakan *flip pdf professional* dirancang menggunakan desain penelitian dan pengembangan *R&D (Research and Development)*. *R&D* bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang dapat meningkatkan mutu pendidikan serta pembelajaran secara efektif (Sari et al., 2021). Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan 4-D yang terdiri dari empat tahapan, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran) (Trianto, 2012). Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Riau.

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Riau. uji coba terbatas di SMA Negeri 15 Pekanbaru dan SMA Negeri 9 Pekanbaru di kota Pekanbaru. Waktu penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2024 hingga Juni 2025.

Subjek uji coba dalam penelitian ini terdiri dari 3 orang peserta didik dengan tingkat kemampuan yang berbeda, 2 orang guru kimia serta 20 orang peserta didik kelas X masing-masing terdiri dari 10 orang peserta didik dari SMA Negeri 9 Pekanbaru dan 10 orang peserta didik dari SMA Negeri 15 Pekanbaru yang sudah mempelajari materi struktur atom dan sistem periodik unsur.

Jenis data yang diperlukan adalah data kuantitatif yang didapatkan dari angka hasil validasi produk dan angka hasil angket respon pengguna (guru dan peserta didik), sedangkan data kualitatif adalah data wawancara guru dan angket peserta didik serta komentar dan saran perbaikan dari validator ahli materi dan ahli media.

Teknik analisis data dalam penelitian ini yaitu validasi e-modul bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk e-modul yang akan dibuat melalui pengajuan pernyataan tertulis kepada para validator. Penilaian lembar validasi dilakukan oleh 3 orang validator yang terdiri dari 2 orang ahli materi dan 1 orang ahli media. Data yang diperoleh dari penilaian lembar validasi berbentuk skala yang disebut skala *likert* dengan skor 1-4.

Table 1 Skala *Likert*

Skala Penilaian	Keterangan
4	SS: Sangat Setuju
3	S: Setuju
2	KS: Kurang Setuju
1	TS: Tidak Setuju

(Sugiono, 2017)

Hasil kategori penilaian skala likert akan dihitung persentase rata-rata tiap komponen menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Persentase skor

$\sum x$: Skor yang diperoleh

$\sum xi$: Skor maksimum

Kriteria dalam memvalidasi e-modul PjBL pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur kelas X SMA/MA sederajat dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2 Kriteria Validitas

Presentasi	Kriteria
80,00 – 100	Valid
60,00 – 79,99	Cukup Valid
50,00 – 59,99	Kurang Valid
0,00 – 49,99	Tidak Valid

(Sugiono, 2017)

Teknik analisis data dalam penelitian ini juga menggunakan respon pengguna. Penilaian angket respon pengguna dilakukan oleh 2 orang guru kimia dan 10 orang peserta didik. Respon guru terhadap penggunaan e-modul berbasis PjBL memberikan gambaran sejauh mana modul ini mendukung proses pembelajaran serta kemudahan penggunaannya di kelas . Respon peserta didik dalam mengakses materi, tingkat pemahaman dan motivasi belajar setelah menggunakan e-modul. Penilaian angket respon pengguna berdasarkan skala *likert* 1-4. Hasil kategori penilaian skala likert akan dihitung persentase rata-rata tiap komponen.

Kemudian persentase penilaian angket respon pengguna yang diperoleh dikonversikan menjadi nilai kualitatif seperti pada tabel.

Tabel 3 Kriteria Respon Pengguna

Skala Penilaian	Keterangan
80,00 – 100	Sangat Baik
60,00 - 79,99	Baik
50,00 - 59,99	Kurang Baik
0,00- 49,99	Tidak Baik

(Sugiono, 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) materi struktur atom dan sistem periodik kelas X SMA/MA sederajat yang sudah divalidasi dan layak digunakan. Penelitian ini dilaksanakan hanya sampai pada tahap *develop* (Pengembangan) karena mengingat tujuan penelitian ini hanya mengembangkan e-modul.

A. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian menjadi langkah awal dalam pengembangan media pembelajaran atau produk lainnya. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan serta batasan-batasan dalam pengembangan, termasuk analisis awal, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran (Seruni et al., 2019). Tahap pendefinisian terdiri dari 3 langkah yaitu analisis ujung depan, analisis peserta didik dan analisis tugas sebagai berikut:

1. Analisis Ujung Depan

Hasil analisis ujung depan berupa kajian dari berbagai literatur yang relevan dan wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 9 Pekanbaru dan SMA Negeri 15 Pekanbaru. Informasi yang diperoleh terkait bahan ajar, materi pembelajaran, penguasaan materi pembelajaran dan ketertarikan peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan. Guru di sekolah telah menggunakan modul dalam proses pembelajaran, namun penyajiannya belum memenuhi komponen-komponen penyusunan modul yang baik dan benar sebagaimana ditetapkan oleh Depdiknas. Modul yang disusun oleh guru belum berbasis pada model pembelajaran tertentu, melainkan hanya berisi latihan soal tanpa disertai penyajian materi yang runtut dan jelas.

2. Analisis Peserta Didik

Hasil analisis peserta didik yaitu peserta didik kelas X MIPA SMA/MA yang menjadi pengguna e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Hasil wawancara menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep kimia, khususnya pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur. Hal ini terlihat dari sebagian peserta didik yang belum mencapai nilai Kriteria Ketuntasan Tingkat Penguasaan (KKTP).

3. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan untuk menganalisis materi struktur atom dan sistem periodik. Materi struktur atom dan sistem periodik yang telah dikembangkan dalam e-modul sesuai dengan CP yang menjadi dasar untuk menentukan tujuan pembelajaran.

a. Analisis Struktur Isi

Analisis struktur isi dilakukan untuk menganalisis isi materi ajar kimia khususnya pada kelas X SMA/MA sederajat pada struktur atom dan sistem periodik unsur terhadap kurikulum seperti Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dala e-modul yang

dikembangkan. Hasil analisis struktur isi berdasarkan tuntutan silabus kurikulum merdeka menghasilkan Capaian pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), dan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang sesuai dengan materi struktur atom dan sistem periodik unsur.

b. Analisis Konsep

Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi konsep-konsep utama pada materi struktur atom dan sistem periodik yang akan dipelajari dalam e-modul yang dikembangkan. Dari analisis yang dilakukan didapatkan suatu peta konsep yang menggambarkan sub-materi struktur atom dan sistem periodik yang akan dipelajari.

c. Analisis Prosedural

Analisis prosedural dilakukan untuk mengidentifikasi tahap-tahap penyelesaian tugas. Tahapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terdiri dari 6 tahapan yaitu pertanyaan mendasar, merancang perencanaan proyek, melaksanakan proyek, monitoring perkembangan proyek, menguji hasil proyek dan evaluasi hasil belajar. Setiap tahapan memiliki hubungan sehingga harus dilakukan secara berurutan.

d. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Perumusan tujuan menghasilkan tujuan pembelajaran yang disusun berdasarkan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan pada analisis struktur isi.

B. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan atau desain dari produk adalah penyusunan kerangka konseptual dan rancangan detail dari produk yang akan dibuat (Nurhayati et al., 2023). Pada tahap ini dilakukan penyusunan rancangan awal e-modul, lembar validasi dan angket respon pengguna. E-Modul materi struktur atom dan sistem periodik terdiri dari 8 JP dan dibagi dalam 4 kegiatan pembelajaran. E-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berisi cover e-modul, identitas penyusun, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, petunjuk penggunaan, peta konsep, materi, soal-soal yang harus dikerjakan oleh peserta didik, rangkuman, glosarium dan daftar pustaka.

Rancangan instrumen lembar validasi dan angket respon pengguna dilakukan dengan mengumpulkan beberapa literatur yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Instrumen lembar validasi ahli materi terdiri atas 5 aspek yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan karakteristik model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), aspek kelayakan kebahasaan, aspek kelayakan penyajian, dan aspek kelayakan kegrafisan. Instrumen lembar validasi ahli media terdiri atas 2 aspek yaitu aspek kelayakan tampilan dan aspek pemanfaatan software. Rancangan instrumen angket respon pengguna yaitu angket respon pengguna bagi guru kimia dan bagi peserta didik.

C. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan berguna untuk mengetahui tingkat kelayakan suatu produk dengan kriteria-kriteria tertentu (Lastris, 2023). Tahap pengembangan ini menghasilkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur setelah direvisi berdasarkan saran dan masukan dari validator. Revisi e-modul dilakukan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terdapat dalam e-modul sehingga valid atau layak digunakan. E-modul yang telah direvisi dan valid kemudian diuji cobakan kepada pengguna yaitu guru kimia dan peserta didik kelas X SMA/MA.

1. Validasi E-Modul

Validasi adalah proses penilaian terhadap rancangan atau produk bahan ajar yang telah dikembangkan, untuk memastikan bahwa bahan ajar tersebut layak dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran (Fikrina et al., 2023). Validasi dari e-modul yang dikembangkan dilakukan oleh validator menggunakan instrumen penilaian berupa lembar validasi. Validasi e-modul dilakukan oleh 2 orang validator ahli materi dan 1 orang validator ahli media yang berprofesi sebagai dosen FMIPA Universitas Muhammadiyah Riau, dosen pendidikan kimia Universitas Islam Riau

dan dosen teknik informatika UIN Suska Riau. Proses validasi ahli materi dan ahli media e-modul dilakukan dua kali validasi oleh setiap validator dengan beberapa revisi yang diberikan. Berikut ini adalah hasil validasi ahli materi dan ahli media.

Tabel 4 Aspek Penilaian Ahli Materi

Aspek Penilaian	Validasi (%)	Keterangan
Kelayakan isi	95,8	Valid
Kelayakan kebahasaan	100	Valid
Kelayakan penyajian	100	Valid
Kelayakan karakteristik <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	100	Valid
Kelayakan kegrafisan	87,5	Valid
Skor rata-rata seluruh aspek penilaian	96,66	Valid

Aspek kelayakan isi, validator II menyarankan adanya penambahan item penunjang pembelajaran seperti penggunaan *PhET simulation*, serta variasi dalam bentuk kuis sudah diganti mencocokkan pasangan dan mencari kata. Aspek kelayakan bahasa, validator menyarankan untuk memperbaiki bahasa yang digunakan agar sesuai dengan KBBI dan menghindari adanya *typo*. Aspek kelayakan penyajian, validator menyarankan penambahan pada format kelengkapan e-modul yaitu petunjuk penggunaan. Aspek karakteristik *Project Based Learning* (PjBL), validator memberikan catatan bahwa penentuan proyek sebaiknya dilakukan secara bervariasi dan menarik agar sesuai dengan minat dan pengalaman nyata peserta didik. Aspek kelayakan kegrafisan validator menyarankan agar jenis dan ukuran huruf 12, tata letak (*layout*) yang menarik, dan memiliki ilustrasi/gambar/foto yang jelas, kemudian dilakukan revisi dengan memperbaiki sesuai komentar dan saran validator.

Tabel 5 Aspek Penilaian Ahli Media

Aspek Penilaian	Validasi (%)	Keterangan
Kelayakan tampilan	100	Valid
Kelayakan pemanfaatan software	100	Valid
Skor rata-rata seluruh aspek penilaian	100	Valid

Aspek kelayakan tampilan, validator menyarankan untuk menambahkan gambar tabel periodik cover depan e-modul agar peserta didik mengetahui juga isi materi dalam e-modul dan dilakukan revisi dengan memperbaiki sesuai komentar dan saran validator. Berikut gambar e-modul yang telah dikembangkan yang telah valid dan layak digunakan. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa e-modul valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

2. Uji Respon Guru

Respon guru dilakukan untuk mendapatkan penilaian, komentar maupun masukan dari guru kimia mengenai produk yang dikembangkan Silvanny & Yerimadesi, (2023). Uji coba guru dilakukan kepada 2 orang guru kimia yang berasal dari SMAN 9 Pekanbaru dan SMAN 15 Pekanbaru dengan memberikan e-modul dan lembar angket respon guru. Penilaian guru dilakukan agar e-modul yang dihasilkan relevan dengan kurikulum, mendukung pencapaian tujuan

pembelajaran, serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam kegiatan belajar mengajar. Penilaian angket respon guru terdiri atas 3 aspek yaitu aspek kelayakan isi, aspek keefektifan dan aspek kepraktisan. Guru juga memberikan respons positif terhadap e-modul yang dikembangkan. Guru menyatakan ketertarikannya terhadap e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dan menilai bahwa e-modul tersebut dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi struktur atom dan sistem periodik unsur selama proses pembelajaran, terutama melalui proyek yang dihasilkan oleh peserta didik. Hasil uji coba kepada guru memperoleh skor persentase sebesar 97,22%. Berdasarkan rentang skor 80,00–100, skor tersebut termasuk dalam kategori *sangat baik*, sehingga e-modul dinyatakan sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran.

3. Uji Satu-Satu

Uji coba satu-satu telah dilakukan kepada 3 orang peserta didik kelas X SMAN 9 Pekanbaru dan SMAN 15 Pekanbaru. Uji coba ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kejelasan, kemudahan, kesulitan, dan respon pengguna terhadap e-modul yang dikembangkan (Wahyuni, 2023). Penggunaan e-modul diamati berdasarkan tingkat kemudahan dan kesulitan yang dialami peserta didik, serta waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan aktivitas pembelajaran. Peserta didik dengan kemampuan tinggi cenderung menyelesaikan e-modul lebih cepat dan memperoleh nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang memiliki kemampuan sedang maupun rendah dapat dilihat pada tabel di bawah.

Rincian waktu pengerjaan dan nilai e-modul disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7

Tabel 6 Waktu Pengerjaan E-Modul

Kegiatan Pembelajaran	Waktu (Menit)						Rata-rata (menit)
	PD 1	PD 2	PD 3	PD 4	PD 5	PD 6	
1	71	74	78	73	77	79	75,33
2	64	66	71	66	67	72	67,66
3	53	55	59	54	55	57	55,5
4	52	54	57	51	56	58	54,66

Tabel 7 Nilai Pengerjaan E-Modul

Kegiatan Pembelajaran	Nilai						Rata-rata
	PD 1	PD 2	PD 3	PD 4	PD 5	PD 6	
1	95	91	86	93	87	86	89,66
2	100	95	90	95	93	90	93,83
3	92	88	85	90	87	85	87,83
4	93	90	87	91	88	85	89

Keterangan : PD = Peserta Didik

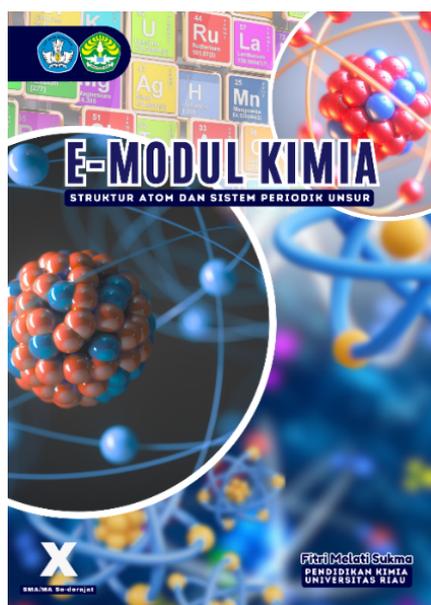
Waktu pengerjaan kegiatan pembelajaran 1 lebih lama dibandingkan e-modul lainnya hal tersebut dikarenakan pada kegiatan pembelajaran 1 membuat 5 model fisik atom berdasarkan para ahli yang lebih banyak menyita waktu peserta didik dalam pengerjaan e-modul. Rata-rata nilai tertinggi peserta didik ada pada kegiatan pembelajaran 2 yang membahas tentang partikel penyusun atom, lambang unsur, isotop, isoton, isobar dan isielektron. Sedangkan rata-rata nilai terendah ada pada kegiatan pembelajaran 3 yang membahas tentang sistem periodik unsur. Peserta didik masih mengalami kesalahan dalam menulis konfigurasi elektron dan menentukan keempat bilangan kuantum. Nilai rata-rata pengerjaan e-modul oleh ketiga peserta didik dinilai bagus karena berada pada rentang 89-93.

4. Uji Kelompok Kecil

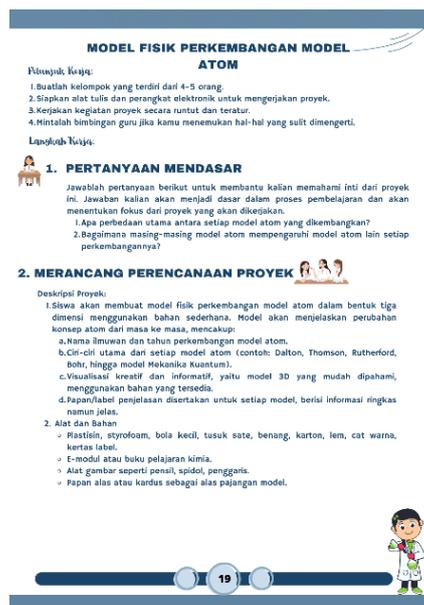
Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada 20 orang peserta didik dari SMAN 9 Pekanbaru dan SMAN 15 Pekanbaru. Uji coba dilakukan dengan membagi 10 orang peserta didik menjadi 5 kelompok dan membagikan e-modul beserta angket respon pengguna, kemudian peneliti memberikan penjelasan singkat tentang model *Project Based Learning* (PjBL) dan tata cara pengisian angket respon pengguna.

Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui respon atau tanggapan peserta didik terhadap yang dikembangkan dan dinyatakan valid oleh validator (Rokhim et al., 2020). Penilaian angket respon pengguna kepada peserta didik terdiri atas 3 aspek yaitu aspek kemenarikan, aspek keefektifan, dan aspek kepraktisan memperoleh rata-rata skor sebesar 85,78% dengan kriteria sangat baik. Peserta didik memberikan respon positif terhadap e-modul. Secara umum, peserta didik menilai bahwa e-modul tersebut memiliki tampilan yang menarik. Dari segi isi, peserta didik merasa sangat terbantu dengan adanya kegiatan proyek, karena materi yang dipelajari dapat diaplikasikan dalam konteks nyata. Hal ini membantu peserta didik untuk lebih memahami konsep secara mendalam dan bermakna.

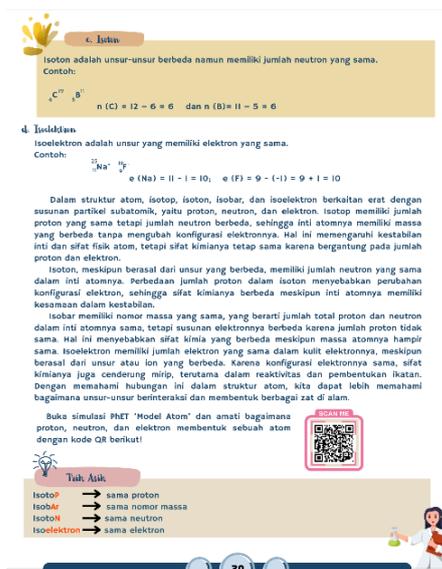
Produk berupa e-modul berbasis *Project Based Learning* menggunakan Flip Pdf Professional yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Cover E-Modul



Gambar 2 Proyek Pada E-Modul



Gambar 3 PhET simulation



Gambar 4 Quiz Pada E-Modul

SIMPULAN

E-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur menunjukkan hasil yang sangat baik dan layak digunakan dalam pembelajaran. Pengembangan e-modul ini menggunakan model 4D yang terdiri atas tahap *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi kriteria kelayakan. Penilaian oleh ahli materi memperoleh skor rata-rata 96,66%, sedangkan ahli media memberikan skor sebesar 100%, yang keduanya termasuk dalam kategori “valid”. Respon pengguna dari guru juga menunjukkan hasil sangat baik dengan skor 97,22%, didukung pula oleh respon peserta didik yang memperoleh skor rata-rata 89,78% dalam kategori yang sama. Secara keseluruhan, hasil tersebut menyatakan bahwa e-modul yang dikembangkan tidak hanya valid secara isi dan media, tetapi juga praktis dan efektif untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di kelas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses penelitian berlangsung serta pihak sekolah yang telah memberikan izin dan fasilitas selama proses pengumpulan data. Tidak lupa, terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral serta bantuan teknis dalam penyusunan jurnal ini.

REFERENSI

- Depdiknas. 2003. Undang-undang RI No. 20 tahun 2003. Tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- Aditomo, A. (2024). Panduan Pengembangan Kurikulum Satuan Pendidikan Edisi Revisi Tahun 2024. *BSKAP Kemendikbudristek*, 4–132.
- Andani, D. T., & Yulian, M. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Electronic Book Menggunakan Software Kvisoft Flipbook Pada Materi Hukum Dasar Kimia di SMA Negeri 1 Pantou Reu Aceh Barat. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i1.10730>

- Andini, A. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Untuk Menumbuhkan Kreatifitas Berwirausaha Mahasiswa Di Fkip. *Journal of Business Education and Social*, 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.33592/jbes.v3i2.3392>
- Ashari, V. R., Fatirul, A. N., & Walujo, D. A. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Materi Asam Basa Berbasis Flip PDF Professional untuk Peserta Didik Kelas XI SMA Negeri 1 Menganti. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 1391–1398. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.449>
- Aulya, R. A., Asyhar, R., & Yusnaidar, Y. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM untuk Pembelajaran Daring Siswa SMA pada Materi Larutan Penyangga. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 13(2), 84–91. <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14506>
- Fikrina, Q. A., Sumarni, W., & Sumarti, S. (2023). Chemistry in Education Pengembangan E- Modul Kimia Larutan Terintegrasi Etno-STEAM Bahan Kajian Batik Pekalongan. *Chemistry in Education*, 12(1), 17–24.
- Hydayat, A., & Ariani, Y. (2022). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Berbasis Flip PDF Professional Materi Jaring-Jaring Bangun Ruang Sederhana di Kelas V SDN 24 Parupuk Tabing. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 15683–15688.
- Kartini, K. S. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think-Pair-Share Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X. *Jurnal Redoks (Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia)*, 2(01), 29–33. <https://doi.org/10.33627/re.v2i01.110>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Mufida, L., Subandowo, M. S., & Gunawan, W. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Pada Materi Struktur Atom Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 138–146. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i1.2498>
- Nugraha, T. S. (2022). Kurikulum Merdeka untuk pemulihan krisis pembelajaran. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 251–262. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.45301>
- Nurhayati, N., Sulastry, T., & Aulia, A. (2023). Pengembangan E-Modul Asam Basa Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics (STEAM) pada Peserta Didik SMKN 9 Bulukumba. *Chemistry Education Review (CER)*, 6(2), 127. <https://doi.org/10.26858/cer.v6i2.45202>
- Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Fajaroh, F. (2020). PENGEMBANGAN BAHAN BELAJAR FLIPBOOK PADA MATERI REDOKS DAN ELEKTROKIMIA BERBASIS PENDEKATAN STEM-PjBL BERBATUAN VIDEO PEMBELAJARAN. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 234. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v8n2.p234--250>
- Sari, R. I., Jufrida, J., Kurniawan, W., & Basuki, F. (2021). Pengembangan E-Modul Materi Suhu Dan Kalor Sma Kelas Xi Berbasis Ethnophysics. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 1(April), 46. <https://doi.org/10.30631/psej.v1i1.697>
- Seruni, R., Munawaoh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan Modul Elektronik (E-Module) Biokimia Pada Materi Metabolisme Lipid Menggunakan Flip Pdf Professional. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 48–56. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.4672>
- Silvanny, & Yerimadesi. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM pada Materi Reaksi Kimia untuk Fase E SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 11720–11730.
- Sugiyono, (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Wahyu, S., Dan, R., & Dwiningsih, K. (2021). Pengembangan E-Module Interaktif Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Sistem Periodik Unsur Development of Interactive E-Module As Learning Resources in the Elements Periodic System Materials. *UNESA Journal of Chemical Education*, 10(1), 76–83.

Fitri, Abdullah, Pengembangan E-Modul Berbasis.....

Wahyuni, D. (2023). *Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Professional untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran IPA Universitas Jember mengutamakan peningkatan kekuatan otak kiri atau intelektualitas daripada otak kanan atau. 10(1), 44–58.*