

# Pengembangan e-Modul Penerapan Konsep Kimia Dalam Pengelolaan Lingkungan & Fenomena Pemanasan Global Sesuai Kurikulum Merdeka untuk Fase E SMA/MA

## *Development of e-Modules for The Application of Chemistry Concepts in Environmental Management & The Phenomenon of Global Warming According to The kurikulum Merdeka for Phase E SMA/MA*

K M Putri<sup>1</sup>, Suryelita<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

\* [elthaher@gmail.com](mailto:elthaher@gmail.com)

### **Received on:**

25<sup>th</sup> July 2024

### **Revised till:**

26<sup>th</sup> October 2024

### **Accepted on:**

27<sup>th</sup> October 2024

### **Publisher version**

### **published on:**

30<sup>th</sup> November 2024

### **ABSTRACT**

A field analysis indicated the absence of e-modules in schools, with current teaching materials primarily focused on green chemistry and global warming. This underscores the need for more comprehensive resources that integrate videos, images, and text, facilitating self-directed learning and accommodating auditory-visual learning styles. The objective of this study was to develop an e-module on chemical concepts related to environmental management and global warming, in line with the Merdeka Curriculum for Phase E high school students. Additionally, the study aimed to assess the e-module's validity and practicality through questionnaires. The research applied the educational design research methodology with the Plomp development model, conducted at the Department of Chemistry, FMIPA UNP, and SMAN 1 Pariaman between January 2023 and April 2024. The subjects of the study included three chemistry lecturers, two chemistry teachers, and Phase E high school students. The validity was analyzed using Aiken's V formula, and practicality was evaluated using percentage scores. The results indicated that the e-module was valid, with an Aiken's V value of 0.83, and highly practical, with practicality ratings of 87% from teachers and 85% from students. These findings suggest that the developed e-module is both valid and practical for classroom implementation.

### **KEYWORDS**

*e-Modul, Flip books, Merdeka Curriculum, Plomp, Green Chemistry.*

### **ABSTRAK**

Analisis lapangan menunjukkan bahwa belum tersedia e-modul di sekolah, dan bahan ajar yang digunakan hanya membahas kimia hijau dan pemanasan global, sehingga diperlukan bahan ajar yang lebih komprehensif yang dilengkapi dengan video, gambar, dan teks untuk mendukung pembelajaran mandiri serta gaya belajar auditori-visual. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan pemanasan global sesuai kurikulum merdeka untuk peserta didik fase E SMA/MA, serta mengevaluasi validitas dan tingkat praktikalitasnya menggunakan angket validitas dan praktikalitas. Jenis penelitian merupakan *educational design research* dengan model pengembangan Plomp, yang dilakukan di Departemen Kimia FMIPA UNP dan SMAN 1 Pariaman dari Januari 2023 hingga April 2024. Subjek penelitian meliputi 3 orang dosen kimia FMIPA UNP, 2 orang guru kimia, dan peserta didik fase E SMA. Data validasi dianalisis menggunakan rumus Aiken's V sementara tingkat kepraktisan diukur dengan persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul ini valid dengan nilai Aiken's V sebesar 0,83 dan sangat praktis dengan persentase kepraktisan guru 87% dan peserta didik 85%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul dikembangkan valid dan praktis untuk diterapkan dalam pembelajaran.

### **KATA KUNCI**

*e-Modul, Flip books, Kurikulum Merdeka, Plomp, Kimia Hijau.*



## 1. PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka adalah kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler di mana konten lebih optimal agar peserta didik memiliki cukup waktu untuk mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. Melalui kurikulum ini, pengajaran didasarkan pada pemahaman konsep yang dimiliki peserta didik, sehingga diharapkan mereka mampu mengaplikasikan konsep tersebut dalam menyelesaikan permasalahan atau merancang sebuah proyek<sup>[1]</sup>. Kurikulum ini menuntut pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, sehingga mereka aktif selama proses pembelajaran. Untuk itu, dibutuhkan model pembelajaran yang mampu membantu peserta didik dalam memahami dan mengaplikasikan konsep materi dengan efektif. Salah satu model pembelajaran tersebut adalah *Problem Based Learning (PBL)*.

PBL adalah model pembelajaran berbasis masalah yang diselesaikan secara kontekstual. Model ini memiliki keunggulan, yaitu memudahkan peserta didik menguasai konsep-konsep yang diajarkan dan mengaplikasikannya untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Rusmono (2014) mengemukakan bahwa tahapan-tahapan PBL meliputi: 1) mengorganisasikan peserta didik untuk memahami masalah, 2) mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, 3) membimbing penyelidikan secara individual dan kelompok, 4) mengembangkan dan menyajikan hasil penyelidikan, 5) menganalisis dan mengevaluasi proses serta hasil pemecahan masalah<sup>[2]</sup>. Salah satu materi kimia yang relevan untuk diterapkan dengan menggunakan model PBL adalah materi penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global.

Materi penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global merupakan bagian dari kurikulum fase E SMA/MA. Materi ini membahas berbagai topik, termasuk lingkungan, konsep kimia di lingkungan, perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, prinsip kimia hijau, penerapan prinsip kimia hijau serta fenomena pemanasan global. Capaian pembelajaran yang diharapkan adalah agar peserta didik mampu menerapkan konsep kimia

dalam pengelolaan lingkungan, termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global.

Hasil penyebaran angket terbuka kepada 96 peserta didik serta wawancara dengan dua orang guru di SMAN 1 Pariaman serta SMAN 6 Pariaman menunjukkan bahwa peserta didik menyukai modul pembelajaran yang mudah dipahami, berwarna dan dilengkapi gambar. Namun, modul ajar yang digunakan di sekolah hanya menjelaskan mengenai materi kimia hijau dan pemanasan global, sehingga belum memenuhi capaian pembelajaran yang ditargetkan dalam kurikulum merdeka.

Bahan ajar dalam bentuk *e-modul* khususnya untuk materi penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global juga belum tersedia. Padahal sekolah telah memiliki fasilitas yang mendukung seperti laboratorium komputer dan jaringan *WiFi*. Selain itu, baik peserta didik maupun guru memiliki perangkat *smartphone* yang dapat dimanfaatkan untuk mengakses *e-modul* tersebut.

*e-Modul* merupakan hasil modifikasi modul pembelajaran yang dirancang untuk diakses melalui perangkat elektronik. Modul ini dilengkapi dengan berbagai komponen seperti teks, gambar dan video<sup>[3]</sup>. Biasanya, *e-modul* dibuat dengan menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional*, yang memungkinkan tampilan menyerupai *flipbook*.

Aplikasi *Flip PDF Professional* memiliki beberapa kelebihan diantaranya, dapat mempermudah proses konversi modul ke dalam format elektronik, mudah diakses melalui perangkat elektronik seperti *smartphone* dan laptop kapan pun dan dimana pun<sup>[4]</sup>. Disamping itu, *e-modul* dapat menyajikan animasi, video dan audio menjadikannya, sehingga menjadi media pembelajaran multimedia yang mendukung gaya belajar auditori dan visual<sup>[5]</sup>. Penggunaan *e-modul* dalam pembelajaran juga membantu memfokuskan perhatian peserta didik, menciptakan suasana pembelajaran lebih menyenangkan<sup>[6][7]</sup>. *E-modul* memungkinkan pengulangan materi karena *e-modul* disusun secara sistematis, terarah dan terstruktur untuk pembelajaran mandiri<sup>[8]</sup>.

Akbrianto & Iryani (2024) mengungkapkan bahwa *e-modul* larutan penyangga berbasis masalah efektif dalam

meningkatkan hasil belajar siswa<sup>[9]</sup>. Izzania, dkk. (2024) membuktikan bahwa e-modul kimia hijau bermuatan Etno-STEM berbasis guided inquiry mampu membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis<sup>[10]</sup>. Namun, e-modul yang dikembangkan oleh Izzania hanya membahas materi kimia hijau dan 12 prinsip kimia hijau, tanpa mencakup bahasan mengenai fenomena pemanasan global. Akibatnya, capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka fase E belum sepenuhnya tercapai.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul tentang penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global yang sesuai dengan kurikulum merdeka untuk peserta didik fase E SMA/MA. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur validitas dan kepraktisan e-modul. Langkah ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam membantu peserta didik memahami materi secara mendalam.

## 2. METODE

Penelitian ini termasuk jenis *Educational Design Research* (EDR), yang bertujuan untuk mengembangkan atau menciptakan produk baru, serta menyempurnakan produk yang sudah ada. Model pengembangan yang digunakan adalah model Plomp, yang terdiri atas 3 tahapan utama: (1) *Preliminary Research*, (2) *Prototyping Phase*, (3) *Assessment phase*. Penelitian ini dibatasi hingga tahap *Prototyping Phase*, khususnya pada pengujian kepraktisan produk di prototipe III.

Penelitian ini dilaksanakan di Departemen Kimia FMIPA UNP dan SMAN 1 Pariaman selama bulan Februari 2024. Objek penelitian berupa e-modul yang dirancang untuk materi penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global. E-modul ini disesuaikan dengan kurikulum merdeka dan ditujukan bagi peserta didik fase E SMA/MA.

Tahap *Preliminary research* dalam penelitian ini mencakup empat aktivitas utama. Pertama, **analisis kebutuhandilakukan** untuk mengidentifikasi masalah serta mengumpulkan

informasi yang relevan. Informasi diperoleh melalui wawancara dengan dua orang guru kimia dan penyebaran angket kepada 96 peserta didik fase E di sekolah SMAN 1 Pariaman dan SMAN 6 Pariaman. Kedua, **analisis konteks** dilakukan dengan menelaah Kurikulum Merdeka. Tujuan kegiatan ini adalah memastikan kesesuaian materi yang diajarkan dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan, yaitu penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan serta penjelasan tentang fenomena pemanasan global<sup>[11]</sup>. Ketiga, **studi literatur** dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan. Sumber-sumber tersebut mencakup jurnal ilmiah yang membahas e-modul, buku yang membahas materi tentang lingkungan, perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, kimia hijau dan fenomena pemanasan global, serta sumber lainnya yang diperoleh dari internet. Terakhir, **pengembangan kerangka konseptual** dilakukan dengan Menyusun kerangka pikir yang sistematis. Kerangka ini berfungsi sebagai dasar dalam pengembangan produk penelitian.

Tahap prototipe I, evaluasi diri (*self evaluation*) dilakukan dengan menggunakan daftar periksa (*checklist*) yang terdapat dalam angket. Proses ini bertujuan untuk menilai kelengkapan komponen yang ada di dalam e-modul. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, penulis melakukan revisi sehingga menghasilkan e-modul yang memiliki komponen yang telah lengkap (prototipe II).

Pada prototipe II, evaluasi formatif dilaksanakan dengan dua metode utama. Pertama, *one to one* evaluation dilakukan dengan melibatkan tiga orang peserta didik yang memiliki tingkat kemampuan berbeda-beda. Setiap peserta memberikan penilaian terhadap desain dan tampilan e-modul menggunakan lembar penilaian one-to-one. Kedua, *expert review* dilakukan oleh tiga orang dosen kimia dan dua orang guru kimia yang menilai e-modul menggunakan angket validasi. Penilaian ini meliputi aspek validitas konten, konstruk, dan kualitas teknis dari e-modul. Hasil dari evaluasi formatif pada prototipe II digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi e-modul. E-modul yang telah divalidasi

dan direvisi (prototipe III) siap untuk diuji kepraktisannya.

Data dari hasil validitas e-modul diolah menggunakan rumus Aiken's V untuk mengukur kevalidan. Setelah e-modul dianggap valid, tahap selanjutnya adalah menguji kepraktisan e-modul. Pengujian ini melibatkan dua guru kimia dan dilakukan uji kelompok kecil (*small group*) dengan sembilan peserta didik fase E. Pengujian ini dilakukan dengan mengisi lembar angket kepraktisan. Hasil uji kepraktisan ini kemudian dianalisis dan direvisi untuk menghasilkan e-modul yang praktis dan mudah diterapkan<sup>[12]</sup>.

Rumus Aiken's V dapat dilihat pada persamaan berikut<sup>[13]</sup> :

$$V = \frac{\sum s}{n[c - 1]}$$

V = Indeks Validitas

s = r - lo

r = Skor yang diberikan ahli

lo = Skor terendah dalam kategori penilaian

n = Banyak validator

c = Banyaknya kategori penilaian

Rentang indeks V yang berada antara 0 hingga 1, yang menggambarkan tingkat kevalidan. Pada penelitian ini, lima orang rater memberikan penilaian terhadap e-modul menggunakan skala angket dengan lima pilihan. Sebuah media pembelajaran dikatakan valid jika indeks validitasnya  $\geq 0,8$  dengan presentase kesalahan 4% yang dapat dilihat pada tabel 1<sup>[14]</sup>.

Tabel 1. Kriteria Indeks validitas Aiken's

Skala Aiken's V	Validitas
$V \geq 0,8$	Valid
$V < 0,8$	Tidak Valid

Data hasil praktikalitas diolah dengan menggunakan rumus presentasi sebagai berikut<sup>[15]</sup> :

$$NA = \frac{S}{SM} \times 100\%$$

NA = Nilai Akhir

S = Skor total yang diperoleh dari angket

SM = Skor maksimum pada angket

Kategori kepratisan dapat dilihat pada Tabel 2<sup>[15]</sup>.

Tabel 2. Kategori kepraktisan

No	Tingkat Pencapaian	Kategori
1	81-100	Sangat Praktis
2	61-80	Praktis
3	41-60	Cukup Praktis
4	21-40	Kurang Praktis
5	1-20	Tidak Praktis

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Preliminary Research

*Preliminary research* dilakukan sebagai dasar untuk merancang modul. Hasil dari setiap tahapan dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### 3.1.1 Analisis kebutuhan

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ditemukan beberapa hal penting terkait pengembangan bahan ajar kimia. Saat ini, modul yang digunakan di sekolah hanya mencakup materi kimia hijau dan pemanasan global. Modul tersebut bertujuan untuk mencapai capaian pembelajarannya yaitu menerapkan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global. Namun, hingga saat ini, bahan ajar dalam bentuk modul yang mampu menjelaskan penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan secara komprehensif belum tersedia. Materi yang diperlukan mencakup berbagai aspek secara lebih menyeluruh, meliputi lingkungan, perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, kimia hijau dan fenomena pemanasan global. Di sisi lain, peserta didik beserta guru telah memiliki akses terhadap berbagai teknologi, seperti *smartphone*, laboratorium computer, dan jaringan *WiFi*. Sayangnya, bahan ajar berbasis digital, seperti e-modul yang memanfaatkan teknologi tersebut belum tersedia. Padahal, e-modul memiliki kelebihan yaitu dapat diakses kapan saja dan dimana saja, sehingga memberikan fleksibilitas bagi peserta didik. Selain itu, e-modul juga mendukung pembelajaran mandiri yang memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan ritme dan

kebutuhan mereka. Dengan fitur yang sesuai untuk gaya belajar auditori maupun visual, *e*-modul membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik, sesuai dengan cara belajar masing-masing.

### 3.1.2 Analisis konteks

Analisis konteks dilakukan dengan menguraikan capaian pembelajaran menjadi tujuan pembelajaran harian berikut:

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian dari lingkungan dengan tepat.
2. Peserta didik mampu memahami penerapan kimia dalam lingkungan.
3. Peserta didik mampu membedakan perubahan lingkungan akibat faktor alam dan manusia.
4. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian pencemaran air, tanah, udara dengan tepat.
5. Peserta didik mampu menjelaskan penyebab, komponen dan dampak dari pencemaran air, tanah, udara di lingkungan.
6. Peserta didik mampu memberi solusi atau langkah pencegahan atau penanggulangan dari pencemaran air, tanah, udara di lingkungan.
7. Peserta didik mampu menjelaskan 12 prinsip kimia hijau dan contoh-contoh penerapannya dalam pelestarian lingkungan.
8. Peserta didik mampu menjelaskan perbedaan pemanasan global dan efek rumah kaca dengan tepat.
9. Peserta didik mampu menjelaskan berbagai kegiatan manusia yang menyebabkan pemanasan global.
10. Peserta didik mampu mengidentifikasi cara mengatasi fenomena pemanasan global yang terjadi di bumi saat ini.
11. Peserta didik mampu menyelesaikan masalah emisi CO<sub>2</sub> dengan konsep yang telah di pelajari.

### 3.1.3 Studi literatur

Hasil studi literatur mengacu pada beberapa penelitian yang relevan:

1. *E*-modul memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan dan kemampuan menyajikan animasi, video, serta audio. [3]. *E*-modul praktis karena tidak memerlukan kertas, sehingga lebih ekonomis [16].

2. Camelia (2023) menunjukkan bahwa bahan ajar tentang konsep dan dampak pemanasan global pada Kurikulum Merdeka di tingkat SMA/MA memberikan kontribusi positif dalam pembelajaran [17].
3. Istiqomah (2022) menunjukkan bahwa *e*-modul *flipbook* IPA berbasis PBL pada materi pencemaran lingkungan menjadi media pembelajaran yang efektif, valid dan responsive terhadap kebutuhan pembelajaran siswa [18].
4. Model PBL membantu peserta didik mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dan mencari solusi atas suatu masalah [19].

### 3.1.4 Pengembangan kerangka konseptual

Pengembangan kerangka konseptual dilakukan untuk menghubungkan permasalahan yang terjadi dengan landasan teori dan strategi penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Kurikulum merdeka mendorong peserta didik memahami materi melalui literasi dan numerasi, serta mengaplikasikannya untuk merancang sebuah proyek atau menyelesaikan sesuatu permasalahan.
2. Modul yang tersedia di sekolah saat ini hanya membahas kimia hijau dan pemanasan global. Sementara itu, capaian pembelajaran yang diharapkan adalah kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global secara komprehensif termasuk tentang lingkungan, perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, kimia hijau, serta fenomena pemanasan global.
3. Dibutuhkan bahan ajar yang menarik mengikuti perkembangan teknologi dan mendukung pembelajaran mandiri.
4. Pengembangan modul ajar dilakukan dengan mengubah modul konvensional menjadi *e*-modul berbasis Kurikulum Merdeka.
5. *E*-modul ini dirancang berdasarkan capaian pembelajaran serta komponen

yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Proses pengembangannya memanfaatkan aplikasi *Flip PDF Professional*, yang memungkinkan integrasi berbagai elemen multimedia seperti video, gambar, dan teks, untuk memberikan penjelasan yang mendalam tentang penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan serta fenomena pemanasan global.

6. Pengembangan e-modul ini dilakukan dengan mengikuti model pengembangan Plomp.

### 3.2 Prototyping Stage

Tahapan pembentukan prototipe terdiri dari empat tahapan utama, yang meliputi berbagai kegiatan:

#### 3.2.1. Rancangan Awal

Rancangan awal e-modul disusun berdasarkan capaian pembelajaran dalam kurikulum Merdeka. Komponen-komponen modul disesuaikan agar relevan dengan kebutuhan peserta didik. e-modul ini dirancang menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional*, yang mampu mengkonversi PDF menjadi publikasi digital interaktif dengan efek *flipping*. Fitur interaktif yang dapat disisipkan meliputi video *YouTube*, *hyperlink*, teks, animatif, gambar, audio, dan elemen *flash*. Hal ini memungkinkan guru dapat menciptakan media pembelajaran yang lebih menarik dan dinamis<sup>[20]</sup>. Komponen utama e-modul penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global adalah: halaman sampul, kata pengantar, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, peta konsep, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan bacaan guru dan peserta didik, refleksi, lembar aktivitas, serta daftar pustaka.

#### 3.2.2. Prototipe I

e-Modul yang telah dikembangkan dievaluasi melalui *self evaluation* untuk mengidentifikasi kelengkapan serta potensi kesalahan. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan revisi yang menghasilkan prototipe II berupa e-modul yang lebih lengkap. Hasil *self evaluation* adalah sebagai berikut:

- a. Tampilan warna pada *cover* diperbaharui dengan warna yang lebih menarik, dan

gambar pada *cover* disesuaikan dengan judul materi.

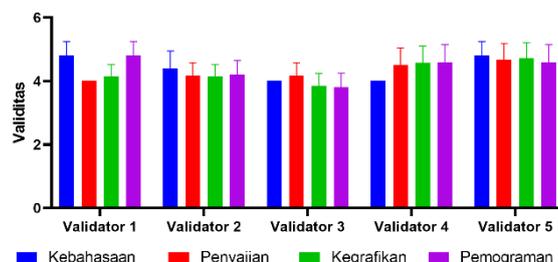
- b. Penjelasan pada materi dilengkapi dengan gambar dan video untuk mempermudah pemahaman konsep serta mendukung gaya belajar auditori-visual peserta didik.
- c. E-modul dilengkapi dengan materi pendahuluan dan tes formatif untuk peserta didik yang memiliki keterbatasan dalam pemahaman konsep.
- d. E-modul dirancang dalam empat pertemuan. Pertemuan 1-2 difokuskan pada penguasaan konsep, sementara pertemuan 3 dan 4 diarahkan untuk mengaplikasikan konsep tersebut menggunakan model PBL.

#### 3.2.3. Prototipe II

Evaluasi formatif e-modul pada protitipe II dilakukan melalui *expert review* dan *one to one evaluation*. Hasil dari kedua evaluasi tersebut menjadi dasar dalam merevisi e-modul agar sesuai dengan masukan yang diberikan. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan e-modul yang valid.

##### 1) Expert review

E-modul yang telah lengkap kemudian diuji melalui *expert review* dan *one to one evaluation*. Hasil validitas konstruk dan kualitas teknis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik validasi konstruk & kualitas teknis

Validitas konstruk dan kualitas teknis dievaluasi melalui beberapa aspek yang telah ditentukan. Pertama, kategori kebahasaan memperoleh rata-rata nilai 0,85, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam media sudah sesuai dengan kaidah KBBI, sederhana, dan mudah dipahami. Wicaksono (2016) mengungkapkan bahwa penggunaan bahasa yang baik dapat memastikan bahwa tujuan yang diinginkan tercapai<sup>[21]</sup>. Kedua, kategori penyajian mendapatkan rata-rata nilai 0,84 yang menandakan bahwa produk yang dihasilkan

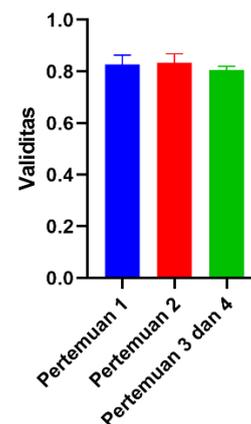
sudah disajikan dengan baik. Penyajian media pembelajaran yang baik adalah mudah dilihat, menarik, sederhana, akurat dan bermanfaat. E-modul menyajikan materi dengan bervariasi seperti video, audio dan gambar yang dapat memperkaya pengalaman belajar peserta didik<sup>[22]</sup>. Penyajian yang baik ini akan meningkatkan minat peserta didik sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi. Desain yang baik akan mempengaruhi keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, yang pada gilirannya mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Ketiga, komponen kegrafisan memperoleh rata-rata nilai 0,82. Nilai ini menunjukkan bahwa sumber belajar mandiri yang dikembangkan telah disusun dengan rapi dan menarik. Prinsip desain multimedia-nya menjelaskan bahwa penggunaan berbagai media seperti teks, gambar, suara serta video pada e-modul dapat membantu meningkatkan pemahaman dan retensi informasi. Materi yang dijelaskan dengan menggunakan berbagai media tersebut dapat memperjelas konsep-konsep yang sulit dan membuat pembelajaran lebih menarik<sup>[23]</sup>. Elemen grafis yang tepat, baik berupa gambar, diagram, atau ilustrasi, dapat membantu peserta didik memahami materi yang sulit atau abstrak, serta mempermudah visualisasi konsep-konsep yang diajarkan. Keempat, komponen pemrograman dan pemanfaatan mendapatkan rata-rata nilai 0,85 (valid), yang berarti bahwa sumber belajar mandiri tersebut telah sesuai dengan aspek pemrogramannya dan dapat dimanfaatkan dengan baik.

Berdasarkan semua aspek yang dievaluasi-kebahasaan, penyajian, kegrafikan, dan pemrograman-semuanya memperoleh nilai yang valid, yang menunjukkan bahwa e-modul ini telah memenuhi kriteria yang ditetapkan untuk masing-masing aspek tersebut.

#### b). Validitas konten

Validitas konten dinilai berdasarkan isi e-modul dengan konsep materi yang benar secara keilmuan, serta relevansinya dengan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran ini diturunkan dari capaian pembelajaran yang ditetapkan dalam kurikulum merdeka. Hasil validasi konten menunjukkan bahwa materi yang disajikan sudah sesuai dengan standar keilmuan yang berlaku dan mendukung pencapaian

kompetensi yang diharapkan. Hasil validasi konten dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik validasi konten

Validasi konten memperoleh nilai rata-rata  $V = 0,82$ , yang termasuk dalam kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang mengintegrasikan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global telah memenuhi kriteria valid menurut Aiken's  $V$ . Suatu produk ini dianggap valid jika nilai  $V \geq 0,8$  dengan Tingkat kesalahan sebesar 4%<sup>[14]</sup>. Berdasarkan hasil validitas isi ini dapat disimpulkan bahwa materi yang disajikan di dalam e-modul ini sesuai dengan kaidah keilmuan kimia dan relevan dengan konten ilmu kimia yang seharusnya diajarkan.

#### 2) One to one evaluation

*One to one evaluation* dilakukan dengan cara memberikan soal pada e-modul dan meminta tiga orang siswa dengan tingkat kemampuan berbeda untuk mengisi lembar angket. Dalam uji coba ini, peserta didik dengan kemampuan rendah berhasil menjawab beberapa pertanyaan, namun terdapat beberapa jawaban yang tidak tepat. Sementara itu, peserta didik dengan tingkat kemampuan sedang dan tinggi mampu menjawab soal dengan benar. Setelah dianalisis, ditemukan bahwamateri tersebut memerlukan penjelasan yang lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Penggunaan bahasa yang sederhana dan jelas akan sangat membantu peserta didik dalam memahami materi.

Hasil pengisian angket *one to one evaluation* menunjukkan bahwa peserta didik menilai *e-modul* penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global memiliki desain yang menarik. *E-modul* ini juga dianggap membantu peserta didik dalam memahami materi dengan lebih efektif. Namun, terdapat beberapa perbaikan yang perlu dilakukan yaitu; (1) beberapa gambar pada *e-modul* kurang jelas, (2) masih terdapat beberapa kata yang salah penulisannya.



Sebelum perbaikan      Sesudah perbaikan

Gambar 3. Perbaikan gambar pada *e-modul*



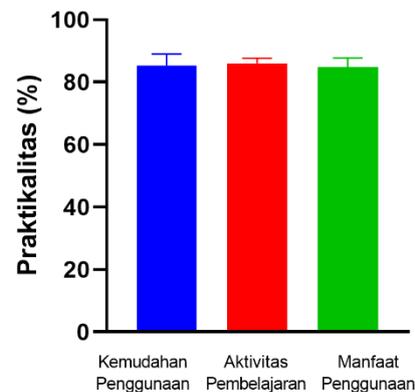
Sebelum perbaikan      Sesudah perbaikan

Gambar 4. Perbaikan kata yang typo

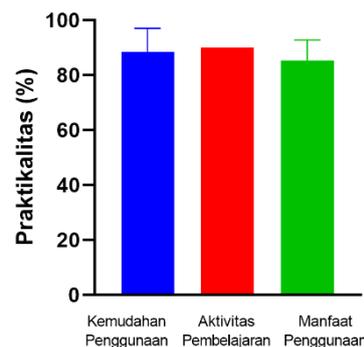
Berdasarkan hasil *expert review* dan *one-to-one evaluation*, *e-modul* penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global telah divalidasi dan direvisi untuk meningkatkan kualitasnya.

### 3.2.4. Prototipe III

*e-modul* yang telah divalidasi kemudian diuji kepraktisannya pada siswa dalam jumlah yang sedikit (uji *small group*) dan evaluasi oleh guru. Hasil evaluasi kepraktisan dari peserta didik dan guru dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik praktikalitas peserta didik



Gambar 6. Grafik praktikalitas guru

Uji kepraktisan dilakukan dengan menilai tiga aspek utama, yaitu kemudahan penggunaan, aktifitas pembelajaran, dan manfaat penggunaan. Rincian masing-masing aspek kepraktisan adalah sebagai berikut:

1. *E-modul* menunjukkan tingkat kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek kemudahan penggunaan. Nilai yang diperoleh dari uji kepraktisan ini adalah 86% dari peserta didik dan 89% dari guru. Hal ini menunjukkan bahwa *e-modul* tersebut mudah digunakan dan efektif.
2. *E-modul* memperoleh nilai kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek aktifitas pembelajaran, yaitu 86% dari peserta didik dan 87% dari guru. Hal ini menunjukkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik, dengan kecepatan belajar masing-masing. Artinya, *e-modul* memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan kemampuan dan ritme belajar mereka masing-masing, sehingga membuat pembelajaran lebih fleksibel dan efektif.

3. E-modul memperoleh nilai kepraktisan yang sangat tinggi dari aspek manfaat penggunaan, yaitu 85% dari peserta didik dan 85% dari guru. Hal ini menunjukkan bahwa *e*-modul tersebut bermanfaat dalam membantu siswa dalam memahami materi. E-modul dilengkapi dengan pertanyaan kunci, gambar, animasi dan video, yang membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep dan memperjelas pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan.

Hasil rata-rata kepraktisan dari peserta didik sebesar 85% dengan kriteria sangat praktis, sementara rata-rata kepraktisan oleh guru memperoleh 87% dengan kriteria yang sama. Nilai kepraktisan yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa *e*-modul penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global memenuhi kriteria kepraktisan. Nieveen dalam Chairunisa et al. (2022) mengungkapkan bahwa suatu media dikatakan praktis adalah jika guru dan peserta didik merasa perangkat pembelajaran tersebut digunakan di lapangan, materi dapat dipahami, dan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan oleh peneliti<sup>[24]</sup>.

Berdasarkan hasil validitas dan paratikalitas dari *e*-modul penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global diharapkan media pembelajaran ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan disempurnakan dengan menguji keefektifannya. Harapan ini didasarkan dari kemampuan *e*-modul yang dapat digunakan peserta didik untuk belajar secara mandiri serta mendukung gaya belajar auditori-visual.

#### 4. KESIMPULAN

*E*-modul penerapan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan fenomena pemanasan global, yang disesuaikan dengan kurikulum merdeka untuk peserta didik fase E SMA/MA, telah berhasil dikembangkan dengan hasil yang sangat baik. Berdasarkan hasil validitas, *e*-modul ini memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,83, yang masuk dalam kategori valid. Selain itu, hasil uji kepraktisan

menunjukkan bahwa *e*-modul ini sangat praktis, dengan persentase nilai 87% dari guru dan 85% dari peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa *e*-modul ini tidak hanya sesuai dengan standar kurikulum, tetapi juga mudah digunakan dan efektif dalam membantu peserta didik memahami materi secara mandiri.

#### REFERENSI

- [1] Kemendikbudristek. *Buku Saku: Tanya Jawab Kurikulum Merdeka* [Internet]. 2022. Available from: <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/25344>
- [2] Hotimah, Husnul. Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal edukasi*; 2020.
- [3] Rusmono. *Strategi Pembelajaran Dengan Problem Based Learning Itu Perlu*. Bogor: Ghalia Indonesia; 2014.
- [4] Laila, Gametri, Usmeldi. Efektivitas Pengembangan E-modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*; 2019.
- [5] Nurhayati, E., Yayuk, A., Aliefman, H. Pengembangan E-modul Kimia Berbasis STEM dengan Pendekatan Etnosains. *Journal Chemistry Education Practice*; 2021.
- [6] Mahayuni, D.A.M. Pengaruh Model Pembelajaran Dan hasil Belajar IPA Kelas VII Siswa SMP Negeri 3 Sideman. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*; 2017.
- [7] Roro Rastrani Rahada Putri, Raden. Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flip Pdf Professional Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan dan ilmu social*; 2022.
- [8] Rozandy, M.P. Scratch Sebagai Problem Solving Computational Thinking Dalam

- Kurikulum Prototipe. *Jurnal IN CREATE*; 2021.
- [9] Ngurah Nyaman Arya Udayana, I Made Agus Wirawan & Dewa Gede Hendra Divayana. Pengembangan E-modul Pada Mata Pelajaran Pemograman Berorientasi Objek Dengan Model Pelajaran Project Based Learning Kelas XII Rekrayasa Perangkat Lunak. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*; 2017.
- [10] Akbrianto & Iryani. Efektivitas Penggunaan E-Modul Larutan Penyangga Berbasis Masalah terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Entalpi Pendidikan Kimia*; 2024.
- [11] Rahma Annisa Izzania. Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*; 2024.
- [12] Kemendikbudristek. BSKAP 033/H/KR/2022 Revisi Capaian Pembelajaran 008/H/KR/2022.
- [13] Ayu Permata Sari, Suryelita. Uji validitas E- modul Struktur Atom-Keunggulan Nanoteknologi Sesuai Kurikulum Merdeka Untuk Peserta Didik SMA/MA Fase E. *jurnal Edukimia*; 2023.
- [14] H. Hendryadi, "Validitas Isi: Tahap Awal Pengembangan Kuesioner," *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*; 2017.
- [15] Raswati, F. M, Yamtinah, S., Rahardjo, S. B., Ashadi & Indriyanti, N.Y ,” Uji Validitas *Computerized Two-Tier Multiple Choice (CTTMC) Melalui Group Discussion (FGD)* Untuk Mendiagnosis Kesulitan Belajar Siswa.” *Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 21, 260-265.
- [16] D. Aggraini, M Khumaedi, T. Widowati. Validity and Reliability Contents of Independence Assessment Instruments of Basic Beauty Students for Class X SMK. *Journal of Educational Research and Evaluation*; 2020.
- [17] Satriawati H. *Pengembangan E-modul Interaktif Sebagai Sumber Belajar Elektronika Pengembangan E-modul Interaktif Sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta; 2015.
- [18] Istiqomah. Pengembangan E-Modul Filipbook IPA Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Basicedu*; 2022.
- [19] Camelia, Sonnya. Pengembangan Bahan Ajar untuk Menunjang Pembelajaran Kurikulum Merdeka pada Materi Konsep dan Dampak Pemanasan Global Fase E SMA/MA. *Jurnal Pendidikan MIPA*; 2023.
- [20] Saputra Handika, ” Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*), PGMI IAI Agus Salim Metro Lampung; 2022.
- [21] Himmah, E, F. Pengembangan E-Modul Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Suhu dan Kalor. (Skripsi). Fakultas Tarbiah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung, Lampung; 2019.
- [22] Wicaksono L. Bahasa dalam Komunikasi Pendidikan. *Journal of Perspective Learning*; 2016.
- [23] Asmiyunda, A. Pengembangan E-modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*; 2018.
- [24] Mayer, R. E. *Introduction to Multimedia Learning in Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press; 2014.
- [25] Chairunisa, Nur Army. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Kolaboratif Jire Berbasis IT (Information and Technology) Materi Suhu dan Kalor Fisika. *Jurnal Ideaspublishing*; 2022