

## PENGEMBANGAN E-MODUL BERORIENTASI *INTEGRATED STEM EDUCATION* PADA TEMA PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MELATIH KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA SMP KELAS VII

Zahrotunnisa \*<sup>1)</sup>, Suroso Mukti Leksono <sup>2)</sup>, R. Ahmad Zaky El Islami <sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

e-mail: [2281190001@untirta.ac.id](mailto:2281190001@untirta.ac.id) <sup>1)</sup>, [sumule56@yahoo.com](mailto:sumule56@yahoo.com) <sup>2)</sup>, [zakyislami@untirta.ac.id](mailto:zakyislami@untirta.ac.id) <sup>3)</sup>

\* Corresponding author

---

Received: June 26<sup>th</sup>, 2023; Revised: July 28<sup>th</sup>, 2023; Accepted: Sept. 08<sup>th</sup>, 2023; Published: January 04<sup>th</sup>, 2024

---

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan karena permasalahan yang ditemukan terkait dengan pembelajaran IPA di SMP. Bermula dari pembelajaran yang masih menggunakan metode ceramah, sehingga kemandirian belajar siswa masih belum optimal. Siswa cenderung mempelajari materi hanya mengandalkan guru saja. E-modul berorientasi *integrated STEM education* dirancang agar siswa dapat berperan aktif dan mampu melakukan pembelajaran secara mandiri. Tujuan penelitian ini adalah untuk merinci tingkat kevalidan dan efisiensi e-modul berorientasi *integrated STEM education* tema pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan yakni *Research & Development (R&D)* model 4-D (Thiagarajan, 1974) meliputi *define, design, develop, dan disseminate*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat kevalidan e-modul sebesar 89% yang termasuk kriteria “sangat valid”. Sedangkan untuk tingkat efisiensi e-modul sebesar 90% yang termasuk kriteria “sangat efisien”. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berorientasi *integrated STEM education* pada tema pencemaran lingkungan sangat efisien digunakan dalam pembelajaran untuk melatih kemandirian belajar siswa.

Kata Kunci: e-modul; *integrated STEM education*; pencemaran lingkungan; kemandirian belajar

### PENDAHULUAN

Adanya persaingan di era abad 21 ini merupakan tantangan bagi negara yang berkembang seperti Indonesia dalam memajukan tenaga kerja dan daya saing. Hal ini dapat diciptakan dengan meningkatkan kualitas pendidikan, salah satunya dengan pembelajaran yang mengarah pada keterampilan abad 21 (Milaturrahmah et al., 2017)

Penguasaan sains dan matematika juga perlu dimiliki pada abad ke-21. Keterampilan abad 21 menuntut siswa untuk mempunyai kemampuan berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan *problem solving*. Hal tersebut bisa didapatkan melalui pembelajaran yang berorientasi pada *integrated STEM education*.

*Integrated STEM education* dapat mengintegrasikan empat bidang ilmu pengetahuan untuk membelajarkan suatu topik yang terdiri dari *science, technology, engineering, dan mathematics* (Parmin et al., 2020) dalam meningkatkan kualitas SDM sesuai dengan tuntutan abad ke-21.

Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilaksanakan di salah satu SMP yang berada Kabupaten Serang, pembelajaran IPA yang dilakukan yaitu *teacher centered* atau hanya bertaut pada guru. Hal ini berakibat siswa menjadi tidak optimal dalam mencapai keterampilan abad 21. Siswa yang hanya diajarkan menggunakan metode ceramah cenderung pasif dalam pembelajarannya, hal ini berkaitan dengan kemandirian belajar siswa. Siswa tidak dapat

mengembangkan konsep yang diajarkan karena tidak diberikan ruang untuk mengembangkan konsep dan memahami materi pembelajaran. Pada kondisi ini diperlukan kemandirian belajar karena siswa yang mempunyai kemandirian belajar tinggi dapat membuat siswa untuk belajar sendiri tanpa menunggu perintah, memutuskan suatu keputusan dan rasa percaya diri yang tinggi. Kemandirian belajar bisa membuat siswa mengerti dalam memproses pembelajarannya dan menemukan cara belajarnya sendiri.

Menurut Selisne et al., (2019) Pendekatan STEM terintegrasi juga memengaruhi kemampuan siswa dari segi mengorganisasikan pembelajarannya dengan efektif sehingga dapat mempengaruhi hasil belajar. Kemampuan siswa untuk mengatur dan mengorganisasikan pembelajarannya dengan efektif berhubungan dengan kemandirian belajar. Ketika siswa dapat mempelajari materi dengan kemauan sendiri tanpa bergantung dengan orang lain dan mampu mengimplementasikan pengetahuannya untuk memecahkan masalahnya merupakan definisi kemandirian belajar.

Berkaitan peran pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM terintegrasi yang berhubungan langsung dengan kemandirian belajar, berdasarkan hasil wawancara, menunjukkan bahwa pada saat pembelajaran IPA banyak siswa yang tertinggal materi karena siswa hanya belajar di sekolah saja hal tersebut dikarenakan motivasi belajar siswa untuk belajar di rumah masih rendah. Sehingga kemandirian siswa harus ditingkatkan. Hal ini mengharuskan guru mengulang kembali materi yang sudah diajarkan.

Tetapi waktu pembelajaran di sekolah tidak memenuhi untuk melakukan hal tersebut. Guru terpaksa menggunakan metode ceramah karena banyaknya materi. Dampaknya tidak semua materi ipa diajarkan karena keterbatasan alat dan media.

Disamping permasalahan tersebut, bahan ajar yang digunakan belum terpadu dan masih terpisah antara konsep materi sedangkan pembelajaran IPA adalah pembelajaran yang terpadu yakni menyatukan beberapa konsep dan bidang keilmuan. Padahal, bahan ajar dapat berakibat pada pembelajaran. sehingga penting dalam memilih bahan ajar. pemilihan bahan ajar yang baik dapat lebih berdampak terhadap pembelajaran dibanding efektivitas guru (Chingos & Whitehurst, 2012)

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan maka dibutuhkan kesesuaian bahan ajar dengan kebutuhan peserta didik. Bahan ajar tersebut dirancang mudah dan praktis sehingga dapat melatih kemandirian belajar. E-modul yang mencakup kompetensi yang ingin dicapai, metode, isi, dan evaluasi yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. dan bisa diakses hanya dengan menggunakan link tanpa aplikasi.

Karakteristik e-Modul yang akan dikembangkan tersebut berorientasi pada *integrated STEM education*. Pendekatan *integrated STEM* ini menekankan pada *problem solving* agar siswa bisa menemukan solusi inovatif (Herak et al., 2019). Pengintegrasian *STEM education* dalam e-Modul dapat memberi pengaruh yang positif khususnya untuk melatih kemandirian belajar siswa karena siswa dituntut aktif dalam pembelajaran sehingga

sikap percaya diri dan motivasi diperlukan agar tercipta proses pembelajaran efektif (Putri et al., 2020)

Berdasarkan problematika yang telah diuraikan maka tujuan dari penelitian ini ialah mengembangkan bahan ajar sesuai dengan kondisi yang ditemukan. Pengembangan e-modul berorientasi *integrated STEM education* pada tema pencemaran lingkungan untuk melatih kemandirian belajar diharapkan dapat menjadi solusi atas kesenjangan yang ada di sekolah serta dapat diterapkan dalam proses pembelajaran IPA.

## **METODE**

Pengembangan bahan ajar berupa e-modul berorientasi *integrated STEM education* pada tema pencemaran lingkungan merupakan jenis penelitian R&D (*Research & Development*) karena menghasilkan suatu produk yang dikembangkan yaitu berupa bahan ajar e-modul. Model pengembangan yang dipilih yaitu 4-D (Thiagarajan 1974). Model ini dipilih karena merupakan model pengembangan yang praktis namun di dalamnya sudah mencakup proses pengembangan yang lengkap. Adapun *define, design, development, dan disseminate* merupakan prosedur yang akan digunakan pada penelitian ini.

### **Prosedur Penelitian Pengembangan 4D**

#### ***Define***

Ditahap ini peneliti menjabarkan dan menetapkan syarat-syarat untuk mengembangkan suatu produk dan membutuhkan analisis yang berbeda-beda. Pada tahap ini, dilakukan observasi ke sekolah tentang pembelajaran STEM Terintegrasi dan penggunaan bahan ajar di

SMP, lalu mengkaji penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan STEM Terintegrasi dan modul, lalu menganalisis kurikulum pada pembelajaran IPA sesuai kebutuhan siswa

#### ***Design***

Tahap ini bertujuan untuk menyusun kebutuhan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan, serta menganalisis kebutuhan material dari bahan ajar yang akan dikembangkan yaitu e-modul berorientasi *integrated STEM education* agar dapat diaplikasikan dalam kegiatan pembelajaran IPA tema pencemaran lingkungan. Pada tahap ini akan diperoleh *storyboard* produk yang dikembangkan. Selain itu, disusun instrumen penelitian yang akan dipakai untuk proses validasi oleh ahli dan uji kepraktisan oleh siswa.

#### ***Development***

Pada tahap ini mengembangkan produk e-modul dengan melihat kesesuaiannya pada kaidah pengembangan modul, Pada penelitian ini menggunakan aplikasi berupa *canva* dan *heyzine* untuk memfasilitasi e-modul agar dapat interaktif dan mudah diakses oleh siswa. Setelah produk dibuat maka divalidasi kepada ahli materi, media dan praktisi. Para ahli diberikan lembar validasi kemudian menilai dan memberikan masukan terkait e-modul yang sudah dikembangkan. Lalu produk direvisi sesuai dengan penilaian dan masukan para ahli sebelum diujicobakan kepada siswa.

#### ***Disseminate***

Tahapan keempat sekaligus tahapan terakhir adalah tahapan *disseminate*. Menurut Thiagarajan (1974) tahapan

*disseminate* adalah tahapan penyebarluasan. Tahapan ini dilakukan ketika produk yang dibuat dinilai sudah valid oleh ahli. Pada penelitian ini tahap *disseminate* yang akan dilakukan ialah tahapan *validation testing*. *Validation testing* adalah pengujian bahan ajar yang telah direvisi dan valid kepada objek yang sebenarnya dalam hal ini adalah siswa SMP Kelas VII. *Validation testing* untuk mengetahui respon siswa.

### Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Subjek validasi terdiri dari 2 ahli materi dan 2 ahli media serta 3 ahli praktisi. Adapun pada uji coba respon siswa menggunakan teknik *purposive sampling* dalam menentukan subjeknya. Jumlah sampel yang digunakan yaitu sebanyak 5% dari total populasi penelitian. Sehingga didapatkan total responden sebanyak 30 orang siswa. Adapun lokasi penelitian dilaksanakan pada salah satu perguruan tinggi di Provinsi Banten dan Adapun untuk uji coba terbatas akan dilakukan di dua sekolah SMP/MTs sederajat yang berada di Kabupaten Serang. Penelitian ini dilakukan dari bulan Agustus Tahun 2022 hingga bulan Juni Tahun 2023.

### Jenis Data

Data yang diperoleh yakni data validasi dari para ahli dan data respon siswa. Data hasil yang diperoleh tersebut dapat dikategorikan menjadi dua macam yaitu data kuantitatif dari penilaian tingkat validasi dan respon siswa dengan instrumen angket dan data kualitatif dari masukan yang diberikan oleh ahli materi, media, dan praktisi.

### Analisis Data Penelitian

#### Data Kuantitatif

Data kuantitatif peneliti peroleh dari penilaian tingkat kevalidan dan respon siswa dengan rincian sebagai berikut :

**Tabel 1. Kriteria skor penilaian**

Skor	Kategori
4	“Sangat baik (SB)”
3	“Baik (B)”
2	“Kurang Baik (KB)”
1	“Sangat Kurang Baik (SKB)”

#### Analisis validitas

Penilaian tingkat kevalidan yang diperoleh tersebut lalu dikalkulasikan dengan rumus:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

(Purwanto, 2014)

Keterangan:

NP : nilai presentase yang diperoleh

R : nilai skor yang diperoleh

SM : nilai skor maksimum

100% : bilangan tetap

Hasil nilai yang didapat kemudian dilihat interpretasi nilainya dengan tabel 2.

**Tabel 2. Interpretasi kategori kevalidan e-modul**

Skor (X)	Kriteria Tingkat kevalidan
81,25 < X ≤ 100	Sangat Valid
62,50 < X ≤ 81,25	Valid
43,75 < X ≤ 62,50	Kurang Valid
25 < X ≤ 43,75	Tidak Valid

(Sugiyono, 2012)

#### Analisis respon siswa

Adapun untuk angket respon siswa menggunakan skala penilaian sebagai berikut :

**Tabel 3. Skala penilaian angket respon siswa**

Skor Untuk Butir		Kategori Jawaban Siswa
Positif	Negative	
1	4	“Sangat Tidak Setuju (STS)”
2	3	“Tidak Setuju (TS)”
3	2	“Setuju (S)”
4	1	“Sangat Setuju (SS)”

(Windiyani, 2012)

Hasil nilai tersebut kemudian dikalkulasikan menggunakan perhitungan :

$$\%NRS = \frac{\sum_{i=1}^n NRS}{NRS \text{ Maksimum}} \times 100\%$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

%NRS : Presentase Nilai

$\sum_{i=1}^n NRS$  : Total Nilai pada tiap butir pertanyaan

NRS maksimum :  $n \times 4$ , dengan  $n$  yaitu total responden

Berdasarkan persentase yang diperoleh, lalu dikelompokkan sesuai dengan kategori penilaian pada tabel 4.

**Tabel 4. Kriteria penilaian untuk efisiensi e-modul**

Persentase P (%)	Kriteria Penilaian
75,00 – 100	Sangat Efisien
50,00 – 74,99	Efisien
25,00 – 49,99	Cukup Efisien
0,00 – 24,99	Kurang Efisien

(Sudijono, 2012)

**Data Kualitatif**

Analisis data kualitatif berdasarkan masukan yang diberikan dari ahli materi, media, praktisi serta siswa yang kemudian dihubungkan dengan hasil analisis data kuantitatif yakni penjelasan secara deskriptif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

E-modul berorientasi *integrated STEM education* yang dikembangkan memiliki beberapa bagian yaitu :



**Gambar 1. Halaman sampul dan belakang e-modul**



**Gambar 2. Bagian pendahuluan e-modul**

Pada bagian pendahuluan terdapat kata pengantar, daftar isi, serta pendahuluan yang berisi pengenalan materi pencemaran lingkungan, lalu ada definisi dari keempat komponen STEM



Gambar 3. Bagian petunjuk penggunaan e-modul

Bagian petunjuk penggunaan e-modul terdiri dari petunjuk penggunaan dan rambu-rambu penggunaan.



Gambar 4. Kegiatan pembelajaran 1 : pencemaran air



Gambar 5. Kegiatan pembelajaran 2 : Pencemaran udara



Gambar 6. Kegiatan pembelajaran 3 : pencemaran tanah

Pada awal kegiatan pembelajaran diberikan bagan konsep pencemaran air, udara, dan tanah dikaitkan dengan komponen STEM, lalu terdapat 5 bagian pembelajaran yakni engagement, explore, explain, elaborate, dan evaluate.



Gambar 7. Tampilan LKPD dalam e-modul

LKPD dalam e-modul dapat diisi langsung oleh siswa sehingga dapat memudahkan guru untuk mengontrol kegiatan praktikum siswa.



Gambar 8. Evaluasi interaktif dalam e-modul

Evaluasi dalam e-modul terdiri dari uji kompetensi pilihan ganda, uji kompetensi essay, saya bisa mandiri dan tes akhir modul. evaluasi ini dapat langsung siswa kerjakan dengan mengklik tombol start dan siswa dapat langsung mendapatkan skor jawabannya.



Gambar 9. Bagian penutup e-modul

Bagian penutup e-modul terdiri dari glosarium, rangkuman, daftar pustaka dan riwayat hidup penulis.

Produk e-modul berorientasi *integrated STEM education* di desain menggunakan aplikasi canva. Kemudian agar e-modul dapat digunakan interaktif menggunakan web heyzone agar dapat diakses melalui link tanpa aplikasi tambahan.

Produk e-modul yang telah dibuat kemudian divalidasikan menggunakan lembar angket sebagai langkah awal pada tahap *develop*. Kegiatan validasi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kevalidan dari produk yang telah dikembangkan. Validasi dilakukan kepada ahli materi, media, serta praktisi.

### Tingkat Kevalidan Produk E-Modul Berorientasi *Integrated STEM Education* Tema Pencemaran Lingkungan

#### Ahli materi

Validasi ini bertujuan untuk memvalidasi konten-konten materi yang ada dalam e-

modul. Validasi ini dilakukan oleh ahli materi yang menguasai materi pada tema pencemaran lingkungan dan pembelajaran STEM. Hasil validasi ahli materi adalah sebesar 87% dengan kategori “sangat valid” dengan rata-rata dari kelima aspek pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Peraspek pada Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1.	Kelayakan isi	94%	Sangat valid
2.	Kelayakan penyajian	78%	Valid
3.	Kelayakan kebahasaan	92%	Sangat valid
4.	Pendekatan <i>Integrated STEM Education</i>	88%	Sangat valid
5.	Kemandirian Belajar	85%	Sangat valid
Keseluruhan		87%	Sangat valid

Aspek kelayakan isi memperoleh nilai 94% dengan kategori “sangat valid” dari hasil penilaian tiga indikator yakni kesesuaian kurikulum, keakuratan, dan kesesuaian pendukung materi. Berdasarkan penilaian, materi yang ada dalam e-modul sudah bersesuaian dengan komponen kompetensi inti (KI) , kompetensi dasar (KD), dan model keterpaduan *connected* dalam kurikulum 2013.

Aspek penyajian memperoleh nilai persentase 78% pada kriteria “valid” berdasarkan hasil penilaian pada tiga indikator yaitu teknik penyajian dan koherensi keruntutan alur berpikir. Penyajian materi dalam e-modul perlu bersifat interaktif dan partisipatif. Hal ini dimaksudkan agar pembelajaran dapat tercipta aktif karena pembelajaran STEM menekankan peran siswa sebagai pusat pembelajaran dalam e-modul berorientasi *integrated STEM education* sudah terdapat

bagian yang mengajak siswa untuk berinteraksi dan berpartisipasi seperti fitur ayo tuliskan, ayo berdiskusi, dan ayo selidiki. Hal ini didukung dengan penelitian Mellyzar et al., (2021) komunikatif adalah salah satu sifat bahan ajar yang berkualitas. Yang menandakan bahwa e-modul mudah dicerna, jelas dan sistematis.

Aspek kebahasaan mendapatkan nilai sebesar 92% pada kriteria “sangat valid” berdasarkan penilaian pada tiga komponen indikator yakni lugas, dialogis, serta kesesuaian dengan peserta didik. Renat et al., (2017) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa kalimat dalam modul mesti sederhana agar siswa bisa mudah mempelajari materi. Menurut penilaian, kalimat yang digunakan sudah sederhana. Namun, beberapa kesalahan penulisan dalam modul perlu diperbaiki.

Hasil penilaian pada aspek *integrated STEM education* mendapatkan persentase sebesar 88% pada kriteria “sangat valid” berdasarkan hasil penilaian pada kesesuaian materi yang ada dalam e-modul dengan langkah-langkah pada model *learning cycle 5E* yang diintegrasikan dengan keempat komponen STEM. Berdasarkan penilaian, e-modul *integrated STEM education* dalam kegiatan pembelajarannya menggunakan kelima fase pada *learning cycle 5E* yaitu *engagement, explore, explain, elaborate, dan evaluate*. Sejalan dengan penelitian Wiriani & Ardana (2022) yang menyatakan bahwa model *Learning Cycle 5E* dalam pembelajaran STEM menekankan peran siswa sebagai pusat pembelajaran membantu mereka untuk belajar secara aktif dan mandiri.

Adapun aspek kemandirian belajar sebesar 85% pada kriteria “sangat valid” berdasarkan pada penilaian komponen kesesuaian materi dalam e-modul dengan indikator kemandirian belajar. Pada penelitian ini indikator kemandirian belajar mencakup motivasi, inisiatif, bertanggung jawab, percaya diri dan disiplin (Izzati, 2017). E-modul berorientasi *integrated STEM education* ini dirancang agar dapat memfasilitasi siswa untuk memiliki kemandirian belajar seperti menggunakan fitur-fitur yang interaktif sehingga siswa dapat melakukan pembelajarannya secara mandiri.

#### *Ahli Media*

Validasi ini bertujuan untuk memvalidasi e-modul dari segi media-media yang digunakan baik dari aspek *layout* media, desain tampilan hingga operasionalnya. Hasilnya memperoleh nilai sebesar 96% yang termasuk kategori “sangat valid” diperoleh dari keempat aspek pada tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Penilaian Peraspek pada Validasi Ahli Media.**

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1.	Kelayakan Kegrafikan	93%	Sangat valid
2.	Kelayakan penyajian	95%	Sangat Valid
3.	Kelayakan kebahasaan	97%	Sangat valid
4.	Kemandirian Belajar	97%	Sangat valid
<b>Keseluruhan</b>		<b>96%</b>	<b>Sangat valid</b>

Aspek kelayakan kegrafikan mendapatkan nilai 93% pada kriteria “sangat valid” berdasarkan penilaian pada komponen ukuran, desain sampul dan isi e-modul. Berdasarkan penilaian, ukuran, desain sampul depan, isi, dan belakang

sudah sesuai dan menarik yang memiliki warna yang senada sehingga dapat saling terhubung. penggunaan tata letak yang harmonis dalam e-modul akan dapat memperjelas materi yang disampaikan.

Aspek kelayakan penyajian mendapatkan nilai 95% yang termasuk kriteria “sangat valid” dari penilaian penyajian sistematika, media, maupun fitur e-modul. sebaiknya modul disajikan dengan font yang mudah terbaca oleh siswa karena keterbacaan kalimat yang sesuai akan mudah diterima oleh indera penglihatan siswa sehingga siswa akan memperoleh pesan atau makna dari tulisan dengan baik.

Hasil penilaian pada aspek kelayakan kebahasaan mendapatkan persentase nilai sebesar 97% pada kriteria “sangat valid” menunjukkan bahwa penggunaan bahasa Indonesia dalam modul yang baik, benar dan konsisten. Berdasarkan penilaian, penyusunan paragraf dalam e-modul masih terlalu padat sehingga dapat mengganggu pembaca. Seharusnya gaya penulisan bahan ajar dalam hal ini e-modul harus menyesuaikan dengan konteks materi dan kemampuan siswa (Gita et al., 2018)

Aspek kemandirian belajar mendapatkan persentase nilai sebesar 97% pada kategori “sangat valid” berdasarkan hasil penilaian pada kesesuaian media untuk memfasilitasi e-modul agar dapat dipakai secara mandiri oleh siswa dan keberfungsian fitur-fitur dalam e-modul agar indikator kemandirian belajar siswa dapat tercapai.

#### Ahli Praktisi

Validasi ahli praktisi bertujuan untuk memvalidasi e-modul dari sisi praktisi selaku tenaga pendidik di sekolah. Hasilnya mendapatkan nilai sebesar 95% yang termasuk kategori “sangat valid” dari keempat aspek yang divalidasi pada tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Penilaian Peraspek pada Validasi Ahli Praktisi**

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1.	Kemudahan Penggunaan	89%	Sangat valid
2.	Penyajian	90%	Sangat Valid
3.	Kebermanfaatan	100%	Sangat valid
4.	Integrasi	100%	Sangat valid
	Keseluruhan	95%	Sangat valid

Aspek kemudahan penggunaan sebesar 89% yang termasuk “sangat valid” pada penilaian kemudahan dalam mengakses dan menggunakan e-modul. e-modul berorientasi *integrated STEM education* ini sudah dapat diakses secara mudah karena berbentuk link dan tidak membutuhkan aplikasi tertentu dalam mengaksesnya. Penelitian yang dilakukan oleh Mulyasari & Sholikhah (2021) mengemukakan bahwa penggunaan e-modul akan memberikan siswa kenyamanan dalam mengakses secara mandiri.

Aspek penyajian mendapatkan persentase 90% pada kategori “sangat valid” dari hasil penilaian kemenarikan, kesesuaian dan kejelasan e-modul serta kelengkapan media pendukung. Berdasarkan penilaian ada beberapa video yang tidak bisa diputar hal ini dapat dipengaruhi oleh kestabilan jaringan pengguna.

Aspek kebermanfaatan mendapatkan persentase 100% pada kategori “sangat valid” dari hasil penilaian pada e-modul yang membantu guru melakukan pembelajaran. Penggunaan e-modul dapat bermanfaat bagi siswa dan guru dari segi mengefisiensikan waktu, karena guru tidak perlu menjelaskan materi secara berulang.

Hasil penilaian pada aspek integrasi mendapatkan persentase nilai sebesar 100% pada kriteria “sangat valid” berdasarkan penilaian pada pengintegrasian *STEM education* dan melatih kemandirian belajar. sintaks dalam e-modul yang meliputi *engagement, explore, explain, elaborate, evaluate*. Adapun ahli praktisi menyarankan untuk menambahkan penjelasan terkait definisi pembelajaran STEM dan komponen STEM agar siswa lebih terarah dalam melakukan pembelajarannya.

### Tingkat Efisiensi Produk E-Modul Berorientasi *Integrated STEM Education* Tema Pencemaran Lingkungan.

Berdasarkan uji coba yang telah dilaksanakan, e-modul berorientasi *integrated STEM education* pada tema pencemaran lingkungan mendapatkan respon yang baik untuk digunakan dalam membantu pembelajaran khususnya tema pencemaran lingkungan. Hasil dari respon siswa terkait penggunaan e-modul memperoleh nilai sebesar 90% dan termasuk dalam kriteria “Sangat Efisien” berdasarkan perhitungan nilai rata-rata dari 5 dimensi yaitu dimensi kognitif, dimensi afektif, dimensi konatif, dimensi *integrated STEM education*, dan dimensi kemandirian belajar. Berikut disajikan penilaian siswa untuk masing-masing

dimensi penilaian yang terdapat pada tabel 8.

**Tabel 6. Hasil Penilaian Perdimensi pada Uji Respon Siswa**

No	Dimensi	Persentase (%)	Kategori
	Kognitif	89%	Sangat efisien
	Afektif	91%	Sangat efisien
	Konatif	89%	Sangat efisien
	Kemandirian Belajar	92%	Sangat efisien
	Keseluruhan	90 %	Sangat Efisien

Berdasarkan penilaian dari kelima dimensi tersebut e-modul ini dinyatakan sebagai bahan ajar yang baik dan efisien digunakan mandiri dan bisa digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa e-modul berorientasi *integrated STEM education* adalah bahan ajar efisien dan valid untuk dapat digunakan dalam menunjang pembelajaran. Hal ini dari penilaian validator ahli untuk tingkat kevalidan dan respon siswa untuk melihat tingkat efisiensi e-modul. Berdasarkan perhitungan, tingkat kevalidan e-modul berorientasi *integrated STEM education* sebesar 89% yang termasuk kategori “sangat valid” bersumber dari tiga penilaian validator yaitu ahli materi sebesar 87% pada kriteria “Sangat Valid”, ahli media sebesar 96% pada kriteria “Sangat Valid” dan validasi oleh ahli praktisi sebesar 95% pada kategori “Sangat Valid”. Lalu hasil respon siswa menunjukkan nilai 90% pada kategori sangat efisien, sehingga e-modul

berorientasi *Integrated STEM education* ini efisien dan praktis untuk digunakan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sangat berterimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan mendukung jalannya proses penelitian dari awal hingga akhir, khususnya kepada para validator yaitu Bapak dan Ibu Dosen di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada kepala sekolah dan guru di SMPN 1 Ciomas dan SMPN 1 Pabuaran yang memberikan izin untuk melakukan penelitian, serta para siswa yang menjadi responden dalam uji coba terbatas dalam penelitian ini.

### REFERENSI

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Edisi Revisi*. PT Rineka Cipta.
- Chingos, M. M., & Whitehurst, G. J. R. (2012). Hoosing lindy. In *CHOOSING BLINDLY Instructional Materials, Teacher Effectiveness, and the Common Core* (Issue April, pp. 1–28). Brown Center on Education Policy at Brookings.
- Epriani Renat, S., Novriyanti, E., Jurusan Biologi, A., Negeri Padang, U., Pengajar Jurusan Biologi, S., & Negeri Padang Jl Hamka Air Tawar Padang, U. (2017). Pengembangan Modul Dilengkapi Peta Konsep dan Gambar pada Materi Keanekaragaman Makhluk Hidup untuk Siswa Kelas VII SMP. *Bioeducation Journal*, 1(1), 2354–8363.
- Gita, S. D., Annisa, M., & Nanna, W. I. (2018). Pengembangan Modul Ipa Materi Hubungan Makhluk Hidup Dan Lingkungannya Berbasis Pendekatan Kontekstual. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 8(1), 28–37. <https://doi.org/10.24929/lensa.v8i1.28>
- Herak, R., Lamanepa, G. H., Biologi, P., Katolik, U., Mandira, W., Fisika, P., Katolik, U., & Mandira, W. (2019). *Meningkatkan Inovasi Siswa Melalui Pembelajaran IPA dengan STEM*. 4, 8–14.
- Izzati, N. (2017). Penerapan PMR Pada Pembelajaran Matematika Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMP. *Jurnal Kiprah*, 5(2), 30–49.
- Mellyzar, Imanda, R., & Yusnidar. (2021). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Tata Nama Senyawa Dan Persamaan Reaksi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*.
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematics Learning Process with Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Approach in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012030>
- Mulyasari, P. J., & Sholikhah, N. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 2220–2236. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4>

.1158

- Parmin, P., Saregar, A., Deta, U. A., & El Islami, R. A. Z. (2020). Indonesian science teachers' views on attitude, knowledge, and application of STEM. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 17–31. <https://doi.org/10.17478/jegys.647070>
- Purwanto. (2014). *Evaluasi Hasil Belajar*. Pustaka Pelajar.
- Putri, C. D., Pursitasari\*, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem Based Learning Terintegrasi STEM Di Era Pandemi Covid-19 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(2), 193–204. <https://doi.org/10.24815/jipi.v4i2.17859>
- Selisne, M., Sari, Y. S., & Ramli, R. (2019). Role of learning module in STEM approach to achieve competence of physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012100>
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. PT Alfabet.
- Thiagarajan S., Semmel D., & S. M. I. (1974). *Intructional Development For Training Teachers Of Exceptional Children: A Sourcebook*. Minneapolis: Central for Innovation on Teaching the Handicaped.
- Windyani, T. (2012). Instrumen Untuk Menjaring Data Interval, Nominal, Ordinal dan Data Tentang Kondisi, Keadaan, Hal Tertentu, Dan Data Untuk Menjaring Variabel Kepribadian. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3, 2.
- Wiriani, N. M. A., & Ardana, I. M. (2022). The Impact of the 5E Learning Cycle Model Based on the STEM Approach on Scientific Attitudes and Science Learning Outcomes. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 10(2), 300–307. <https://doi.org/0.23887/jjpsd.v10i2.48515>