



## **PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS XI SMA PADA MATERI KOLOID**

**Siska Anggraini<sup>1</sup> & Haqqi Annazili Nasution<sup>2\*</sup>**

<sup>1&2</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang,  
Sumatera Utara 20221, Indonesia

\*Email: [haqqiannazili@unimed.ac.id](mailto:haqqiannazili@unimed.ac.id)

Submit: 16-06-2026; Accepted: 27-06-2026; Published: 27-10-2026

**ABSTRAK:** Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih rendahnya hasil belajar peserta didik pada materi koloid, pembelajaran yang cenderung berpusat pada guru, serta belum tersedianya bahan ajar digital yang mengintegrasikan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan e-modul berbasis STEM dalam format digital berbantuan *flipbook* yang dirancang untuk menghubungkan konsep koloid dengan permasalahan kontekstual, sehingga dapat mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul, respons peserta didik, serta peningkatan hasil belajar setelah menggunakan e-modul yang dikembangkan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Uji coba dilakukan pada peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Tanjung Morawa. Pengumpulan data dilakukan melalui validasi ahli materi dan ahli media, angket respons peserta didik, serta tes hasil belajar. Efektivitas e-modul diuji menggunakan desain *one group pretest-posttest* dengan analisis peningkatan hasil belajar menggunakan skor *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak berdasarkan penilaian ahli materi sebesar 83,21% dan ahli media sebesar 87,16%. Penggunaan e-modul juga memperoleh respons yang sangat baik dari peserta didik dengan persentase rata-rata sebesar 87,51%. Penerapan e-modul mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata dari 45,28 pada *pre-test* menjadi 79,72 pada *post-test* dengan skor *N-Gain* sebesar 0,63 yang termasuk kategori sedang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM yang dikembangkan tidak hanya layak digunakan sebagai bahan ajar digital, tetapi juga efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi koloid melalui pembelajaran yang lebih kontekstual dan berpusat pada peserta didik.

**Kata Kunci:** E-Modul, Hasil Belajar, Koloid, Penelitian dan Pengembangan, STEM.

**ABSTRACT:** This study was motivated by students' low learning outcomes regarding the topic of colloids, instruction that tended to be teacher-centered, and the lack of digital teaching materials integrating the *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) approach. To address these issues, this study developed a STEM-based e-module in a flipbook-assisted digital format, designed to link colloid concepts with contextual problems, thereby supporting more interactive and meaningful learning. The study aimed to determine the e-module's feasibility, student responses, and the improvement in learning outcomes following its use. A *Research and Development* (R&D) method was employed using the 4D model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Trials were conducted with Grade XI students at SMA Negeri 1 Tanjung Morawa. Data collection involved validation by subject matter and media experts, student response questionnaires, and learning outcome tests. The e-module's effectiveness was tested using a *one-group pretest-posttest* design, with learning outcome improvements analyzed via *N-Gain* scores. The results indicate that the developed STEM-based e-module met the "highly feasible" criteria, based on expert ratings of 83.21% from subject matter experts and 87.16% from media experts. The e-module also elicited a very positive response from students, with an average score of 87.51%. Implementation of the e-module improved student learning outcomes, evidenced by an increase in the average score from 45.28 (*pre-test*) to 79.72 (*post-test*), with an *N-Gain* score of 0.63, falling into the "medium" category. These findings demonstrate that the developed STEM-based e-module is not only suitable



as digital teaching material but is also effective in enhancing student learning outcomes regarding colloids through contextual, student-centered learning.

**Keywords:** E-Module, Learning Outcomes, Colloids, Research and Development, STEM.

**How to Cite:** Anggraini, S., & Nasution, H. A. (2026). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA pada Materi Koloid. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(4), 2353-2364. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i4.1575>



*Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan* is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif dalam menghadapi berbagai tantangan kehidupan. Pembelajaran pada era ini diarahkan agar berpusat pada peserta didik melalui pemanfaatan teknologi digital serta pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*). Oleh karena itu, proses pembelajaran tidak lagi hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk memecahkan permasalahan nyata. Dalam konteks pembelajaran kimia, tuntutan tersebut menjadi semakin penting karena sebagian besar konsep kimia bersifat abstrak, sehingga memerlukan kemampuan visualisasi dan pemahaman konseptual yang baik. Dengan demikian, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep-konsep kimia dengan fenomena kehidupan sehari-hari agar pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual (Apriyani *et al.*, 2023; Waruwu, 2024).

Salah satu materi kimia yang sering dianggap sulit oleh peserta didik adalah materi koloid. Materi ini memuat berbagai konsep yang tidak dapat diamati secara langsung, seperti ukuran partikel, efek *Tyndall*, gerak *Brown*, adsorpsi, koagulasi, serta berbagai jenis sistem dispersi. Karakteristik materi yang abstrak menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep yang dipelajari dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, sehingga berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan hasil belajar (Azhari & Yuliana, 2025; Efendi & Safnowandi, 2016).

Penggunaan bahan ajar yang masih didominasi oleh buku teks dan lembar kerja konvensional belum mampu memfasilitasi kebutuhan belajar peserta didik yang beragam, sehingga proses pembelajaran menjadi kurang menarik, kurang interaktif, dan belum memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa materi koloid memerlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep mikroskopis sekaligus menghubungkannya dengan fenomena makroskopis agar peserta didik memperoleh pemahaman konseptual yang lebih utuh (Herlita *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang besar untuk menghadirkan sumber belajar yang lebih inovatif sesuai dengan karakteristik peserta didik saat ini. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah [Uniform Resource Locator: https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera](https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera)



penggunaan e-modul sebagai bahan ajar digital yang dapat diakses secara fleksibel kapan saja dan di mana saja melalui perangkat elektronik. E-modul tidak hanya menyajikan materi dalam bentuk teks, tetapi juga mampu mengintegrasikan gambar, video, animasi, latihan interaktif, dan evaluasi, sehingga dapat meningkatkan motivasi, kemandirian, serta keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis digital mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan bahan ajar cetak konvensional, karena peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan belajarnya masing-masing (Hayanum *et al.*, 2023; Idayanti & Suleman, 2024).

Agar mampu menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21, pengembangan e-modul perlu dipadukan dengan pendekatan pembelajaran yang mendorong peserta didik berpikir kritis, kreatif, dan mampu menyelesaikan permasalahan nyata. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika ke dalam suatu proses pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah kontekstual. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar yang bermakna melalui kegiatan investigasi, analisis, perancangan solusi, serta penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Selain meningkatkan penguasaan konsep, pendekatan STEM juga mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan kemampuan pemecahan masalah (Anggraini & Huzaifah, 2017).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia memberikan dampak positif terhadap kemampuan dan hasil belajar peserta didik. Nasution *et al.* (2025) melaporkan bahwa modul kimia berbasis HOTS-STEM mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan nilai *N-Gain* kategori sedang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam bahan ajar dapat membantu peserta didik memahami konsep kimia melalui aktivitas pemecahan masalah dan penerapan konsep dalam kehidupan nyata.

Namun demikian, hasil telaah terhadap penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan modul cetak atau e-modul pada materi selain koloid. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya hanya menitikberatkan pada aspek kelayakan produk atau efektivitas pembelajaran secara terpisah, sehingga belum banyak penelitian yang mengembangkan e-modul digital berbasis STEM pada materi koloid sekaligus menguji kelayakan produk, respons peserta didik, dan peningkatan hasil belajar dalam satu penelitian. Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut melalui pengembangan bahan ajar digital berbasis STEM yang dirancang secara khusus untuk materi koloid.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis kebutuhan yang dilakukan di SMA Negeri 1 Tanjung Morawa, diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran kimia masih didominasi oleh metode ceramah dengan penggunaan bahan ajar yang kurang bervariasi, sehingga peserta didik cenderung pasif selama proses



pembelajaran. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa sekitar 80% peserta didik memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), sedangkan hanya sekitar 20% yang telah mencapai KKM. Selain itu, belum tersedia e-modul berbasis STEM yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar mandiri maupun sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran di kelas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan bahan ajar digital yang tidak hanya layak digunakan, tetapi juga mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, mempermudah pemahaman konsep abstrak, serta meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi koloid.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan e-modul berbasis STEM pada materi koloid bagi peserta didik kelas XI SMA. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul digital berbasis STEM yang disajikan menggunakan media *flipbook* khusus pada materi koloid dengan mengintegrasikan unsur *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics* ke dalam aktivitas pembelajaran yang kontekstual dan interaktif. Selain menghasilkan produk pembelajaran yang tervalidasi, penelitian ini juga menguji kelayakan produk, respons peserta didik, serta efektivitas penggunaan e-modul terhadap peningkatan hasil belajar melalui desain *one group pretest-posttest*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan menghasilkan bahan ajar digital yang layak, menarik, dan efektif sebagai alternatif pembelajaran kimia sekaligus memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis STEM pada materi koloid.

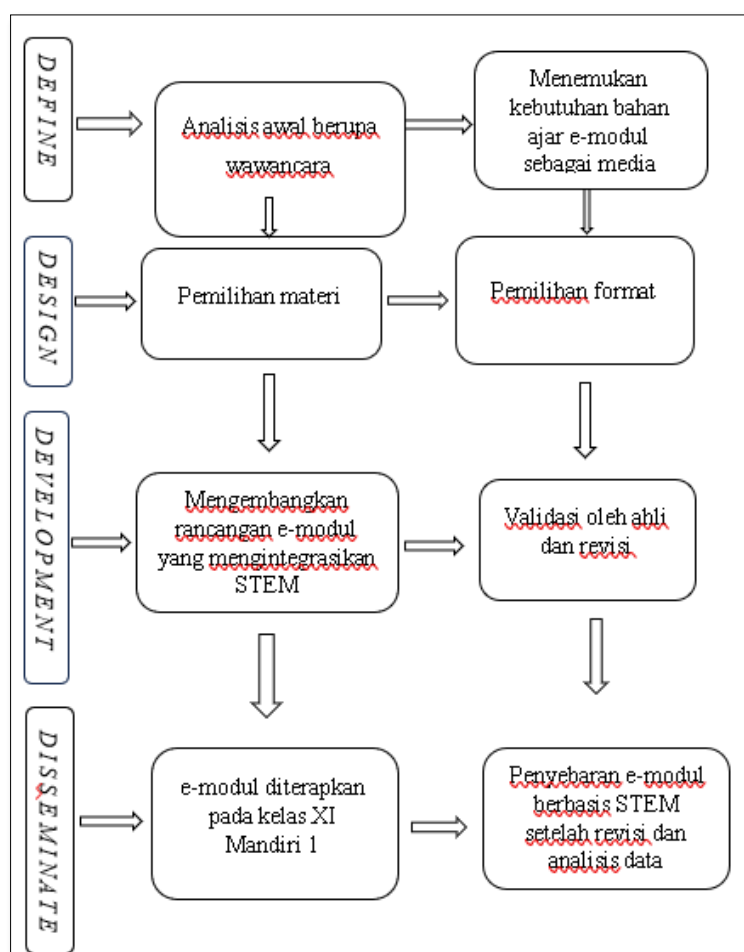
## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang bertujuan menghasilkan e-modul berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi koloid, serta menguji tingkat kelayakan, respons peserta didik, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (*Four-D Model*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan *et al.* (1974) yang terdiri atas empat tahapan, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran).

Pada tahap *define* dilakukan analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran sebagai dasar pengembangan e-modul. Tahap *design* meliputi penyusunan materi, penyusunan instrumen penelitian, penyusunan soal *pre-test* dan *post-test*, desain tampilan e-modul, serta perancangan aktivitas pembelajaran berbasis STEM. Tahap *develop* meliputi pembuatan e-modul, validasi oleh ahli materi dan ahli media, revisi produk berdasarkan masukan validator, serta uji coba terbatas kepada peserta didik. Tahap *disseminate* dilakukan dengan memperkenalkan e-modul kepada guru kimia dan peserta didik sebagai alternatif bahan ajar digital pada materi koloid.

Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi ahli materi dan ahli media, angket respons peserta didik, serta tes hasil belajar berupa *pre-test* dan *post-test*. Data hasil validasi digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul yang dikembangkan, sedangkan angket respons peserta didik digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan penerimaan terhadap penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran. Efektivitas e-modul dianalisis berdasarkan

perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan e-modul berbasis STEM pada materi koloid. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan disajikan dalam bentuk skor, persentase, serta interpretasi berdasarkan kriteria penilaian yang telah ditetapkan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar untuk menentukan kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas e-modul sebagai bahan ajar digital yang dapat mendukung pembelajaran kimia secara kontekstual, interaktif, dan terintegrasi dengan pendekatan STEM.



**Gambar 1. Prosedur Penelitian.**

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Tanjung Morawa pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 dengan subjek penelitian sebanyak 36 peserta didik kelas XI yang berasal dari satu kelas. Penentuan subjek menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep-konsep abstrak pada materi koloid, hasil belajar masih rendah, serta belum tersedia bahan ajar digital berbasis STEM yang digunakan dalam pembelajaran. Karakteristik subjek penelitian meliputi peserta didik yang telah mempelajari materi prasyarat kimia, mampu mengoperasikan perangkat digital seperti telepon pintar maupun komputer, serta



memiliki akses terhadap pembelajaran berbasis teknologi, sehingga sesuai untuk menguji penggunaan e-modul yang dikembangkan.

Produk yang dikembangkan berupa e-modul berbasis STEM dalam format *flipbook* digital yang disusun menggunakan *Microsoft Word*, *Canva*, dan aplikasi *Flipbook*. E-modul memuat petunjuk penggunaan, capaian dan tujuan pembelajaran, materi koloid, gambar, video pembelajaran, latihan soal, evaluasi, glosarium, serta daftar rujukan. Komponen STEM diintegrasikan melalui penyajian konsep sains (*science*), pemanfaatan teknologi digital (*technology*), aktivitas pemecahan masalah dan perancangan solusi terhadap fenomena koloid (*engineering*), serta penggunaan perhitungan dan analisis sederhana yang berkaitan dengan konsep koloid (*mathematics*), sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual, interaktif, dan berpusat pada peserta didik.

Validasi produk dilakukan oleh enam validator yang terdiri atas tiga ahli materi dan tiga ahli media. Validator dipilih berdasarkan kualifikasi akademik minimal *magister* (S2), memiliki kompetensi di bidang pendidikan kimia atau media pembelajaran, serta berpengalaman dalam pengembangan bahan ajar. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, angket respons peserta didik, serta tes hasil belajar berupa soal *pre-test* dan *post-test*. Seluruh instrumen terlebih dahulu diuji melalui validitas isi (*content validity*) oleh para ahli untuk memastikan kesesuaian indikator dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* dan memperoleh nilai sebesar 0,879259 yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas sangat tinggi, sehingga layak digunakan dalam penelitian. Lembar validasi dan angket respons menggunakan skala *Likert* lima tingkat, yaitu skor 5 (sangat baik), 4 (baik), 3 (cukup), 2 (kurang), dan 1 (sangat kurang).

Efektivitas e-modul diuji menggunakan desain *one group pretest-posttest design*, yaitu peserta didik diberikan *pre-test* sebelum pembelajaran ( $O_1$ ), memperoleh perlakuan berupa pembelajaran menggunakan e-modul berbasis STEM (X), kemudian diberikan *post-test* setelah pembelajaran ( $O_2$ ). Desain tersebut dinyatakan sebagai  $O_1-X-O_2$  dan digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar setelah penggunaan e-modul. Data hasil validasi ahli dan respons peserta didik dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase dengan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{Skor diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase diinterpretasikan ke dalam kategori 81–100% = sangat layak/sangat baik; 61–80% = layak/baik; 41–60% = cukup; 21–40% = kurang; dan 0–20% = sangat kurang. Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan skor *N-Gain* menurut Hake (1999) dengan rumus berikut:

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}}$$

Nilai *N-Gain* diinterpretasikan ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi ( $g \geq 0,70$ ), sedang ( $0,30 \leq g < 0,70$ ), dan rendah ( $g < 0,30$ ). Hasil analisis tersebut



digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan, respons peserta didik, dan efektivitas e-modul berbasis STEM yang dikembangkan pada materi koloid.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelayakan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Koloid

Kelayakan e-modul berbasis STEM pada materi koloid ditentukan melalui proses validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi aspek isi, penyajian, kebahasaan, kegrafikan, dan tampilan media sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi, e-modul memperoleh penilaian yang sangat baik dari para validator, sehingga dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

**Tabel 1. Hasil Validasi E-Modul Berbasis STEM.**

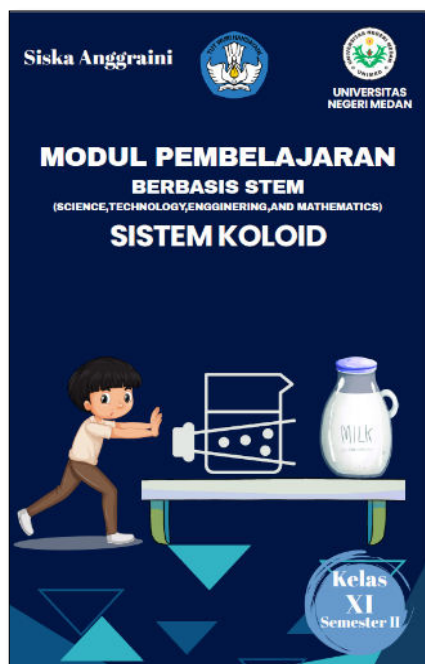
| No.       | Validator   | Persentase (%) | Kriteria     |
|-----------|-------------|----------------|--------------|
| 1         | Ahli Materi | 83,21          | Sangat Layak |
| 2         | Ahli Media  | 87,16          | Sangat Layak |
| Rata-rata |             | 85,19          | Sangat Layak |

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh rata-rata persentase sebesar 85,19% dengan kategori sangat layak. Persentase tersebut menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas bahan ajar digital, baik dari aspek materi maupun media. Menurut Waruwu (2024), pencapaian tingkat validitas yang tinggi ini tidak terlepas dari penerapan pendekatan STEM yang diintegrasikan secara sistematis ke dalam setiap bagian e-modul. Materi koloid disajikan tidak hanya dalam bentuk konsep teoretis, tetapi juga dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik dapat memahami keterkaitan antara konsep sains dengan penerapannya dalam kehidupan nyata. Selain itu, penggunaan gambar, ilustrasi, video pembelajaran, latihan interaktif, dan desain tampilan yang menarik membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep abstrak pada materi koloid.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Nasution *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa bahan ajar berbasis STEM mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, karena menghubungkan konsep sains dengan aktivitas pemecahan masalah secara sistematis. Demikian pula penelitian Hayanum *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul interaktif memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan bahan ajar konvensional, karena peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan dukungan multimedia. Dengan demikian, hasil validasi pada penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya, bahwa integrasi pendekatan STEM dalam e-modul digital mampu menghasilkan bahan ajar yang memenuhi aspek isi, tampilan, dan kebermanfaatan.

Penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul berbasis STEM yang secara khusus dirancang untuk materi koloid dengan mengintegrasikan video pembelajaran, aktivitas pemecahan masalah, serta penyajian konsep secara kontekstual dalam format *flipbook*. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya mengembangkan modul cetak atau e-modul pada materi lain, penelitian ini mengombinasikan validitas produk, respons pengguna, dan efektivitas

pembelajaran dalam satu model pengembangan. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan ajar digital yang inovatif, interaktif, dan mampu meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi koloid.



Gambar 2. Halaman Cover E-Modul.

### Respons Peserta Didik terhadap Penggunaan E-Modul Berbasis STEM

Setelah e-modul dinyatakan layak oleh validator, produk diujicobakan kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan penerimaan pengguna terhadap e-modul yang dikembangkan. Data respons peserta didik diperoleh melalui angket yang diberikan setelah proses pembelajaran menggunakan e-modul selesai dilaksanakan.

Tabel 2. Hasil Respons Peserta Didik terhadap E-Modul Berbasis STEM.

| No.       | Aspek Penilaian  | Persentase (%) |
|-----------|------------------|----------------|
| 1         | Tampilan         | 85,57          |
| 2         | Kebahasaan       | 86,12          |
| 3         | Penyajian Materi | 86,25          |
| 4         | Kelayakan Isi    | 86,82          |
| 5         | Pendekatan STEM  | 88,62          |
| 6         | Kemanfaatan      | 90,29          |
| 7         | Penggunaan       | 88,90          |
| Rata-rata |                  | 87,51          |

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh rata-rata respons peserta didik sebesar 87,51% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memberikan tanggapan positif terhadap penggunaan e-modul berbasis STEM dalam pembelajaran kimia. Sementara itu, aspek pendekatan STEM memperoleh nilai 88,62%, menunjukkan bahwa peserta didik mampu merasakan keterkaitan



antara konsep kimia dengan teknologi serta fenomena kehidupan sehari-hari. Pembelajaran tidak lagi berpusat pada hafalan konsep, tetapi mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis penyebab, dan merancang solusi berdasarkan konsep ilmiah. Proses tersebut sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan akan lebih bermakna apabila peserta didik secara aktif membangun pemahamannya melalui pengalaman belajar (Mu'minah & Aripin, 2019). Temuan ini juga memperkuat hasil penelitian Hayanum *et al.* (2023), Nasution *et al.* (2025), dan Waruwu (2024) yang menyatakan bahwa e-modul berbasis STEM mampu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, serta kemandirian dalam belajar, karena menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual.

### **Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik**

Efektivitas e-modul berbasis STEM dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dianalisis melalui perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test*. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui perubahan pemahaman peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-modul pada materi koloid.

**Tabel 3. Hasil *Pre-test*, *Post-test*, dan *N-Gain*.**

| Tabel 3. Hasil Pre-test, Post-test, dan N-Gain. |                  |           |                           |                         |
|-------------------------------------------------|------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| No.                                             | Soal             | Siswa (n) | Hasil Analisis            |                         |
|                                                 |                  |           | Rata-rata <i>Pre-Post</i> | Rata-rata <i>N-Gain</i> |
| 1                                               | <i>Pre-test</i>  | 36        | 45,28                     | 0,63                    |
| 2                                               | <i>Post-test</i> | 36        | 79,72                     |                         |
| Kategori                                        |                  |           | Cukup Efektif             |                         |

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pre-test* peserta didik sebesar 45,28 meningkat menjadi 79,72 pada *post-test*. Selain itu, hasil perhitungan *N-Gain* sebesar 0,63 termasuk dalam kategori cukup efektif. Data tersebut menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis STEM mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi koloid. Menurut Suharto & Zamroni (2016), peningkatan hasil belajar ini menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam e-modul mampu membantu peserta didik memahami konsep-konsep koloid secara lebih mendalam. Melalui aktivitas pembelajaran yang menghubungkan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, peserta didik memperoleh kesempatan untuk menerapkan konsep yang dipelajari dalam situasi nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar peserta didik. Nilai *N-Gain* sebesar 0,63 mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki efektivitas yang cukup baik dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi koloid.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak berdasarkan validasi ahli, memperoleh respons sangat baik dari peserta didik, dan mampu meningkatkan hasil belajar dengan kategori sedang. Oleh karena itu, e-modul ini berpotensi digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar digital dalam pembelajaran kimia di SMA.



Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu uji coba hanya dilakukan pada satu kelas dengan jumlah peserta didik yang terbatas, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, efektivitas e-modul diuji menggunakan desain *one group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol, sehingga peningkatan hasil belajar belum dapat dibandingkan dengan model pembelajaran lainnya. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih besar, menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, serta mengimplementasikan e-modul pada materi kimia lainnya untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas pembelajaran berbasis STEM.

## SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa e-modul berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi koloid yang dikembangkan telah memenuhi kriteria sangat layak dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran kimia di SMA. Tingkat kelayakan produk dibuktikan melalui hasil validasi ahli materi dan ahli media yang masing-masing memperoleh persentase sebesar 83,21% dan 87,16% dengan kategori "layak" dan "sangat layak". Selain itu, tingkat kepraktisan e-modul terkonfirmasi melalui respons positif peserta didik yang memperoleh persentase rata-rata sebesar 87,51% dengan kategori "sangat baik". E-modul ini berpotensi mendukung pembelajaran kimia yang lebih interaktif dan kontekstual.

Secara fungsional, penggunaan e-modul berbasis STEM terbukti mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi koloid. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,63 yang berada pada kategori sedang. Hasil tersebut merepresentasikan peningkatan rata-rata hasil belajar peserta didik dari 45,28 pada saat *pre-test* menjadi 79,72 pada saat *post-test* setelah penggunaan e-modul. Dengan demikian, e-modul berbasis STEM yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai sumber belajar dan mampu mendukung peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi koloid.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, e-modul berbasis STEM pada materi koloid yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan ajar digital untuk mendukung proses pembelajaran kimia di SMA, karena telah memenuhi kriteria sangat layak dan mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Pengembangan e-modul serupa juga disarankan untuk diterapkan pada materi kimia lainnya yang memiliki karakteristik abstrak, sehingga dapat membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mudah dan kontekstual.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan uji coba pada sampel yang lebih luas dan melibatkan sekolah yang berbeda agar diperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai efektivitas e-modul berbasis STEM. Penelitian lanjutan juga dapat menggunakan desain eksperimen dengan melibatkan kelas kontrol, sehingga pengaruh penggunaan e-modul terhadap hasil belajar peserta didik dapat dibandingkan secara lebih objektif dengan pembelajaran konvensional.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Haqqi Annazili Nasution, S.Pd., M.Pd., atas bimbingan, arahan komprehensif, dan masukannya selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Apresiasi yang tinggi juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru, serta peserta didik SMA Negeri 1 Tanjung Morawa atas kerja sama dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan uji coba lapangan. Terakhir, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua atas dukungan moral dan finansial secara penuh, sehingga seluruh rangkaian penelitian mandiri ini dapat diselesaikan dengan baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA* (pp. 722-731). Palembang, Indonesia: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.
- Apriyani, D. D., Sirait, E. D., & Ramdhan, V. (2023). Pengembangan *E-Book* dengan Aplikasi *Flipbook* Berbasis *Mobile Learning*. In *Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi* (pp. 386–390). Jakarta, Indonesia: Universitas Indraprasta PGRI.
- Azhari, A., & Yuliana, A. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Siswa melalui Pendekatan *Teaching at The Right Level* (TaRL). *PTK : Jurnal Tindakan Kelas*, 5(2), 373–383. <https://doi.org/10.53624/ptk.v5i2.559>
- Efendi, I., & Safnowandi, S. (2016). Peningkatan Keterampilan Sosial dan Hasil Belajar Kognitif Siswa melalui Metode Belajar Aktif Tipe GGE (*Group to Group Exchange*). *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 1(1), 42-49. <http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v1i1.54>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Bloomington: Indiana University.
- Hayanum, R., Sari, R. P., & Nurhafidhah. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Interaktif dengan Menggunakan Aplikasi *Exe-Learning*. *Katalis : Jurnal Penelitian Kimia dan Pendidikan Kimia*, 5(2), 7–17. <https://doi.org/10.33059/katalis.v5i2.6970>
- Herlita, F., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2023). The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 192–202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.57963>
- Idayanti, Z., & Suleman, M. A. (2024). E-Modul sebagai Bahan Ajar Mandiri untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 8(1), 127-133. <https://doi.org/10.23887/jppp.v8i1.61283>
- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi STEM dalam Pembelajaran Abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (pp. 1495-1503). Majalengka, Indonesia: Universitas Majalengka.
- Nasution, H. A., Darmana, A., Daulay, R. A., & Kurniawan, E. D. A. (2025). Implementation of a Higher Order Thinking Skills (HOTS)-Based



- Chemistry Module with a Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach on Thermochemistry Material. *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan*, 5(2), 285–289. <https://doi.org/10.56495/jrip.v5i2.927>
- Suharto, S., & Zamroni, Z. (2016). Peningkatan Hasil dan Aktivitas Belajar IPS Model *Problem-Based Learning* Berbantuan Media SMPN 2 Kawunganten. *Harmoni Sosial : Jurnal Pendidikan IPS*, 3(1), 82-94. <https://doi.org/10.21831/hsjpi.v3i1.9698>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Indiana University.
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>