



PENGEMBANGAN E-MODUL LAJU REAKSI BERBASIS *LEARNING CYCLE 7E* TERINTEGRASI STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA

Asri Suheimi Lamtarida Hutabarat^{1*} & Jamalum Purba²

^{1&2}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: asrihutabarat23@gmail.com

Submit: 09-06-2026; Accepted: 02-10-2026; Published: 08-10-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa di kelas XI-G SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari tahap *define, design, development, dan disseminate*. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak dan memenuhi kriteria BSNP dengan rata-rata penilaian validator ahli materi sebesar 88,83% dan ahli media 89,03%. Efektivitas e-modul dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa ditunjukkan melalui hasil uji hipotesis, dimana nilai t_{hitung} (2,89) lebih besar daripada t_{tabel} (1,70), dan hasil *N-Gain* sebesar 0,77 (kategori tinggi). Selanjutnya, respon peserta didik terhadap e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM sangat positif, dibuktikan dengan persentase rata-rata skor hasil angket respon peserta didik sebesar 92,41% yang tergolong ke dalam kategori sangat praktis. Dengan demikian, e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) yang dikembangkan dinyatakan valid, efektif, dan praktis untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Kata Kunci: Berpikir Tingkat Tinggi, E-Modul, Laju Reaksi, *Learning Cycle 7E*, Pengembangan, STEM.

ABSTRACT: This study aims to develop an e-module of reaction rate based on *Learning Cycle 7E* integrated with STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) to improve students' higher-order thinking skills in class XI-G of SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan. This study uses the *Research and Development (R&D)* method with a 4D development model consisting of the *define, design, development, and disseminate* stages. The results of the study indicate that the developed e-module is feasible and meets the BSNP criteria with an average assessment of material expert validators of 88.83% and media experts of 89.03%. The effectiveness of the e-module in improving students' higher-order thinking skills is shown through the results of the hypothesis test, where the *t*-count (2.89) is greater than the *t*-table (1.70), and the *N-Gain* result is 0.77 (high category). Furthermore, student responses to the reaction rate e-module based on the *7E Learning Cycle* integrated with STEM were very positive, as evidenced by the average student response questionnaire score of 92.41%, which is categorized as very practical. Thus, the developed reaction rate e-module based on the *7E Learning Cycle* integrated with STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) is declared valid, effective, and practical for improving students' higher-order thinking skills.

Keywords: Higher-Order Thinking, E-Module, Reaction Rate, *Learning Cycle 7E*, Development, STEM.

How to Cite: Hutabarat, A. S. L., & Purba, J. (2026). Pengembangan E-Modul Laju Reaksi Berbasis *Learning Cycle 7E* Terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(4), 2242-2254. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i4.1516>

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kolaborasi, serta literasi teknologi dan informasi. Dalam konteks globalisasi dan kemajuan ilmu pengetahuan yang pesat, peserta didik tidak cukup hanya menguasai konsep-konsep dasar, tetapi juga harus mampu menghubungkan pengetahuan tersebut dengan penerapannya dalam kehidupan nyata (Pare & Sihotang, 2023).

Berdasarkan berbagai hasil survei seperti *Programme for International Student Assessment* (PISA) dan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah siswa Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan dengan negara lain (Nasution *et al.*, 2024). Siswa umumnya lebih diarahkan untuk menghafal rumus dan menyelesaikan soal rutin daripada mengembangkan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi atas permasalahan kontekstual (Nurochman & Diniya, 2022).

Materi laju reaksi termasuk dalam rumpun materi kimia dengan konsep abstrak yang menyulitkan proses pemahaman siswa. Materi ini erat kaitannya dengan kejadian kehidupan sehari-hari serta mempunyai manfaat konkrit dalam kehidupan. Pemahaman konseptual dan kemampuan operasi matematika diperlukan untuk materi laju reaksi. Karakteristik materi laju reaksi, yaitu memerlukan visualisasi yang dapat menggambarkan secara realistis kejadian dan faktor yang memengaruhi laju reaksi, maka perlu adanya bahan ajar yang dapat menyajikan isi materi laju reaksi secara realistis (Fitri & Iryani, 2023).

Bahan ajar merupakan pedoman bagi peserta didik yang mengarahkan aktivitas dalam proses belajar dan pembelajaran, sekaligus merupakan substansi yang seharusnya dipelajari atau dikuasai (Safnowandi & Efendi, 2017). Namun, bahan ajar seperti buku teks atau buku paket memiliki kelemahan atau keterbatasan, antara lain secara interaktivitas dan fleksibilitas. Konten dalam bahan ajar juga wajib diselaraskan dengan indikator serta kompetensi dasar yang telah ditetapkan dalam target pembelajaran (Aisyah *et al.*, 2020).

Berdasarkan temuan awal saat melakukan observasi dan wawancara bersama guru kimia di SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan, diketahui bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa masih rendah, khususnya pada materi laju reaksi. Hal ini terlihat dari rata-rata nilai ujian harian siswa yang hanya mencapai 70, di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan, yaitu 80. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang rendah ini disebabkan karena dalam pembelajaran masih berpusat pada guru dan kurangnya variasi dalam metode pembelajaran, sehingga kurang memberikan ruang kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir. Selain itu, keterbatasan bahan ajar yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka juga menjadi kendala, karena umumnya hanya menggunakan buku paket sekolah yang isinya kurang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari, memiliki tampilan yang kurang



menarik, serta belum berbasis model pembelajaran dan pendekatan pembelajaran tertentu. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep kompleks laju reaksi tanpa bantuan visualisasi maupun konteks kehidupan nyata.

Elektronik modul (e-modul) merupakan suatu bahan ajar berupa modul yang ditampilkan dalam format elektronik yang dapat diakses secara fleksibel dan menampilkan berbagai elemen multimedia, seperti gambar, video, animasi, dan simulasi. E-modul dapat memfasilitasi siswa belajar secara mandiri serta mendorong keterlibatan aktif dalam menemukan konsep. Selain itu, kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dikembangkan melalui e-modul yang mengintegrasikan aneka beragam model serta pendekatan pembelajaran (April *et al.*, 2025). E-modul dapat meningkatkan motivasi belajar melalui penyajian materi yang interaktif, menarik, dan sesuai kebutuhan siswa.

Model *Learning Cycle 7E* dapat mengembangkan kemampuan berpikir dan daya nalar peserta didik melalui tujuh tahapan, yaitu *elicit*, *engage*, *explore*, *explain*, *elaborate*, *evaluate*, dan *extend*. Tahapan tersebut membantu siswa membangun pengetahuan secara bertahap melalui eksplorasi dan pengalaman langsung, sehingga relevan dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Hanum *et al.*, 2020; Rusydi *et al.*, 2018). Efektivitas model ini dapat diperkuat melalui integrasi pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang menghubungkan konsep sains dengan teknologi dan rekayasa, serta membantu siswa memahami materi secara lebih kontekstual (Priyadi & Wibowo, 2024).

Penelitian oleh Putri *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penerapan model *Learning Cycle 7E* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa yang ditunjukkan oleh rata-rata nilai HOTS kelas eksperimen sebesar 82,97, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 76,54. Temuan ini didukung oleh Yennita *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa tahapan *Learning Cycle 7E* mampu melatih kemampuan berpikir kritis, analitis, evaluatif, dan pemecahan masalah siswa. Tripripa *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa modul larutan penyangga berbasis STEM memiliki tingkat validitas yang sangat baik dan efektif meningkatkan pemahaman siswa dengan ketuntasan belajar mencapai 86,21%. Integrasi STEM juga diketahui dapat membantu siswa memecahkan masalah, menghubungkan konsep dengan kehidupan nyata, serta mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Lestari *et al.*, 2018). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas model *Learning Cycle 7E* maupun pendekatan STEM secara terpisah. Namun, pengembangan e-modul yang mengintegrasikan *Learning Cycle 7E* dan STEM pada materi laju reaksi untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) yang dikembangkan layak memenuhi kriteria BSNP; 2) efektivitas penggunaan e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa; 3) respon siswa terhadap e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) dalam proses pembelajaran.



METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan, dan sampel diambil dengan menggunakan *random cluster sampling*. Sampel yang dijadikan kelas eksperimen, yaitu kelas XI-G berjumlah 29 siswa. Jenis penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* (Zamsiswaya *et al.*, 2024). Produk yang dikembangkan berupa e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D.

Define (Pendefinisian)

Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis, yaitu analisis ujung depan, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, dan analisis perumusan tujuan pembelajaran.

Design (Perancangan)

Tahap ini menyiapkan rancangan e-modul yang akan dikembangkan dengan melakukan penyusunan tes, pemilihan media, pemilihan format, dan rancangan awal.

Development (Pengembangan)

Pada tahap ini, e-modul yang dikembangkan divalidasi oleh tiga dosen Jurusan Kimia, Universitas Negeri Medan sebagai validator materi dan media berdasarkan kriteria BSNP. Penilaian meliputi kelayakan isi, penyajian pembelajaran, kebahasaan, penyajian komponen, kemudahan penggunaan, kemanfaatan, dan kegrafisan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi hingga e-modul memenuhi kriteria kelayakan. Selain itu, disusun instrumen tes berupa 40 soal pilihan ganda materi laju reaksi untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum dan sesudah penggunaan e-modul. Instrumen divalidasi oleh tiga dosen ahli dari Jurusan Kimia, Universitas Negeri Medan dan direvisi sesuai saran validator. Selanjutnya, instrumen diuji coba kepada 30 siswa di luar sampel penelitian untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda soal.

Disseminate (Penyebaran)

Setelah dinyatakan layak, e-modul diuji coba pada siswa kelas XI-G dalam proses pembelajaran. Sebelum pembelajaran, siswa diberikan *pre-test* untuk mengetahui kemampuan awal pada materi laju reaksi. Setelah pembelajaran menggunakan e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM, siswa diberikan *post-test* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Uji praktikalitas dilakukan melalui respons siswa terhadap penggunaan e-modul.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah wawancara dengan guru kimia, angket kebutuhan peserta didik, angket respon peserta didik, lembar validasi produk, dan validasi butir soal.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar wawancara, lembar angket kebutuhan peserta didik, lembar respon peserta didik, lembar validasi e-modul, dan instrumen tes. Seluruh instrumen tersebut digunakan untuk memperoleh data yang sesuai dengan tujuan penelitian.



Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini meliputi hasil validasi e-modul oleh validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media, hasil tanggapan melalui angket respons peserta didik, serta analisis peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dengan pemberian *pre-test* dan *post-test*.

Analisis Validitas

Data validitas e-modul diperoleh secara langsung melalui penilaian dari ahli materi serta ahli media dengan menggunakan skala *Likert* bernilai 1 sampai 5. Analisis validasi kevalidan diperoleh dari validator ahli materi dan media yang dianalisis dengan menggunakan rumus persentase berikut ini.

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor dalam persen (%);

f = Jumlah skor pengumpulan data; dan

N = Skor penilaian tertinggi.

Analisis Angket Respon Peserta Didik

Data analisis angket respon peserta didik dianalisis menggunakan skala *Likert*. Hasil persentase dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor dalam persen (%);

f = Jumlah skor pengumpulan data; dan

N = Skor penilaian tertinggi.

Analisis Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Untuk menentukan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum dan sesudah penerapan e-modul yang dikembangkan, akan digunakan analisis data dengan rumus *N-Gain* yang ternormalisasi. Rumus faktor yang digunakan sebagai berikut:

$$N - Gain (g) = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor ideal} - \text{Skor pretest}}$$

Tabel 1. Kriteria Nilai Gain.

Perolehan <i>N-Gain</i>	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 < g < 0,3$	Rendah

Sumber: Wahab *et al.* (2021).

Analisis Efektivitas E-Modul terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian. Oleh karena rumusan masalah biasanya disusun dalam bentuk pertanyaan, maka hipotesis biasanya disusun dalam bentuk pernyataan (Silitonga, 2014). Pengujian



hipotesis digunakan untuk menentukan dan memastikan efektivitas e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) yang dikembangkan terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Untuk menguji hipotesis digunakan *one sample t-test* dengan rumus sebagai berikut:

$$t_{hit} = \frac{X - \mu_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Keterangan:

X_d = Rata-rata;

μ = Nilai yang dihipotesiskan;

S_d = Standar deviasi;

n = Jumlah sampel; dan

t_{hit} = harga t yang dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

Tahap pendefinisian mencakup analisis ujung depan, peserta didik, konsep, tugas, dan perumusan tujuan. Hasil wawancara dengan guru, siswa mengalami kesulitan belajar akibat keterbatasan bahan ajar kontekstual dan urutan materi yang belum sistematis (dari sederhana ke kompleks). Selain itu, minimnya variasi metode pembelajaran membatasi ruang bagi siswa untuk berpikir kritis. Dampaknya, nilai ujian harian siswa belum mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Sebagai solusi, dirancang bahan ajar berupa e-modul berbasis capaian dan tujuan pembelajaran pada materi laju reaksi. Analisis karakteristik dan kebutuhan peserta didik dilakukan melalui penyebaran kuesioner. Hasil analisis menunjukkan mayoritas siswa (93,5%) kesulitan memahami materi kimia, dan 64,8% di antaranya sukar mengaitkan konsep tersebut dengan kehidupan sehari-hari akibat keterbatasan bahan ajar yang menarik serta metode pembelajaran yang bervariasi. Di sisi lain, sebanyak 94,8% siswa lebih mudah memahami materi jika diintegrasikan dengan aplikasi kehidupan dan teknologi. Respons positif juga ditunjukkan dengan ketertarikan siswa menggunakan e-modul (74,2%), khususnya e-modul berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM (80,6%).

Analisis kurikulum menunjukkan penerapan Kurikulum Merdeka yang memfasilitasi pembelajaran kontekstual dan berpusat pada peserta didik. Pada materi laju reaksi, Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dirancang secara bertahap untuk mengarahkan siswa mencapai Tujuan Pembelajaran (TP), yaitu menguasai konsep teori tumbukan antarpartikel sebagai dasar pemahaman laju reaksi. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap 3 buku kimia Kelas XI untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan buku yang menjadi pedoman untuk pengembangan e-modul yang dikembangkan.

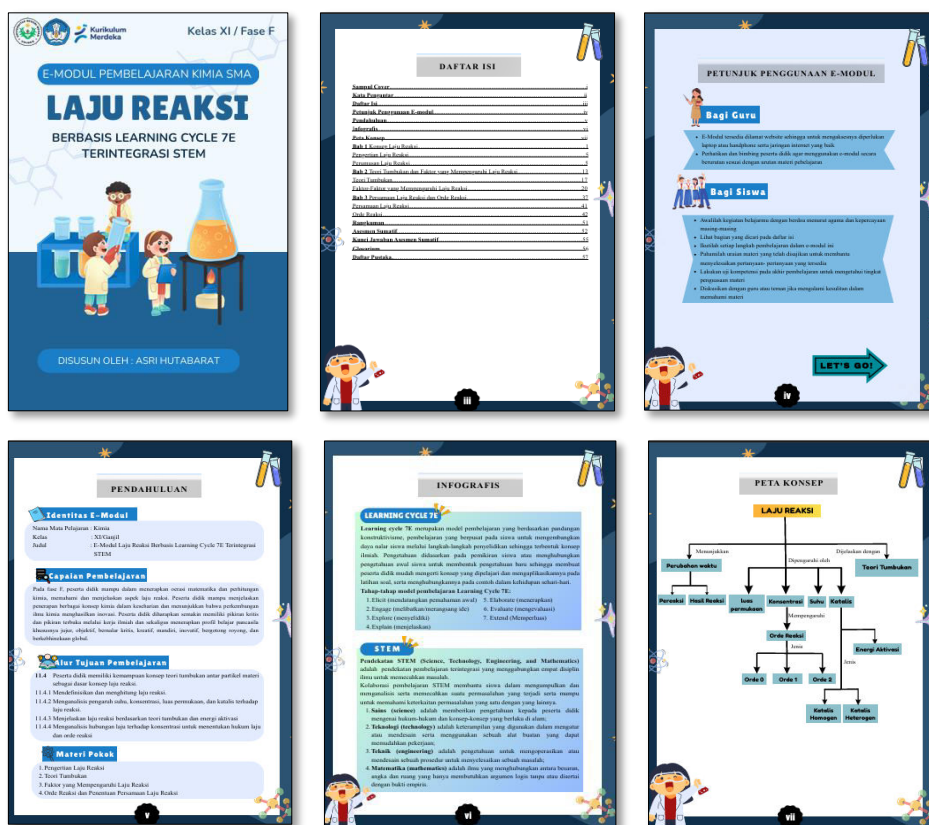
Tahap Design

Perancangan e-modul juga diawali dengan pemilihan media, penentuan format, dan desain awal e-modul. Pemilihan media dalam membuat e-modul ini, peneliti menggunakan beberapa program aplikasi, di antaranya *Canva* yang menjadi alat penyusunan e-modul lebih interaktif, *Microsoft Word* sebagai alat



untuk membuat penulisan persamaan kimia dan matematika, dan *Heyzine* membuka akses untuk menambahkan video pembelajaran, tautan artikel, gambar beserta sumbernya yang mendukung penjelasan materi, dan mempublikasikan e-modul yang dirancang. Pemilihan format e-modul disesuaikan dengan standar BSNP yang mencakup komponen kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan kegrafisan. Desain awal pada e-modul disusun berdasarkan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dan diintegrasikan pendekatan pembelajaran STEM.

Struktur e-modul diawali dengan halaman sampul (*cover*), kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan e-modul, pendahuluan (identitas e-modul, capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, dan materi pokok), infografis yang menggambarkan integrasi *Learning Cycle 7E* dan STEM dalam e-modul, peta konsep, dan kegiatan pembelajaran laju reaksi yang dirancang sesuai dengan sintaks *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM. Selain itu, e-modul juga dilengkapi dengan rangkuman, asesmen sumatif untuk mengukur kemampuan siswa setelah menggunakan e-modul, kunci jawaban asesmen sumatif, glosarium, dan daftar pustaka. Tampilan e-modul yang dikembangkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan E-Modul.

Tahap Development Hasil Validasi Kelayakan

Pada tahap ini, dilakukan validasi materi dan media terhadap produk e-modul yang telah dikembangkan oleh 3 validator ahli, yaitu dosen Jurusan Kimia,



Universitas Negeri Medan menggunakan instrumen yang telah ditentukan oleh lembaga pendidikan, yaitu instrumen BSNP. Validasi ini dilakukan untuk mengetahui kevalidan e-modul. Penilaian validasi materi mencakup segi kelayakan penyajian materi, penyajian pembelajaran, dan penggunaan bahasa. Penilaian validasi media mencakup segi penyajian komponen, kemudahan penggunaan, kelayakan pemanfaatan, dan kegrafisan. Hasil validasi materi disajikan pada Tabel 2, dan validasi media disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Persentase Hasil Penilaian Validator Ahli Materi.

No.	Komponen Penilaian	Penilaian			Rata-rata (%)	Kriteria Kevalidan
		V1 (%)	V2 (%)	V3 (%)		
1	Penyajian Materi	82,50	85,00	90,00	85,83	Sangat Valid
2	Penyajian Pembelajaran	91,11	93,33	97,77	94,07	Sangat Valid
3	Penggunaan Bahasa	100,00	80,00	80,00	86,66	Sangat Valid
	Persentase Rata-rata	91,20	86,10	89,20	88,83	Sangat Valid

Tabel 3. Persentase Hasil Penilaian Validator Ahli Media.

No.	Komponen Penilaian	Penilaian			Rata-rata (%)	Kriteria Kevalidan
		V1 (%)	V2 (%)	V3 (%)		
1	Penyajian Komponen	88,00	84,00	92,00	88,00	Sangat Valid
2	Kemudahan Penggunaan	85,00	85,00	95,00	88,33	Sangat Valid
3	Kelayakan Pemanfaatan	100,00	80,00	90,00	90,00	Sangat Valid
4	Kegrafisan	95,00	80,00	95,00	90,00	Sangat Valid
	Persentase Rata-rata	92,00	82,25	93,00	89,03	Sangat Valid

Hasil validasi materi dan media menunjukkan bahwa e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM memperoleh persentase rata-rata masing-masing sebesar 88,83% dan 89,03% dengan kategori sangat valid. Tingginya tingkat validitas materi dipengaruhi oleh kesesuaian isi e-modul dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, karakteristik materi laju reaksi, serta sintaks *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM yang diterapkan pada setiap kegiatan pembelajaran. Penyajian isi e-modul disusun secara runtut, jelas, dan mudah dioperasikan. Kesesuaian bahasa dan konsistensi penulisan, kesesuaian ukuran, penampilan, dan tata letak unsur pada isi e-modul telah sesuai dengan standar BSNP. Tingginya tingkat validitas media menunjukkan bahwa tampilan e-modul yang dikembangkan telah dirancang secara menarik, sistematis, dan mudah digunakan oleh peserta didik (Asri & Dwiningi, 2022).

Tahap Dessiminate

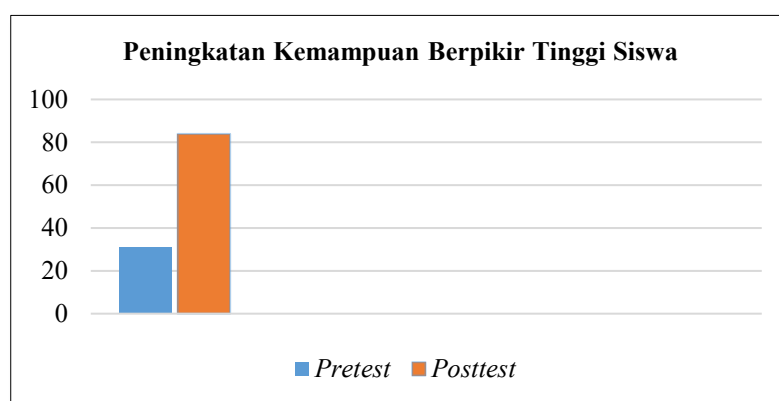
Efektivitas E-Modul

Pada tahap ini, peneliti melakukan uji terhadap e-modul dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Peneliti membagikan e-modul yang ditetapkan valid oleh validator kepada siswa SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan kelas XI-G berjumlah 29 orang dan dipelajari secara mandiri selama alokasi waktu yang sudah ditetapkan di sekolah. Sebelum mempelajari e-modul, terlebih dahulu dilakukan *pre-test* untuk mengetahui kemampuan awal siswa terhadap materi laju reaksi. Setelah belajar dan memahami materi pada e-modul berbasis *Learning Cycle 7E* terintegrasi STEM, siswa melakukan *post-test* guna mengukur capaian hasil belajar akhir sebagai acuan mengetahui peningkatan

kemampuan tingkat tinggi siswa terhadap materi laju reaksi. Peningkatan kemampuan berpikir tinggi siswa diketahui berdasarkan rumus *Normalized Gain* (*N-Gain*) dan ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji *N-Gain*.

Hasil Tes	Rata-rata Skor
Nilai <i>Pre-test</i>	31,20
Nilai <i>Post-test</i>	83,96
Skor Maksimal	100,00
Nilai Uji <i>N-Gain</i>	0,77
Kriteria	Tinggi



Gambar 2. Grafik Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa.

Data yang diperoleh dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, dilihat dari nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* yang meningkat, yaitu 31,20 menjadi 83,96 sehingga didapat nilai uji *N-Gain* 0,77 (*N-Gain* > 0,70). Efektivitas e-modul dalam meningkatkan kemampuan berpikir tinggi siswa dapat diukur dengan uji hipotesis data, dimana peneliti menggunakan uji statistik, yaitu *one sampel t-test* dengan taraf signifikansi (α) 0,05. Jika harga t_{hitung} terletak pada daerah penolakan H_0 ($t_{hitung} > t_{tabel}$), maka keputusan yang harus diambil adalah tolak H_0 dan terima H_a atau sebaliknya. Berdasarkan data nilai *pre-test* dan *post-test* siswa, maka diketahui nilai t_{hitung} pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Uji Hipotesis Data.

Rata-rata Selisih (X)	83,96
Standar Deviasi (s)	7,36
Nilai yang Dihipotesiskan (Nilai KKTP)	80,00
Banyaknya Data (n)	29,00
t_{hitung}	2,89
t_{tabel}	1,70

Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} sebesar 2,89 lebih besar dibandingkan nilai t_{tabel} sebesar 1,70. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_a diterima. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-



modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Penelitian oleh Setiana & Madlazim (2021) mengatakan integrasi pendekatan STEM dalam model *Learning Cycle* 7E memberikan berbagai manfaat dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini memudahkan peserta didik dalam mengaitkan konsep yang dipelajari dengan konteks yang lebih luas, mendorong penerapan pengetahuan pada situasi kehidupan nyata, serta mengembangkan berbagai keterampilan yang diperlukan. Selain itu, integrasi tersebut juga mampu menstimulasi kreativitas dan inovasi peserta didik, sehingga dapat mendukung kesiapan mereka dalam menghadapi tantangan di masa depan.

Respon Siswa terhadap E-Modul

Respon siswa terhadap e-modul dinilai langsung oleh siswa kelas XI-G SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan melalui pengisian angket respon yang sebelumnya telah divalidasi oleh dosen validator Jurusan Kimia, Universitas Negeri Medan. Angket respon siswa terdiri dari komponen penyajian materi, media atau tampilan, pembelajaran dalam e-modul, dan manfaat. Berikut persentase respon siswa terhadap e-modul ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Respon Siswa.

Komponen	Persentase Respon Siswa
Penyajian Materi	91,53%
Media/Tampilan	92,67%
Pembelajaran dalam E-Modul	91,44%
Manfaat	94,00%
Persentase Rata-rata Skor	92,41%
Kategori	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 6, respons siswa terhadap e-modul yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat praktis, dengan persentase skor total sebesar 92,41%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan, menarik, dan membantu siswa mempelajari materi laju reaksi secara mandiri. Hal ini sejalan dengan Ayu & Pahlevi (2019) yang menyatakan bahwa modul elektronik dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui *smartphone* atau *laptop* menggunakan tautan maupun *scan barcode Heyzine Flipbook*. Selain itu, penggunaan elemen multimedia berupa video pembelajaran interaktif pada tahap *engage* membuat proses pembelajaran lebih menarik dibandingkan penggunaan buku teks cetak. Fitur *Heyzine Flipbook* dan video pembelajaran mendukung terciptanya pembelajaran yang interaktif, menarik, dan mudah diakses, sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa. Komponen manfaat memperoleh skor tertinggi, yaitu 94,00% yang menunjukkan bahwa e-modul memberikan kesempatan kepada siswa untuk melatih pemahaman materi, menguasai kompetensi secara mandiri, serta mengetahui target pembelajaran yang harus dicapai.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka simpulan dapat diperoleh sebagai berikut: 1) e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle*



7E terintegrasi STEM dinyatakan layak dan telah memenuhi kriteria BSNP, dengan persentase skor hasil penilaian validator ahli materi sebesar 88,83% dan ahli media 89,03%; 2) efektivitas e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa ditunjukkan melalui peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan e-modul. Peningkatan tersebut ditunjukkan melalui hasil uji hipotesis, dimana nilai t_{hitung} 2,89 lebih besar daripada nilai t_{tabel} 1,70 dan nilai *N-Gain* sebesar 0,77 (kategori tinggi); dan 3) respon peserta didik terhadap e-modul laju reaksi berbasis *Learning Cycle* 7E terintegrasi STEM sangat positif, dibuktikan dengan persentase rata-rata skor hasil angket respon peserta didik sebesar 92,41% yang tergolong ke dalam kategori sangat praktis.

SARAN

Guru disarankan untuk menggunakan e-modul ini dalam melaksanakan pembelajaran di kelas, karena e-modul ini interaktif dan inovatif dalam pembelajaran. Siswa diharapkan dapat memanfaatkan e-modul ini secara maksimal sebagai sarana pembelajaran mandiri kapanpun dan dimanapun sesuai kebutuhan belajar. Peneliti selanjutnya disarankan melaksanakan observasi lapangan dan memberikan lembar observasi untuk menambah keyakinan efektivitas e-modul yang telah dikembangkan terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, dan melaksanakan uji coba pada sampel yang lebih banyak serta mengembangkan e-modul sejenis pada materi kimia lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada setiap pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini, yaitu: 1) Dosen Pembimbing Skripsi, Program Studi Pendidikan Kimia yang selalu memberikan arahan dan bimbingan; 2) pihak sekolah SMA Negeri 2 Percut Sei Tuan yang sudah memberi kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian; dan 3) kepada pihak-pihak yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Aisyah, S., Noviyanti, E., & Triyanto, T. (2020). Bahan Ajar sebagai Bagian dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Jurnal Salaka : Jurnal Bahasa, Sastra, dan Budaya Indonesia*, 2(1), 62–65. <https://doi.org/10.33751/jsalaka.v2i1.1838>
- April, N. D. R., Anggraini, F. W., Kelen, R. P., & Setiadi, H. W. (2025). Analisis Pemanfaatan E-Modul Interaktif dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 11(4), 320–334. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v11i04.9125>
- Asri, A. S. T., & Dwiningsih, K. (2022). Validitas E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran untuk Melatih Kecerdasan Visual Spasial pada Materi Ikatan Kovalen. *Pendipa : Journal of Science Education*, 6(2), 465–473. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.465-473>
- Ayu, O. R., & Pahlevi, T. (2019). Pengembangan E-Modul Berbantuan *Kvisoft Flipbook Maker* Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Menerapkan



- Pengoperasian Aplikasi Pengolah Kata Kelas X OTKP 3 SMKN 2 Blitar R. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 7(3), 60–65.
- Fitri, I. A., & Iryani, I. (2023). Validitas E-Modul Kimia SMA kelas XI Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Laju Reaksi Fase F. *Prima Magistra : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(4), 579–589. <https://doi.org/10.37478/jpm.v4i4.3221>
- Hanum, L., Harnisah, H., & Ismayani, A. (2020). Implementasi Model *Learning Cycle 7E* pada Pembelajaran Konsep Laju Reaksi. *Chimica Didactica Acta*, 8(2), 40–48. <https://doi.org/10.24815/jcd.v8i2.23024>
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202–207. <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>
- Nasution, A. A., Prasetyo, S., Yulizah, Y., Soraya, A., & Lubis, N. (2024). Mengkaji Keunggulan Kurikulum IPA Finlandia untuk Meningkatkan Pendidikan Sains di Indonesia. *Nizhamiyah*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.30821/niz.v14i1.3551>
- Nurochman, R., & Diniya, D. (2022). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan Pendekatan *Blended Learning* terhadap *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Siswa SMP/MTS pada Materi Gerak Manusia. *Journal of Natural Science Learning*, 1(1), 61–67.
- Pare, A., & Sihotang, H. (2023). Pendidikan Holistik untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21 dalam Menghadapi Tantangan Era Digital. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 27778–27787. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.11268>
- Priyadi, D., & Wibowo, T. (2024). Pengaruh Model *Learning Cycle 7E* dengan Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi. *UNESA Journal of Chemical Education*, 13(3), 205–213. <https://doi.org/10.26740/ujced.v13n3.p205-213>
- Putri, I. C., Luthfi, A., Hardi, V. A., Kusuma, Y. Y., & Amalia, R. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa pada Muatan Pembelajaran IPA Kelas V SD. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(3), 657–662. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1137>
- Rusydi, A. I., Hikmawati, H., & Kosim, K. (2018). Pengaruh Model *Learning Cycle 7E* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 124–131. <https://doi.org/10.29303/jpm.v13i2.741>
- Safnowandi, S., & Efendi, I. (2017). Pengembangan LKS Berbasis Masalah Berbantuan *Concept Mapping* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa Madrasah Tsanawiyah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 5(2), 45–54. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v5i2.178>
- Septianingrum, I. (2022). Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* untuk Meningkatkan Keterampilan Kritis. *Kalam Cendekia : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 10(2), 273–279. <https://doi.org/10.20961/jkc.v10i2.65506>
- Setiana, I. F., & Madlazim, M. (2021). Penerapan Model Pembelajaran *Learning*



- Cycle 7E Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Pemanasan Global. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 125–130. <https://doi.org/10.26740/ipf.v10n1.p125-130>
- Silitonga, P. M. (2014). *Statistik Teori dan Aplikasi dalam Penelitian*. Medan: FMIPA Unimed.
- Tripripa, A., Amir, H., & Rohiat, S. (2020). Pengembangan Modul Larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Terpadu STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 4(1), 16–24. <https://doi.org/10.33369/atp.v4i1.13704>
- Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, M. (2021). Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan *N-Gain* di PGMI. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1039–1045. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845>
- Yennita, Y., Astriawati, F., & Jumiarni, D. (2023). *Learning Cycle 7E*: Efektivitasnya dalam Meningkatkan *High Order Thinking Skills* (HOTS) Mahasiswa pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Diklabio : Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 124–132. <https://doi.org/10.33369/diklabio.7.1.124-132>
- Zamsiswaya, Z., Syawaluddin, S., & Syahrizul, S. (2024). Pengembangan Model ADDIE (*Analisis, Design, Development, Implemetation, Evaluation*). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 46363–46369.