



PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *HIGHER ORDER THINKING SKILLS* (HOTS) PADA MATERI IKATAN KIMIA DI SMA NEGERI 17 MEDAN

Emilia Eka Fransiska Zebua^{1*} & Muhammad Yusuf²

^{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: emiliazebua16@gmail.com

Submit: 19-04-2026; Revised: 24-04-2026; Accepted: 25-04-2026; Published: 30-04-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul pembelajaran kimia berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi ikatan kimia kelas XI SMA. Permasalahan dalam penelitian ini adalah rendahnya kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik serta keterbatasan bahan ajar yang mendukung aktivitas analisis, evaluasi, dan kreasi. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi pada tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Subjek dalam penelitian ini terdiri atas validator ahli materi, validator ahli media, dan guru kimia sebagai praktisi yang berperan dalam menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Data diperoleh melalui angket validasi dan dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata persentase skor untuk menentukan tingkat kelayakan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh tingkat kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 90,64% dari ahli media, 88,33% dari ahli materi, dan 92,95% dari penilaian guru, dengan kategori sangat layak. Dengan demikian, e-modul berbasis HOTS yang dikembangkan dinyatakan valid secara isi dan media, serta layak secara teoretis digunakan sebagai bahan ajar digital untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Kata Kunci: ADDIE, Bahan Ajar Digital, *E-Modul*, HOTS, Ikatan Kimia.

ABSTRACT: This study aims to develop a chemistry learning e-module based on *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) on chemical bonding material for grade XI high school students. The problem in this study is the low level of higher-order thinking skills of students and the limited teaching materials that support analysis, evaluation, and creation activities. This study uses the *Research and Development* (R&D) method with the ADDIE model which is limited to the analysis, design, and development stages. The subjects in this study consisted of material expert validators, media expert validators, and chemistry teachers as practitioners who play a role in assessing the feasibility of the developed product. Data were obtained through a validation questionnaire and analyzed using quantitative descriptive analysis techniques by calculating the average percentage score to determine the level of product feasibility. The results showed that the developed e-module obtained a very high level of feasibility, namely 90.64% from media experts, 88.33% from material experts, and 92.95% from teacher assessments, with the category of very feasible. Thus, the developed HOTS-based e-module is declared valid in terms of content and media, and theoretically feasible for use as a digital teaching material to support the development of students' higher-order thinking skills.

Keywords: ADDIE, Digital Teaching Materials, *E-Module*, HOTS, Chemical Bonding.

How to Cite: Zebua, E. E. F., & Yusuf, M. (2026). Pengembangan E-Modul Berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada Materi Ikatan Kimia di SMA Negeri 17 Medan. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(2), 1410-1424. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i2.1290>



PENDAHULUAN

Secara konseptual, pendidikan merupakan suatu proses terencana dan sistematis yang bertujuan mengembangkan potensi peserta didik secara optimal, baik dalam aspek intelektual, moral, maupun kemandirian berpikir. Pendidikan juga dipandang sebagai ruang publik yang harus bersifat netral, objektif, serta bebas dari kepentingan politik praktis, sehingga mampu menjalankan fungsinya sebagai wahana pembentukan karakter dan penguatan nilai-nilai kebangsaan. Dengan demikian, pendidikan tidak hanya berperan sebagai sarana *transfer* pengetahuan, tetapi juga menjaga integritas institusi serta melindungi peserta didik dari pengaruh eksternal yang dapat mengganggu tujuan utama pembelajaran (Patty, 2026). Melalui proses pendidikan yang berkualitas, diharapkan dapat terbentuk generasi yang berkarakter, kreatif, dan inovatif dalam menghadapi dinamika perkembangan zaman (Andarwati & Pujilestari, 2024).

Dalam konteks pembelajaran abad ke-21, pendidikan dituntut untuk tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep dasar, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran kimia di tingkat SMA yang menekankan pada kemampuan peserta didik dalam memahami, menganalisis, serta mengevaluasi fenomena ilmiah secara kritis (Yunita & Mandasari, 2025). Kemampuan tersebut mencerminkan keterampilan berpikir analitis, logis, dan kreatif yang menjadi kompetensi utama dalam menghadapi tantangan global. Oleh karena itu, peserta didik perlu didorong untuk tidak sekadar memahami materi, tetapi juga mampu mengolah informasi secara mendalam dan menghasilkan solusi terhadap permasalahan yang dihadapi (Elda *et al.*, 2025).

Higher Order Thinking Skills (HOTS) merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang meliputi aktivitas analisis, evaluasi, dan kreasi pada level kognitif C4 hingga C6. Kemampuan ini memungkinkan peserta didik untuk *transfer* pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan baru secara kritis, logis, dan reflektif (Fitria *et al.*, 2022; Vidasary *et al.*, 2023). Dalam pembelajaran kimia, HOTS menjadi sangat penting karena konsep-konsep yang dipelajari tidak cukup dihafal, melainkan harus dipahami secara mendalam dan diaplikasikan dalam berbagai konteks.

Namun demikian, kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak berkembang secara otomatis. Diperlukan proses pembelajaran yang dirancang secara sistematis dan berkelanjutan agar peserta didik terbiasa menghadapi situasi yang menuntut penalaran kompleks. Latihan yang konsisten melalui aktivitas pembelajaran yang menekankan analisis, evaluasi, dan refleksi sangat diperlukan untuk mengembangkan kemampuan tersebut (Utami *et al.*, 2022). Peserta didik yang terbiasa berpikir secara mendalam cenderung lebih mampu memahami inti permasalahan, menarik simpulan secara tepat, serta menyelesaikan tugas secara lebih efektif (Ariadila *et al.*, 2023). Oleh sebab itu, pembelajaran perlu dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir tingkat tinggi (Ady *et al.*, 2022).



Pengembangan HOTS dalam pembelajaran juga didukung oleh kerangka taksonomi kognitif revisi yang dikemukakan oleh Anderson dan Krathwohl (dalam Rahman *et al.*, 2026) yang menempatkan kemampuan mencipta (*create*) sebagai level tertinggi dalam ranah kognitif. Kerangka ini memberikan dasar konseptual dalam merancang pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada mengingat dan memahami, tetapi juga pada kemampuan menghasilkan gagasan baru melalui proses berpikir yang kompleks.

Meskipun demikian, capaian HOTS peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Data menunjukkan bahwa rata-rata skor peserta didik Indonesia berada pada angka 372 dari skala 600, jauh di bawah rata-rata negara OECD sebesar 472 (Yolandari *et al.*, 2025). Temuan ini diperkuat oleh hasil meta-analisis yang menunjukkan bahwa kemampuan HOTS peserta didik sebagian besar berada pada kategori rendah hingga sedang, tanpa capaian signifikan pada kategori tinggi (Putri & Simamora, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang menuntut penalaran tingkat tinggi (Isnawati *et al.*, 2024; Rofi'ah & Rokhmaniyah, 2024).

Kondisi tersebut juga terlihat pada hasil observasi di SMA Negeri 17 Medan yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia yang menuntut penalaran analitis, seperti ikatan kimia, stoikiometri, dan termokimia. Selain itu, pembelajaran yang masih berpusat pada guru menyebabkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir menjadi terbatas (Daulay, 2024). Bahan ajar yang digunakan pun masih didominasi oleh media cetak yang belum secara khusus dirancang untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga mampu mendorong aktivitas berpikir analitis, evaluatif, dan kreatif. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah e-modul berbasis HOTS pada materi ikatan kimia. E-modul ini dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam membangun pemahaman secara mandiri melalui aktivitas yang terstruktur dan menantang.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis HOTS memiliki potensi dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Ghufran *et al.*, 2025; Nurmasyitah *et al.*, 2025). Namun demikian, pengembangan e-modul berbasis HOTS yang ada masih cenderung bersifat linear dan belum sepenuhnya mengintegrasikan aktivitas analisis, evaluasi, dan kreasi secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan e-modul berbasis HOTS yang dirancang secara sistematis dan kontekstual sesuai Kurikulum Merdeka.

Pengembangan e-modul dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE yang dibatasi hingga tahap *development*. Tahap tersebut meliputi analisis kebutuhan, perancangan struktur, serta pengembangan produk yang divalidasi oleh ahli materi dan media. Pembatasan ini dilakukan karena penelitian berfokus pada kelayakan produk secara teoretis, bukan pada pengujian efektivitas penggunaannya. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi ikatan kimia kelas XI SMA. Kelayakan produk ditinjau melalui validasi ahli untuk memastikan



kualitas e-modul sebagai bahan ajar digital yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 17 Medan yang beralamat di Jalan Letjen Jamin Ginting KM 13,5, Lau Cih, Kecamatan Medan Tuntungan, Kota Medan, Sumatera Utara pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan produk berupa e-modul pembelajaran kimia berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi ikatan kimia untuk peserta didik kelas XI SMA.

Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Namun, penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap *development*, karena penelitian difokuskan pada pengembangan produk serta penilaian kelayakan secara teoretis melalui validasi ahli dan penilaian praktisi, tanpa melakukan uji coba penggunaan di kelas maupun pengujian efektivitas pembelajaran.

Prosedur Pengembangan

Tahapan pengembangan dalam penelitian ini meliputi tiga tahap utama:

Analysis (Analisis)

Tahap analisis bertujuan untuk memperoleh gambaran kebutuhan pengembangan e-modul. Kegiatan yang dilakukan meliputi analisis kurikulum, analisis materi ikatan kimia, analisis karakteristik peserta didik, analisis kebutuhan pembelajaran, dan analisis media. Analisis kurikulum dilakukan untuk menelaah capaian dan tujuan pembelajaran, sedangkan analisis materi mencakup topik kestabilan unsur, struktur Lewis, ikatan *ion* dan kovalen, kepolaran senyawa, serta geometri molekul. Analisis karakteristik peserta didik dan kebutuhan pembelajaran dilakukan untuk mengetahui kondisi belajar serta kendala yang dihadapi. Sementara itu, analisis media dilakukan untuk menentukan jenis bahan ajar yang sesuai, sehingga dipilih e-modul digital karena mampu menyajikan materi secara sistematis, interaktif, dan fleksibel.

Design (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan untuk menyusun kerangka e-modul sebelum dikembangkan menjadi produk. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan tujuan pembelajaran, perancangan struktur e-modul, penyusunan materi, serta perancangan aktivitas pembelajaran berbasis HOTS. Struktur e-modul mencakup komponen, seperti pendahuluan, kegiatan belajar, rangkuman, evaluasi, dan glosarium. Materi disusun secara sistematis dengan dukungan ilustrasi dan stimulus kontekstual. Selain itu, dirancang aktivitas pembelajaran yang mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (C4–C6). Latihan dan evaluasi juga disusun sesuai dengan karakteristik HOTS, serta didukung oleh desain visual yang menarik dan mudah digunakan.

Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi rancangan menjadi produk e-modul yang utuh. Pada tahap ini dilakukan penyusunan produk awal, kemudian dilanjutkan dengan validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta penilaian oleh



guru kimia sebagai praktisi. Validasi ahli materi mencakup aspek kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan, sedangkan validasi ahli media meliputi aspek tampilan, kegrafikan, dan navigasi. Penilaian guru difokuskan pada kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, serta manfaat e-modul dalam pembelajaran. Seluruh masukan dari validator dan praktisi digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi, sehingga diperoleh e-modul yang valid dan layak secara teoritis.

Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini terdiri atas ahli materi, ahli media, dan guru kimia. Ahli materi bertugas menilai kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan; ahli media menilai aspek tampilan, desain, dan navigasi; sedangkan guru kimia memberikan penilaian dari aspek kepraktisan dan kesesuaian penggunaan dalam pembelajaran. Pemilihan subjek didasarkan pada kompetensi dan pengalaman di bidangnya.

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan angket. Wawancara digunakan untuk memperoleh informasi awal terkait kondisi pembelajaran dan kebutuhan bahan ajar. Observasi dilakukan untuk melihat secara langsung proses pembelajaran di kelas. Angket digunakan untuk memperoleh data penilaian terhadap kelayakan e-modul dari ahli materi, ahli media, dan guru kimia. Instrumen yang digunakan mengacu pada kriteria kelayakan bahan ajar dan media pembelajaran (BSNP, 2014; Rustamana *et al.*, 2024).

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa saran dan masukan dari validator dianalisis untuk memperbaiki produk. Data kuantitatif diperoleh dari hasil penilaian menggunakan skala empat tingkat, kemudian dihitung persentasenya menggunakan rumus menurut Purwanto (2014), yaitu:

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

Keterangan:

NP = Persentase kelayakan;

R = Skor yang diperoleh; dan

SM = Skor maksimum.

Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan, yaitu sangat persentase kelayakan kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk.

No.	Persentase	Kualifikasi	Kriteria Kelayakan
1	81% - 100%	Sangat valid	Sangat layak/tidak revisi
2	61% - 80%	Valid	Layak/tidak revisi
3	41% - 60%	Cukup valid	Cukup layak/perlu revisi
4	21% - 40%	Kurang valid	Kurang layak/revisi
5	0% - 20%	Tidak valid	Sangat tidak layak/Revisi

Hasil penilaian guru dianalisis untuk menentukan tingkat kepraktisan e-modul dengan kriteria sebagaimana tersaji pada Tabel 2.



Tabel 2. Kepraktisan Penilaian Guru.

No.	Interval	Kriteria Kepraktisan
1	81%-100%	Sangat praktis
2	61%-80%	Praktis
3	41%-60%	Cukup praktis
4	21%-40%	Kurang praktis
5	0%-20%	Tidak praktis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*) yang bertujuan menghasilkan e-modul berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi ikatan kimia untuk peserta didik kelas XI SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, namun pelaksanaan penelitian dibatasi pada tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Oleh karena itu, hasil penelitian difokuskan pada proses pengembangan produk serta penilaian kelayakan secara teoretis melalui validasi ahli dan penilaian praktisi.

Hasil Tahap Analysis

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengembangan e-modul berbasis HOTS pada materi ikatan kimia relevan dengan kebutuhan pembelajaran. Berdasarkan analisis kurikulum, pembelajaran kimia di sekolah telah mengacu pada Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan kompetensi dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Analisis materi menunjukkan bahwa ikatan kimia merupakan materi yang bersifat abstrak, karena melibatkan konsep submikroskopik seperti struktur Lewis, distribusi elektron, dan geometri molekul. Karakteristik ini menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antara representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Analisis karakteristik peserta didik menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) memiliki perangkat digital, dan sebagian besar (90%) telah memanfaatkan perangkat tersebut untuk kegiatan belajar. Hal ini menunjukkan kesiapan peserta didik dalam menggunakan bahan ajar digital. Analisis kebutuhan pembelajaran menunjukkan bahwa meskipun proses pembelajaran telah berlangsung dengan kategori baik (78,3%), masih terdapat keterbatasan pada penggunaan media pembelajaran dan keterlibatan peserta didik dalam diskusi. Seluruh peserta didik (100%) menyatakan mengalami kesulitan dalam mempelajari materi ikatan kimia, dan 85% menyatakan membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif. Berdasarkan analisis media, e-modul berbasis digital dipandang sebagai alternatif yang sesuai, karena mampu mengintegrasikan teks, gambar, dan media interaktif dalam satu kesatuan pembelajaran.

Hasil Validasi Ahli Media

Tabel 3. Hasil Validasi Media.

No.	Aspek	Persentase	Kriteria Kelayakan
1	Aplikasi	91.67%	Sangat layak/tidak revisi
2	Kegrafikan teks	83.33%	Sangat layak/tidak revisi
3	Visual	100%	Sangat layak/tidak revisi
4	Navigasi	87.55%	Sangat layak/tidak revisi
	Rata-rata	90,64%	Sangat layak/tidak revisi



Hasil validasi oleh ahli media menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Rata-rata persentase kelayakan mencapai 90,64% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Secara rinci, aspek aplikasi memperoleh persentase sebesar 91,67%, aspek kegrafikan teks sebesar 83,33%, aspek visual sebesar 100%, dan aspek navigasi sebesar 87,55%. Tingginya nilai pada aspek visual menunjukkan bahwa tampilan e-modul telah dirancang secara menarik, komunikatif, dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran digital. Selain itu, aspek navigasi yang memperoleh kategori sangat layak menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan dan memiliki alur yang sistematis, sehingga memudahkan peserta didik dalam mengakses materi. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa media pembelajaran digital yang baik harus memiliki tampilan visual yang menarik serta navigasi yang jelas untuk mendukung pengalaman belajar yang efektif.

Hasil Validasi Ahli Materi

Tabel 4. Hasil Validasi Materi.

No.	Aspek	Persentase	Kriteria Kelayakan
1	Kelayakan isi	83.33%	Sangat layak/tidak revisi
2	Kelayakan penyajian	91.67%	Sangat layak/tidak revisi
3	Kelayakan bahasa	90%	Sangat layak/tidak revisi
	Rata-rata	88.33%	Sangat layak/tidak revisi

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki rata-rata persentase kelayakan sebesar 88,33% dengan kategori sangat layak tanpa revisi. Aspek kelayakan isi memperoleh nilai 83,33%, aspek penyajian sebesar 91,67%, dan aspek kebahasaan sebesar 90%. Nilai yang tinggi pada aspek penyajian menunjukkan bahwa materi dalam e-modul telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Selain itu, penggunaan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami juga mendukung keterbacaan materi oleh peserta didik. Kelayakan isi yang tinggi menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan konsep ikatan kimia, serta mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa e-modul tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga mampu memfasilitasi aktivitas analisis, evaluasi, dan kreasi sesuai dengan prinsip HOTS.

Hasil Penilaian Guru

Tabel 5. Hasil Penilaian Guru Kimia.

No.	Aspek	Penilaian Responden	Kategori
1	Kemudahan penggunaan	97.2%	Sangat praktis
2	Efisiensi waktu pembelajaran	91.67%	Sangat praktis
3	Manfaat	90%	Sangat praktis
	Rata-rata	92.95%	Sangat Praktis

Hasil penilaian oleh guru kimia menunjukkan bahwa e-modul memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dengan rata-rata persentase sebesar 92,95% dalam kategori sangat praktis. Aspek kemudahan penggunaan memperoleh nilai 97,2%, efisiensi waktu pembelajaran sebesar 91,67%, dan manfaat sebesar 90%. Tingginya nilai pada aspek kemudahan penggunaan menunjukkan bahwa e-modul



mudah dioperasikan, baik oleh guru maupun peserta didik. Selain itu, efisiensi waktu pembelajaran yang tinggi menunjukkan bahwa e-modul mampu membantu proses pembelajaran menjadi lebih efektif. Aspek manfaat yang tinggi menunjukkan bahwa e-modul dapat mendukung pembelajaran kimia yang lebih interaktif dan mendorong keterlibatan peserta didik secara aktif.

Pembahasan

Pengembangan E-Modul Berbasis HOTS pada Materi Ikatan Kimia

Pengembangan e-modul berbasis HOTS pada materi ikatan kimia di SMA Negeri 17 Medan dilakukan melalui tahapan *analysis*, *design*, dan *development*. Ketiga tahap tersebut menjadi dasar dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran kimia dan karakteristik peserta didik. Pada tahap *analysis*, peneliti mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, karakteristik materi, serta kesesuaian dengan kurikulum. Hasil analisis menunjukkan bahwa materi ikatan kimia merupakan materi dasar dalam kimia yang bersifat abstrak, karena melibatkan konsep-konsep seperti konfigurasi elektron, struktur Lewis, pembentukan ikatan, kepolaran molekul, dan bentuk molekul yang tidak dapat diamati secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu membantu peserta didik memahami konsep secara visual, sistematis, dan kontekstual.

Pada tahap *design*, e-modul dirancang dengan memperhatikan struktur isi, tujuan pembelajaran, aktivitas HOTS, dan tampilan visual. Perancangan ini bertujuan agar e-modul tidak hanya berfungsi sebagai bahan bacaan, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang mampu memfasilitasi proses berpikir tingkat tinggi. Komponen-komponen seperti tujuan pembelajaran, uraian materi, ilustrasi, aktivitas pembelajaran, latihan soal, rangkuman, dan evaluasi disusun secara sistematis agar peserta didik dapat mempelajari materi secara bertahap.

Selanjutnya, pada tahap *development*, rancangan yang telah disusun diwujudkan menjadi produk nyata berupa e-modul digital. Produk ini kemudian divalidasi oleh ahli media dan ahli materi, serta dinilai oleh guru kimia untuk mengetahui kelayakan dan kualitas produk yang dikembangkan. Berdasarkan proses tersebut, dapat dilihat bahwa pengembangan e-modul dilakukan secara terstruktur, sistematis, dan berorientasi pada kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Secara keseluruhan, pengembangan e-modul ini menunjukkan bahwa bahan ajar digital yang dirancang secara terencana dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang relevan untuk membantu peserta didik memahami materi ikatan kimia sekaligus melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Kesesuaian E-Modul dengan Karakteristik Materi Ikatan Kimia

Materi ikatan kimia memiliki karakteristik yang abstrak dan kompleks, karena berkaitan dengan susunan elektron, pembentukan ikatan, gaya antarpartikel, serta bentuk molekul yang tidak dapat diamati secara langsung. Oleh karena itu, pembelajaran pada materi ini memerlukan bantuan visualisasi, ilustrasi, dan representasi simbolik agar konsep dapat dipahami dengan lebih mudah. E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini telah dirancang untuk menyesuaikan dengan karakteristik tersebut. Hal ini terlihat dari penyajian materi yang disertai ilustrasi, gambar struktur molekul, contoh struktur Lewis, dan penjelasan bertahap pada setiap submateri. Selain itu, penambahan gambar tiga dimensi pada contoh-



contoh ikatan kovalen dan gambar pendukung pada pembahasan gaya partikel semakin memperkuat fungsi e-modul sebagai media visual dalam pembelajaran.

Selain visualisasi statis berupa gambar dan ilustrasi, e-modul yang dikembangkan juga dilengkapi dengan tautan video pembelajaran pada beberapa bagian materi. Kehadiran video ini berfungsi sebagai pendukung penyajian konsep, terutama pada materi yang bersifat abstrak, seperti kecenderungan atom mencapai kestabilan, proses pembentukan ikatan, serta representasi bentuk molekul. Melalui video dan animasi, peserta didik tidak hanya membaca penjelasan secara verbal, tetapi juga dapat mengamati proses atau model representasi secara lebih konkret. Dengan demikian, penggunaan tautan video dalam e-modul memperkuat karakteristik materi ikatan kimia yang menuntut bantuan visual, simbolik, dan representasional agar konsep dapat dipahami dengan lebih baik.

Penambahan gambar tiga dimensi, ilustrasi struktur molekul, serta contoh gaya antarpartikel juga menunjukkan bahwa e-modul ini telah mengakomodasi berbagai level representasi kimia, yaitu representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Dalam pembelajaran kimia, ketiga representasi tersebut sangat penting, karena peserta didik sering mengalami kesulitan ketika harus menghubungkan fenomena yang diamati dengan susunan partikel dan simbol kimia yang digunakan. Oleh karena itu, keberadaan ilustrasi visual dalam e-modul tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap tampilan, tetapi juga sebagai sarana konseptual untuk membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih utuh terhadap materi ikatan kimia. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan telah sesuai dengan karakteristik materi ikatan kimia yang membutuhkan pendekatan visual, bertahap, representasional, dan didukung oleh media digital yang relevan.

Kesesuaian E-Modul dengan Pembelajaran HOTS

Pengembangan e-modul dalam penelitian ini bertujuan untuk mendukung pembelajaran yang berorientasi pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Berdasarkan hasil analisis terhadap isi e-modul yang telah dikembangkan, terlihat bahwa komponen pembelajaran yang disusun telah memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama pada aspek analisis.

Aktivitas yang terdapat dalam e-modul menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya menerima informasi, tetapi juga dilibatkan dalam proses pengolahan konsep. Hal ini tampak pada kegiatan yang menuntut peserta didik untuk menganalisis kestabilan atom berdasarkan konfigurasi elektron, mengkaji struktur Lewis, serta menentukan jenis ikatan kimia berdasarkan karakteristik unsur yang berikatan. Selain itu, peserta didik juga diarahkan untuk membandingkan berbagai jenis ikatan kimia dan menghubungkannya dengan sifat senyawa yang dihasilkan. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa e-modul telah memfasilitasi kemampuan berpikir pada tingkat analisis.

Di samping itu, beberapa bagian dalam e-modul juga mengarah pada kemampuan evaluasi. Peserta didik diminta untuk menarik simpulan dari informasi yang disajikan, serta menilai keterkaitan antara struktur molekul dan kepolaran senyawa. Kegiatan ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan penilaian terhadap konsep yang dipelajari, meskipun belum dilakukan secara mendalam pada semua bagian materi. Hal ini membantu memperkuat pemahaman konseptual peserta didik.



Namun demikian, pengembangan kemampuan pada tingkat kreasi masih belum terlihat secara optimal. E-modul belum sepenuhnya memfasilitasi kegiatan yang menuntut peserta didik untuk merancang atau menghasilkan gagasan baru secara mandiri, seperti menyusun model molekul atau mengembangkan solusi terhadap permasalahan kimia yang bersifat kompleks. Oleh karena itu, aspek kreasi masih perlu dikembangkan lebih lanjut pada pengembangan berikutnya.

Secara keseluruhan, e-modul yang dikembangkan telah menunjukkan kesesuaian dengan prinsip pembelajaran berbasis HOTS, khususnya dalam mendorong kemampuan analisis dan sebagian evaluasi. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul tidak hanya berfungsi sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai sarana untuk melatih peserta didik dalam memahami konsep secara lebih mendalam melalui proses berpikir.

Kelayakan E-Modul Berdasarkan Validasi Ahli dan Penilaian Guru

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa e-modul memperoleh rata-rata persentase sebesar 90,64% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa dari aspek media, e-modul telah memiliki kualitas tampilan, visualisasi, dan navigasi yang baik. Nilai tertinggi terdapat pada aspek visual yang menunjukkan bahwa tampilan, komposisi warna, penempatan elemen, dan kerapian *layout* e-modul dinilai sangat mendukung proses pembelajaran.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan rata-rata persentase sebesar 88,33% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa isi e-modul telah sesuai dengan materi ikatan kimia, memiliki penyajian yang baik, serta menggunakan bahasa yang cukup jelas dan komunikatif. Nilai tinggi pada aspek penyajian menunjukkan bahwa urutan materi, keterpaduan antarbagian, dan cara penyampaian isi dalam e-modul telah disusun secara sistematis.

Hasil penilaian guru kimia menunjukkan rata-rata persentase sebesar 92,95% dengan kategori sangat layak. Hasil ini memperlihatkan bahwa e-modul dinilai praktis, bermanfaat, dan sesuai untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran kimia di sekolah. Penilaian guru menjadi penting karena guru merupakan pengguna langsung yang dapat menilai kesesuaian produk dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Hasil ini juga menunjukkan bahwa e-modul berpotensi meningkatkan efektivitas proses pembelajaran.

Jika ditinjau secara keseluruhan, hasil validasi dan penilaian tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari aspek isi, penyajian, bahasa, visual, navigasi, dan kepraktisan penggunaan. Dengan demikian, e-modul berbasis HOTS pada materi ikatan kimia yang dikembangkan dapat dinyatakan sebagai produk yang berkualitas dan relevan untuk mendukung pembelajaran kimia di tingkat SMA.

Tampilan Akhir E-Modul dalam Format Fliphtml5

Sebagai bentuk akhir produk digital, e-modul yang dikembangkan selanjutnya disajikan dalam format *fliphtml5* agar lebih menarik, interaktif, dan mudah diakses oleh peserta didik. Penyajian dalam bentuk *fliphtml5* memungkinkan materi disusun menyerupai buku digital yang dapat dibuka per halaman, sehingga memberikan pengalaman membaca yang lebih sistematis dan nyaman dibandingkan dokumen statis biasa. Format ini juga mendukung penyajian elemen visual, ilustrasi, serta tautan digital secara lebih terintegrasi.



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan

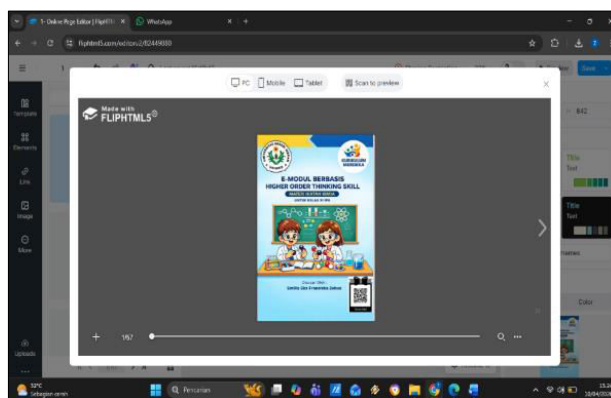
E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636

Volume 6, Issue 2, April 2026; Page, 1410-1424

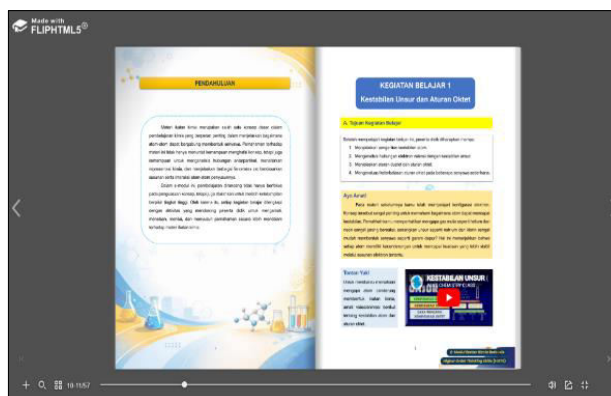
Email: pantherajurnal@gmail.com

E-modul dalam format *fliphtml5* mendukung karakteristik bahan ajar digital yang fleksibel, karena dapat diakses melalui perangkat seperti *smartphone* maupun *laptop*. Hal ini sejalan dengan kebutuhan pembelajaran masa kini yang menuntut ketersediaan bahan ajar yang mudah diakses kapan saja dan di mana saja. Dengan demikian, *fliphtml5* bukan hanya berfungsi sebagai tampilan akhir produk, tetapi juga memperkuat aspek kepraktisan, kemenarikan, dan aksesibilitas e-modul sebagai bahan ajar mandiri. Format ini memungkinkan integrasi multimedia yang dapat meningkatkan keterlibatan belajar peserta didik.

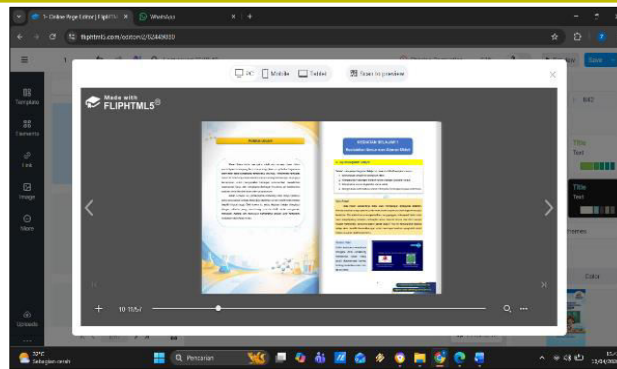
Selain dari segi akses, penggunaan *fliphtml5* juga memperkuat hasil validasi media, khususnya pada aspek visual, navigasi, dan daya tarik media. Dalam format ini, peserta didik dapat menelusuri isi modul secara lebih terarah, memanfaatkan tombol navigasi, serta mengakses bagian-bagian materi secara runtut. Kehadiran gambar, video, ilustrasi, dan struktur halaman yang lebih dinamis menjadikan e-modul tidak hanya berfungsi sebagai sumber materi, tetapi juga sebagai media pembelajaran digital yang lebih komunikatif. Dengan demikian, penyajian e-modul dalam format *fliphtml5* dapat dipandang sebagai bentuk penguatan terhadap kualitas media yang telah dinyatakan sangat layak oleh validator. Pada bagian dokumentasi produk atau lampiran, tampilan *fliphtml5* dapat disertai dengan gambar halaman-halaman utama e-modul sebagai bukti visual dari produk akhir yang telah dikembangkan.



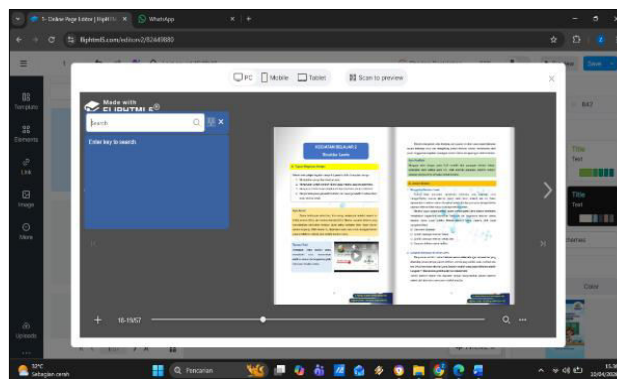
Gambar 1. Tampilan Cover.



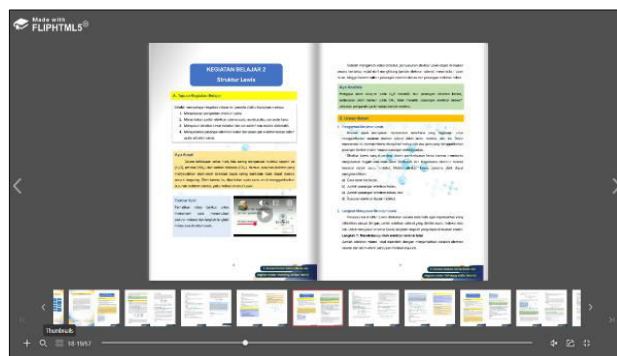
Gambar 2. Tampilan Kegiatan Belajar.



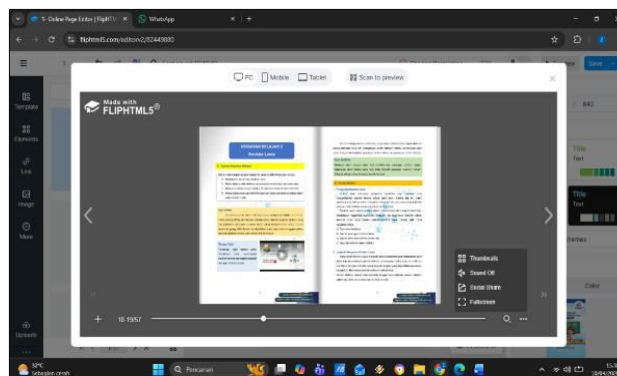
Gambar 3. Tampilan Video Pembelajaran.



Gambar 4. Tampilan Pencarian Materi.



Gambar 5. Tampilan Thumbnails.



Gambar 6. Tampilan Navigasi.



Berdasarkan gambar-gambar tersebut, tampilan e-modul dalam format *fliphtml5* memperlihatkan bahwa produk yang dikembangkan tidak hanya memuat materi teks, tetapi juga didukung oleh unsur visual, ilustrasi, tautan video, dan aktivitas pembelajaran berbasis HOTS. Penyajian ini menunjukkan bahwa e-modul telah dirancang tidak hanya sebagai bahan bacaan, tetapi juga sebagai media pembelajaran digital yang mendukung keterlibatan aktif peserta didik dalam memahami materi ikatan kimia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran kimia berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi ikatan kimia yang dikembangkan menggunakan model ADDIE (*analysis, design, dan development*) dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar. Hal ini ditunjukkan oleh hasil validasi ahli media dengan rata-rata persentase sebesar 90,64% dalam kategori sangat layak, validasi ahli materi sebesar 88,33% dalam kategori sangat layak, serta penilaian guru kimia sebesar 92,95% dalam kategori sangat praktis. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, dan media, tetapi juga memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi dalam penggunaannya. E-modul ini berpotensi mendukung pembelajaran kimia yang lebih efektif serta mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan. Pertama, e-modul yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi ikatan kimia untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Kedua, penelitian selanjutnya disarankan untuk melanjutkan tahap *implementation* dan *evaluation* guna mengetahui efektivitas e-modul terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik secara empiris. Ketiga, pengembangan e-modul berbasis HOTS dapat diperluas pada materi kimia lainnya agar dapat memberikan kontribusi yang lebih luas dalam pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Muhammad Yusuf, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Boni Mariska Ratnawati, M.Pd., selaku guru kimia yang telah memberikan izin serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 17 Medan yang telah berpartisipasi dengan antusias selama penelitian berlangsung. Tidak lupa, penghargaan dan rasa terima kasih yang mendalam disampaikan kepada kedua orang tua tercinta dan orang tua wali, keluarga besar, serta rekan-rekan di Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Medan, atas doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.



DAFTAR RUJUKAN

- Ady, W. N., Muhajir, S. N., & Irvani, A. I. (2022). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA melalui Model *Problem Based Learning* Berbantuan Permainan Tradisional. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1775>
- Andarwati, N., & Pujilestari, Y. (2024). Pemanfaatan Aplikasi *Canva* sebagai Media Pembelajaran Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan. *Kajian Moral dan Kewarganegaraan*, 11(4), 844–851. <https://doi.org/10.26740/kmkn.v11n4.p844-851>
- Ariadila, S., Silalahi, N. F., Fadiyah, H., Jamaludin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis terhadap Pembelajaran Bagi Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664–669. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8436970>
- BSNP. (2014). *Instrumen Penilaian Buku Ajar*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Daulay, N. (2024). Pengaruh Pembelajaran Konvensional pada Materi Shalat *Jama'* dan *Qosar*. *Jurnal Ilmu Tarbiyah dan Keguruan*, 2(2), 268–272. <https://doi.org/10.65311/jitk.v2i2.799>
- Elda, K., Suriansyah, A., & Purwanti, R. (2025). Penerapan Model Pintar untuk Meningkatkan Berpikir Kritis dan Aktivitas Belajar. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(3), 248-270. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v11i03.6987>
- Fitria, Y., Safnowandi, S., & Fajri, S. R. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*) Berbasis Sainifik terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 2(3), 128-141. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v2i3.97>
- Gufran, G., Ruslan, R., & Ilham, I. (2025). Pengaruh Pembelajaran Berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa II SD Julasfi Warraihan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 5(3), 1394–1400. <https://doi.org/10.53299/jppi.v5i3.1960>
- Isnawati, L., Anfa, Q., & Rohmani, I. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX SMP dalam Menyelesaikan Soal Berbasis *Higher Order Thinking Skills* pada Materi Sistem Reproduksi Manusia. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 767–771. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1754>
- Nurmasyitah, Nurmiati, & Irofah, N. (2025). Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis HOTS dalam Meningkatkan Kemampuan Analisis Siswa di MI Negeri 36 Bireuen. *EduSpirit : Jurnal Pendidikan Kolaboratif*, 2(1), 307–310.
- Patty, M. T. (2026). Penafsiran Mahkamah Konstitusi terhadap Larangan Kampanye Politik di Lembaga Pendidikan Berdasarkan Prinsip Netralitas Institusi Pendidikan (Analisis Putusan Nomor 65/PUU-XXI/2023). *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 3(1), 389–397. <https://doi.org/10.61722/jmia.v3i1.7827>
- Purwanto. (2014). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Putri, R., & Simamora, N. (2024). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Asam Basa dalam Pembelajaran Kimia Berbasis Praktikum. In



- Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA XVI: Transformasi Pembelajaran IPA untuk Menyongsong Indonesia Emas 2045* (pp. 62–65). Surabaya, Indonesia: Universitas Negeri Surabaya.
- Rahman, F., Al-Musyarrif, M. S., Moulana, M. R., & Pradita, E. K. (2026). Teknik Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis HOTS Mengacu pada Taksonomi Anderson & Krathwohl: Studi Kepustakaan 2015–2025. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 6(1), 59–65. <https://doi.org/10.57008/jjp.v6i01.2132>
- Rofi'ah, S., & Rokhmaniyah. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Mata Pelajaran IPAS Kelas V Sekolah Dasar. *SHES : Conference Series*, 7(3), 1763–1770. <https://doi.org/10.20961/shes.v7i3.92274>
- Rustamana, A., Sahl, K. S., Ardianti, D., & Solihin, A. H. S. (2024). Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*) dalam Pendidikan. *Jurnal Bima : Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 2(3), 60–69. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i3.1014>
- Utami, H., Salsabila, S., & Wiraningsih, E. (2022). Pentingnya Kemampuan Berpikir Kritis dalam Dunia Pendidikan Matematika. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 529–538. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v4i2.2025>
- Vidyasary, V., Lusiana, R., & Utami, S. W. (2023). Penerapan Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X. *Journal of Geographical Sciences and Education*, 1(2), 64–78. <https://doi.org/10.69606/geography.v1i2.60>
- Yolandari, A., Avorika, D. C., Oktarina, G., Letron, L., Bunda, M. S. P., Al Luthfi, M. R., & Kairuddin, K. (2025). Analisis Kemampuan *High Order Thinking Skill* Siswa dalam Menyelesaikan Soal Program Linear. *Innovative : Journal of Social Science Research*, 5(1), 3139–3149. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i1.17035>
- Yunita, L., & Mandasari, N. (2025). Pendidikan Sains Berorientasi Keterampilan Abad 21 dalam Konteks Pendidikan Tinggi: *Review*. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(1), 40-49. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i1.334>