HYDROGEN
JURNAL KEPENDIDIKAN KIMIA
https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/hydrogen/index

August 2026. 14(4)
e-ISSN: 2656-3061
p-ISSN: 2338-6487
pp. 805-812

Development of Discovery Learning-Based Chemistry Learning E-Modules on Atomic Structure Materials to Improve Learning Outcomes of Class X Students

Windi Sahayani Purba & Agus Kembaren²
Chemistry Education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Medan State University, Jalan Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate, Indonesia
*Corresponding Author e-mail: Windi052021@gmail.com

Article History
Received: 14-07-2026
Revised: 23-07-2026
Published: 31-08-2026

Keywords: E-module; Discovery Learning; Atomic Structure; ADDIE; Learning Outcomes.

Abstract
This research aims to develop a chemistry-based e-module based on Discovery Learning on Atomic Structure material and to determine its feasibility, practicality, and effectiveness in improving the learning outcomes of class X students of SMA Negeri 13 Medan. The type of research used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model consisting of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages . The research subjects consisted of expert validators and students of class X of SMA Negeri 13 Medan. The research instruments used included expert validation sheets, student response questionnaires, and pre-test and post-test questions. Data were analyzed using percentage descriptive analysis and N-Gain test. The results of the study showed that the e-modules developed obtained an average feasibility percentage of 82.20% with the category "Very Feasible", based on the assessment of subject matter experts of 79.76%, media experts of 84.03%, and learning experts of 82.81%. The level of practicality of the e-module based on the response of students obtained an average percentage of 84.73% with the category of "Very Practical". In addition, e-modules have proven to be effective in improving student learning outcomes, as shown by an increase in the average pre-test score of 40.67 to 83.53 in the post-test, with an average N-Gain Score of 0.73 which is in the high category. All students experienced an increase in learning outcomes after using the e-module. Based on the results of the research, it can be concluded that the chemistry learning e-module based on Discovery Learning on the Atomic Structure material developed is very feasible, practical, and effective to be used in chemistry learning class X of SMA Negeri 13 Medan.

Pengembangan E-Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Discovery Learning pada Materi Struktur Atom untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X

Sejarah Artikel
Diterima: 14-07-2026
Direvisi: 23-07-2026
Dipublikasi: 31-08-2026

Keywords: E Modul E; Discovery Learning; Struktur Atom; ADDIE; Hasil Belajaran.

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* pada materi Struktur Atom serta mengetahui tingkat kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X SMA Negeri 13 Medan. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas validator ahli dan peserta didik kelas X SMA Negeri 13 Medan. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi ahli, angket respon peserta didik, serta soal pre-test dan post-test. Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif persentase dan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 82,20% dengan kategori "Sangat Layak", berdasarkan penilaian ahli materi sebesar 79,76%, ahli media sebesar 84,03%, dan ahli pembelajaran sebesar 82,81%. Tingkat

Author's Copyright ©

kepraktisan e-modul berdasarkan respon peserta didik memperoleh rata-rata persentase sebesar 84,73% dengan kategori "Sangat Praktis". Selain itu, e-modul terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik, ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai pre-test sebesar 40,67 menjadi 83,53 pada post-test, dengan rata-rata N-Gain Score sebesar 0,73 yang termasuk kategori tinggi. Seluruh peserta didik mengalami peningkatan hasil belajar setelah menggunakan e-modul. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* pada materi Struktur Atom yang dikembangkan sangat layak, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran kimia kelas X SMA Negeri 13 Medan.

How to Cite: Purba, W. S., & Kembaren, A. (2026). Development of Discovery Learning-Based Chemistry Learning E-Modules on Atomic Structure Materials to Improve Learning Outcomes of Class X Students. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, *14*(4), 805-812. https://doi.org/10.33394/hjkk.v14i4.21885

https://doi.org/10.33394/hjkk.v14i4.21885

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

PENDAHULUAN

Perkembangan era Society 5.0 menuntut dunia pendidikan untuk memanfaatkan teknologi digital dalam menciptakan pembelajaran yang lebih efektif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik. Sejalan dengan tuntutan tersebut, Kurikulum Merdeka memberikan keleluasaan kepada guru untuk mengembangkan pembelajaran yang mendorong kemandirian belajar serta pemanfaatan berbagai sumber belajar yang inovatif (Sudarta, 2022). Dalam pembelajaran kimia, kebutuhan tersebut menjadi semakin penting karena banyak konsep yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi agar lebih mudah dipahami, salah satunya adalah materi struktur atom**.**

Kimia merupakan ilmu yang mempelajari materi, meliputi struktur, sifat, komposisi, perubahan, dan energi yang menyertainya (Rahmawati et al., 2018). Materi struktur atom menjadi konsep dasar yang harus dikuasai peserta didik karena menjadi landasan dalam memahami materi kimia lainnya, seperti sistem periodik unsur, konfigurasi elektron, ikatan kimia, dan reaksi kimia. Namun, konsep struktur atom tidak dapat diamati secara langsung sehingga peserta didik dituntut membangun representasi mental terhadap keberadaan proton, neutron, elektron, serta model-model atom. Karakteristik materi yang abstrak tersebut menyebabkan banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep apabila pembelajaran hanya mengandalkan penjelasan verbal atau buku teks.

Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya penggunaan bahan ajar yang mampu menyajikan konsep struktur atom secara visual, interaktif, dan mudah dipelajari secara mandiri. Bahan ajar yang dilengkapi ilustrasi, animasi, video, serta aktivitas belajar yang terstruktur dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep mikroskopis, meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran, serta memfasilitasi belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing. Namun demikian, sebagian besar peserta didik masih menganggap kimia sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan karena bahan ajar yang digunakan kurang menarik serta belum mampu memfasilitasi pemahaman konsep secara optimal (Silvianita, 2024).

Hasil wawancara dengan guru kimia kelas X SMA Negeri 13 Medan menunjukkan bahwa sekolah telah menerapkan Kurikulum Merdeka dan menggunakan buku paket serta modul cetak sebagai bahan ajar. Buku paket yang digunakan mengacu pada pendekatan *Deep Learning* (pembelajaran mendalam) dalam Kurikulum Merdeka, sedangkan modul cetak yang digunakan belum dirancang berdasarkan sintaks *Discovery Learning***.** Isi modul masih didominasi oleh ringkasan materi dan latihan soal sehingga belum mampu memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep secara mandiri maupun mendukung pembelajaran yang interaktif.

Analisis kebutuhan peserta didik dilakukan melalui penyebaran angket kepada peserta didik kelas X menggunakan skala yang mencakup indikator bahan ajar yang digunakan, kesulitan memahami materi kimia, ketertarikan terhadap pembelajaran, dan keaktifan belajar. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase. Hasil analisis menunjukkan bahwa

90% peserta didik mengalami kesulitan memahami materi kimia, 83,3% menyatakan pembelajaran kimia kurang menarik dan sulit dipahami, serta 86,6% mengaku kurang aktif dalam proses pembelajaran. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, sehingga berdampak pada rendahnya keaktifan belajar dan masih ditemukannya hasil belajar yang berada di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), yaitu 78.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa modul dan bahan ajar yang digunakan di sekolah sering kali tidak dirancang secara inovatif dan hanya berisi ringkasan serta soal (Nabillah & Abadi, 2019). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan terhadap 30 peserta didik kelas X**,** sebanyak 29 peserta didik (96,6%) menyatakan memerlukan bahan ajar yang lebih interaktif dan menarik untuk membantu memahami materi kimia ketertarikan siswa terhadap kegiatan instruksional cenderung menurun akibat sajian materi yang kurang dinamis. Sejalan dengan hal tersebut, terdapat kebutuhan mendesak akan pengembangan bahan ajar baru yang mampu menstimulasi belajar secara lebih produktif. Optimalisasi proses belajar-mengajar dapat dicapai melalui penyediaan sumber belajar yang dinamis dan kontekstual, sehingga mampu memicu ketertarikan sekaligus mempermudah siswa dalam memahami relevansi materi (Rahmani et al., 2021). Materi pembelajaran merupakan sekumpulan sarana sistematis, baik verbal maupun non-verbal, yang dirancang untuk memfasilitasi interaksi antara guru dan murid. Implementasi bahan ajar yang tepat diharapkan mampu menjamin kelancaran serta efektivitas pencapaian tujuan pendidikan di kelas. Bahan ajar mempunyai struktur dan sistematis, menjelaskan struktur instruksional yang akan dicapai. Bahan ajar disebut juga materi pembelajaran yang disusun secara sistematis,yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran (Manurung et al., 2023). Bahan ajar yang mampu membentuk peserta didik sebagai pribadi pembelajar yang mandiri adalah modul (Ernawati & Susanti, 2021).

Keterbatasan bahan ajar yang masih didominasi oleh teks dan latihan soal menunjukkan perlunya bahan ajar yang lebih interaktif untuk mendukung pembelajaran kimia. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah e-modul, yaitu bahan ajar digital yang dirancang secara sistematis dan dapat diakses secara mandiri melalui berbagai perangkat elektronik (Assyauqi, 2024). Berbeda dengan modul cetak, e-modul memungkinkan integrasi berbagai fitur, seperti gambar, animasi, video, dan hyperlink, sehingga penyajian materi menjadi lebih menarik dan interaktif (Raqzitya & Agung, 2022).

Karakteristik tersebut sangat relevan dengan pembelajaran struktur atom karena konsep-konsep mikroskopis, seperti model atom, konfigurasi elektron, dan pergerakan elektron, memerlukan visualisasi agar lebih mudah dipahami. Selain membantu peserta didik membangun representasi konsep yang abstrak, e-modul juga mendukung pembelajaran mandiri melalui penyajian materi yang terstruktur, aktivitas belajar yang sistematis, serta kemudahan akses kapan saja dan di mana saja (Ledoh et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan e-modul pada materi struktur atom diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, memfasilitasi pemahaman konsep, dan mendukung terciptanya pembelajaran yang lebih bermakna.

Rendahnya keaktifan peserta didik dalam pembelajaran menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan. Salah satu model yang sesuai adalah *Discovery Learning***,** karena menempatkan peserta didik sebagai subjek pembelajaran yang secara aktif menemukan konsep melalui proses mengamati, mengidentifikasi masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan dan mengolah data, serta menarik kesimpulan. Dalam model *Discovery Learning***,** guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing proses penemuan konsep, bukan sebagai sumber utama informasi (Amalia, 2022; Fauzan & Haryati, 2021).

Karakteristik *Discovery Learning* sesuai dengan pembelajaran kimia, khususnya materi struktur atom yang bersifat abstrak dan memerlukan proses eksplorasi untuk membangun pemahaman konseptual. Penerapan model ini dilaporkan dapat meningkatkan keaktifan belajar, kemampuan berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi peserta didik karena mereka terlibat secara langsung dalam proses

menemukan konsep (Rahmi et al., 2024; Kristin, 2016). Oleh karena itu, integrasi Discovery Learning ke dalam e-modul diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep struktur atom secara lebih bermakna sekaligus mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa e-modul berbasis *Discovery Learning* maupun e-modul berbantuan media digital mampu meningkatkan kualitas pembelajaran kimia. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan bahan ajar digital secara umum dan belum mengintegrasikan secara utuh sintaks *Discovery Learning* dengan fitur-fitur interaktif yang mendukung visualisasi konsep struktur atom serta pembelajaran mandiri pada platform *Heyzine Flipbook***.** Selain itu, masih terbatas penelitian yang mengevaluasi secara komprehensif aspek kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas e-modul pada materi struktur atom sesuai dengan implementasi Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan e-modul berbasis *Discovery Learning* menggunakan platform *Heyzine Flipbook* yang mengintegrasikan visualisasi konsep atom, aktivitas pembelajaran sesuai sintaks *Discovery Learning*, video pembelajaran, latihan interaktif, dan navigasi digital yang mendukung pembelajaran mandiri. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian fitur-fitur tersebut dalam satu e-modul yang dirancang khusus untuk materi struktur atom sesuai dengan karakteristik Kurikulum Merdeka. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Discovery Learning* menggunakan *Heyzine Flipbook* pada materi struktur atom serta menganalisis tingkat kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas X SMA.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*) untuk mengembangkan e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* pada materi struktur atom (Nusantara et al., 2023). Model ADDIE digunakan karena menyediakan tahapan yang sistematis dalam proses analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi produk sehingga dihasilkan e-modul yang memenuhi aspek kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan.

Pengujian efektivitas produk menggunakan desain one-group pretest–posttest, yaitu peserta didik diberikan tes sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) menggunakan e-modul. Desain ini digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar setelah implementasi e-modul yang dikembangkan.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 13 Medan pada bulan Maret 2026. Subjek penelitian adalah 30 peserta didik kelas X-6 yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Pemilihan kelas dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa kelas tersebut telah mempelajari materi prasyarat, belum pernah menggunakan e-modul berbasis *Discovery Learning*, serta direkomendasikan oleh guru mata pelajaran sebagai kelas yang sesuai untuk pelaksanaan uji coba produk. Objek penelitian adalah e-modul berbasis *Discovery Learning* pada materi struktur atom.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Nyoman & Kadek, 2018). Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dan peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya, tahap desain difokuskan pada penyusunan rancangan e-modul, storyboard, serta instrumen penelitian yang akan digunakan. Tahap pengembangan dilakukan dengan menyusun produk kemudian divalidasi oleh satu dosen ahli materi kimia dan satu dosen ahli media pembelajaran sebelum diimplementasikan kepada siswa (Nyoman & Kadek, 2018). Pada tahap implementasi, e-modul diuji coba melalui pembelajaran di kelas disertai pemberian angket respons siswa serta tes pre-test dan post-test. Tahap evaluasi dilakukan melalui revisi produk berdasarkan hasil validasi, respons siswa, dan hasil uji coba sehingga diperoleh e-modul yang layak digunakan dalam pembelajaran.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara, angket, dan tes (Sugiyono, 2019). Observasi dan wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi awal mengenai kebutuhan pengembangan bahan ajar

di sekolah. Selanjutnya, angket digunakan untuk mengukur kebutuhan siswa, validitas media oleh ahli, serta respons siswa terhadap e-modul yang dikembangkan (Zega & Mendrofa, 2023). Keefektifan produk diukur menggunakan tes pre-test dan post-test yang disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi atau Higher Order Thinking Skills (HOTS) (Yusmilda et al., 2023). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan skala Likert untuk menentukan tingkat kevalidan dan kepraktisan produk (Sugiyono, 2019). Peningkatan hasil belajar siswa dianalisis menggunakan uji N-Gain untuk mengetahui efektivitas penggunaan e-modul dalam pembelajaran (Kolopita et al., 2022).

HASIL

Pengembangan e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* pada materi Struktur Atom memasuki tahap development setelah seluruh rancangan produk disusun pada tahap desain. Pada tahap ini, seluruh komponen e-modul direalisasikan menjadi produk digital menggunakan aplikasi Canva dan dipublikasikan melalui Heyzine Flipbook sehingga dapat diakses secara daring oleh peserta didik. Setelah produk selesai dikembangkan, dilakukan proses validasi oleh tiga validator yang terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran. Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk dari aspek isi, tampilan, maupun kesesuaian sintaks Discovery Learning sebelum diimplementasikan kepada peserta didik (Sugiyono, 2019).

Tahap validasi merupakan bagian yang sangat penting dalam penelitian pengembangan karena menentukan apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Masing-masing validator memberikan penilaian menggunakan instrumen berbentuk skala Likert serta memberikan berbagai saran perbaikan terhadap e-modul yang dikembangkan. Hasil validasi dari ketiga validator menunjukkan bahwa e-modul memperoleh kategori layak hingga sangat layak sehingga dapat dilanjutkan ke tahap implementasi setelah dilakukan revisi sesuai dengan masukan para ahli (Riduwan, 2015).

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Total Skor	Skor Maksimal	Persentase (%)
1	Kelayakan Isi	12	39	48	81,25
2	Kelayakan Bahasa	12	37	48	77,08
3	Kelayakan Penyajian	12	38	48	79,17
4	Keterkaitan dengan Discovery Learning	6	20	24	83,33
	Total	**42**	**134**	**168**	**79,76**

Sumber: Hasil Validasi Ahli Materi (2026)

Berdasarkan Tabel 1, hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* memperoleh total skor 134 dari skor maksimal 168, dengan persentase kelayakan sebesar 79,76%. Berdasarkan kriteria penilaian yang digunakan, persentase tersebut berada pada rentang 61%–80% sehingga termasuk dalam kategori Layak. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam e-modul telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai bahan ajar, meskipun masih memerlukan beberapa penyempurnaan sebelum diterapkan dalam proses pembelajaran.

Apabila ditinjau berdasarkan setiap aspek penilaian, aspek keterkaitan dengan model Discovery Learning memperoleh persentase tertinggi sebesar 83,33%, yang menunjukkan bahwa sintaks-sintaks *Discovery Learning* telah terintegrasi dengan baik dalam setiap kegiatan pembelajaran pada e-modul. Selanjutnya, aspek kelayakan isi memperoleh persentase 81,25%, yang mengindikasikan bahwa materi Struktur Atom telah disusun sesuai dengan kurikulum, memiliki ketepatan konsep, serta relevan dengan tujuan pembelajaran. Sementara itu, aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase 79,17%, sedangkan aspek kelayakan bahasa memperoleh persentase 77,08%, namun keduanya masih berada pada kategori layak.

Selain memberikan penilaian, validator juga memberikan beberapa saran perbaikan terhadap e-modul yang dikembangkan. Saran tersebut meliputi penambahan visualisasi konsep-konsep abstrak, seperti diagram konfigurasi elektron, tingkat energi elektron, dan perbandingan model

atom agar lebih mudah dipahami peserta didik. Validator juga menyarankan penambahan pertanyaan-pertanyaan kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari serta penambahan sitasi dari referensi ilmiah pada materi yang disajikan. Berdasarkan hasil validasi dan revisi yang dilakukan, e-modul dinyatakan layak digunakan dengan revisi.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Jumlah Butir	Total Skor	Skor Maksimal	Persentase (%)
1	Tampilan Cover dan Isi	8	26	32	81,25
2	Tata Letak	4	13	16	81,25
3	Kemudahan Penggunaan	8	25	32	78,13
4	Konsistensi dan Kemanfaatan	8	32	32	100,00
5	Kegrafikan	8	25	32	78,13
	Total	**36**	**121**	**144**	**84,03**

Sumber: Hasil Validasi Ahli Media (2026).

Berdasarkan Tabel 2, hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa e-modul memperoleh total skor 121 dari skor maksimal 144, dengan persentase kelayakan sebesar 84,03%. Persentase tersebut berada pada rentang 81%–100%, sehingga termasuk dalam kategori Sangat Layak. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi aspek kelayakan media pembelajaran, baik dari segi tampilan visual, kemudahan penggunaan, konsistensi desain, dan kegrafikan.

Berdasarkan masing-masing aspek penilaian, aspek konsistensi dan kemanfaatan memperoleh persentase tertinggi sebesar 100,00%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh komponen e-modul telah dirancang secara konsisten sehingga mampu mendukung proses pembelajaran berbasis *Discovery Learning* dan memberikan manfaat bagi peserta didik. Aspek tampilan cover dan isi serta tata letak masing-masing memperoleh persentase 81,25%, yang menunjukkan bahwa desain visual e-modul telah tersusun dengan baik dan mendukung penyampaian materi pembelajaran. Sementara itu, aspek kemudahan penggunaan dan kegrafikan memperoleh persentase 78,13%, namun masih termasuk dalam kategori layak.

Validator menyatakan bahwa e-modul secara keseluruhan layak digunakan di lapangan dengan revisi. Beberapa saran yang diberikan meliputi peningkatan konsistensi tampilan pada beberapa halaman, penyempurnaan navigasi agar lebih mudah digunakan oleh peserta didik, serta optimalisasi ukuran file agar proses akses e-modul menjadi lebih cepat. Seluruh saran tersebut dijadikan dasar dalam melakukan revisi sehingga kualitas media menjadi lebih baik sebelum diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Pembelajaran

No	Aspek Penilaian (Sintaks *Discovery Learning*)	Jumlah Butir	Total Skor	Skor Maksimal	Persentase (%)
1	Orientasi Masalah (*Stimulation*)	4	14	16	87,50
2	Perumusan Masalah (*Problem Statement*)	3	10	12	83,33
3	Pengumpulan Data (*Data Collection*)	3	9	12	75,00
4	Pengolahan Data (*Data Processing*)	2	7	8	87,50
5	Pembuktian (*Verification*)	2	6	8	75,00
6	Penarikan Kesimpulan (*Generalization*)	2	7	8	87,50
	Total	16	53	64	82,81

Sumber: Hasil Validasi Ahli Pembelajaran (2026).

Berdasarkan Tabel 3, hasil validasi ahli pembelajaran menunjukkan bahwa e-modul memperoleh total skor 53 dari skor maksimal 64, dengan persentase sebesar 82,81%. Berdasarkan kriteria penilaian yang digunakan, persentase tersebut berada pada rentang 81%–100%, sehingga termasuk dalam kategori Sangat Layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi aspek pedagogis, khususnya dalam mengintegrasikan sintaks model *Discovery Learning* ke dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan aspek penilaian, Orientasi Masalah (Stimulation), Pengolahan Data (Data Processing), dan Penarikan Kesimpulan (Generalization) masing-masing memperoleh persentase tertinggi sebesar 87,50%. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul telah mampu memberikan stimulasi awal yang baik,

membimbing peserta didik dalam mengolah informasi secara sistematis, serta mengarahkan peserta didik untuk menarik kesimpulan berdasarkan hasil pembelajaran. Sementara itu, aspek Perumusan Masalah (Problem Statement) memperoleh persentase 83,33%, sedangkan aspek Pengumpulan Data (Data Collection) dan Pembuktian (Verification) masing-masing memperoleh persentase 75,00%, sehingga kedua aspek tersebut masih memerlukan penyempurnaan.

Validator memberikan beberapa saran untuk meningkatkan kualitas e-modul, yaitu memperkuat konteks kehidupan nyata peserta didik melalui contoh penerapan struktur atom dalam kehidupan sehari-hari, menambahkan visualisasi konsep abstrak seperti diagram konfigurasi elektron dan tingkat energi elektron, serta menyajikan pertanyaan-pertanyaan pemantik yang lebih kontekstual agar mampu mendorong kemampuan berpikir kritis peserta didik. Setelah dilakukan revisi sesuai dengan seluruh masukan tersebut, validator menyatakan bahwa e-modul layak digunakan di lapangan dengan revisi dan dapat dilanjutkan pada tahap implementasi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan pengembangan e-modul berbasis *Discovery Learning* sangat tinggi. Temuan ini ditunjukkan oleh tingginya persentase peserta didik yang mengalami kesulitan memahami materi Struktur Atom karena konsep yang dipelajari bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi yang lebih konkret (Piaget, 1977). Kondisi tersebut juga diperkuat oleh hasil wawancara guru yang menyatakan bahwa pembelajaran masih didominasi penyampaian materi secara langsung sehingga peserta didik belum memperoleh kesempatan untuk membangun konsep secara mandiri. Tingginya kebutuhan terhadap e-modul terjadi karena bahan ajar konvensional belum mampu memenuhi karakteristik peserta didik abad ke-21 yang telah terbiasa menggunakan perangkat digital dalam kegiatan belajar sehari-hari (Prensky, 2001). Penggunaan media digital yang interaktif memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna melalui integrasi gambar, animasi, video, serta aktivitas penemuan yang mendorong kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, penggunaan e-modul berbasis *Discovery Learning* diperkirakan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Prasetyo et al. (2022) yang melaporkan bahwa e-modul berbasis *Discovery Learning* mampu meningkatkan aktivitas belajar serta mempermudah peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang abstrak. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Ananda et al. (2021) yang menyatakan bahwa bahan ajar elektronik memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dibandingkan modul cetak karena mampu mengintegrasikan berbagai unsur multimedia. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa pengembangan e-modul berbasis *Discovery Learning* merupakan solusi yang relevan untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep peserta didik sekaligus menjawab kebutuhan pembelajaran berbasis teknologi di sekolah. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa temuan penelitian berhasil menjawab tujuan penelitian pada tahap analisis, yaitu mengidentifikasi kebutuhan nyata peserta didik dan guru terhadap pengembangan e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning*. Tingginya kebutuhan peserta didik terhadap media pembelajaran interaktif menjadi dasar ilmiah bahwa produk yang dikembangkan memiliki urgensi untuk diimplementasikan pada tahap berikutnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan menggunakan model ADDIE, dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* pada materi Struktur Atom berhasil dikembangkan dan berdasarkan hasil validasi termasuk dalam kategori sangat layak, dengan rata-rata persentase kelayakan sebesar 82,20%**.** Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa e-modul memperoleh respons peserta didik sebesar 84,73%**,** sehingga termasuk dalam kategori sangat praktis**.** Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar peserta didik, yang ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata dari 40,67 pada pretest menjadi 83,53 pada posttest, dengan nilai N-Gain sebesar 0,73 yang berada pada kategori tinggi**.** Berdasarkan indikator yang digunakan dalam penelitian ini, e-modul berbasis *Discovery*

Learning dinilai layak, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran materi Struktur Atom pada peserta didik kelas X.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, e-modul pembelajaran kimia berbasis *Discovery Learning* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan ajar digital pada pembelajaran materi Struktur Atom. Guru disarankan mengintegrasikan e-modul ini dalam proses pembelajaran sesuai dengan sintaks *Discovery Learning* agar pemanfaatannya berjalan optimal. Bagi sekolah, hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam mendukung implementasi bahan ajar digital melalui penyediaan perangkat dan akses teknologi yang memadai serta mendorong pengembangan media pembelajaran inovatif pada mata pelajaran lain. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji penggunaan e-modul pada jumlah sampel yang lebih besar dan beragam, menggunakan desain penelitian yang melibatkan kelompok kontrol, serta memperpanjang durasi implementasi agar diperoleh bukti efektivitas yang lebih kuat. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dan menguji e-modul pada materi kimia lain yang memiliki karakteristik konsep abstrak serta mengevaluasi pengaruh penggunaannya terhadap variabel lain, seperti kemampuan berpikir kritis, motivasi belajar, atau keterampilan pemecahan masalah, menggunakan instrumen yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

Afriandi, M. (2020). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar. *Jurnal Undiksha*, 6(2), 64–71.

Assyauqi, M. I. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran PAI Berbasis Digital untuk Anak Usia Dini. *Tarbiyah Islamiyah: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, 1(2), 23–32.

Ernawati, T., & Susanti. (2021). E-modul IPA 2 untuk pembelajaran mandiri di masa pandemi COVID-19. *KoPeN: Konferensi Pendidikan Nasional*, 3(1), 107–114. http://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/Prosiding

Fauzan, M., & Haryati, N. (2021). Model Flipped Classroom dan Media Google Classroom Sebagai Solusi Pembelajaran Bahasa Indonesia Abad 21. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*.

Kolopita, C. P., Katili, M. R., & Yassin, R. M. T. (2022). Pengaruh Media Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. *Inverted: J. of Infor. Tech. Edu.*, 2(1), 1–12. https://doi.org/10.37905/inverted.v2i1.13081

Ledoh, C. C., Rahardjo, S. B., & Saputro, S. (2020). Analisis Kebutuhan Guru terhadap Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Dengan Bantuan Virtual Laboratory. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia XII*, 23–27.

Manurung, J., Haloho, B., & Napitu, U. (2023). Mengembangkan Bahan Ajar Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) di SD. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 8(2), 676. https://doi.org/10.58258/jupe.v8i2.5596

Nabillah, T., & Abadi, A. P. (2019). Faktor Penyebab Rendahnya Hasil Belajar Siswa. *Pros. Sem. Nas. Mat. & Pend. Matematika Sesiomadika*, 2(10), 659–663. http://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika

Nurhafizah, N., Melati, H. A., & Rasmawan, R. (2019). Deskripsi Pemahaman Konsep Materi dan Perubahannya Siswa Kelas X SMK SMTI Pontianak. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(9), 100–120. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/27968/75676578134

Nusantara, D. A., Pendidikan, J., Vol, B., & Arrahmaniyah, O. S. (2023). Research and Development (R&D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. 1(1).

Nyoman, S., & Kadek, Y. (2018). ADDIE Sebagai Model Pengembangan Media Instruksional Edukatif (MIE) Mata Kuliah Kurikulum dan Pengajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(2), 277–286.

Rahmani, R., Mustadi, A., Maulidar, M., & Senen, A. (2021). The Development of Teaching Materials Based on Context and Creativity to Increase Students' Scientific Literacy. *J. Ilmiah Peuradeun*, 9(2), 345–364. https://doi.org/10.26811/peuradeun.v9i2.506

Rahmawati, Y., Purwanto, A., & Rahman, A. (2018). Peranan *Transformative Learning* dalam Pendidikan Kimia. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 13(1), 49.

Raqzitya, F. A., & Agung, A. A. G. (2022). E-Modul Berbasis Pendidikan Karakter sebagai Sumber Belajar IPA Siswa Kelas VII. *J. Edutech Undiksha*, 10(1), 108–116. https://ejournal.undiksha.ac.id/-index.php/JEU/article/view/41590

Silvianita, S. J. (2024). Pengembangan E-Modul Mata Pelajaran Kimia untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Kelas XI MIPA di SMA Negeri 3 Bengkulu Tengah. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 14(2), 167–186.

Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Yusmilda, Y., Budi, I. S., & Zuhad, H. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Tes Berbasis HOTS Pada Jenjang Pendidikan Dasar di Era Society 5.0. *Al-Madrasah: J. Pend. Madrasah Ibtidaiyah*, 7(1), 429. https://doi.org/10.35931/am.v7i1.1885

Yusuf, M. B., & Ar Rosyid, H. (2023). Pengaruh Society 5.0 dalam Kehidupan Masyarakat. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik*, 3(2), 116–121. https://doi.org/10.17977/um068v3i22023p116-121