PAEDAGOGIE
Vol. 21, No. 1, Tahun 2026
e-ISSN 2621-7171 | p-ISSN 1907-8978
© Universitas Muhammadiyah Magelang
doi: 10.31603/paedagogie.v21i1.16268

Pengembangan E-Modul Stoikiometri Berbasis *Discovery Learning* sebagai Bahan Ajar Pendukung Pembelajaran Kimia Kelas X

Dinda Malayka Anjani Darlin[1], Sarina Hanifah[2], Tiwi Nur Astuti[3]
[1,2,3]Universitas Negeri Jakarta, Indonesia
dinda_1303622051@mhs.unj.ac.id

Submit	***Review***	***Publish***
21 Februari 2026	26 Februari 2026	2 Maret 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran kimia kelas X. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara guru, angket analisis kebutuhan siswa, validasi ahli, serta angket respon siswa pada uji coba terbatas kepada 30 siswa kelas X. Data dianalisis untuk mengetahui tingkat validitas, reliabilitas, dan kelayakan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul memiliki tingkat validitas isi sebesar 0,95 dengan kategori sangat valid. Uji validitas konstruk menunjukkan seluruh butir instrumen valid (r-hitung > r-tabel 0,361) dan reliabel dengan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,95 (> 0,70). Hasil uji coba kepada siswa menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 78,17% dengan kategori sangat layak. Dengan demikian, e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning* dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran kimia yang membantu siswa memahami konsep stoikiometri secara lebih terstruktur, aktif, dan bermakna.
Kata Kunci: e-modul, stoikiometri, *discovery learning*, pembelajaran kimia, kelas X

Abstract

This study aimed to develop a Discovery Learning-based Stoichiometry e-module that is feasible to be used as a supporting instructional material for Grade X chemistry learning. The research employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which consists of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. Data were collected through teacher interviews, student needs analysis questionnaires, expert validation sheets, and student response questionnaires administered in a limited trial involving 30 Grade X students. The data were analyzed to determine the validity, reliability, and feasibility of the developed teaching material.The results showed that the e-module achieved a content validity score of 0.95, categorized as highly valid. The construct validity test indicated that all instrument items were valid (r-count > r-table 0.361) and reliable, with a Cronbach's Alpha value of 0.95 (> 0.70). The limited trial results revealed a feasibility level of 78.17%, categorized as highly feasible. Therefore, the Discovery Learning-based Stoichiometry e-module is considered suitable as a supporting instructional material that helps students understand stoichiometric concepts in a more structured, active, and meaningful learning.
Keywords: *e-module, stoichiometry, discovery learning, chemistry learning, grade X*

PENDAHULUAN

Kimia merupakan cabang ilmu sains yang memiliki peran strategis dalam mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, dalam praktik pembelajaran di sekolah menengah, kimia masih sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit dan kurang diminati. Karakteristik materi kimia yang bersifat abstrak, hierarkis, dan menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi menyebabkan siswa harus memahami konsep secara mendalam dan berkelanjutan. Kelemahan dalam penguasaan konsep dasar berpotensi menghambat pemahaman pada materi berikutnya karena struktur konsep kimia saling berkaitan secara sistematis (Chang et al., 2010).

Salah satu materi yang kerap menimbulkan kesulitan adalah stoikiometri. Topik ini menuntut integrasi antara hukum-hukum dasar kimia, konsep mol, serta keterampilan perhitungan kuantitatif yang saling terhubung. Dalam praktiknya, siswa sering kali berfokus pada penggunaan rumus secara prosedural tanpa memahami makna konseptual di balik perhitungan yang dilakukan. Akibatnya, kesalahan tidak hanya terjadi pada aspek numerik, tetapi juga pada pemaknaan hubungan antar-konsep. Kondisi ini berpotensi menimbulkan miskonsepsi yang berdampak pada kesulitan dalam mempelajari materi lanjutan seperti larutan, termokimia, dan kesetimbangan kimia. Berdasarkan hasil penelitian Qorinallah & Bahriah (2025), kesulitan belajar kimia pada siswa berada pada kategori tinggi dengan persentase sebesar 70% yang mencerminkan hambatan pada berbagai indikator pembelajaran. Data tersebut menunjukkan bahwa stoikiometri masih dianggap sebagai materi yang kompleks dan menantang bagi sebagian besar siswa.

Temuan lapangan mendukung permasalahan tersebut. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMAN 4 Bekasi, diketahui bahwa tingkat pemahaman siswa terhadap materi stoikiometri menunjukkan variasi yang signifikan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kesiapan belajar serta penguasaan konsep prasyarat yang telah diperoleh siswa pada jenjang sebelumnya. Guru juga menegaskan bahwa stoikiometri merupakan materi fundamental yang menjadi landasan bagi berbagai perhitungan kimia lanjutan, sehingga ketidaktepatan pemahaman pada tahap awal dapat menimbulkan hambatan konseptual yang berkelanjutan.

Selain perspektif guru, analisis kebutuhan siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengharapkan bahan ajar yang lebih interaktif, visual, dan kontekstual. Mereka menilai bahwa penyajian materi yang terlalu teoritis menyulitkan proses mengaitkan konsep kimia dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Siswa cenderung lebih mudah memahami materi apabila disajikan melalui ilustrasi, representasi visual, serta pembahasan soal yang sistematis dan bertahap. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan visualisasi dan representasi multipel berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret dan bermakna (Apriani et al., 2021).

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang tidak hanya menekankan penyampaian informasi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam membangun konsep. Salah satu model yang relevan adalah *Discovery Learning*. Model ini berlandaskan teori konstruktivisme yang memandang bahwa pengetahuan tidak dapat ditransfer secara langsung dari guru kepada siswa, melainkan harus dikonstruksi melalui pengalaman belajar yang bermakna. Menurut Bruner (1974), pembelajaran penemuan mendorong siswa untuk secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui proses eksplorasi dan pengorganisasian informasi secara mandiri sehingga terbentuk struktur kognitif yang lebih kuat. Melalui tahapan stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi, siswa diarahkan untuk menemukan konsep secara sistematis dan reflektif. Dalam implementasinya, guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing proses berpikir siswa agar tetap sesuai dengan konsep ilmiah (Kusuma et al., 2024; Rutonga, 2017). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan *Discovery Learning* dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa karena pembelajaran berfokus pada proses eksplorasi dan refleksi (Puspita et al., 2025).

Namun demikian, efektivitas *Discovery Learning* sangat bergantung pada ketersediaan bahan ajar yang dirancang selaras dengan tahapan penemuan. Secara teoretis, bahan ajar yang baik harus memenuhi prinsip sistematis, konsisten, dan berorientasi pada pencapaian kompetensi, serta mampu memfasilitasi aktivitas belajar mandiri siswa. Di sisi lain, perkembangan teknologi pendidikan membuka peluang pemanfaatan bahan ajar digital dalam bentuk e-modul. E-modul merupakan bahan ajar elektronik yang dirancang secara terstruktur, memuat tujuan pembelajaran, materi, aktivitas, dan evaluasi, serta memungkinkan integrasi teks, gambar, ilustrasi, dan latihan interaktif dalam satu kesatuan pembelajaran. Kombinasi representasi verbal dan visual dapat membantu mengurangi beban kognitif serta memperkuat pemahaman konsep abstrak. Penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif berkontribusi terhadap peningkatan motivasi dan hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional (Safitri & Dafit, 2025; Zakiah et al., 2025).

Meskipun demikian, pengembangan e-modul stoikiometri yang secara khusus dirancang berbasis *Discovery Learning* pada jenjang kelas X masih terbatas. Sebagian penelitian lebih

menitikberatkan pada efektivitas model pembelajaran atau media digital secara terpisah, belum pada integrasi keduanya dalam satu produk bahan ajar yang sistematis dan kontekstual. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar perlunya penelitian pengembangan yang memadukan model pembelajaran dan bahan ajar dalam satu kesatuan desain yang terarah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran kimia kelas X. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis tingkat validitas dan kepraktisan e-modul yang dikembangkan serta mendeskripsikan respon siswa terhadap penggunaannya dalam proses pembelajaran. Melalui pengembangan ini, diharapkan e-modul yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kriteria kelayakan secara teoritis dan empiris, tetapi juga mampu menjembatani kesenjangan antara pendekatan *Discovery Learning* dan kebutuhan bahan ajar digital yang sistematis. Dengan mengintegrasikan sintaks penemuan secara eksplisit ke dalam struktur e-modul stoikiometri, penelitian ini menawarkan kontribusi berupa desain bahan ajar yang tidak hanya mendukung prosedur perhitungan, tetapi juga memfasilitasi konstruksi pemahaman konseptual secara bertahap, bermakna, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yaitu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk pendidikan sekaligus menguji kelayakannya sebelum diimplementasikan secara lebih luas. Metode R&D dipahami sebagai prosedur yang sistematis untuk mengembangkan dan memvalidasi produk melalui tahapan terstruktur (Sugiyono, 2013). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang meliputi lima tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena memiliki alur yang sistematis, namun tetap fleksibel untuk disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan perangkat pembelajaran (Branch, 2009).

Tahap Analysis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dan peserta didik terhadap bahan ajar stoikiometri melalui wawancara dan angket analisis kebutuhan. Tahap Design mencakup perancangan struktur e-modul berbasis *Discovery Learning*, yang meliputi capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, penyusunan materi, skenario kegiatan sesuai sintaks *Discovery Learning*, serta perancangan instrumen evaluasi. Tahap Development merupakan proses merealisasikan rancangan menjadi produk e-modul digital yang dilengkapi materi, ilustrasi, contoh soal, latihan, dan evaluasi formatif. Pada tahap ini juga dilakukan validasi oleh ahli materi dan praktisi pendidikan untuk menilai aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian. Tahap Implementation dilakukan melalui uji coba terbatas kepada 30 siswa kelas X.6 SMAN 4 Bekasi guna memperoleh data respons dan tingkat kelayakan produk. Selanjutnya, tahap Evaluation bertujuan menganalisis hasil validasi dan uji coba untuk menentukan tingkat validitas, reliabilitas, serta kelayakan e-modul yang dikembangkan.

Jenis data dalam penelitian ini terdiri atas data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari saran dan komentar para validator ahli, sedangkan data kuantitatif bersumber dari angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli, dan angket respons siswa. Sumber data meliputi guru kimia sebagai informan wawancara, dua validator ahli (dosen dan guru pamong), serta 30 siswa kelas X sebagai subjek uji coba terbatas. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, angket tertutup dengan skala Likert, serta lembar validasi ahli.

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data hasil validasi ahli dianalisis menggunakan perhitungan persentase kevalidan dengan rumus tertentu (N.F. et al., 2022), yang kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Secara umum semakin skor yang diperoleh mendekati angka 1 maka semakin baik validitas isi instrumen. Namun agar menginterpretasi hasil perhitungan dengan lebih rinci, maka digunakanlah pengklasifikasian validitas (Sartika et al., 2023).

Uji validitas konstruk instrumen dilakukan dengan membandingkan nilai r hitung dengan r tabel pada taraf signifikansi 5%. Instrumen dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel. Sementara itu, uji reliabilitas dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha, dengan kriteria nilai ≥ 0,70 yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi internal yang baik (Arikunto, 2014). Data respons siswa selanjutnya dianalisis menggunakan persentase kelayakan untuk menentukan kategori sangat layak, layak, cukup layak, atau tidak layak berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Variabel dalam penelitian ini adalah tingkat kelayakan e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning*. Kelayakan tersebut diukur melalui beberapa aspek, yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, serta respons siswa terhadap penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran.

HASIL

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning* untuk pembelajaran kimia kelas X di SMAN 4 Bekasi. Pengembangan e-modul dilakukan melalui lima tahapan berdasarkan model ADDIE, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation.*

Analisis Kebutuhan (*Analysis*)

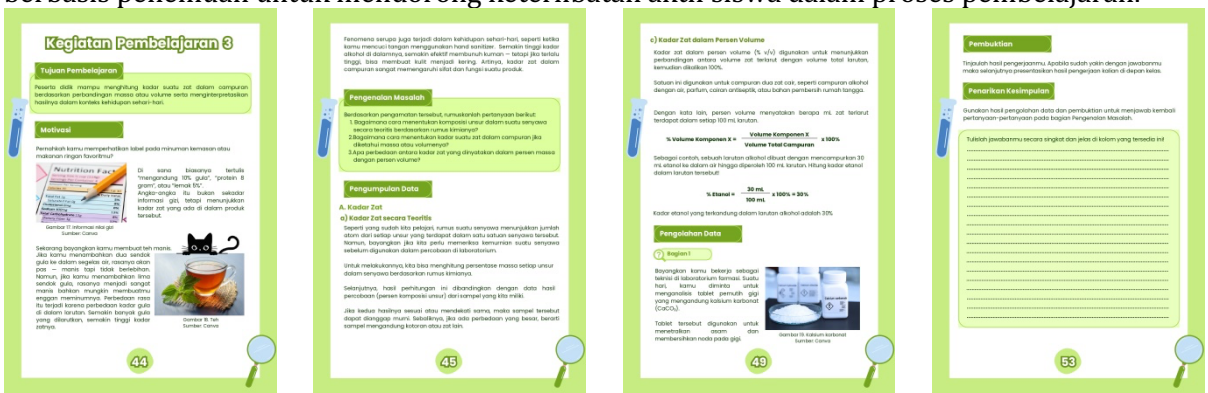
Tahap awal pengembangan diawali dengan identifikasi kebutuhan pembelajaran melalui wawancara dengan guru kimia serta penyebaran angket kepada 30 siswa kelas X.6. Hasil analisis menunjukkan bahwa materi stoikiometri dipersepsikan siswa sebagai topik yang abstrak dan menantang, khususnya dalam mengaitkan konsep mol dengan prosedur perhitungan kuantitatif. Kesulitan ini tidak hanya berkaitan dengan aspek matematis, tetapi juga dengan lemahnya pemahaman terhadap konsep dasar yang mendasarinya. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Shadreck et al. (2017) yang menyatakan bahwa kesulitan berulang dalam penyelesaian soal stoikiometri pada siswa sekolah menengah disebabkan oleh kurangnya pemahaman konseptual terhadap konsep mol, penyetaraan persamaan reaksi, serta penentuan pereaksi pembatas.

Selain itu, guru mengungkapkan bahwa pembelajaran yang selama ini berlangsung cenderung bersifat tekstual dan minim representasi visual. Kondisi ini mengindikasikan perlunya media pembelajaran yang mampu memfasilitasi visualisasi konsep sekaligus menyajikan langkah-langkah perhitungan secara sistematis, sehingga membantu siswa membangun keterkaitan antara pemahaman konseptual dan prosedural secara lebih utuh.

Perancangan Desain Bahan Ajar (*Design*)

Pada tahap perancangan produk, disusun struktur dan konten e-modul yang mengacu pada sintaks *Discovery Learning*. Kerangka e-modul mencakup capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, uraian materi, skenario kegiatan sesuai tahapan *Discovery Learning*, latihan soal, serta evaluasi pembelajaran. Perancangan ini mengikuti alur pembelajaran yang meliputi tahap stimulasi dan identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi atau pembuktian, serta penarikan kesimpulan.

Materi disusun secara sistematis dan berjenjang, dimulai dari konsep mol, massa atom relatif dan massa molekul relatif, penentuan rumus kimia senyawa, hingga perhitungan stoikiometri yang lebih kompleks, seperti penentuan massa produk reaksi, pereaksi pembatas, dan kadar zat. Penyusunan ini mempertimbangkan keterkaitan antar konsep agar siswa dapat membangun pemahaman secara bertahap. E-modul dirancang dengan tampilan visual yang proporsional, bahasa yang komunikatif, serta dilengkapi pertanyaan pemantik dan aktivitas berbasis penemuan untuk mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran.

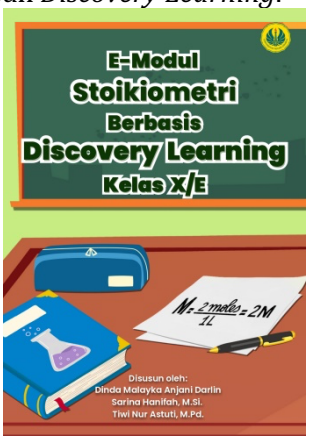


Gambar 1. Sintaks *Discovery Learning* dalam e-modul

Secara lebih rinci, pada tahap motivasi (*motivation*), e-modul menyajikan permasalahan kontekstual terkait stoikiometri, seperti fenomena reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari

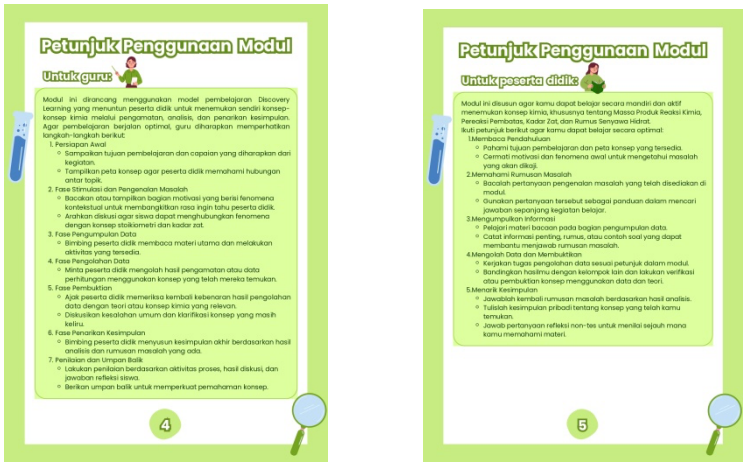
atau permasalahan perhitungan yang memunculkan konflik kognitif. Tujuannya adalah membangkitkan rasa ingin tahu siswa sebelum memasuki konsep inti. Selanjutnya pada tahap identifikasi masalah (*problem statement*), siswa diarahkan untuk merumuskan pertanyaan atau menentukan apa yang perlu diketahui dari permasalahan yang diberikan, misalnya menentukan hubungan antara mol, massa, dan koefisien reaksi.

Pada tahap pengumpulan data (*data collection*), siswa dibimbing untuk mencari informasi melalui uraian materi, contoh soal, tabel, maupun ilustrasi yang tersedia dalam e-modul. Tahap berikutnya yaitu pengolahan data (*data processing*) dilakukan melalui kegiatan analisis, penyelesaian contoh soal, dan latihan bertahap yang menuntut siswa mengolah informasi yang telah diperoleh. Selanjutnya pada tahap pembuktian (*verification*), siswa membandingkan hasil perhitungan atau jawaban yang diperoleh dengan konsep yang benar melalui pembahasan atau umpan balik dalam e-modul. Tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan (*generalization*), siswa diarahkan untuk merumuskan kembali konsep stoikiometri yang telah dipelajari dalam bentuk rangkuman atau refleksi, sehingga pemahaman yang diperoleh bersifat konseptual dan tidak hanya prosedural. Dengan demikian, desain e-modul tidak hanya menyajikan materi secara informatif, tetapi secara sistematis memfasilitasi proses penemuan konsep sesuai dengan tahapan *Discovery Learning*.



Gambar 2. Tampilan *cover* e-modul

Tampilan pada Gambar 2 menunjukkan desain sampul e-modul yang memuat judul, identitas penulis, dan ilustrasi yang merepresentasikan materi Stoikiometri. Desain visual disusun dengan komposisi warna dan tata letak yang selaras untuk menarik perhatian siswa sejak awal. Sampul ini berfungsi sebagai identitas produk sekaligus membangun motivasi awal sebelum siswa memasuki materi pembelajaran.



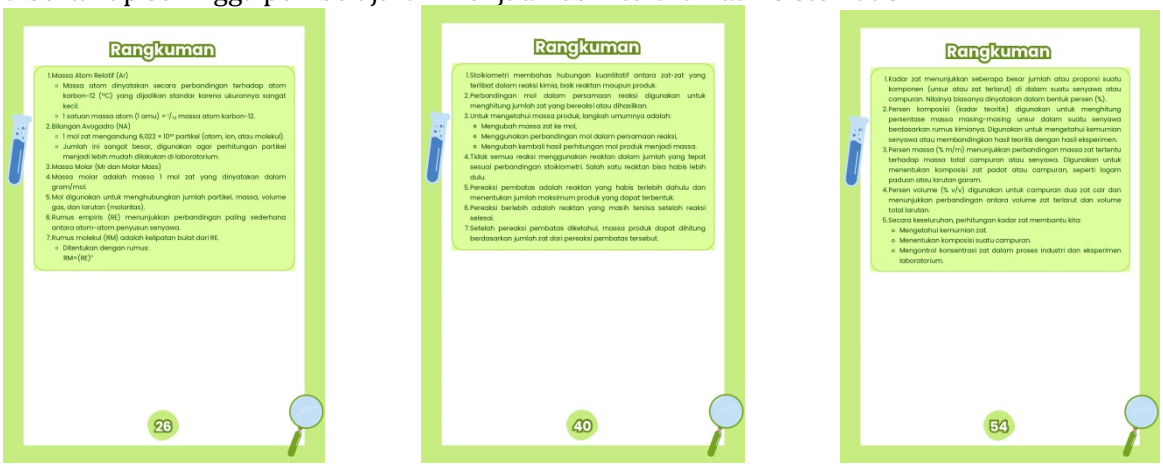
Gambar 3. Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul

Gambar 3 menampilkan bagian petunjuk penggunaan yang berisi panduan sistematis mengenai cara memanfaatkan e-modul. Bagian ini membantu siswa memahami alur pembelajaran dan struktur isi modul secara mandiri. Kejelasan instruksi mendukung keterbacaan serta meminimalkan kebingungan dalam menggunakan bahan ajar.



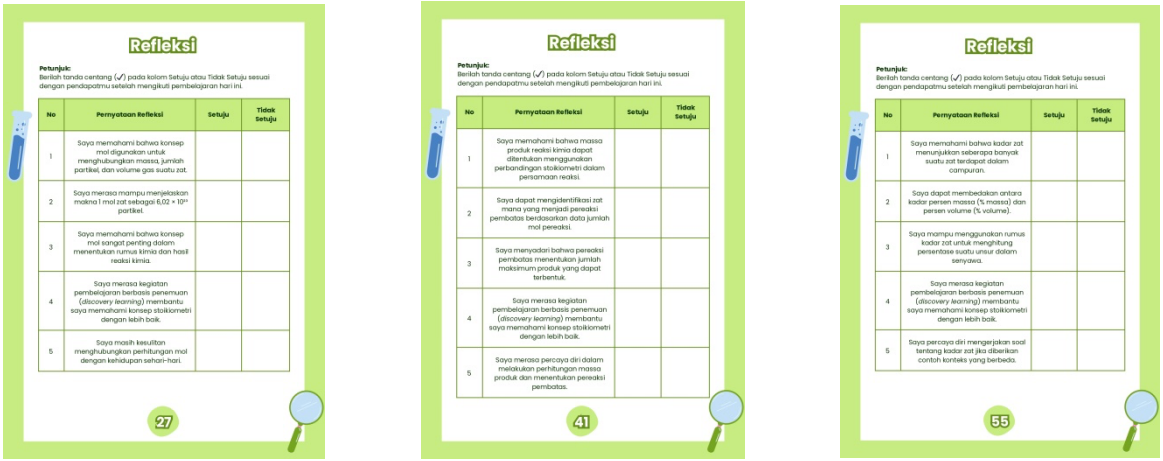
Gambar 4. Tampilan Kegiatan Pembelajaran

Gambar 4 memperlihatkan kegiatan pembelajaran yang disusun berdasarkan sintaks *Discovery Learning*. Materi diawali dengan stimulus dan permasalahan kontekstual sebelum mengarah pada konsep dan perhitungan. Struktur ini mendukung proses penemuan konsep secara bertahap sehingga pembelajaran menjadi lebih terarah dan sistematis.



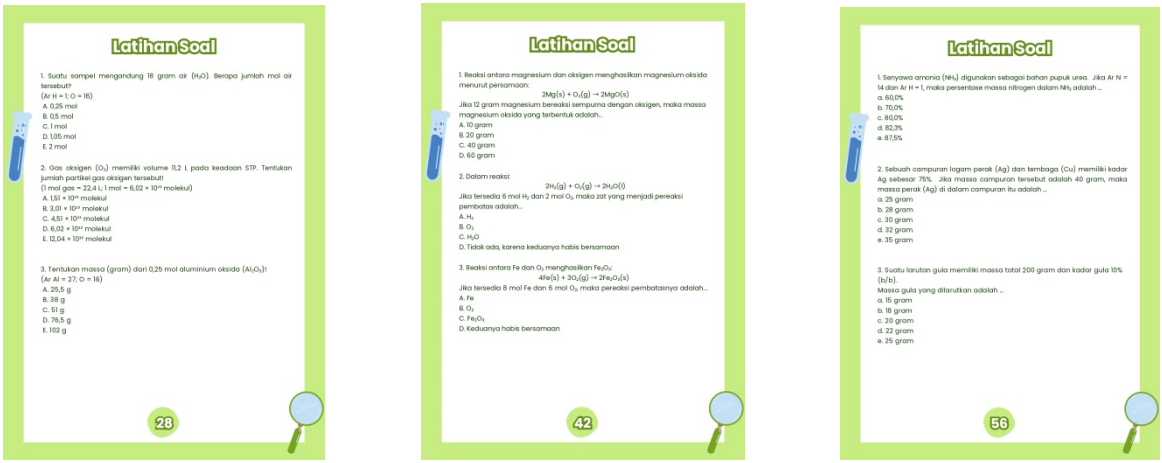
Gambar 5. Tampilan Rangkuman

Pada Gambar 5 ditampilkan bagian rangkuman yang memuat inti materi secara ringkas dan terstruktur. Rangkuman membantu siswa mengulang kembali konsep-konsep penting Stoikiometri setelah mempelajari materi. Penyajian yang padat dan sistematis memperkuat pemahaman sebelum siswa mengerjakan latihan atau evaluasi.



Gambar 6. Tampilan Refleksi

Gambar 6 menunjukkan bagian refleksi yang berisi pertanyaan untuk menilai pemahaman siswa terhadap materi. Refleksi mendorong siswa melakukan evaluasi diri terhadap proses belajar yang telah dilalui. Bagian ini mendukung pembelajaran yang lebih bermakna melalui penguatan kesadaran terhadap konsep yang dipelajari.



Gambar 7. Tampilan Latihan Soal

Gambar 7 menampilkan latihan soal yang dirancang untuk menguji pemahaman konsep dan keterampilan perhitungan Stoikiometri. Soal disusun secara bertahap dengan penyajian yang sistematis. Struktur latihan ini membantu siswa melatih ketelitian dan memahami langkah perhitungan secara runtut.

Pengembangan Bahan Ajar (*Development*)

E-modul yang telah dirancang kemudian direalisasikan dalam bentuk digital yang dapat diakses melalui komputer maupun gawai. Produk ini memuat uraian materi, ilustrasi visual reaksi kimia, contoh soal beserta pembahasan, latihan, dan evaluasi formatif yang terintegrasi dalam satu kesatuan pembelajaran. Tahap selanjutnya adalah validasi oleh ahli, yang melibatkan dosen pengampu mata kuliah Pengembangan Bahan Ajar dan guru pamong kimia. Validasi dilakukan untuk menilai aspek kelayakan isi, ketepatan dan kebenaran konsep, kebahasaan, penyajian, serta kelengkapan komponen e-modul. Data hasil penilaian dari kedua validator dianalisis menggunakan persentase kevalidan guna menentukan tingkat validitas isi dan kelayakan bahan ajar yang dikembangkan.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Isi

Butir	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validitas	Keterangan
1	Kualitas Isi	4	3	0.875	Sangat Valid
2	Kebenaran Konsep	4	3	0.875	Sangat Valid
3	Kedalaman Konsep	4	4	1	Sangat Valid
4	Kelayakan Bahasa	4	4	1	Sangat Valid
5	Kualitas Bahan Penunjang	4	4	1	Sangat Valid
Keseluruhan		20	18	0.95	Sangat Valid

Hasil validasi ahli terhadap e-modul menunjukkan bahwa pada aspek kualitas isi diperoleh nilai validitas sebesar 0,875 dengan kategori sangat valid. Nilai ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Pada aspek kebenaran konsep diperoleh nilai validitas sebesar 0,875 dengan kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan bahwa konsep-konsep stoikiometri yang disajikan dalam e-modul telah sesuai dengan konsep ilmiah yang dikembangkan oleh para ahli dan tidak ditemukan kesalahan konseptual yang signifikan. Selanjutnya, aspek kedalaman konsep memperoleh nilai validitas sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan karakteristik dan tingkat kemampuan peserta didik kelas X.

Pada aspek kelayakan bahasa, diperoleh nilai validitas sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam e-modul telah memenuhi kriteria kejelasan, kesederhanaan, dan kemudahan dipahami oleh siswa. Adapun pada aspek

kualitas kelengkapan/bahan penunjang diperoleh nilai validitas sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan dan komponen pendukung dalam e-modul telah membantu siswa dalam memahami materi secara lebih sistematis. Secara keseluruhan, hasil validasi memperoleh nilai 0,95 dengan kategori sangat valid, yang menegaskan bahwa e-modul layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran Stoikiometri.

Meskipun demikian, saran dan masukan dari para validator tetap dijadikan dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan produk sebelum tahap implementasi. Dengan demikian, tahap pengembangan menghasilkan produk akhir berupa e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang telah melalui proses validasi dan revisi, sehingga dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran kimia kelas X.



Gambar 8. Tampilan cover e-modul sebelum dan setelah revisi

Berdasarkan saran validator, ukuran judul pada cover e-modul sebelumnya dinilai terlalu besar sehingga mengurangi proporsionalitas tata letak dan mengganggu keseimbangan visual desain. Selain itu, judul dinilai kurang informatif karena belum mencantumkan secara eksplisit pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam pengembangan e-modul. Sebagai tindak lanjut, dilakukan penyesuaian ukuran huruf agar lebih proporsional dan selaras dengan elemen desain lainnya. Judul juga direvisi menjadi lebih spesifik dengan menambahkan frasa *"Berbasis Discovery Learning"*, sehingga identitas dan karakteristik e-modul menjadi lebih jelas. Revisi ini bertujuan untuk meningkatkan kejelasan informasi, kerapian tampilan, serta memperkuat identitas akademik produk yang dikembangkan.



Gambar 9. Tampilan latihan soal sebelum dan setelah revisi

Validator juga memberikan masukan bahwa persamaan reaksi kimia pada bagian latihan soal belum mencantumkan fase zat (padat, cair, gas, atau larutan), sehingga kurang lengkap secara ilmiah. Ketidakhadiran notasi fase zat dapat mengurangi ketepatan konsep kimia yang disajikan. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan dengan menambahkan keterangan fase zat pada

setiap persamaan reaksi, seperti (s), (l), (g), dan (aq). Revisi ini bertujuan untuk meningkatkan ketepatan konsep, memperkuat pemahaman siswa terhadap representasi reaksi kimia yang benar, serta menyesuaikan penyajian materi dengan kaidah penulisan reaksi kimia yang berlaku dalam ilmu kimia.

Ditinjau dari aspek penyajian, e-modul stoikiometri yang dikembangkan memiliki struktur yang sistematis dan koheren, dimulai dari pendahuluan, penyajian permasalahan kontekstual, eksplorasi konsep, contoh soal dan pembahasan, hingga rangkuman serta evaluasi pembelajaran. Integrasi tahapan *Discovery Learning* dalam setiap aktivitas menjadi keunggulan utama, karena memberikan alur yang jelas bagi siswa untuk membangun pemahaman melalui proses penemuan yang terarah dan bertahap. Muhimmatin et al. (2025) juga melaporkan bahwa penerapan e-modul berbasis *Discovery Learning* berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan siswa dan interaksi dalam pembelajaran. Para validator menilai bahwa rangkaian aktivitas yang disusun tidak hanya mendorong keaktifan siswa, tetapi juga memudahkan guru dalam mengelola pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Dari segi tampilan, e-modul memperoleh kategori sangat baik karena didukung desain visual yang proporsional, kombinasi warna yang harmonis, serta tata letak yang konsisten sehingga memudahkan navigasi materi. Aspek kebahasaan juga dinilai sesuai, dengan penggunaan bahasa yang komunikatif dan selaras dengan tingkat perkembangan kognitif siswa kelas X, sehingga konsep stoikiometri yang abstrak dapat disajikan secara lebih jelas dan mudah dipahami. Temuan ini sejalan dengan Hanifah et al. (2025) yang menegaskan bahwa pada tahap pengembangan, perangkat pembelajaran perlu disempurnakan berdasarkan prinsip validitas isi serta disesuaikan dengan karakteristik peserta didik guna menjamin kualitas dan efektivitas implementasinya.

Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilaksanakan melalui uji coba terbatas kepada 30 siswa kelas X.6 SMAN 4 Bekasi. Uji coba ini bertujuan untuk memperoleh gambaran keterterimaan dan kesesuaian e-modul dari perspektif siswa sebagai pengguna utama (Santika et al., 2025). Pada tahap ini, siswa diberikan akses untuk mempelajari e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* secara mandiri dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Proses pembelajaran dilakukan dengan menelaah materi, mencermati contoh soal beserta pembahasannya, serta mengikuti aktivitas yang disusun berdasarkan tahapan *Discovery Learning*.

Dalam pelaksanaannya, siswa menyiapkan perangkat digital seperti smartphone atau laptop untuk mengakses e-modul. Kesiapan perangkat ini menjadi prasyarat penting dalam pembelajaran berbasis media digital agar proses belajar berlangsung efektif (Agapau et al., 2024). Selama penggunaan e-modul, siswa mempelajari materi secara bertahap, mengikuti alur penyajian konsep yang sistematis, serta mengamati langkah-langkah penyelesaian soal stoikiometri yang disusun secara runtut. Setelah kegiatan pembelajaran selesai, siswa diminta mengisi angket respons untuk menilai aspek tampilan, kebahasaan, sistematika penyajian, kemudahan memahami prosedur perhitungan, serta kebermanfaatan e-modul dalam membantu pemahaman konsep.

Angket yang digunakan dalam uji coba ini disusun menggunakan skala Likert dengan empat kategori penilaian, yaitu: Sangat Tidak Setuju dengan skor 1; Tidak Setuju dengan skor 2; Setuju dengan skor 3; Sangat Setuju dengan skor 4. Selanjutnya, data hasil pengisian angket dianalisis untuk mengetahui kecenderungan respon siswa terhadap e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning*. Tabel 3 disajikan pemaparan data yang diperoleh dari hasil uji coba.

Pada aspek tampilan dan penyajian visual, mayoritas siswa memberikan respon positif. Sebanyak 83,4% siswa menyatakan tampilan e-modul menarik, dan 86,7% menyatakan tampilan membantu mereka lebih fokus saat belajar. Selain itu, 80% siswa menilai materi disajikan secara runtut dan mudah diikuti. Hal ini menunjukkan bahwa desain visual, tata letak, dan sistematika penyajian telah mendukung keterlibatan dan konsentrasi siswa dalam mempelajari stoikiometri.

Pada aspek bahasa dan kebermanfaatan, 86,7% siswa menyatakan bahasa mudah dipahami dan 83,3% menyatakan istilah ilmiah mudah dimengerti. Dari sisi kebermanfaatan dan kemandirian belajar, 90% siswa merasa contoh yang diberikan membantu pemahaman, 80%

menyatakan e-modul mudah digunakan secara mandiri, 73,3% merasakan fleksibilitas akses, 86,6% menilai layak digunakan di kelas, dan 90% menyatakan e-modul bermanfaat dalam memahami kimia.

Tabel 3. Hasil Angket Respon Siswa

No	Pernyataan	Penilaian Skor			
		1	2	3	4
1	Tampilan bahan ajar ini menarik untuk digunakan.	13,3%	3,3%	46,7%	36,7%
2	Tampilan bahan ajar membuat saya lebih fokus saat belajar.	6,7%	6,7%	50%	36,%
3	Bahasa yang digunakan mudah dipahami.	3,3%	10%	46,7%	40%
4	Istilah ilmiah yang digunakan mudah dimengerti.	3,3%	13,3%	50%	33,3%
5	Materi disajikan secara runtut dan mudah diikuti.	6,7%	13,3%	46,7%	33,3%
6	Contoh yang diberikan membantu saya memahami materi.	10%	0%	43,3%	46,7%
7	Bahan ajar ini mudah digunakan secara mandiri.	10%	10%	56,7%	23,3%
8	Bahan ajar ini memudahkan saya belajar kapan saja dan di mana saja.	6,7%	20%	43,3%	30%
9	Bahan ajar ini layak digunakan dalam pembelajaran di kelas.	13,3%	0%	43,3%	43,3%
10	Bahan ajar ini bermanfaat bagi saya dalam memahami pelajaran kimia.	10%	0%	43,3%	46,7%

Hasil angket menunjukkan bahwa siswa memberikan respons positif terhadap e-modul, khususnya pada aspek kejelasan langkah perhitungan dan keteraturan penyajian materi. Temuan ini mengindikasikan bahwa e-modul memiliki tingkat keterbacaan dan keberterimaan yang baik sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran stoikiometri. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Harnas et al. (2022) yang melaporkan bahwa e-modul stoikiometri memperoleh tingkat kelayakan tinggi serta dinilai mudah digunakan dan efektif dalam mendukung proses belajar siswa.

Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kualitas dan kelayakan e-modul berdasarkan data uji coba kepada siswa. Evaluasi mencakup uji validitas konstruk, uji reliabilitas instrumen, serta uji kelayakan bahan ajar berdasarkan respon siswa.

Uji Validitas Konstruk

Uji validitas dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen angket benar-benar mampu mengukur aspek yang seharusnya diukur. Validitas konstruk mengacu pada tingkat kesesuaian antara butir pernyataan dalam instrumen dengan konstruk atau variabel yang hendak diungkap (Sugiyono, 2013). Salah satu teknik yang digunakan untuk menguji validitas butir angket adalah korelasi Pearson Product Moment, yaitu dengan membandingkan nilai koefisien korelasi (r hitung) setiap butir dengan nilai r tabel pada taraf signifikansi tertentu.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Konstruk

Pernyataan	R hitung	R tabel	Keterangan
1	0,81762	0,361	Valid
2	0,8664	0,361	Valid
3	0,86964	0,361	Valid
4	0,81141	0,361	Valid
5	0,81471	0,361	Valid
6	0,88038	0,361	Valid
7	0,7501	0,361	Valid
8	0,85731	0,361	Valid
9	0,77127	0,361	Valid
10	0,91147	0,361	Valid

Menurut Arikunto (2014), suatu butir pernyataan dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel. Nilai r tabel ditentukan berdasarkan jumlah responden (n) dengan derajat kebebasan (df) = n − 2. Dalam penelitian ini, uji coba instrumen dilakukan kepada 30 siswa kelas X.6, sehingga diperoleh df = 28. Pada taraf signifikansi 5%, nilai r tabel yang digunakan sebagai acuan adalah sebesar 0,361.

Berdasarkan hasil perhitungan uji validitas menggunakan Microsoft Excel, diperoleh nilai r hitung untuk seluruh butir pernyataan angket berada pada rentang 0,750 hingga 0,911. Seluruh nilai tersebut lebih besar daripada r tabel (0,361), sehingga setiap butir pernyataan dinyatakan valid pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, instrumen angket yang digunakan telah memenuhi kriteria validitas konstruk dan layak digunakan untuk mengukur tanggapan siswa terhadap e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning*.

Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen dalam mengukur suatu variabel. Instrumen dikatakan reliabel apabila memberikan hasil yang relatif sama ketika digunakan pada kondisi yang serupa. Dalam penelitian ini, uji reliabilitas dilakukan menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*, karena metode ini efektif untuk mengukur konsistensi internal instrumen angket dengan skala Likert.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas

Nilai Acuan	Nilai *Cronbach's Alpha*	Kesimpulan
0,70	0,95050859	Reliabel

Menurut Guilford, suatu instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* ≥ 0,70 (Guilford, 1950). Berdasarkan hasil analisis data menggunakan Microsoft Excel, diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,9505. Nilai ini jauh melampaui batas minimal reliabilitas yang ditetapkan, sehingga instrumen angket memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen angket yang digunakan dalam uji coba e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning* memiliki konsistensi internal yang sangat baik dan dapat dipercaya sebagai alat pengumpulan data.

Uji Kelayakan

Uji kelayakan dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan dan penilaian siswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Penilaian kelayakan diperoleh dari hasil angket tanggapan siswa yang menggunakan skala Likert empat tingkat, yaitu Sangat Tidak Setuju (1), Tidak Setuju (2), Setuju (3), dan Sangat Setuju (4). Skor yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase kelayakan.

Tabel 6. Kriteria Uji Kelayakan

No	Persentase Kelayakan (%)	Kategori Kelayakan
1	n > 75%	Sangat Layak
2	50% < n ≤ 75%	Cukup Layak
3	25% < n ≤ 50%	Kurang Layak
4	n ≤ 25%	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh persentase kelayakan untuk setiap butir pernyataan berada pada rentang 73,33% hingga 81,67%. Mengacu pada kriteria kelayakan menurut Sugiyono, persentase kelayakan dengan nilai lebih dari 75% termasuk dalam kategori Sangat Layak, sedangkan persentase antara 50% hingga 75% termasuk dalam kategori "Cukup Layak" (Sugiyono, 2015).

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar butir pernyataan berada pada kategori "Sangat Layak", dan hanya beberapa butir yang berada pada kategori "Cukup Layak". Secara keseluruhan, hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa e-modul Stoikiometri berbasis *Discovery Learning* dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran, baik dari segi tampilan, kejelasan materi, kemudahan penggunaan, maupun kebermanfaatannya dalam membantu siswa memahami konsep stoikiometri. Hasil ini menegaskan bahwa proses pengembangan yang dilakukan melalui model ADDIE telah dilaksanakan secara sistematis dan sesuai dengan tahapan pengembangan dalam penelitian R&D, sebagaimana ditegaskan oleh

Syaadah et al. (2025) bahwa penggunaan kerangka ADDIE memungkinkan pengembangan media pembelajaran berlangsung secara terstruktur mulai dari tahap analisis hingga evaluasi.

Tabel 7. Hasil Uji Kelayakan

Pernyataan	Persentase Kelayakan (%)	Kategori Kelayakan
1	76,67	Sangat Layak
2	79,17	Sangat Layak
3	80,83	Sangat Layak
4	78,33	Sangat Layak
5	76,67	Sangat Layak
6	81,67	Sangat Layak
7	73,33	Cukup Layak
8	74,17	Cukup Layak
9	79,17	Sangat Layak
10	81,67	Sangat Layak

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan pada aspek isi, penyajian, kebahasaan, serta respons siswa. Dengan demikian, tujuan pengembangan pada tahap validasi dan uji coba terbatas dapat dinyatakan tercapai. Pada tahap analisis kebutuhan teridentifikasi bahwa siswa mengalami kesulitan memahami stoikiometri karena karakter konsepnya yang abstrak serta tuntutan ketelitian dalam perhitungan kuantitatif. Temuan ini menegaskan pentingnya bahan ajar yang tidak hanya menyajikan prosedur matematis, tetapi juga memvisualisasikan keterkaitan konsep secara sistematis. Pengembangan e-modul berbasis *Discovery Learning* menjadi relevan karena pendekatan ini menekankan konstruksi konsep melalui tahapan penemuan, bukan sekadar penerapan rumus secara mekanis.

Hasil validasi ahli yang berada pada kategori sangat valid menunjukkan bahwa struktur materi, ketepatan konsep, dan sistematika penyajian telah memenuhi standar kelayakan bahan ajar. Penyusunan materi secara berjenjang—mulai dari konsep mol hingga perhitungan stoikiometri yang lebih kompleks—merefleksikan kesinambungan logis antar konsep. Integrasi sintaks *Discovery Learning* dalam setiap bagian materi menjadi keunggulan produk karena memberikan kerangka berpikir yang terarah bagi siswa. Dari aspek tampilan dan kebahasaan, penilaian positif mengindikasikan bahwa desain visual dan bahasa yang komunikatif mendukung keterbacaan modul. Penyajian visual yang relevan diketahui dapat meningkatkan retensi dan transfer pengetahuan dibandingkan teks semata (Schwamborn et al., 2011). Selain itu, tata letak yang sistematis dan penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa membantu mengoptimalkan pemrosesan informasi serta meminimalkan beban kognitif berlebih (Damayanti & Putri, 2025).

Respons siswa pada tahap uji coba terbatas menunjukkan bahwa e-modul dinilai sangat layak sebagai bahan ajar pendukung. Siswa menilai bahwa contoh soal yang disertai langkah penyelesaian secara runtut membantu mereka memahami hubungan antara konsep mol, persamaan reaksi, dan perhitungan massa zat. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur penyajian yang dikembangkan mampu menjawab kebutuhan siswa terhadap bahan ajar yang lebih terarah dan mudah dipahami.

Meskipun penelitian ini belum menguji efektivitas e-modul melalui desain eksperimen pembelajaran di kelas, hasil validasi dan respons siswa menunjukkan bahwa produk memiliki potensi implementasi yang baik dalam pembelajaran berbasis *Discovery Learning*. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan bahan ajar digital yang terstruktur, sistematis, dan kontekstual sesuai kebutuhan pembelajaran stoikiometri di kelas X. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Harnas et al. (2022), Sidabutar & Dalimunthe (2025), serta Yerimadesi et al. (2022) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis pendekatan aktif memberikan dukungan signifikan terhadap kualitas pembelajaran. Secara keseluruhan, e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek kelayakan teknis, tetapi juga memiliki relevansi pedagogis sebagai alternatif bahan ajar yang mendorong pemahaman konsep secara lebih terstruktur, aktif, dan bermakna.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang dilaksanakan di SMAN 4 Bekasi pada siswa kelas X.6, dapat disimpulkan bahwa guru dan peserta didik memerlukan bahan ajar yang mampu memvisualisasikan konsep stoikiometri yang abstrak sekaligus membimbing siswa memahami prosedur perhitungan kimia secara bertahap dan bermakna. Kebutuhan tersebut menjadi landasan pengembangan e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang dirancang dengan alur materi yang sistematis, dilengkapi ilustrasi pendukung, contoh soal yang bervariasi, pembahasan langkah demi langkah, serta aktivitas penemuan yang mendorong keterlibatan aktif siswa.

Hasil uji coba terbatas pada siswa kelas X.6 menunjukkan bahwa mayoritas siswa memberikan respons positif terhadap e-modul yang dikembangkan. E-modul dinilai membantu dalam memahami keterkaitan konsep stoikiometri, mudah digunakan secara mandiri, serta mendukung pembelajaran kimia yang lebih terstruktur dan kontekstual. Dengan demikian, e-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran stoikiometri di kelas X.

SARAN

E-modul stoikiometri berbasis *Discovery Learning* yang telah memperoleh kategori sangat layak berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran kimia kelas X, baik untuk pembelajaran mandiri maupun sebagai penguatan materi di kelas. Agar manfaatnya optimal, guru perlu mengintegrasikan e-modul ini dengan strategi pembelajaran aktif yang selaras, sehingga tahapan *Discovery Learning* yang telah dirancang tidak berhenti pada aspek desain, tetapi benar-benar terimplementasi dalam dinamika pembelajaran.

Namun, penelitian ini masih terbatas pada pengujian kelayakan dan respons siswa, sehingga belum memberikan bukti empiris mengenai dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar atau pemahaman konseptual. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan desain eksperimen yang lebih komprehensif untuk menguji efektivitas produk secara kuantitatif. Selain itu, pengembangan berikutnya dapat mempertimbangkan penambahan fitur interaktif, seperti umpan balik otomatis atau simulasi visual, guna meningkatkan kualitas, interaktivitas, dan daya guna e-modul sebagai bahan ajar digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada guru pamong Kimia di SMAN 4 Bekasi yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta bantuan selama pelaksanaan penelitian dan uji coba bahan ajar. Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

Agapau, J. D. L., Ningsih, K., & Titin. (2024). Kajian Konseptual E-Modul Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, *10*(1), 81–93. https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v10i1.2399

Apriani, R., Harun*, A. I., Erlina, E., Sahputra, R., & Ulfah, M. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, *5*(4), 305–330. https://doi.org/10.24815/jipi.v5i4.23260

Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:190809753

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Bruner, J. S. (1974). *Toward a theory of instruction*. Harvard university press.

Chang, Y.-H., Chang, C.-Y., & Tseng, Y.-H. (2010). Trends of Science Education Research: An Automatic Content Analysis. *Journal of Science Education and Technology*, *19*(4), 315–331. https://doi.org/10.1007/s10956-009-9202-2

Damayanti, Y. D., & Putri, R. A. (2025). COGNITIVE LOAD REDUCTION STRATEGY IN LEARNING STOICHIOMETRY FOR 3T STUDENTS: AN APPROACH TO OVERCOMING COGNITIVE

LOAD IN CHEMISTRY NUMERATION. *International Journal of Active Learning*, *10*(1), 18–23. https://doi.org/10.15294/ijal.v10i1.22475

Guilford, J. P. (1950). *Fundamental statistics in psychology and education*.

Hanifah, S., Astuti, T. N., Stiawan, E., Puspita, R. A., Santika, G., & Sudariasri, V. Z. (2025). Fostering Pre-Service Vocational High School Teachers Conceptual Understanding of the Lambert-Beer Law in the Context of Electromagnetic Radiation-Solution Interaction. *Journal of Physics: Conference Series*, *3139*(1), 012089. https://doi.org/10.1088/1742-6596/3139/1/012089

Harnas, D. M., Oktavia, B., Azhar, M., Dewata, I., & Pikoli, M. (2022). Development of Guided Discovery Based Stoichiometry E-Modules to Improve Students' Science Literacy. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *23*(3), 930–940. https://doi.org/10.23960/jpmipa/v23i3.pp930-940

Kusuma, Y. Y., Aprinawati, I., & Sumianto, S. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Discovery Learning Di Sekolah Dasar. *Catha: Jurnal Penelitian Kreatif Dan Inovatif*, *1*(2), 93–98.

Muhimmatin, I., Viclara, D., Jannah, I. N., & Rahayu, S. (2025). Developing Discovery-Based Flip E-Module to Support Undergraduate Students Collaboration. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, *13*(3), 570–581. https://doi.org/10.33394/j-ps.v13i3.15499

N.F., I. A., Roesminingsih, M. V., & Yani, M. T. (2022). Pengembangan LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet untuk Meningkatankan Hasil Belajar IPS Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, *6*(5), 8153–8162. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3762

Puspita, R. A., Astuti, T. N., Hanifah, S., & Santika, G. (2025). STRATEGI PENGEMBANGAN PCK CALON GURU KIMIA BERBASIS CORE DAN PAP-ERS DALAM KONTEKS PEMBELAJARAN TERMOKIMIA. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, *8*(2), 158. https://doi.org/10.31602/dl.v8i2.20005

Qorinallah, S., & Bahriah, E. S. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Stoikiometri. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, *2*(1), 261–270. https://doi.org/10.64277/semnas.v2i1.195

Rutonga, R. (2017). *PENERAPAN MODEL DISCOVERY LEARNING UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR IPA*. *1*(2).

Safitri, T. R., & Dafit, F. (2025). Development of Interactive E-Modules for Elementary Students: Enhancing Learning Outcomes. *PrimaryEdu : Journal of Primary Education*, *9*(1), 51–67. https://doi.org/10.22460/pej.v9i1.5681

Santika, G., Hanifah, S., Astuti, T. N., & Puspita, R. A. (2025). BUKU AJAR BIOPLASTIK BERBASIS EKSPERIMEN SEBAGAI SUPLEMEN PEMBELAJARAN KIMIA BERORIENTASI TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN (SDGs). *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, *8*(2), 142. https://doi.org/10.31602/dl.v8i2.19879

Sartika, M., Rosalina, E., & Aswarliansyah, A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Kontekstual pada Pembelajaran IPA Kelas IV SD. *Journal of Elementary School (JOES)*, *6*(2), 199–208. https://doi.org/10.31539/joes.v6i2.7281

Schwamborn, A., Thillmann, H., Opfermann, M., & Leutner, D. (2011). Cognitive load and instructionally supported learning with provided and learner-generated visualizations. *Computers in Human Behavior*, *27*(1), 89–93. https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.028

Shadreck, M., Chukunoye Enunuwe, O., & Cape Peninsula University of Technology, Cape Town, South Africa. (2017). Problem Solving Instruction for Overcoming Students' Difficulties in Stoichiometric Problems. *Acta Didactica Napocensia*, *10*(4), 69–78. https://doi.org/10.24193/adn.10.4.8

Sidabutar, A. G., & Dalimunthe, M. (2025). Pengembangan E-Modul Kimia Berbantuan Exe-Learning Berbasis Pendekatan Discovery Learning Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Edukimia*, *7*(1). https://doi.org/10.24036/ekj.v7.i1.a571

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan: Reaserch & Development*. Alfabeta. https://books.google.co.id/books?id=G3DZzwEACAAJ

Syaadah, R. S., Paristiowati, M., Astuti, T. N., Hanifah, S., Salsabila, D., Agustin, F. S., & Alia, A. R. (2025). Development of an Interactive Learning Website Using a Deep Learning

Approach on Thermodynamics Material. *Journal of Physics: Conference Series*, *3139*(1), 012090. https://doi.org/10.1088/1742-6596/3139/1/012090

Yerimadesi, Wahyuni, Z. A., Andromeda, Guspatni, Pradipta, A., Khaira, U., & Mareza, A. (2022). Validity and Practicality of Guided Discovery Learning-Based Chemistry E-Module for Class XII High School. *Journal of Physics: Conference Series*, *2309*(1), 012092. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012092

Zakiah, I., Hidayah, F., Rosita, I., & Rahayu, A. P. (2025). *Jurnal Inovasi Pembelajaran dan Teknologi Modern*.