



---

**ANALISIS KEBUTUHAN GURU KIMIA TERHADAP E-MODUL BERBASIS  
*MULTIPLE REPRESENTATION* PADA MATERI PERKEMBANGAN STRUKTUR  
ATOM**

Alfiana Hasna Aisyah\*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia  
Cornelia Budimarwanti, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

\*email: [alfianahasna.2019@student.uny.ac.id](mailto:alfianahasna.2019@student.uny.ac.id) (*corresponding author*)

**Abstrak.** Transformasi digital dalam pendidikan menuntut guru memanfaatkan media pembelajaran inovatif. Salah satu yang potensial di kimia adalah e-modul berbasis *multiple representation* yang mengintegrasikan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik untuk memfasilitasi pemahaman konsep abstrak seperti struktur atom. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan guru kimia terhadap e-modul tersebut pada materi perkembangan struktur atom. Menggunakan pendekatan kualitatif dengan survei eksploratif melalui angket setengah terbuka kepada lima guru SMA, data dianalisis menggunakan *content analysis* secara interpretatif dan induktif. Hasil menunjukkan guru telah menerapkan Kurikulum Merdeka, menyadari tantangan mengajarkan materi abstrak, dan mayoritas menyatakan belum tersedia media yang mengintegrasikan *multiple representation* secara optimal. Guru menginginkan e-modul interaktif, mudah diakses, terstruktur, serta dilengkapi animasi, simulasi, dan video. Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan e-modul berbasis *multiple representation* sesuai kebutuhan guru untuk mendukung pembelajaran kimia yang bermakna dan kontekstual.

**Kata kunci:** *e-modul interaktif, multiple representation, struktur atom, kebutuhan guru, kurikulum merdeka*

**ANALYSIS OF CHEMISTRY TEACHERS' NEEDS FOR A MULTIPLE  
REPRESENTATION-BASED E-MODULE ON THE DEVELOPMENT OF ATOMIC  
STRUCTURE**

**Abstract.** The digital transformation in education demands that teachers utilize innovative learning media. In chemistry, one promising medium is a multiple representation-based e-module that integrates macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations to facilitate understanding of abstract concepts such as atomic structure. This study aims to analyze chemistry teachers' needs for such an e-module in teaching the development of atomic structure. Using a qualitative approach with an exploratory survey through semi-open questionnaires completed by five senior high school chemistry teachers, data were analyzed using content analysis with interpretative and inductive coding. The results show that teachers have implemented the Kurikulum Merdeka, recognize the challenges of teaching abstract content, and report that no media currently integrates multiple representations optimally. Teachers expressed the need for an interactive, accessible, and well-structured e-module equipped with animations, simulations, and videos. These findings highlight the

*importance of developing a multiple representation-based e-module that meets teachers' needs to support meaningful and contextual chemistry learning.*

**Keywords:** *interactive e-module, multiple representation, atomic structure, teacher needs, Independent Curriculum*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia pendidikan mengalami transformasi yang signifikan, terutama dalam menghadapi era globalisasi dan digitalisasi (Cigdemoglu, 2020). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital saat ini berlangsung sangat pesat (Purba et al., 2023). Perkembangan ini menuntut sistem pendidikan untuk lebih adaptif terhadap teknologi demi meningkatkan kualitas pembelajaran. Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan bukan hanya sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai strategi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dan efisien (Suan Ee et al., 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak signifikan terhadap dunia pendidikan (Bahri et al., 2022). Digitalisasi pendidikan memungkinkan berbagai inovasi dalam pengembangan bahan ajar, seperti e-modul interaktif yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja oleh peserta didik. Penggunaan e-modul dalam pembelajaran memiliki berbagai keunggulan, seperti fleksibilitas dalam akses, penyajian konten yang lebih menarik, serta kemampuan untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa (Azizah et al., 2022). Dalam pembelajaran kimia, e-modul menjadi solusi yang tepat untuk menjembatani tantangan dalam memahami konsep-konsep abstrak.

Dalam konteks pendidikan kimia, diperlukan pemahaman konsep yang mendalam agar peserta didik dapat menguasai materi secara komprehensif (Mufida et al., 2022). Namun, tantangan utama dalam pembelajaran kimia adalah sifat abstrak dari konsep-konsep yang diajarkan, seperti struktur atom yang tidak dapat diamati secara langsung (Gunawan & Rahmawan, 2023). Untuk menjembatani kesenjangan pemahaman ini, pendekatan multiple representation menjadi solusi yang efektif karena dapat menghubungkan tiga level representasi dalam kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Fauzi et al., 2019). Salah satu bentuk inovasi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia adalah pengembangan e-modul berbasis multiple representation, yang mengintegrasikan berbagai media interaktif untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Meskipun potensi e-modul sebagai bahan ajar berbasis teknologi sangat besar, penerapannya dalam pembelajaran kimia masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya integrasi antara berbagai level representasi dalam satu media pembelajaran, yang menyebabkan peserta didik kesulitan dalam menghubungkan konsep yang abstrak dengan fenomena yang lebih nyata (Gunawan & Rahmawan, 2023). Selain itu, masih banyak guru yang belum memiliki akses atau kemampuan dalam menggunakan e-modul interaktif berbasis teknologi dalam kegiatan belajar-mengajar (Mardhiyah et al., 2021). Kurangnya ketersediaan e-modul yang dirancang secara khusus untuk materi perkembangan model atom juga menjadi salah satu faktor (Hurrahman et al., 2022). Salah satu platform berbasis web yang menawarkan kemudahan bagi guru dalam menyediakan bahan ajar digital yang lebih interaktif dan mudah digunakan yaitu platform Google Sites (Salsabila & Aslam, 2022).

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, banyak e-modul yang dikembangkan masih bersifat tekstual dan kurang interaktif, sehingga belum sepenuhnya mampu mengakomodasi kebutuhan peserta didik dalam memahami konsep kimia yang kompleks (Fauzi et al., 2019). Beberapa penelitian telah membahas pengembangan e-modul dengan pendekatan tertentu, seperti e-modul berbasis inkuiri untuk materi ikatan kimia (Fauzi et al.,

2019) dan e-modul berbasis multiple representation untuk materi reaksi redoks (Gunawan & Rahmawan, 2023). Namun, penelitian terkait pengembangan e-modul berbasis multiple representation pada materi perkembangan model atom masih sangat terbatas. Hal ini menjadi celah penelitian yang perlu diisi, mengingat pemahaman tentang perkembangan model atom merupakan dasar bagi konsep-konsep kimia lainnya, seperti konfigurasi elektron dan reaktivitas unsur (Hartati & Eva Wijayanti, 2024). Oleh karena itu, penting untuk mengkaji kebutuhan guru terhadap e-modul berbasis multiple representation sebelum pengembangannya dilakukan agar hasilnya dapat lebih sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru kimia terhadap e-modul berbasis multiple representation pada materi perkembangan model atom. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam pengembangan e-modul interaktif berbasis multiple representation pada materi perkembangan atom.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode survei eksploratif. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru kimia terhadap e-modul berbasis multiple representation pada materi perkembangan struktur atom. Pendekatan survei eksploratif dilakukan untuk mendapatkan data deskriptif yang relevan terkait persepsi, kebutuhan, dan tantangan yang dihadapi guru kimia dalam mengintegrasikan teknologi berbasis e-modul ke dalam pembelajaran kimia.

### **Subjek Penelitian**

Subjek penelitian terdiri dari lima guru kimia SMA di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Pemilihan subjek didasarkan pada kriteria tertentu, yaitu guru yang aktif mengajar kimia di SMA dengan penerapan Kurikulum Merdeka pada kelas X serta terbiasa dengan penggunaan media pembelajaran digital dalam proses pembelajaran. Kriteria ini dipilih untuk memastikan bahwa responden memiliki pengalaman langsung dengan kurikulum dan materi yang relevan untuk penelitian ini.

### **Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan membuat instrumen penelitian berupa angket setengah terbuka. Angket tersebut terdiri dari beberapa butir pertanyaan terkait kebutuhan guru terhadap e-modul berbasis multiple representation. Pertanyaan yang dibuat dirancang untuk menggali aspek-aspek seperti pemahaman tentang Kurikulum Merdeka, tantangan dalam mengajarkan konsep abstrak kimia, serta preferensi terhadap fitur e-modul interaktif. Angket ini dikembangkan berdasarkan kajian literatur dari penelitian sebelumnya terkait dengan e-modul interaktif dalam pembelajaran kimia yang diadaptasi dari artikel jurnal oleh Putri (2024). Instrumen kemudian divalidasi oleh ahli sebelum digunakan untuk pengumpulan data. Validator ahli yaitu dosen pendidikan kimia. Validator menganalisis beberapa poin diantaranya yaitu (1) pemilihan dimensi, sub dimensi, dan butir pertanyaan; (2) konten pertanyaan yang tepat untuk digunakan; dan (3) tata bahasa. Apabila terdapat revisi dari validator, maka dilakukan perbaikan pada instrumen hingga layak untuk digunakan. Instrumen yang digunakan mencakup 5 dimensi yaitu penerapan kurikulum merdeka, pengetahuan dasar penggunaan e-modul interaktif, pembelajaran perkembangan struktur atom di SMA, pengaplikasian multiple representation, dan karakteristik e-modul interaktif. Kisi-kisi berupa dimensi, subdimensi, dan butir pertanyaan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kisi-kisi instrumen angket

Dimensi	Sub Dimensi	Nomor Pertanyaan	Pertanyaan
Penerapan Kurikulum Merdeka	Implementasi kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia	1	Apakah kurikulum merdeka telah diterapkan di sekolah tempat Bapak/Ibu mengajar? Jika ya, bagaimana penerapannya dalam pembelajaran kimia?
	Penggunaan media pembelajaran dalam kurikulum merdeka	2	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan media pembelajaran digital dalam pembelajaran kimia? Jika ya, media apa yang digunakan dan bagaimana efektivitasnya?
	Kendala dalam penerapan kurikulum merdeka	3	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan media pembelajaran digital dalam pembelajaran kimia? Jika ya, media apa yang digunakan dan bagaimana efektivitasnya?
Pengetahuan Dasar Penggunaan E Modul Interatif	Pemahaman guru tentang e-modul interaktif	4	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang e-modul interaktif? Jika ya, bagaimana pemahaman Bapak/Ibu mengenai manfaat e-modul dalam pembelajaran kimia?
	Pengalaman menggunakan E-Modul dalam pembelajaran	5	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran kimia? Jika ya, sebutkan contohnya.
	Tantangan dalam penggunaan e-modul	6	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran kimia? Jika ya, sebutkan contohnya.
Pembelajaran Perkembangan Struktur Atom di SMA	Kesulitan dalam mengajarkan materi struktur atom	7	Apakah Bapak/Ibu mengalami kesulitan dalam mengajarkan materi perkembangan struktur atom kepada siswa? Jika ya, apa saja tantangan yang dihadapi?
	Strategi yang digunakan dalam mengajarkan struktur atom	8	Strategi apa yang biasanya Bapak/Ibu gunakan dalam mengajarkan materi perkembangan struktur atom?
	Kebutuhan sumber belajar tambahan untuk struktur atom	9	Apakah Bapak/Ibu merasa perlu adanya sumber belajar tambahan seperti e-modul untuk membantu pembelajaran struktur atom? Jika ya, fitur apa yang diharapkan dari e-modul tersebut?
Pengaplikasian Multiple representation dalam Pembelajaran	Pemahaman guru tentang multiple representation	10	Apakah Bapak/Ibu mengetahui konsep multiple representation dalam pembelajaran kimia? Jika ya, bagaimana penerapan konsep ini dalam pembelajaran yang Bapak/Ibu lakukan?
	Penerapan multiple representation dalam pembelajaran	11	Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan pendekatan multiple representation (makroskopik, submikroskopik, simbolik) dalam pembelajaran struktur atom? Jika ya, berikan contohnya
	Manfaat multiple representation bagi pemahaman siswa	12	Menurut Bapak/Ibu, bagaimana pendekatan multiple representation dapat membantu siswa memahami konsep struktur atom yang abstrak?
Karakteristik E Modul Interaktif	Fitur interaktif yang diinginkan	13	Menurut Bapak/Ibu, fitur interaktif apa yang paling efektif dalam e-modul untuk materi perkembangan struktur atom (misalnya, animasi, simulasi, video)?
	Format penyajian dalam e-modul	14	Menurut Bapak/Ibu, bagaimana format penyajian materi dalam e-modul yang paling efektif untuk meningkatkan

Dimensi	Sub Dimensi	Nomor Pertanyaan	Pertanyaan
	Preferensi tampilan dan navigasi	15	pemahaman siswa dalam materi struktur atom? Bagaimana preferensi Bapak/Ibu terkait tampilan visual dan kemudahan navigasi dalam e-modul agar lebih menarik dan mudah digunakan oleh siswa?

## ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dari angket dianalisis menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) dengan pendekatan interpretative coding dan inductive coding. Proses analisis dimulai dengan tahap pengkodean data, dimana jawaban responden dikelompokkan ke dalam kategori tematik yang sesuai dengan fokus penelitian. Pengkodean ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola atau kecenderungan jawaban responden mengenai kebutuhan terhadap e-modul berbasis multiple representation dalam pembelajaran struktur atom. Selanjutnya, dilakukan perhitungan statistika deskriptif terhadap frekuensi dan persentase setiap kategori kode. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai seberapa sering suatu tema atau kebutuhan muncul dalam jawaban responden. Terakhir, data kuantitatif kemudian diinterpretasikan secara naratif untuk mengetahui kebutuhan guru terhadap e-modul berbasis multiple representation. Proses interpretasi ini melibatkan identifikasi pola-pola yang dominan, perbedaan pandangan antar responden, serta implikasi dari temuan tersebut terhadap pengembangan e-modul yang efektif dan sesuai dengan kondisi lapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari temuan penelitian yang telah dilakukan. Hasil dari analisis isi dilakukan dengan menganalisis butir-butir pertanyaan sesuai dengan tema yang telah ditentukan. Terdapat 15 pertanyaan yang terdiri dari pertanyaan terbuka dan semi terbuka. Pertanyaan tersebut terdiri dari 5 aspek dimensi yaitu penerapan kurikulum merdeka, pengetahuan dasar penggunaan e-modul interaktif, pembelajaran perkembangan struktur atom di SMA, pengaplikasian multiple representation, dan karakteristik e-modul interaktif. Penyajian hasil analisis kebutuhan guru kimia disajikan secara deskriptif berdasarkan analisis data angket yang telah diisi oleh lima responden guru kimia. Data diorganisir sesuai dengan dimensi pertanyaan dalam instrumen penelitian. Penerapan Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Kimia Analisis terkait penerapan Kurikulum Merdeka oleh guru kimia mencakup implementasi di sekolah, penggunaan media pembelajaran digital, dan kendala yang dihadapi. Pertanyaan ini bertujuan untuk mengetahui apakah Kurikulum Merdeka telah diterapkan di sekolah tempat responden mengajar dan bagaimana bentuk penerapannya dalam pembelajaran kimia. Seluruh responden (100%) menyatakan bahwa Kurikulum Merdeka sudah diterapkan di sekolah masing-masing. Hasil jawaban mengenai bentuk penerapan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penerapan Kurikulum Merdeka di Sekolah

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Sudah diterapkan	5	100%

Semua guru (100%) menyatakan telah menerapkan Kurikulum Merdeka di sekolahnya (Tabel 2). Misalnya, guru menyebutkan pengelompokan mata pelajaran menjadi fase dan integrasi dengan profil pelajar Pancasila (T2). Hal ini menunjukkan bahwa kebebasan

merancang pembelajaran telah dioptimalkan. Berikut kutipan representatif: “T2: Ya. Sudah dilakukan pengelompokan mata pelajaran menjadi MIPA dan IPS pada kelas XI, sudah diterapkan Kurikulum Merdeka pada kelas XI, sudah diterapkan penggunaan Modul Ajar sebagai perangkat pembelajaran.”

Pengetahuan dan Pengalaman Guru Terkait E-Modul Interaktif Sebanyak 3 guru (60%) pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran kimia, sedangkan 2 guru (40%) belum pernah yang tercantum dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Penggunaan E-Modul Interaktif Kimia

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Pernah menggunakan e-modul	3	60
Belum pernah	2	40

Contoh penggunaan yang disebutkan adalah e-modul Kemdikbud (T1, T2, T5). Kendala utama penggunaan e-modul berkaitan dengan akses teknologi: 3 guru menyebut masalah jaringan/internet dan keterbatasan sarana (T1, T2, T5), serta 1 guru menyatakan kesulitan memantau pemahaman siswa (T3) dan 1 guru menyebut sumber e-modul yang sedikit (T4) (Tabel 2). Kutipan representatif: “T1: Kestabilan jaringan.” (kendala) “T2: Harus mempelajari cara menggunakannya dan terkadang jaringan juga tidak selalu bagus.

Pembelajaran Materi Perkembangan Struktur Atom di SMA Tiga guru (60%) mengaku mengalami kesulitan mengajarkan materi perkembangan struktur atom yang tercantum dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Kesulitan Mengajarkan Struktur Atom

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Ya (mengalami kesulitan)	3	60
Tidak	2	40

Tantangan yang disebutkan terutama karena konsep struktur atom bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan (T2, T3, T5). Sebagai ilustrasi: “T2: Harus memahamkan bentuk dan tatanan struktur atom yang tidak bisa diamati langsung.” “T5: Materinya yang abstrak.” Strategi pembelajaran yang biasa digunakan adalah diskusi kelas, latihan soal, dan penggunaan media visual (gambar/video atau model 3D) (T1–T5). Misalnya, guru memaparkan: “T5: Dengan membuat siswa berdiskusi, dan dengan media pembelajaran seperti gambar dan video.” Kemudian seluruh responden (100%) merasa perlu adanya sumber belajar tambahan untuk materi perkembangan struktur atom. Fitur yang diharapkan dirangkum pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kebutuhan Konten E-Modul Struktur Atom

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Media visual (gambar, video, animasi)	5	100
Latihan soal	2	40

Pemahaman dan Penerapan Multiple representation dalam Pembelajaran Kimia Kelima guru (100%) mengetahui konsep multiple representation. Tiga guru (60%) pernah menerapkannya dalam pembelajaran struktur atom, sedangkan dua lainnya belum. Tabel 6 menunjukkan frekuensi penerapan: guru yang pernah menerapkan (kode “Ya”) sebanyak 3 responden (60%).

**Tabel 6.** Pendekatan multiple representation yang diterapkan

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Pernah menerapkan (Ya)	3	60
Belum menerapkan (Tidak)	2	40

Contoh penerapan adalah penggunaan model 3D, gambar, dan video struktur atom (T1, T4, T5):

“T1: Menampilkan model 3D struktur atom.”

“T5: Dengan menunjukkan video dan model 3D struktur atom.” Semua guru menyatakan pendekatan representasi ganda sangat membantu pemahaman konsep abstrak struktur atom (Tabel 5, Gambar 5). Misalnya: “T2: Membantu karena membuat siswa melihat dari berbagai sisi.” “T4: Sangat membantu memahamkan materi untuk siswa.”

Karakteristik E-Modul Interaktif yang Diharapkan untuk Materi Perkembangan Struktur Atom Dalam hal karakteristik untuk fitur e-modul yang efektif dan interaktif, kelima guru (100%) sepakat bahwa animasi, simulasi, dan video adalah yang paling efektif untuk materi struktur atom. Tabel 7 mengilustrasikan preferensi penyajian materi dalam e-modul: semua guru (100%) menyarankan format yang “runtut” (pendahuluan – materi inti – penutup) agar mudah dipahami.

**Tabel 7.** Format Penyajian Materi dalam E-Modul

Keterangan	Frekuensi	Presentase
Materi disusun runtut (pendahuluan-inti-penutup)	4	80
Sistematika lengkap dengan pendahuluan dan penutup	1	20

Contoh masukan guru: “T2: Materinya runtut dari awal sampai akhir, ada tes yang mengecek pemahaman siswa.” “T5: Yang sesuai dengan CP, runtut, dan ada gambar dan video untuk membantu belajar siswa.” Tampilan e-modul ideal menurut guru adalah sederhana dengan petunjuk penggunaan jelas, serta dilengkapi gambar/video/animasi menarik. Kutipan: “T2: Yang sederhana, dan petunjuk cara penggunaannya jelas dan mudah dibuka.” “T5: Diberi petunjuk arahan yang jelas, menggunakan animasi yang menarik.”

## PEMBAHASAN

Hasil Penelitian ini menemukan guru sangat menghargai penggunaan media visual dan interaktif dalam e-modul kimia untuk materi struktur atom. Hal ini sejalan dengan temuan Putri & Handayani (2025) yang menunjukkan guru mengharapkan desain modul interaktif, pemanfaatan media visual, dan pengayaan materi melalui video. Sebagaimana T1–T5 mengusulkan animasi, simulasi, dan video (Tabel 5), hasil ini sesuai dengan penelitian dari Putri (2025) yang juga menekankan pentingnya konten visual agar konsep kimia abstrak lebih mudah dipahami.

Selain itu, responden guru menyarankan format modul yang berstruktur runtut (pendahuluan-materi-penutup), mendukung prinsip keterurutan konten yang memudahkan siswa memahami materi secara bertahap. Pendekatan multiple representation terbukti penting. Seluruh guru menyatakan bahwa pendekatan ini sangat membantu pemahaman siswa (Tabel 6), konsisten dengan kajian Achmaliya et al. (2016) yang menemukan penggunaan ketiga level representasi (makro, submikro, simbolik) dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Oleh karena itu, pengembangan e-modul perlu memadukan ketiga representasi tersebut, misalnya melalui gambar mikroskopis, animasi molekul, dan notasi simbolik, agar siswa dapat menghubungkan gambaran abstrak dengan fenomena nyata.

Kendala yang dihadapi guru terkait e-modul yaitu pada akses teknologi dan pelatihan penggunaannya. Hasil ini sesuai dengan pandangan bahwa infrastruktur dan literasi digital guru perlu diperhatikan dalam implementasi e-modul. Boholano (2017) menekankan pembelajaran efektif abad 21 melalui pemanfaatan teknologi, sehingga ketersediaan e-modul dan pelatihan penggunaan menjadi faktor penunjang utama. Selain itu, guru menggarisbawahi sifat materi struktur atom yang abstrak sebagai tantangan utama (Tabel 4). Hal ini sejalan

dengan kajian sebelumnya yang menyatakan konsep kimia abstrak sering menimbulkan kesulitan pemahaman siswa.

Representasi visual dan interaktif dalam e-modul diharapkan dapat menjembatani gap ini. Secara keseluruhan, temuan mengimplikasikan perlunya kolaborasi antara pengembang modul dan guru. E-modul berbasis multiple representation yang efektif harus dirancang sesuai kebutuhan guru: interaktif, kaya media visual, dan terstruktur jelas. Hasil ini memperkuat pentingnya mengintegrasikan teori multiple representation dalam pengembangan bahan ajar kimia, serta mendukung literatur bahwa e-modul interaktif meningkatkan pemahaman konsep yang sulit melalui visualisasi. Dengan demikian, modul yang dikembangkan sebaiknya mencakup fitur-fitur tersebut, yang sesuai dengan ekspektasi guru dalam penelitian ini dan penelitian terdahulu.

Proses analisis kebutuhan yang mendalam seperti yang dilakukan dalam penelitian ini, diikuti dengan pengembangan e-modul yang responsif terhadap temuan-temuan tersebut, dapat menjadi model yang bermanfaat bagi pengembangan bahan ajar digital lainnya, tidak hanya untuk materi kimia tetapi juga untuk disiplin ilmu lain, terutama dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka yang terus berkembang

## **SIMPULAN**

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan terhadap lima guru kimia SMA, dapat disimpulkan bahwa terdapat kebutuhan yang signifikan untuk pengembangan e-modul berbasis multiple representation pada materi perkembangan struktur atom. Guru telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka namun menghadapi kendala utama berupa keterbatasan sumber belajar yang mendukung dan kesulitan dalam meningkatkan keaktifan serta kemandirian siswa. Materi perkembangan struktur atom diakui bersifat abstrak dan menjadi tantangan dalam pembelajaran, sehingga guru sangat membutuhkan sumber belajar tambahan yang dapat memvisualisasikan konsep-konsep tersebut secara efektif.

Para guru menunjukkan pemahaman yang baik mengenai konsep multiple representation dan meyakini bahwa pendekatan ini sangat bermanfaat untuk membantu siswa memahami materi abstrak seperti struktur atom, dengan harapan dapat memperjelas konsep dan menyajikannya dari berbagai sisi. Terkait karakteristik e-modul yang diharapkan, guru secara konsisten menginginkan fitur-fitur interaktif seperti animasi, simulasi, dan video untuk memvisualisasikan konsep. Selain itu, e-modul diharapkan memiliki format penyajian materi yang runtut, jelas, sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP), dilengkapi evaluasi, serta memiliki tampilan visual yang menarik dengan navigasi yang mudah.

Dengan demikian, pengembangan e-modul berbasis multiple representation pada materi perkembangan struktur atom sangat relevan dan dibutuhkan untuk menjawab kebutuhan guru, mengatasi kesulitan belajar siswa terhadap konsep abstrak, serta mendukung implementasi Kurikulum Merdeka secara lebih optimal.

Keterbatasan dari penelitian ini adalah hanya memberikan sudut pandang kebutuhan produk dari perspektif guru. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk melibatkan perspektif siswa dan melakukan uji coba produk guna memastikan efektivitas dan kesesuaian e-modul yang dikembangkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Azizah, Satria Dewi Pendit, S., Riska Mentu, J. S., & Andhika Pratama, R. (2022). Pengembangan e-modul kapiler praktikum ipa berbasis android development of ipa practicum kapiler e-module android based. 8(2).
- Bahri, S., Octavia Rosa, F., Hidayatullah Al Arifin, D., & Prihandono, E. (2022). Pengembangan e-modul berbasis web aplikasi pada materi gelombang kelas XI.

- Cigdemoglu, C. (2020). Flipping The Use of Science-Technology and Society Issues as Triggering Students' Motivation and Chemical Literacy. *Science Education International*, 31(1), 74–83. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.8>
- Fauzi, H., Farida, I., Sukmawardani, Y., & Irwansyah, F. S. (2019). The making of e-module based in inquiry on chemical bonding concept with representation ability oriented. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055059>
- Gunawan, N., & Rahmawan, S. (2023). Chemical Learning Module Based on Multiple representations of Redox Materials. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 8(1), 69–80. <https://doi.org/10.15575/jtk.v8i1.23075>
- Hartati, A., & Eva Wijayanti, I. (2024). Development of chemistry teaching module based on differentiation learning to improve student learning outcomes on atomic structure material. *Spin-Jurnal Kimia & Pendidikan* <https://doi.org/10.20414/spin.v6i2.11280> KIMIA, 6(2), 214–225.
- Hurrahman, M., Erlina\*, E., Melati, H. A., Enawaty, E., & Sartika, R. P. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi Dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Pembelajaran Materi Bentuk Molekul. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(1), 89–114. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i1.22579>
- Mardhiyah, H. R., Aldriyani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813> 12(1), 29–40.
- Mufida, L., Subandowo, M., Gunawan, W., & Pascasarjana, S. (2022). Pengembangan e modul kimia pada materi struktur atom untuk meningkatkan hasil belajar.
- Purba, J., Panggabean, F. T. M., Widarma, A., & Sutiani, A. (2023). Development of Online General Chemistry Teaching Materials Integrated with HOTS-Based Media Using the ADDIE Model. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 155–159. <https://doi.org/10.7753/ijcatr1105.1001>
- Salsabila, F., & Aslam, A. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Google Sites pada Pembelajaran IPA Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6088–6096. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3155>
- Suan Ee, L., Xiaochen, Y., Ibrahim, N., & Surif, J. (2020). The Development of Problem-Based Learning Module Using ADDIE Model for Physical and Online Secondary Chemistry Education Classroom. <https://doi.org/10.11113/sh.v14n3-2.2020>.