



Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia

Laman Jurnal: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/index>



Pengembangan E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik

Development of Intertextual-based E-module on Corrosion Material to Improve Students' Representational Competence

Oleh:

Naura Tsabita Salsabila Azizah¹, Wiji^{1*}, Galuh Yuliani¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Correspondence email: maswiji@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi yang dapat meningkatkan kemampuan representasional peserta didik. Penelitian dilakukan dengan menerapkan lima langkah pertama model *Research and Development* (R&D) menurut Borg dan Gall yaitu penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan pengembangan produk, pengembangan produk awal, uji coba terbatas, dan revisi atau perbaikan produk awal. Instrumen yang digunakan adalah lembar analisis deskripsi e-modul, instrumen uji kelayakan pada aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media, *pretest-posttest* uji kemampuan representasional, serta angket tanggapan pendidik mata pelajaran kimia dan peserta didik. Partisipan penelitian ini berjumlah 10 orang peserta didik yang telah mempelajari materi korosi dan elektrokimia di SMA. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah 1) e-modul yang dikembangkan memiliki karakteristik *self-instructional*, *self-contained*, *stand-alone*, *adaptive*, dan *user friendly* sehingga baik dan menarik; juga berbasis intertekstual dan terintegrasi multimedia, 2) e-modul yang dikembangkan dinilai layak ditinjau dari aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media menurut para ahli di bidangnya masing-masing dengan sejumlah perbaikan, 3) kemampuan representasional peserta didik meningkat setelah menggunakan e-modul yang dikembangkan, dan 4) e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi memperoleh tanggapan dengan kategori sangat baik dari pendidik mata pelajaran kimia dan peserta didik, masing-masing dengan persentase sebesar 90,71% dan 91,47%.

ABSTRACT

This research aims to produce intertextual-based e-module on corrosion that improves students' representational competence. This research carried out the first five steps out

Info artikel:

Diterima: 13 Januari 2025
Direvisi: 17 Februari 2025
Disetujui: 10 Maret 2025
Terpublikasi *online*: 29 Maret 2025
Tanggal publikasi: 1 April 2025

Kata Kunci:

E-modul,
Intertekstual,
Kemampuan representasional,
Korosi.

Key Words:

*Corrosion, E-module, Intertextual,
Representational competence.*

of all ten steps of the Research and Development (R&D) model according to Borg and Gall, which is research and information collecting, planning, develop preliminary form of product, preliminary field testing, dan main product revision. Instruments used in this research are e-module description analysis sheets, feasibility test sheets on the substance, instructional method, linguistics, and media aspects, pretest-posttest sheets to test representational competence, and feedback questionnaire to chemistry teachers and students. The results obtained from this research are 1) the developed e-module has the characteristics of self-instructional, self-contained, stand-alone, adaptive, dan user friendly so that it can be stated as good and attractive, also intertextual-based and multimedia integrated, 2) the developed e-module meets the feasibility tests on aspects of substance, instructional methods, language, and media according to experts in their respective fields with some improvements, 3) students' representational competence improves after using the developed e-module, and 4) the intertextual-based e-module on corrosion material developed received very good responses from chemistry teachers and students, with a percentage of 90.71% and 91.47%, respectively.

1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu sains yang tergolong sulit karena konsepnya bersifat abstrak dan kompleks sehingga menimbulkan kesulitan dalam mempelajari dan memahami materi kimia (Stojanovska, et al, 2017). Kimia juga dianggap sulit karena pengertian dan pemahaman konsep kimia membutuhkan kemampuan untuk merepresentasikan fenomena kimia ke dalam tiga level representasi atau multi representasi (*multiple representation*), yaitu level makroskopis, level submikroskopis, dan level simbolis (Johnstone, 1993).

Apabila ketiga level representasi kimia dihubungkan, konstruksi pengertian dan pemahaman peserta didik dapat terbangun dengan utuh (Suparwati, 2022). Hal tersebut direfleksikan melalui pemahaman terhadap fenomena dan keterkaitan representasi antar level dalam ilmu kimia yang dipandang sebagai hubungan intertekstual (Wu, 2003). Hubungan intertekstualitas dapat membantu peserta didik membangun dan mengenali konsep kimia yang abstrak dengan fenomena yang ada (Ryu, et al, 2018).

Keberhasilan peserta didik dalam mempelajari kimia ditunjukkan oleh kemampuan representasional sehingga sangat penting dikembangkan (Sari & Helsy, 2018). Kemampuan representasional merupakan kemampuan peserta didik dalam menggunakan representasi untuk membangun pemahaman kimia dengan membentuk kebermaknaan representasi dan merefleksikannya menggunakan berbagai representasi (Kozma & Russell, 2005). Dengan demikian, kemampuan representasional berkaitan erat dengan intertekstual. Peserta didik yang memiliki *representational competence* yang buruk kesulitan dalam memahami konsep pada berbagai disiplin ilmu sains termasuk kimia (Karonen, et al, 2021; Kozma, et al, 2000; Kurniawati, et al, 2023).

Salah satu materi kimia yang dianggap sulit adalah materi korosi. Korosi merupakan istilah yang biasa digunakan pada fenomena kerusakan logam secara elektrokimia (Overby & Chang, 2022). Materi korosi ini membutuhkan pembelajaran secara mendalam karena meliputi reaksi redoks dan konsep elektrokimia (Rahma, et al, 2023). Reaksi redoks sulit dipahami oleh peserta didik karena dikonstruksi oleh konsep-konsep abstrak yang memerlukan pemahaman yang mendalam pada tingkat submikroskopis (Wiji, et al, 2021). Peserta didik juga mengalami kesulitan dalam memahami konsep korosi pada fenomena korosi logam karena memuat aspek submikroskopis konsep redoks (Hatimah & Khery, 2021). Kesulitan pemahaman pada materi

korosi dapat mengakibatkan terjadinya miskonsepsi, seperti anggapan peserta didik bahwa karat pada besi merupakan reaksi antara besi-oksigen saja (Barke, et al, 2009).

Praktisi pendidikan mengencarkan penggunaan media pembelajaran elektronik seperti *e-book*, *game* edukasi, simulasi *dry lab*, video pembelajaran, dan e-modul untuk membantu peserta didik memahami materi kimia yang dirasa sulit. Media dapat digunakan dalam pembelajaran untuk menyampaikan pesan, merangsang pikiran, membangkitkan semangat, perhatian, dan keinginan peserta didik untuk belajar (Angkowo & Kosasih, 2007). Alat bantu multimedia telah terbukti sangat efektif membangun pertautan antar tiga level representasi (Irby, et al, 2017) dan kemampuan representasional peserta didik (Kozma & Russell, 2005).

E-modul merupakan bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis dalam format elektronik yang interaktif lengkap dengan video, animasi, dan audio untuk memperkaya pengalaman belajar (Kemendikbud, 2017). Layaknya modul pembelajaran, e-modul yang baik dan menarik bersifat *self-instructional* (instruksi yang jelas), *self-contained* (materi pembelajaran yang dapat dipelajari sendiri), *stand-alone* (tidak bergantung pada bahan ajar lainnya), *adaptive*, dan *user friendly* (mudah digunakan) (Asrial, et al, 2020; Perdana, et al, 2017). E-modul juga dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta didik melalui komputer atau gawai sehingga lebih praktis dan dapat diakses kapan saja dan dimana saja (Raqiztya & Agung, 2022).

Sejumlah e-modul berbasis intertekstual telah dikembangkan, diantaranya pada materi kesetimbangan kimia (Yuliani, 2021 dan Harza, 2021), laju reaksi (Manulang, et al, 2020), dan larutan elektrolit dan nonelektrolit (Azizah, 2022) dengan mempertimbangkan aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media terbukti mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dan mendapatkan tanggapan positif baik dari validator, pendidik, maupun peserta didik. Beberapa e-modul pada materi korosi seperti yang telah dikembangkan oleh Mariana (2019), Wiyati (2020), dan Ujatmiko (2021) masih belum memaksimalkan penggunaan multimedia untuk menyajikan fenomena dan belum menggunakan sumber referensi terkini. Penjelasan dalam ketiga e-modul tersebut juga masih lebih terfokus pada level makroskopis dan simbolik terutama pada pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dan metode pencegahannya, sangat kurang memberikan penjelasan pada level submikroskopis-nya sehingga belum menekankan pada pertautan ketiga level representasi kimia.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka penting dilakukan “**Pengembangan E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik**”.

2. METODOLOGI

Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D) menggunakan model menurut Borg & Gall (2007). Desain model *Research and Development* (R&D) yang dikembangkan oleh Borg & Gall digunakan dalam penelitian di bidang pendidikan, seperti pada proses pembuatan dan validasi bahan ajar. Terdapat sepuluh tahapan pada model ini meliputi: 1) penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*), 2) perencanaan pengembangan produk (*planning*), 3) pengembangan produk awal (*develop preliminary form of product*), 4) uji coba terbatas (*preliminary field testing*), 5) revisi atau perbaikan produk awal (*main product revision*), 6) uji coba produk yang telah disempurnakan/revisi (*main field testing*), 7) revisi/penyempurnaan terhadap hasil uji coba lebih luas (*operational product revision*), 8) pengujian produk yang telah disempurnakan (*operational field testing*), 9) pengujian produk yang telah

dikembangkan guna menghasilkan produk akhir (*final product revision*), 10) penyebaran dan implementasi (*dissemination and implementation*). Penelitian ini dilakukan hanya sampai tahap kelima yaitu tahap revisi produk awal setelah uji coba terbatas.

Partisipan pada uji kelayakan e-modul aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media dilakukan oleh ahli pada bidangnya masing-masing. Subjek penelitian untuk uji coba terbatas adalah 10 orang peserta didik yang sudah mempelajari materi elektrokimia di SMA dan uji coba dilakukan secara daring. Peserta didik yang melakukan uji coba kemudian juga diminta tanggapannya mengenai e-modul yang dikembangkan bersama dua orang pendidik mata pelajaran kimia yang mengajar di SMA di Kota Bandung dan Kota Bali. Instrumen yang digunakan adalah lembar uji kelayakan e-modul aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media, lembar pretest-posttest kemampuan representasional peserta didik, dan angket tanggapan peserta didik dan pendidik. Teknik analisis data kualitatif yang diperoleh dari deskripsi produk awal e-modul, uji kelayakan, dan hasil *pretest* dan *posttest* dari uji coba terbatas kepada peserta didik, serta deskripsi revisi produk dilakukan dengan menggunakan model Miles dan Huberman yaitu dengan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi (Sugiyono, 2014). Data yang diperoleh dari hasil tanggapan pendidik dan peserta didik diolah menjadi data interval menggunakan skala Likert sesuai kriteria Sugiyono (2014), kemudian dihitung persentasenya dan diinterpretasikan untuk menentukan kualitas produk berdasarkan kriteria Riduwan (2014) yaitu 0%–20% sangat tidak baik, 21%–40% tidak baik, 41%–60% sedang, 61%–80% baik, dan 81%–100% sangat baik.

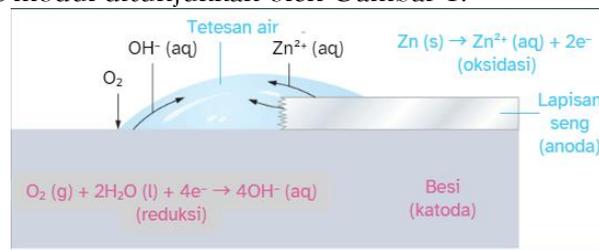
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kriteria Produk Awal E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik

E-modul dikembangkan pada materi korosi berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) fase F kelas XII yang tercantum dalam SK Kepala Badan Standar, kurikulum, dan asesmen pendidikan kemendikbudristek nomor 032/H/KR/2024. Penyusunan e-modul dilakukan berdasarkan pedoman penulisan e-modul dari buku Teknik Penyusunan E-modul (Depdiknas, 2008) dan Pedoman Penyusunan E-modul (Kemendikbud, 2017). Format e-modul yang dikembangkan berupa *flipbook* pada *platform Heyzine* yang dapat diakses secara *online*. E-modul yang baik dan menarik memiliki karakteristik *self-instructional*, *self-contained*, *stand-alone*, *adaptive*, dan *user friendly* (Depdiknas, 2008; Kemendikbud, 2017).

Kriteria sebuah e-modul dapat dikatakan bersifat *self-instructional* adalah memuat tujuan yang jelas, materi dikemas dalam unit kecil spesifik, menyediakan contoh dan ilustrasi, menampilkan soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya, bersifat kontekstual, menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif, memungkinkan pengguna melakukan *self-assessment* dan memperoleh umpan balik, serta menyediakan informasi referensi yang digunakan. E-modul yang dikembangkan memuat tujuan yang jelas, spesifik, dan terukur serta dikembangkan dari CP Fase F Kimia Kelas XII Kurikulum Merdeka. ATP turunannya yaitu menganalisis proses korosi pada logam, menganalisis cara-cara pencegahan korosi, mengajukan gagasan metode pencegahan korosi berdasarkan penyebab proses korosi, dan menentukan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya proses korosi. Pada produk awal e-modul, bagian inti terdiri dari tiga unit atau kegiatan pembelajaran, yaitu proses korosi pada logam, metode pencegahan korosi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi. E-modul juga

dilengkapi sejumlah gambar dan video baik dalam menyajikan fenomena maupun ilustrasi. Contoh ilustrasi pada e-modul ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi korosi pada besi galvanis (diadaptasi dari Whitten, et al, 2013)

E-modul yang dikembangkan disusun dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif dengan mengacu pada KBBI dan EYD edisi V, juga menggunakan contoh-contoh yang dekat dengan kehidupan peserta didik sehari-hari, seperti fenomena paku yang berkarat, wajan, jembatan, dan sebagainya. Referensi yang digunakan seluruhnya terdapat pada bagian daftar pustaka e-modul. Tugas mandiri dan tes formatif terdapat pada setiap kegiatan pembelajaran, dengan dilengkapi evaluasi setelah seluruh materi pada e-modul disajikan. E-modul juga memfasilitasi *self-assessment* pada bagian umpan balik seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.

Umpan Balik

Cocokanlah hasil Anda dengan kunci jawaban yang ada pada bagian paling belakang. Hitunglah skor Anda pada skala 1-100 dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{Jumlah soal}} \times 100$$

Tingkat penguasaan:

- 90 - 100 : sangat baik
- 80 - 89 : baik
- 70 - 79 : cukup
- < 70 : kurang

Jika skor Anda mencapai >80 pada skala 1-100, maka Anda telah tuntas mempelajari kegiatan pembelajaran ini. Jika skor Anda belum mencapai 80, Anda perlu mengulang kembali Kegiatan Pembelajaran 2 agar dapat memahami dan menguasai materi dengan lebih baik.

Gambar 2. Tampilan bagian umpan balik pada produk awal e-modul

Sebuah e-modul dapat dinyatakan bersifat *self-contained* apabila seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh (Depdiknas, 2008 dan Kemendikbud, 2017). Korosi merupakan aplikasi atau contoh sel Volta yang dapat ditemui pada kehidupan sehari-hari, sehingga merupakan bagian dari materi sel Volta dan elektrokimia. Pembahasan materi korosi pada e-modul dirancang dalam satu kesatuan untuk dapat diselesaikan oleh peserta didik secara tuntas, sehingga dibagi menjadi tiga unit (kegiatan) pembelajaran. Pembagian dan urutan penyajian kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan konsep yang disajikan. Faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dibahas terakhir karena metode pencegahan korosi perlu didekatkan dengan penyebab korosi yang dibahas pada kegiatan 1 (proses korosi pada logam). Hal ini dilakukan dengan pertimbangan pencegahan korosi membahas cara reaksi dicegah untuk terjadi dengan menghilangkan atau meminimalisasi penyebabnya, sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi korosi membahas faktor keasaman dan elektrolit yang dapat mempengaruhi proses korosi sementara proses tersebut sedang berlangsung. Dengan

demikian, e-modul yang dikembangkan telah mencakup seluruh materi pembelajaran dari unit kompetensi yang dibagi menjadi tiga kegiatan pembelajaran dengan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.

E-modul bersifat *stand-alone* apabila e-modul berdiri sendiri, dalam artian tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain (Depdiknas, 2008 dan Kemendikbud, 2017). Seluruh materi terkait korosi yang dibahas pada e-modul yang dikembangkan dapat dipelajari dari e-modul tersebut, tanpa perlu mencari sumber lain sebagai referensi atau pembandingan. Materi yang diperlukan untuk peserta didik memahami materi e-modul yang dikembangkan tidak dirujuk untuk dipelajari melalui media lain, namun merupakan kemampuan prasyarat yang perlu dikuasai terlebih dahulu oleh peserta didik sebelum menggunakan e-modul yang dikembangkan. Tugas-tugas yang disajikan pada e-modul juga dapat dikerjakan langsung oleh peserta didik tanpa perlu meninggalkan laman e-modul untuk membuka laman lain atau mengakses *software* lain. Oleh karena itu, e-modul dapat dikatakan bersifat *stand-alone*.

Menurut Depdiknas (2008) dan Kemendikbud (2017), e-modul yang *adaptive* dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. E-modul yang dikembangkan disajikan dalam format elektronik yang dapat diakses oleh siapapun, dimanapun, dan kapanpun pada perangkat dengan koneksi internet seperti gawai dan komputer, sehingga bersifat fleksibel dan mendukung digitalisasi pendidikan. E-modul juga memanfaatkan sejumlah fitur yang ada pada *platform Heyzine*, seperti ToC (*Table of Contents*), gambar dan video *pop-up*, serta navigasi e-modul. Contoh fitur ToC ditunjukkan pada Gambar 3.

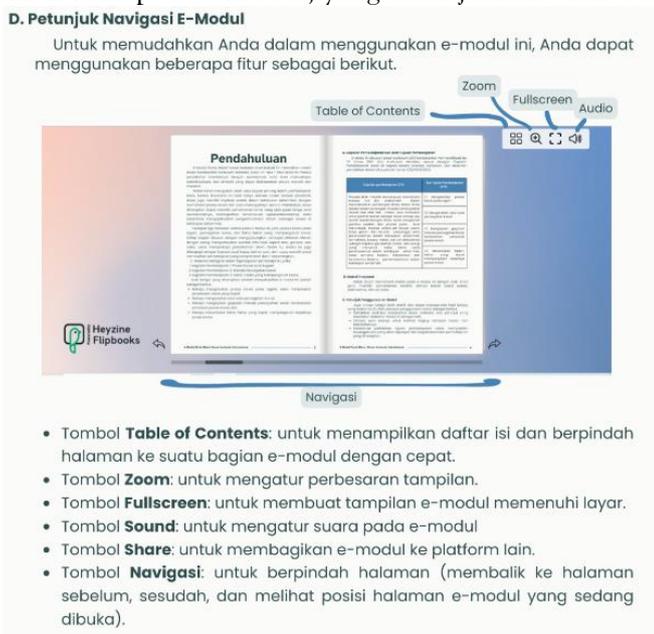


Gambar 3. Penggunaan fitur ToC pada e-modul

Isi materi yang terkandung dalam e-modul juga dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu karena menggunakan referensi terkini, valid, dan relevan. Konten e-modul merujuk pada buku-buku *General Chemistry* yang umum digunakan serta beberapa artikel jurnal ilmiah untuk melengkapinya. Seluruh buku dan artikel jurnal ilmiah yang digunakan merupakan edisi terbaru yang diterbitkan dalam jangka waktu 10 tahun terakhir, dengan delapan dari sepuluh buku referensi yang dimuat pada daftar pustaka merupakan terbitan 5 tahun terakhir.

E-modul yang bersifat *user friendly* dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna atau peserta didik (Depdiknas, 2008 dan Kemendikbud, 2017). E-modul yang dikembangkan menggunakan navigasi yang sederhana, dengan memanfaatkan fitur-fitur yang telah tersedia pada *platform Heyzine* yang dijelaskan pada petunjuk penggunaan e-modul. Petunjuk penggunaan e-modul menjelaskan tata cara menggunakan dan mempelajari e-modul, juga

menjelaskan fitur-fitur yang dapat digunakan saat mempelajari e-modul seperti *table of content* serta *pop-up* gambar dan video. E-modul juga dilengkapi petunjuk navigasi dengan menggunakan tangkapan layar e-modul untuk memudahkan pengguna memahami cara mengoperasikan sejumlah fitur pada e-modul, yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



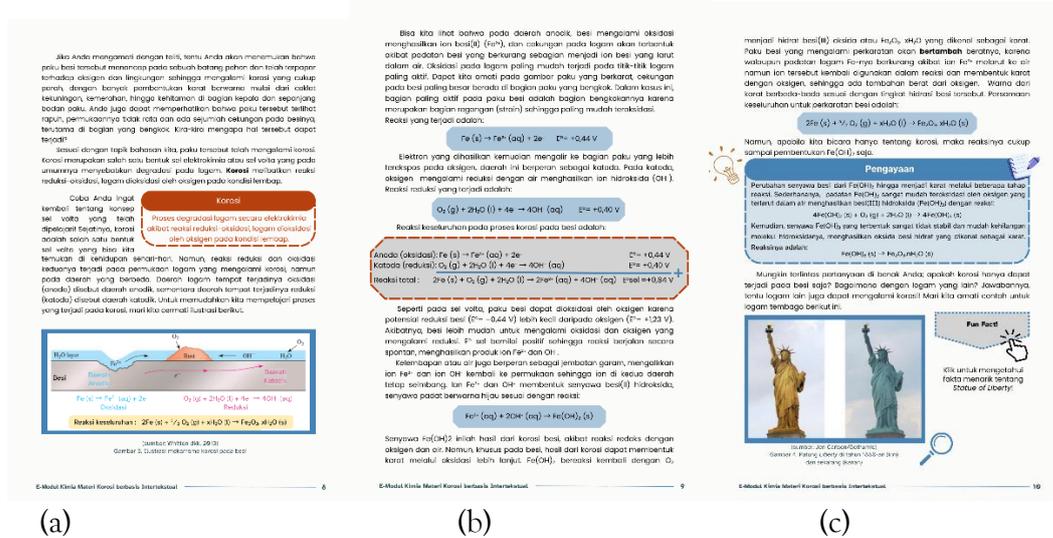
Gambar 4. Petunjuk navigasi pada e-modul

E-modul yang dikembangkan juga menggunakan bahasa yang disesuaikan dengan kemampuan peserta didik usia SMA/MA/ sederajat, dengan memperhatikan konsistensi penggunaan *font*, spasi, dan tata letak. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan dapat dinyatakan bersifat *user friendly*.

Bagian yang ditekankan pada e-modul adalah intertekstualitasnya. Letak intertekstualitas pada e-modul yang dikembangkan dapat dilihat mulai dari kontennya yang dikembangkan dari analisis multirepresentasi, pertautan antara tiga level representasi kimia yang ditekankan, hingga perhatian terhadap aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media dalam pengembangan yang merupakan satu kesatuan utuh.

Uraian materi disajikan dengan mempertautkan tiga level representasi kimia. Materi pada kegiatan pembelajaran 1 diawali dengan memberikan pemantik melalui fenomena dan pada kegiatan pembelajaran selanjutnya diawali dengan pemantik yang menghubungkan antara materi yang akan dipelajari dengan materi yang dibahas sebelumnya. Kemudian, peserta didik diminta untuk mengeksplorasi fenomena pada level makroskopis yang disajikan, yang selanjutnya dijelaskan pada level submikroskopis dengan menggunakan bantuan ilustrasi sebagai representasi simbolis hingga mencapai kesimpulan dengan simbolis pada level makroskopis. Dengan demikian, ketiga level representasi kimia disajikan saling bertautan dan dapat memfasilitasi pemahaman peserta didik dengan utuh. Contoh tampilan uraian materi yang mempertautkan ketiga level representasi kimia pada e-modul ditunjukkan oleh Gambar 5. Pendekatan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Irby, *et al*, (2017) yang menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik dapat terbantu dengan menghubungkan antara level representasi.

Pertautan antara aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media pada e-modul juga dapat terlihat dari uraian materi. Substansi yang disajikan pada tiga level representasi, metode instruksional yang digunakan untuk menyajikan materi, bahasa yang sederhana dan mengajak peserta didik untuk aktif belajar, serta media baik gambar maupun video yang digunakan untuk menyajikan fenomena, ilustrasi simbolis, dan contoh seluruhnya merupakan bagian dari intertekstualitas pada e-modul yang dikembangkan dan dapat membantu peserta didik membangun pemahamannya. Tugas mandiri, tes formatif, dan evaluasi yang dimuat pada e-modul juga dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam menguji kemampuan dirinya dengan menggunakan representasi, sehingga mendukung peningkatan kemampuan representasional peserta didik.



Gambar 5. (a-c) Tampilan uraian materi proses korosi dan perkaratan pada e-modul

E-modul perlu didesain dengan cermat dengan memperhatikan prinsip pembelajaran (Kemendikbud, 2017). Beberapa prinsip pembelajaran menurut Ali (2013) yaitu perhatian dan motivasi, keaktifan, keterlibatan langsung, pengulangan, tantangan, dan perbedaan individual. E-modul yang dikembangkan dirancang untuk menarik perhatian peserta didik melalui tampilan dan isinya, serta memotivasi peserta didik melalui pengantar pembelajaran. E-modul yang dikembangkan merupakan e-modul berbasis intertekstual, sehingga mengikuti teori pendidikan konstruktivisme. Model pembelajaran *Learning cycle 5E* yang terdiri atas sintaks *Engage, Explore, Explain, Elaborate, dan Evaluate* (Bybee et al., 2006; Rodriguez, et al, 2019) dipilih untuk diterapkan pada e-modul. Pembelajaran pada e-modul disusun secara sistematis sesuai dengan sintaks *Learning Cycle 5E* pada setiap kegiatan pembelajaran untuk memudahkan peserta didik memahami materi yang disajikan pada e-modul, meskipun tidak ditunjukkan secara eksplisit pada e-modul. Keaktifan dan keterlibatan langsung difasilitasi dengan penyajian pembelajaran yang *student centered* dengan melibatkan peserta didik dalam mengamati, mengeksplorasi penjelasan fenomena, dan mengaplikasikan konsep pada kasus lain. Materi disampaikan dari yang konkrit ke yang abstrak melalui penyajian fenomena pada level makroskopis terlebih dahulu sebelum menyajikan penjelasannya pada level submikroskopis dan simbolis. Prinsip pengulangan dipenuhi dengan pemberian tugas mandiri, tes formatif, dan evaluasi pada e-modul untuk menguatkan hasil

pembelajaran dan memastikan pembelajaran efektif. E-modul juga dirancang agar peserta didik dapat menemukan tantangan di setiap unit atau kegiatan pembelajarannya, agar peserta didik terpacu dan lebih bergairah untuk mengatasinya melalui pembelajaran. E-modul juga dapat memenuhi prinsip perbedaan individual karena pembelajaran mandiri memfasilitasi peserta didik untuk mempelajari e-modul sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing, tanpa terikat oleh target atau tergantung kecepatan belajar teman sekelasnya. E-modul juga menyertakan banyak visualisasi konsep dengan ilustrasi, bahkan video fenomena sehingga dapat memfasilitasi peserta didik dengan gaya belajar auditori maupun visual.

E-modul disebut sebagai multimedia apabila dapat memanfaatkan berbagai fungsi media elektronik (Kemendikbud, 2017). Seperti yang telah disampaikan sebelumnya pada deskripsi materi yang dibahas pada e-modul, e-modul yang dikembangkan memuat teks, gambar, dan video yang dilengkapi narasi audio untuk mendukung pembelajaran. Contoh video pada e-modul ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Tangkapan layar video percobaan pengaruh adanya elektrolit terhadap korosi

Berdasarkan hasil analisis deskripsi produk yang telah dikembangkan, dapat ditentukan karakteristik dari e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi. Karakteristik e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi untuk meningkatkan kemampuan representasional peserta didik adalah sebagai berikut.

- 1) *Self-instructional*, dilihat dari peran e-modul sebagai penunjang dalam pembelajaran mandiri peserta didik dan dilengkapi petunjuk dan arahan untuk memudahkan peserta didik mempelajarinya sendiri.
- 2) *Self-contained*, dilihat dari seluruh materi korosi yang dipelajari terdapat dalam e-modul secara utuh dan dibagi menjadi tiga kegiatan pembelajaran dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.
- 3) *Stand-alone*, terlihat dari materi yang disajikan untuk memenuhi materi korosi berdasarkan CP Fase F kelas XII Kurikulum Merdeka seluruhnya terkandung dalam e-modul sehingga peserta didik tidak membutuhkan bahan ajar lain sebagai penunjang dan tidak memerlukan aplikasi/*software* lain untuk mengerjakan tugas dan mengakses media seperti gambar dan video.
- 4) *Adaptive*, terlihat dari penggunaan e-modul yang fleksibel, mengikuti perkembangan IPTEK, dan menggunakan referensi terkini.
- 5) *User friendly*, terlihat dari kemudahan peserta didik menggunakan e-modul dengan mengikuti petunjuk penggunaan dan navigasi e-modul.
- 6) Berbasis intertekstual, terlihat dari penyajian materi mempertautkan tiga level representasi kimia serta mempertautkan aspek substansi, metode instruksional,

kebahasaan, dan media sebagai satu kesatuan utuh dalam e-modul untuk membantu peserta didik membangun pemahaman dan meningkatkan kemampuan representasionalnya melalui latihan, tes formatif, dan evaluasi.

- 7) Memperhatikan prinsip pembelajaran, terlihat dari isi e-modul yang sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran dan disajikan sesuai model pembelajaran *Learning Cycle 5E* yaitu *Engage, Explore, Explain, Elaborate, dan Evaluate*.
- 8) Terintegrasi multimedia, terlihat dari e-modul memanfaatkan fitur-fitur pada media elektronik untuk memuat teks, gambar, dan video yang dilengkapi narasi audio untuk mendukung pembelajaran.

3.2. Kelayakan Produk Awal E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik Ditinjau dari Aspek Substansi, Metode Instruksional, Kebahasaan, dan Media

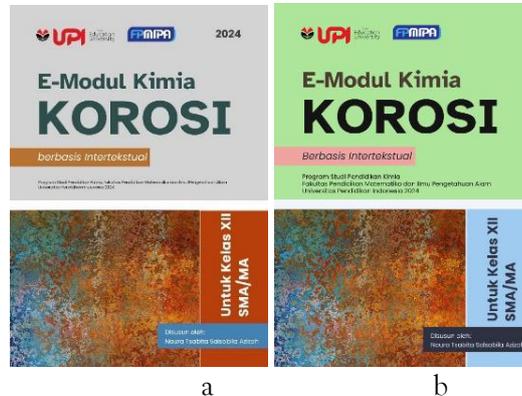
Setelah produk awal e-modul dikembangkan, dilakukan uji kelayakan e-modul pada aspek substansi, metode instruksional, dan kebahasaan berdasarkan kriteria kelayakan menurut BSNP (2014) dan Kemendikbud (2017), serta media berdasarkan prinsip multimedia Mayer (2002). Uji kelayakan e-modul dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul untuk digunakan dalam pembelajaran oleh peserta didik. Kelayakan e-modul dinilai oleh ahli pada bidangnya masing-masing, yaitu aspek substansi dan metode instruksional oleh ahli kimia dan pendidikan kimia, kebahasaan oleh ahli Bahasa Indonesia, dan aspek media oleh ahli media interaktif.

Kriteria kelayakan substansi e-modul yang dinilai yaitu kesesuaian materi dengan CP Fase F Kelas XII Kurikulum Merdeka dan ATP yang diturunkan, keakuratan dan kebenaran konsep, keakuratan ilustrasi, keakuratan simbol, kemutakhiran pustaka, uraian materi dan latihan soal, serta kesesuaian konteks dan ilustrasi. Kriteria kelayakan metode instruksional e-modul yang dinilai yaitu kesesuaian dengan struktur e-modul, keruntutan dan sistematika sajian konsep, latihan soal dan tes sumatif, partisipasi peserta didik untuk belajar mandiri, ketertataan antar sub-bab/alinea, keutuhan makna dalam sub-bab/alinea, dan pembangkit motivasi belajar pada awal penyajian materi. Kriteria kelayakan kebahasaan e-modul yang dinilai yaitu ketepatan tata bahasa, ketepatan ejaan, kebakuan istilah, konsistensi penggunaan istilah dan simbol, kemudahan pesan atau informasi dipahami, kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik, dan kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan intelektual peserta didik. Kriteria kelayakan media e-modul yang dinilai yaitu proporsi huruf, proporsi gambar dan video, proporsi warna, konsistensi unsur tata letak, pemisahan antar paragraf, penyajian media dengan teks, suara yang terdapat pada video, dan kemenarikan gambar dan video.

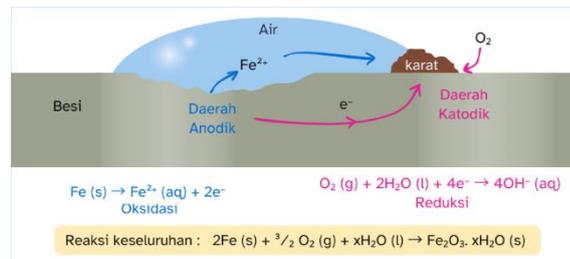
Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, seluruh ahli yang menguji telah menilai bahwa e-modul yang dikembangkan sudah layak ditinjau dari aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media, namun masih terdapat beberapa masukan ataupun saran perbaikan e-modul. Hasil berupa saran dan komentar yang diperoleh dari para ahli pada tahap uji kelayakan e-modul ini diwujudkan dalam perbaikan produk awal e-modul sebelum dilakukan uji coba terbatas. *Color palette* e-modul yang awalnya tegas dan gelap diganti dengan warna-warna pastel yang cerah yaitu hijau muda, biru muda, pink, putih, coklat, dan biru gelap yang ditunjukkan oleh Gambar 7.

Kata “anoda” dan “katoda” juga diganti dengan kata yang baku yaitu “anode” dan “katode”. Seluruh ilustrasi proses korosi pada e-modul diganti dengan ilustrasi yang dibuat sendiri oleh peneliti dengan merujuk pada buku *General Chemistry Brown et al.* (2021) sesuai dengan arahan

ahli kimia dan pendidikan kimia. Contohnya adalah pada proses korosi besi, dengan ilustrasi yang ditunjukkan oleh Gambar 8.

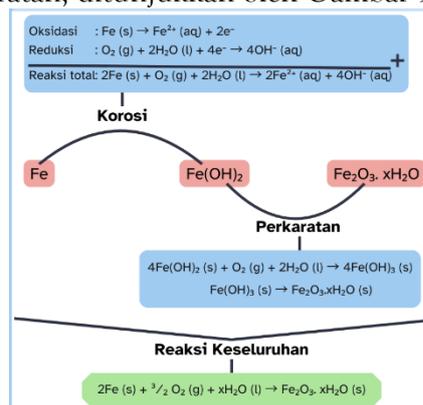


Gambar 7. (a) Cover e-modul sebelum dan (b) setelah revisi



Gambar 8. Ilustrasi proses korosi besi pada e-modul setelah revisi

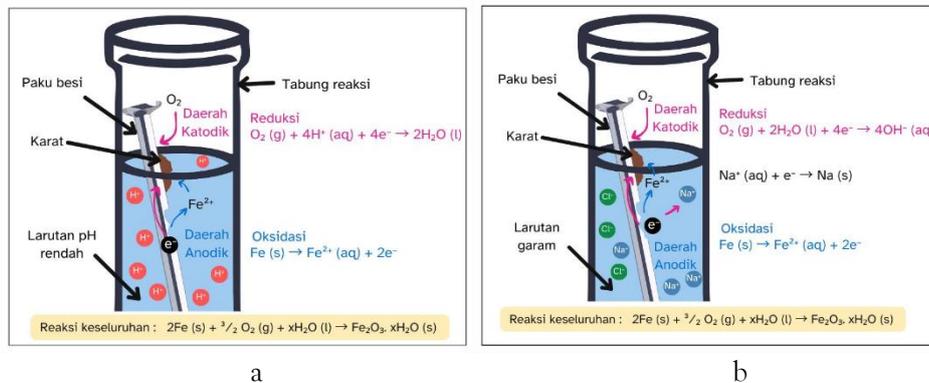
Pada topik proses korosi pada logam materi perkaratan pada pengayaan dimasukkan ke dalam uraian materi karena merupakan fenomena yang teramat. Dilakukan juga penambahan diagram proses korosi dan perkaratan, ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Diagram proses korosi dan perkaratan

Pada bagian faktor yang mempengaruhi korosi ditambahkan representasi pada level submikroskopisnya. Keasaman mempengaruhi laju korosi dijelaskan dengan reaksi reduksi oksigen yang memiliki potensial setengah sel lebih besar dan serta H⁺ menjadi katalis pada reaksi korosi dan perkaratan. Adanya elektrolit mempercepat laju korosi dijelaskan dengan ion Na⁺ seperti oksigen pada reaksi reduksi ikut menggunakan elektron yang dilepaskan oleh besi

sehingga besi mengalami oksidasi lebih cepat untuk menghasilkan elektron lebih cepat dan banyak. Ilustrasi disajikan untuk membantu pemahaman peserta didik seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Ilustrasi proses faktor yang mempengaruhi korosi pada e-modul setelah revisi (a) suasana asam dan (b) adanya elektrolit

3.3. Kemampuan Representasional Peserta Didik setelah Menggunakan E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik

Tahap yang dilakukan selanjutnya adalah uji coba terbatas e-modul yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan representasional. Uji coba terbatas dilakukan kepada 10 peserta didik yang telah mempelajari materi elektrokimia dan korosi di SMA. Hal ini bertujuan agar hasil pembelajaran korosi tanpa menggunakan e-modul yang dikembangkan dapat diketahui sebagai hasil dari *pretest*, dan hasil dari *posttest* memberikan gambaran pembelajaran korosi dengan menggunakan e-modul. Peserta didik diberikan *pretest*, diarahkan untuk mempelajari e-modul secara mandiri, kemudian dilakukan *posttest* untuk mengetahui kemampuan representasionalnya. Hasil dari uji coba e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi ini dapat memberikan informasi terkait keberhasilan e-modul dalam meningkatkan kemampuan representasional peserta didik dan dapat dijadikan acuan perbaikan e-modul berbasis intertekstual yang telah dikembangkan. Hasil yang diperoleh dari *pretest* dan *posttest* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil *pretest-posttest* peserta didik

Peserta Didik	Deskripsi Hasil <i>Pretest</i>	Deskripsi Hasil <i>Posttest</i>
1	Peserta didik dapat memahami separuh soal dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, juga mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis.	Peserta didik dapat memahami soal dengan baik dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, juga mampu mempertautkan antara level makroskopis, simbolis, hingga menjelaskan pada level submikroskopis pada sebagian besar pertanyaan
2, 6, 8	Peserta didik dapat memahami sebagian soal dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan,	Peserta didik dapat memahami sebagian besar soal dengan baik dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, mampu mempertautkan antara level makroskopis,

Peserta Didik	Deskripsi Hasil <i>Pretest</i>	Deskripsi Hasil <i>Posttest</i>
	juga mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis.	simbolis, hingga menjelaskan pada level submikroskopis
3, 5	Peserta didik belum memahami soal dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, juga hanya mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis	Peserta didik dapat memahami soal dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, juga dapat mempertautkan antara level makroskopis, simbolis, hingga menjelaskan pada level submikroskopis
4	Peserta didik memahami soal dan menggunakan data sebagai pertimbangan, juga mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis dengan penjelasan pada level submikroskopis di beberapa soal	Peserta didik memahami soal dan menggunakan data sebagai pertimbangan, juga mampu mempertautkan level makroskopis, simbolis, dan submikroskopis
7, 9	Peserta didik dapat memahami sebagian soal dan menggunakan data sebagai pertimbangan, mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis dengan penjelasan pada level submikroskopis di beberapa soal	Peserta didik memahami soal dan menggunakan data sebagai pertimbangan, juga mampu mempertautkan level makroskopis, simbolis, dan submikroskopis, namun belum menguasai topik pengaruh pH terhadap korosi
10	Peserta didik dapat memahami sebagian soal dan menggunakan data yang disajikan sebagai pertimbangan, juga mampu menjawab pada level makroskopis dan simbolis.	Peserta didik memahami soal dan menggunakan data sebagai pertimbangan, juga mampu mempertautkan level makroskopis, simbolis, dan submikroskopis, namun belum menguasai topik pengaruh pH terhadap korosi

Berdasarkan hasil dari *pretest* dan *posttest* peserta didik, dapat dilihat bahwa peserta didik mengalami peningkatan kemampuan representasional. Peserta didik yang awalnya hanya dapat menggunakan level makroskopis dalam menjawab dan level simbolis untuk menjelaskannya setelah menggunakan e-modul dapat menjawab pertanyaan dengan mempertautkan level simbolis, makroskopis, dengan submikroskopis. Peserta didik juga dapat mempertimbangkan aspek-aspek lain untuk menyarankan gagasan metode pencegahan korosi. Walaupun demikian, terdapat peserta didik yang masih belum dapat menjelaskan pada level submikroskopis. Karena itu, diperlukan perbaikan e-modul sebelum diuji coba secara lebih luas.

3.4. Tanggapan Pendidik dan Peserta Didik terhadap E-modul Berbasis Intertekstual pada Materi Korosi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasional Peserta Didik

Pada tahap implementasi atau uji coba terbatas, peneliti juga meminta tanggapan dari pendidik mata pelajaran kimia terhadap produk yang telah dibuat. Tanggapan dan saran ditampung menggunakan angket. Hasil yang diperoleh dari tanggapan dua pendidik mata pelajaran kimia mengenai e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil angket tanggapan pendidik mata pelajaran kimia

No	Aspek yang Dinilai	Skor Pendidik		Total Skor
		1	2	
1	Informasi pembelajaran dalam e-modul sudah mencakup semua konsep pada materi korosi	5	5	10
2	Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai	4	5	9
3	Gambar dan video yang terdapat pada e-modul sesuai dengan konsep yang disampaikan	3	5	8
4	E-modul yang dibuat membantu dalam menyampaikan penjelasan materi korosi	5	4	9
5	E-modul dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran mandiri bagi peserta didik	4	5	9
6	E-modul pada materi korosi memotivasi peserta didik dalam belajar	3	5	8
7	E-modul dapat membantu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan	4	5	9
8	Format dan tulisan teks pada e-modul sudah tepat, serta jenis dan ukuran huruf sudah baik	5	5	10
9	E-modul sudah sesuai dengan kondisi peserta didik yang mengikuti kemajuan di bidang TIK	5	5	10
10	Kombinasi warna dalam e-modul sudah baik	5	5	10
11	E-modul yang dikembangkan mudah dioperasikan	3	5	8
12	Tampilan e-modul dapat menarik peserta didik untuk mengikuti pelajaran	4	5	9
13	Soal-soal latihan sesuai dengan konsep yang disajikan dalam e-modul	3	5	8
14	Bahasa yang digunakan pada e-modul sudah jelas dan mudah dimengerti	5	5	10
Jumlah				127
Persentase (%)				90,71%
Kategori				Sangat Baik

Persentase tanggapan pendidik sebesar 90,71%, maka menurut kriteria interpretasi skor Riduwan (2016) dapat diinterpretasikan e-modul masuk ke dalam kriteria "Sangat Baik". Berdasarkan hasil angket tanggapan ini, e-modul layak untuk digunakan sebagai pembelajaran mandiri peserta didik pada materi korosi. Adapun saran yang diberikan oleh pendidik mata pelajaran kimia adalah mengganti gambar jembatan pada pengantar pembelajaran dengan gambar fenomena karat yang ada di Indonesia agar lebih kontekstual dan dekat dengan kehidupan peserta didik, serta menambahkan tautan video langsung pada e-modul untuk mengantisipasi kesulitan mengakses e-modul, yang telah dipenuhi dalam revisi.

Hasil yang diperoleh dari tanggapan 10 orang peserta didik mengenai e-modul berbasis intertekstual pada materi korosi ditunjukkan oleh Tabel 3. Persentase yang diperoleh sebesar 91,47%, maka dapat diinterpretasikan e-modul masuk ke dalam kriteria "Sangat Baik".

Berdasarkan hasil angket tanggapan ini, e-modul layak untuk digunakan sebagai pembelajaran mandiri peserta didik pada materi korosi. Adapun saran yang diberikan oleh peserta didik pengguna e-modul adalah sebaiknya menggunakan warna yang tetap untuk fungsi tertentu, yang juga telah diwujudkan melalui revisi.

Tabel 3. Data hasil angket tanggapan peserta didik pengguna e-modul

No	Aspek yang Dinilai	Skor Peserta didik										Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Tampilan isi e-modul disajikan dengan cara yang membuat saya tertarik mengikuti pelajaran	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	45
2	Kombinasi tulisan, video, dan background yang ditampilkan dalam e-modul sudah baik	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	48
3	E-modul memudahkan saya dalam memahami konsep-konsep pada materi korosi	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	47
4	Bahasa yang digunakan dalam e-modul jelas dan mudah saya pahami	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	45
5	Petunjuk penggunaan e-modul mudah saya pahami	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	47
6	E-modul ini menggunakan jenis dan ukuran huruf yang sesuai	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	48
7	Kombinasi warna yang terdapat pada e-modul telah sesuai	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	48
8	Video dan gambar pada e-modul memudahkan saya untuk memahami isi konsep	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	46
9	Konsep yang dipaparkan pada e-modul mudah untuk saya mengerti	5	4	5	4	4	4	5	5	3	5	44
10	Video yang terdapat pada e-modul sudah sesuai dengan konteks dari konsep	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	48
11	E-modul ini dapat memotivasi saya untuk mempelajari kimia	5	5	5	3	5	3	5	5	3	4	43
12	Dengan adanya e-modul ini dapat membantu saya mempelajari konsep pada materi korosi secara mandiri	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	46
13	Isi dari konsep yang terdapat pada e-modul pembelajaran sudah jelas	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	45
14	E-modul dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan	5	3	5	4	4	4	5	4	2	4	40
15	Secara keseluruhan saya tertarik dengan e-modul korosi berbasis intertekstual	5	3	5	4	4	4	5	4	2	4	46
Jumlah											686	
Persentase (%)											91,47%	

No	Aspek yang Dinilai	Skor Peserta didik										Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Kategori											Sangat Baik

4. SIMPULAN

E-modul korosi berbasis intertekstual yang dikembangkan memiliki karakteristik *self-instructional*, *self-contained*, *stand-alone*, *adaptive*, dan *user friendly* sehingga baik dan menarik; juga berbasis intertekstual dan terintegrasi multimedia. Hasil uji kelayakan pada aspek substansi, metode instruksional, kebahasaan, dan media menunjukkan e-modul telah layak menurut penilaian para ahli di bidangnya masing-masing dengan sejumlah saran perbaikan yang telah dipenuhi dalam revisi. Uji coba terbatas menunjukkan terjadi peningkatan kemampuan representasional peserta didik setelah menggunakan e-modul. E-modul yang dikembangkan memperoleh tanggapan yang termasuk kategori “Sangat Baik” dari pendidik dan peserta didik, dengan persentase 90,71% dan 91,47% secara berurutan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

6. REFERENSI

- Ali, S. H. G. (2013). Prinsip-prinsip Pembelajaran dan Implikasinya terhadap Pendidik dan Peserta Didik. *Al-Ta'dib*, 6(1), 31-42.
- Angkowo, R., & Kosasih, A. (2007). *Optimalisasi Media Pembelajaran*. Gramedia Widiasarana.
- Asrial, Syahrial, Maison, M., Kurniawan, D. A., & Piyana, S. O. (2020). Ethnoconstructivism E-Module to Improve Perception, Interest, and Motivation of Students in Class V Elementary School. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(1), 30-41.
- Azizah, A.N. (2022). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Intertekstual pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2014). *Revisi Peraturan Kriteria Kelayakan Buku Teks Pelajaran*. Jakarta: BSNP.
- Barke, H. D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). Students' Misconceptions and How to Overcome Them. In: *Misconceptions in Chemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Borg, R.W. & Gall, M.D. (2007). *Educational Research and Introduction The Eighth Edition*. Sydney: Pearson Education, Inc.
- Brown, T., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M, & Stoltzfus, M. W. (2020). *Chemistry The Central Science, 14th Edition*. Harlow: Pearson Education.
- Bybee, R., & Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado: BSCS.
- Depdiknas. (2008). *Teknik Penyusunan Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Harza, A. E. K. (2021). E-Modul Berbasis Intertekstual pada Konsep Keseimbangan Kimia untuk Mengembangkan Kemampuan Representasional Siswa. *S1 thesis, Universitas Pendidikan*

Indonesia.

- Hatimah, H. dan Kherry, Y. (2021). Pemahaman Konsep dan Literasi Sains dalam Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 8(1).
- Irby, S. M., Borda, E. J., & Haupt, J. (2017). Effects of Implementing a Hybrid Wet Lab and Online Module Lab Curriculum into a General Chemistry Course: Impacts on Student Performance and Engagement with the Chemistry Triplet. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 224-232.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701.
- Karonen, M., Murtonen, M., Södervik, I., Manninen, M., & Salomäki, M. (2021). Heuristics Hindering The Development of Understanding of Molecular Structures in University Level Chemistry Education: The Lewis Structure as An Example. *Education Sciences*, 11(6), 258.
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J. & Marx, N. (2000). The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Kozma, R., Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In: Gilbert, J.K. (eds) Visualization in Science Education. *Models and Modeling in Science Education*, 1(7), 121-145.
- Kurniawati, E., Thayban, T., Alio, L. and Sukamto, K. (2023). Virtual vs Concrete Media: Improving Representation Competence. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 14(1), 102-111.
- Manulang, E., Linda, R., & Noer, A. M. (2020). Pengembangan E-Module Kimia Berbasis E-Learning Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 5(2), 70.
- Mariana, E, Sudiarto, B, & Sandra, I. (2019). E-modul Kimia Kelas X: Korosi. Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia Learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85-139.
- Overby, J. & Chang, R. (2022). *Chemistry, 14th Edition*. New York: McGraw-Hill
- Perdana, Sarwanto, Sukarmin, S., & Sujadi, I. (2017). Development of E-Module Combining Science Process Skills and Dynamics Motion Material to Increasing Critical Thinking Skills and Improve Student Learning Motivation Senior High School. *International Journal of Science and Applied Science*, 1(1), 45-54.
- Rahma, A. A., Milama, B. & Wardani, M. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android pada Materi Korosi. *Jurnal Ilmiah Ar-Razi*, 11(2).
- Raqiztya, F. A., & Agung, A. A. G. (2022). E-Modul Berbasis Pendidikan Karakter Sebagai Sumber Belajar IPA Siswa Kelas VII. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 108-116.
- Riduwan. (2014). Metode Dan Teknik Menyusun Proposal Penelitian : Untuk Mahasiswa S-1, S-2, S-3. Bandung: Alfabeta
- Rodriguez, S., Allen, K., Harron, J., & Qadri, S. A. (2019). Making and the 5E Learning Cycle. *The Science Teacher*, 86(5), 48-55.
- Ryu, M., Nardo, J. E., & Wu, M. Y. M. (2018). An Examination of Preservice Elementary Teachers' Representations About Chemistry in An Intertextuality- and Modeling-Based Course. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 681-693.

- Sari, C. W., dan Helsy, I. (2018). Analisis Kemampuan Tiga Level Representasi Siswa pada Konsep Asam-Basa Menggunakan Kerangka DAC (*Definition, Algorithmic, Conceptual*). *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*, 3(2), 158-170.
- Stojanovska, M., M. Petruševski, V., & Šoptrajanov, B. (2017). Study of the Use of the Three Levels of Thinking and Representation. *Contributions Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences*, 35(1), 37-46.
- Sugiyono, D. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suparwati, N. M. A. (2022). Analisis Reduksi Miskonsepsi Kimia dengan Pendekatan Multi Level Representasi: Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan MIPA* 12(2), 341-348.
- Ujatmiko. (2021). E-Modul pada Materi Korosi untuk Siswa SMK/MAK. Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. *Universitas Maritim Raja Ali Haji*.
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2013). *Chemistry, 10th Edition*. Belmont: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Wiji, W., Widhiyanti, T., Delisma, D., & Mulyani, S. (2021). The Intertextuality Study of the Conception, Threshold Concept, and Troublesome Knowledge in Redox Reaction. *Journal of Engineering Science & Technology*, 16, 1356-1369.
- Wiyati, A. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Kimia Kelas XII: Korosi pada Logam*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN
- Wu, H.-K. (2003). Linking the Microscopic View of Chemistry to Real-Life Experiences: Intertextuality in a High-School Science Classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891.
- Yuliani, E. (2021). E-Modul Berbasis Intertekstual pada Konsep Pergeseran Kesetimbangan Kimia untuk Mengembangkan Kemampuan Representasional Siswa. *S2 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia*.