



PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS STEM MATERI UNSUR, SENYAWA, CAMPURAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ABAD 21 SISWA SMP KELAS VIII

Tri Novita Indriyati¹, Daniel Dike², & Mestika Sekarwinahyu³

¹Fakultas Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Terbuka

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Kapuas

³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Terbuka

Email: novyta15@gmail.com¹, daniel.dike@unka.ac.id², tika@campus.ut.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Menerima : 30 Oktober 2024

Revisi : 07 November 2024

Diterima : 18 November 2024

Kata Kunci:

E-Modul interaktif, STEM, keterampilan abad 21

Keywords:

Interactive E-Module, STEM, 21st Century Skills

Korespondensi:

Tri Novita Indriyati
Universitas Terbuka

Email:

Novyta15@gmail.com

ABSTRAK

Pendidikan harus mampu menyiapkan peserta didik menghadapi abad 21. Untuk menciptakan pembelajaran abad 21 guru dapat menerapkan pendekatan STEM dan mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran misalnya dengan E-Modul berbasis STEM. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengembangan E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang valid, praktis, dan efisien dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa SMP kelas VIII. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian R & D dengan model ADDIE. Tahapan ADDIE antara lain *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluate*. Sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran maka E-Modul terlebih dahulu divalidasi. Berdasarkan hasil validasi oleh ahli dan uji praktisi maka E-Modul dinyatakan layak dan sangat baik untuk digunakan. Selanjutnya dilakukan uji terbatas oleh 12 peserta didik dan E-Modul dinyatakan sangat baik. Tahapan selanjutnya yaitu tahap implementasi E-Modul dalam skala luas pada kelas VIII SMPN 3 Tempunak. Berdasarkan analisis N-Gain diperoleh hasil bahwa E-Modul interaktif berbasis STEM efektif meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik.

ABSTRACT

Education must capable prepare participant educate face 21st century . For create learning 21st century teachers can apply STEM approach and integrate technology in the learning process for example with E- Module STEM based . Goal study This For know E- Module development interactive STEM based materials elements , compounds , mixtures that are valid, practical , and efficient in increase skills 21st century junior high school students in grade VIII. The research conducted is R & D research with the ADDIE model. The stages of ADDIE include *Analyze , Design, Develop, Implement and Evaluate* . Before implemented in learning then E- Module moreover formerly validated . Based on results validation by expert And test practitioner then E- Module stated worthy And very Good For used . Next done test limited by 12 participants educate and E- Module stated very Good . Stages furthermore that is stage E- Module implementation in scale wide on class VIII of SMPN 3 Tempunak . Based on N-Gain analysis is obtained results that E- Module interactive effective STEM based increase skills 21st century participants educate .

PENDAHULUAN

Sekarang ini dunia telah memasuki abad 21 dimana terjadi perkembangan yang begitu pesatnya pada Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Penggunaan teknologi informasi saat ini tidak terlepas dari berbagai aktivitas manusia. Adanya jaringan internet, memungkinkan setiap orang dapat dengan mudah mengakses pengetahuan dan informasi baru dari mana saja dan kapan saja. Di era abad 21, pekerjaan-pekerjaan yang mengandalkan *hard skills* akan semakin berkurang, sedangkan pekerjaan-pekerjaan yang mengandalkan *soft skills* memiliki peluang yang semakin besar.

Abad 21 menjadi hal yang harus dihadapi dan menjadi tantangan bagi dunia pendidikan. Pendidikan harus mampu menyiapkan peserta didik menghadapi abad 21, dimana peserta didik sebagai generasi muda dituntut untuk memiliki keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 terdiri dari tiga kategori yaitu kompetensi, literasi dasar, dan kualitas karakter. Terdapat enam kompetensi abad 21 yang dikenal dengan 6C yaitu karakter (*character*), kewarganegaraan (*citizenship*), berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), kreatif (*creativity*), dan komunikasi (*communication*). Terdapat enam jenis literasi dasar yaitu literasi saintifik, literasi numerasi, literasi keuangan, literasi teknologi serta literasi budaya dan kewarganegaraan. Kualitas karakter terbagi menjadi enam keterampilan, yaitu keterampilan kepemimpinan, rasa ingin tahu, ketekunan, inisiatif, beradaptasi, serta

kesadaran social dan budaya (Kemdikbud, 2023).

Penguasaan keterampilan abad 21 peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Hal tersebut salah satunya dapat dilihat dari hasil penelitian PISA (*Program for International Student Assessment*) tahun 2022 yang baru saja diumumkan pada 5 Desember 2023, dimana Indonesia menempati peringkat 68 dari 82 negara (Pusmendik, 2022). PISA memfokuskan pada keterampilan abad 21 yang dapat dimasukkan dalam sistem pendidikan di Negara-negara peserta PISA tersebut. Tujuan PISA yaitu mengukur literasi dasar yang diperlukan untuk hidup dan kompetensi peserta didik yang relevan terhadap keterampilan abad 21 (Pratiwi, 2019).

Keterampilan abad 21 mempunyai manfaat bagi peserta didik sehingga diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan keterampilan abad 21 dalam dunia pendidikan sejak tingkat Pendidikan Dasar. Salah satu bentuk pendekatan dalam pembelajaran yang dapat dilakukan oleh guru dalam menciptakan pembelajaran abad 21 adalah melalui pendekatan STEM. STEM merupakan integrasi antara pengetahuan (*science*), teknologi (*technology*), rekayasa (*engineering*), dan matematika (*mathematic*) dimana keempatnya tergabung dalam pendekatan interdisipliner yang dapat diimplementasikan untuk pemecahan masalah yang terjadi secara kontekstual dalam kehidupan (National STEM Education Center, 2014). Dalam Zuryanty (2021) dijelaskan bahwa tujuan pendidikan STEM bagi peserta didik yaitu literasi STEM, keterampilan abad

21, membuat koneksi, dan kesiapan tenaga kerja.

Pembelajaran Abad 21 berbasis STEM tentunya perlu diterapkan dalam pembelajaran IPA di SMP. Berdasarkan angket dan hasil wawancara kepada peserta didik di SMPN 3 Tempunak, Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat dapat diketahui bahwa sebagian besar peserta didik menyampaikan bahwa IPA merupakan pelajaran yang sulit bagi mereka. Berdasarkan hasil pengamatan penulis, selama ini peserta didik juga cenderung pasif saat merespon pembelajaran yang disampaikan guru, malu dalam menyampaikan pendapat maupun presentasi, beberapa peserta didik masih belum mampu untuk berkolaborasi dengan temannya, dan peserta didik masih perlu ditingkatkan agar dapat lebih kreatif lagi. Untuk menciptakan pembelajaran abad 21 berbasis STEM pada mata pelajaran IPA, maka guru dapat mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka salah satu bentuk pemanfaatan teknologi untuk menunjang pembelajaran IPA adalah dengan mengembangkan bahan ajar berupa Modul Elektronik Interaktif atau e-Modul Interaktif. Modul Elektronik Interaktif (E-Modul Interaktif) merupakan bahan ajar digital yang dikemas secara interaktif berisi tentang teks, animasi, gambar, dan video serta dilengkapi dengan *control tools* agar peserta didik dapat mengoperasikannya sehingga pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan tidak membosankan bagi peserta didik (Afrila & Yarmayani, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis menyampaikan sebuah ide gagasan untuk mengembangkan E-Modul Interaktif terintegrasi pendekatan STEM pada materi Unsur, Senyawa, dan Campuran sebagai sumber pembelajaran IPA di SMP. Penulis memilih materi Unsur, Senyawa, dan Campuran untuk dikembangkan dalam E-Modul ini karena materi tersebut merupakan materi yang baru di kelas VIII pada Kurikulum Merdeka, dimana sebelumnya di Kurikulum 2013 materi tersebut tidak masuk di mata pelajaran IPA kelas VIII SMP. Konsep dalam bab unsur, senyawa, dan campuran cenderung berupa konsep-konsep abstrak sehingga konsep tersebut perlu diilustrasikan melalui ilustrasi teks, gambar, dan video yang dikaitkan dengan kehidupan agar peserta didik lebih tertarik dan lebih memahami konsep tersebut.

Gagasan yang akan penulis wujudkan dalam bentuk penelitian yaitu berjudul “Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis STEM Materi Unsur, Senyawa, Campuran untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa SMP Kelas VIII”. Dikarenakan keterbatasan, maka penulis membatasi penelitian ini pada peningkatan keterampilan abad 21 berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), kreatif (*creativity*), dan komunikasi (*communication*). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu Untuk mengetahui pengembangan E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang valid, praktis, dan efisien dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa SMP kelas VIII

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development* atau R & D). Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang dipergunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu kemudian menguji keefektifan produk yang dikembangkan tersebut (Sugiyono, 2016). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model ADDIE. Model pengembangan ADDIE dikembangkan oleh Dick and Carry (1996) dengan tahapan ADDIE yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), *Implement* (implementasi) dan *Evaluate* (evaluasi) (Rayanto et al., 2020).

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis yang dilakukan dengan menyebarkan angket kepada peserta didik kelas VIII di SMPN 3 Tempunak. Angket tersebut bertujuan untuk mengetahui pendapat peserta didik tentang tingkat kesulitan belajar IPA, sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran, dan penguasaan peserta didik pada teknologi. Kemudian pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap kurikulum yaitu melalui analisis pada buku siswa, buku guru, capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) pada Kurikulum Merdeka

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap perencanaan atau *design* ini antara lain:

a. Menyusun kerangka (*outline*) dari E-Modul Berbasis STEM

Outline atau kerangka e-modul ini merupakan sebuah rencana penelitian e-modul yang berupa garis-garis besar dari isi

e-modul yang akan dikembangkan. Kerangka e-modul yang akan dibuat dalam penelitian pengembangan ini secara garis besar terdiri dari *cover* atau halaman depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk menggunakan e-modul, peta konsep, bagian inti dari modul yang berisi materi pembelajaran yang disertai aktivitas STEM, rangkuman, latihan soal atau kuis, evaluasi, glosarium, daftar pustaka, dan identitas penulis. E-modul berbasis STEM dirancang dengan menggunakan aplikasi *Canva* dan *Heyzine Flipbook* yang dapat diakses secara online.

b. Membuat Desain Isi dari E-Modul

Hal yang dilakukan pada tahap ini yaitu membuat desain bagaimana penyajian materi dalam e-modul, visualisasi e-modul, dan bagaimana ilustrasi yang akan dibuat berdasarkan pendekatan STEM

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Hal yang dilakukan pada tahap pengembangan (*development*) ini meliputi kegiatan diantaranya:

a. Menyusun Produk Awal

Pengembangan produk e-modul berbasis STEM materi unsur, senyawa, dan campuran dilakukan berdasarkan beberapa tahap yaitu tahap konsep media, tahap sistem pembangunan media, dan tahap visualisasi. Dalam pengembangan produk awal ini juga dilakukan penyusunan Modul Ajar dan instrumen penilaian yang akan dipergunakan dalam penelitian. Instrumen-instrumen penilaian tersebut antara lain instrumen penilaian keterampilan abad 21

- yang terdiri dari berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreatifitas.
- b. Validasi Isi
Validasi isi dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kelayakan dari produk yang dikembangkan. Uji kelayakan terhadap produk e-modul berbasis STEM materi unsur, senyawa, dan campuran dilakukan oleh ahli materi, ahli media, praktisi, dan rekan sejawat.
 - c. Uji Coba Terbatas
Pada uji coba terbatas ini hanya dilakukan pengujian pada kelompok terbatas saja untuk mengetahui kelayakan dan keterbacaan e-modul sebelum diterapkan atau diimplementasikan. Dalam penelitian ini dilakukan uji coba terbatas pada 12 orang peserta didik yang masing-masing terdiri atas 4 orang peserta didik memiliki kemampuan tinggi, kemampuan sedang, dan kemampuan rendah.
4. Tahap Implementasi (*Implement*)
Pada uji coba lapangan ini dilakukan implementasi terhadap dua kelas di SMP Negeri 3 Tempunak yaitu kelas VIIIA dan kelas VIIIB yang keduanya digunakan sebagai kelas eksperimen. Dalam uji coba lapangan ini digunakan desain eksperimen berupa *One Group Pretest-Posttest Design*. Pada desain eksperimen ini dilakukan *pretest* (tes awal) untuk mengetahui kondisi awal sebelum peserta didik diberikan perlakuan, kemudian dilakukan *posttest* (tes akhir) untuk mengukur perubahan yang terjadi dengan membandingkannya pada keadaan awal. Instrumen soal yang digunakan sebelumnya diuji validitas dan

reliabilitasnya. Menurut Sugiyono (2016), uji validitas digunakan untuk mengukur valid tidaknya suatu instrument soal, sedangkan uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten apabila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih.

Tahap implementasi bertujuan untuk mengetahui keefektifan e-modul berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan abad 21 (berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreatif) dalam proses belajar sebelum dan sesudah digunakannya e-modul tersebut. Untuk mengetahui keefektifan E-Modul dilakukan uji *N-gain*, yaitu melalui rumus berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}}$$

Keterangan:

g = N-gain

S_{post} = Skor *posttest*

S_{pre} = Skor *pretest*

S_{maks} = Skor maksimum soal

5. Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi ini dilakukan pada setiap tahap di dalam proses pengembangan.

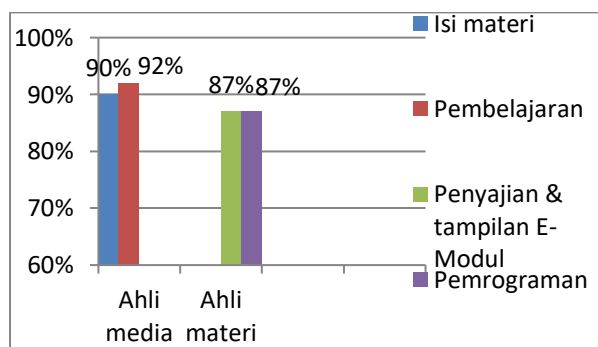
HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghasilkan produk E-Modul yang baik maka setelah E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, dan campuran berhasil disusun maka dilakukan beberapa uji coba terhadap produk.

1. Uji Kelayakan

Uji kelayakan dilakukan untuk mengetahui apakah produk layak untuk dipergunakan dalam pembelajaran. Uji ini

dilakukan oleh validator yaitu ahli media dan ahli materi yang dalam hal ini masing-masing merupakan seorang dosen. Fokus penilaian yang dilakukan oleh ahli media pada uji kelayakan ini antara lain pada aspek penyajian dan tampilan E-Modul, serta aspek pemrograman, sedangkan fokus penilaian atau validasi yang dilakukan oleh ahli materi adalah terkait dengan aspek isi materi dan pembelajaran. Berdasarkan analisis data hasil penelitian, uji kelayakan produk dapat disajikan dalam diagram berikut:



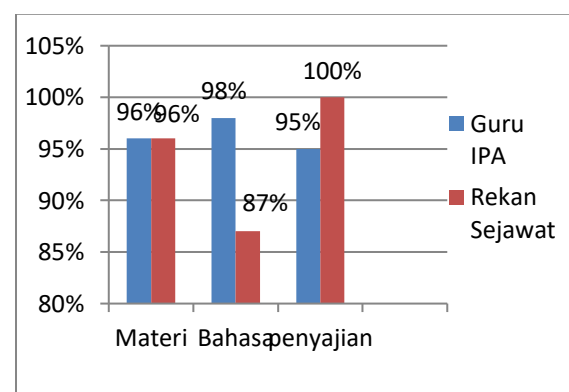
Gambar 1. Diagram hasil validasi ahli media dan ahli materi

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa produk E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan dinyatakan layak oleh dosen ahli materi dan dosen ahli media. Selain data kuantitatif yang diperoleh dari hasil uji kelayakan, diperoleh juga data kualitatif berupa masukan dan saran perbaikan dari dosen ahli materi dan ahli media. Berdasarkan masukan dan saran tersebut, maka dilakukan revisi terhadap produk E-Modul interaktif berbasis STEM yang telah dikembangkan.

2. Uji Praktisi

Setelah produk E-Modul interaktif berbasis STEM selesai dilakukan revisi tahap

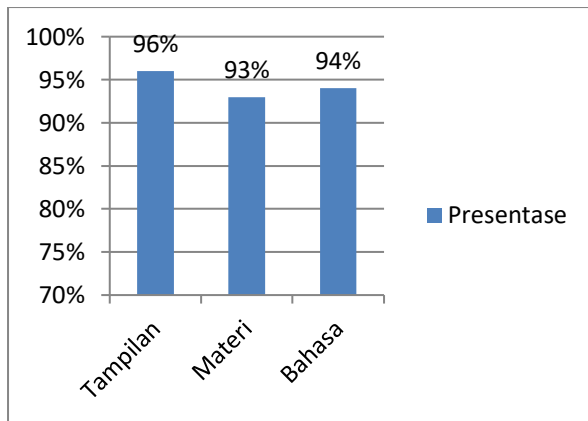
pertama, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji praktisi. Uji praktisi ini dilakukan oleh guru mata pelajaran IPA yang mengajar di beberapa sekolah lainnya dan rekan sejawat di sekolah peneliti. Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka uji praktisi dari guru IPA dan rekan sejawat didapatkan hasil penilaian sangat baik pada setiap aspek yang dinilai. Adapun presentase penilaian yang diperoleh dapat digambarkan dalam diagram berikut ini:



Gambar 2. Hasil Uji Praktisi

3. Uji Terbatas

Uji terbatas ini merupakan rangkaian tahapan penting dalam proses validasi produk sebelum diimplementasikan secara lebih luas di lapangan. Dalam tahap uji terbatas ini, aspek yang diukur antara lain berupa aspek tampilan, aspek materi, dan aspek bahasa, sehingga melalui uji terbatas ini dilakukan validasi apakah E-Modul yang sudah dikembangkan memenuhi kriteria atau aspek yang diharapkan tersebut. Berdasarkan analisis maka hasil uji terbatas dari penilaian 12 orang peserta didik dapat disajikan dalam diagram berikut ini:



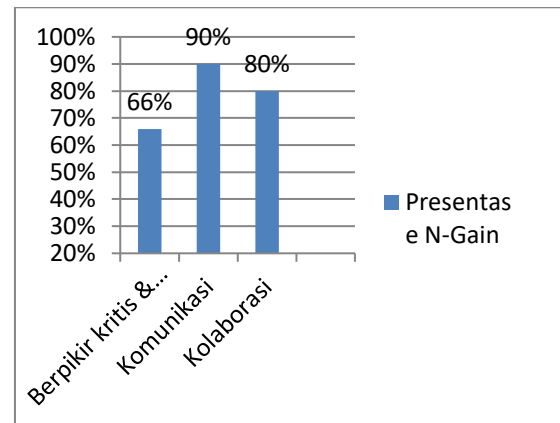
Gambar 3. Hasil Uji Terbatas

Berdasarkan diagram tersebut terlihat bahwa presentase penilaian yang diperoleh dari pengambilan data 12 orang peserta didik pada masing-masing aspek adalah $> 80,1\%$ sehingga kategori penilaian yang diperoleh adalah sangat baik terhadap E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan.

4. Uji Skala Luas atau Uji Lapangan

Uji skala luas pada peserta didik dalam penelitian pengembangan E-Modul interaktif berbasis STEM merupakan tahapan yang bertujuan untuk mengukur efektivitas E-Modul dalam meningkatkan keterampilan abad 21 (berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi) pada peserta didik. Pada tahap ini, E-Modul diuji pada populasi yang lebih besar untuk mendapatkan data yang lebih kuat. Uji efektivitas produk ini dilakukan dengan menghitung *Normalitas Gain* (N-Gain) berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* serta skor yang didapatkan dari hasil observasi peserta didik. Berdasarkan analisis data, maka hasil uji efektivitas produk tersebut dalam

meningkatkan keterampilan abad 21 dapat digambarkan dalam diagram berikut ini:



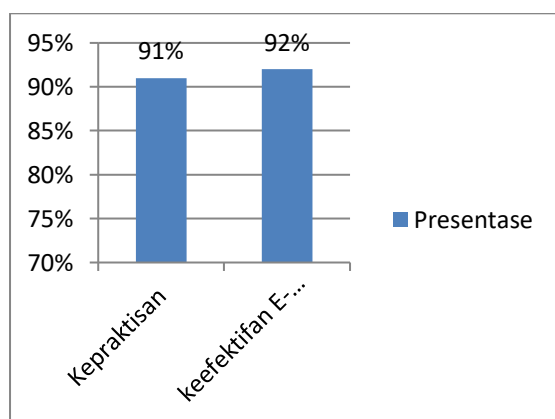
Gambar 4. N-Gain Keterampilan Abad 21 Peserta Didik

Efektifitas penerapan E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mendapatkan perolehan nilai *normalitas gain* sebesar 0,66 dan dapat dikategorikan sedang. Jika hasil tersebut dikonversi ke dalam presentase didapatkan hasil yaitu sebesar 66% dan dapat dikategorikan bahwa penerapan produk yang telah dikembangkan dalam penelitian ini yaitu E-Modul interaktif berbasis STEM dapat cukup efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik kelas VIII SMP pada pembelajaran materi unsur, senyawa, dan campuran..

Adapun untuk efektivitas dari penggunaan E-Modul interaktif berbasis STEM yang telah dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik menunjukkan hasil *Normalitas Gain* (N-Gain) sebesar 0,9 yang dikategorikan tinggi. Jika hasil tersebut dikonversi dalam presentase N-Gain maka diperoleh hasil 90%, sehingga E-

Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran mampu secara efektif meningkatkan keterampilan komunikasi pada peserta didik. Sedangkan keefektifan peningkatan keterampilan kolaborasi pada peserta didik setelah implementasi E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan tersebut yaitu memperoleh hasil *Normalitas Gain* (N-Gain) sebesar 0,8 dengan kategori tinggi. Jika dikonversikan nilai tersebut dalam bentuk persen maka keefektifannya yaitu sebesar 80% dengan kategori efektif.

Pada uji skala luas ini juga dilakukan analisis untuk mengetahui bagaimana respon peserta didik terhadap E-Modul. Adapun hasil respon peserta didik setelah diterapkannya E-Modul interaktif berbasis STEM adalah sangat baik pada setiap aspek yang diukur dan dapat ditampilkan dalam diagram berikut ini:



Gambar 5. Hasil Respon Peserta Didik terhadap E-Modul

PEMBAHASAN

Produk akhir E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran didapatkan setelah melalui berbagai macam uji produk. Berdasarkan hasil penilaian yang

dilakukan oleh dosen ahli materi, dosen ahli media, guru IPA, dan rekan sejawat mengenai kelayakan produk yang dikembangkan, memberikan hasil bahwa produk E-Modul interaktif berbasis STEM layak dan sangat baik untuk dipergunakan sebagai sumber belajar bagi peserta didik setelah melalui tahap perbaikan atau revisi dengan mempertimbangkan saran atau masukan yang telah diberikan. Hasil uji coba produk pada uji coba terbatas dan uji coba secara luas di lapangan juga menghasilkan E-Modul interaktif berbasis STEM yang efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 (keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi dan komunikasi). Produk akhir E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran dalam penelitian pengembangan ini dapat diakses secara online melalui alamat <https://bit.ly/e-modulSTEM>.

Hasil penelitian pengembangan E-Modul interaktif berbasis STEM ini menunjukkan hasil penelitian yang konsisten dengan teori pembelajaran berbasis STEM, dimana dengan integrasi empat disiplin ilmu *science, technology, engineering, mathematics* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 pada peserta didik. Pembelajaran STEM memungkinkan peserta didik untuk belajar tidak hanya secara konseptual tetapi juga kontekstual. Jika pembelajaran STEM diterapkan dengan baik dan didesain dalam pembelajaran yang tepat, peserta didik dapat lebih memiliki kompetensi dalam memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata (Buckner, T., & Boyd, 2015).

Hasil penelitian dan pengembangan ini walaupun telah menghasilkan produk yang layak untuk dipergunakan sebagai sumber belajar peserta didik dan dapat secara efektif meningkatkan keterampilan abad 21, namun juga memiliki keterbatasan. Adapun keterbatasan tersebut yaitu produk E-Modul yang dihasilkan hanya dapat diakses secara online dengan jaringan internet, sehingga jika E-Modul akan diterapkan di sekolah yang tidak memiliki internet maka E-Modul tersebut harus didownload menjadi bentuk pdf dan tidak bersifat interaktif lagi karena ada beberapa fitur yang tidak dapat berfungsi jika tidak terhubung dengan jaringan internet. Selain itu, hasil download dari E-Modul memiliki tampilan yang bukan tampilan flipbook. Penerapan produk E-modul interaktif berbasis STEM ini juga bergantung pada ketersediaan komputer di sekolah atau *handphone* yang dimiliki peserta didik sebagai media utama untuk mengakses E-Modul tersebut.

Melihat hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran yang memanfaatkan berbagai pendekatan atau metode pembelajaran, maka guru seharusnya mempunyai *mind set* untuk mau berubah menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna atau pembelajaran berpusat pada peserta didik. Keterbatasan infrastruktur seharusnya tidak menghalangi setiap guru untuk terus berkarya karena kesiapan infrastruktur yang mendukung tidak selalu memberikan dampak yang signifikan bagi

peningkatan literasi digital di tingkat sekolah (Dike & Antonius, 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian pengembangan dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan valid dan layak untuk digunakan sebagai sumber belajar berdasarkan penilaian dari ahli materi dan ahli media dengan kategori sangat baik
2. E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran yang telah dikembangkan dinyatakan praktis untuk digunakan berdasarkan penilaian guru IPA dan rekan sejawat dengan kategori penilaian sangat baik
3. E-Modul interaktif berbasis STEM materi unsur, senyawa, campuran efektif untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi serta cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

DAFTAR RUJUKAN

- Afrila, D., & Yarmayani, A. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Modul Interaktif Dengan Software Adobe Flash pada Mata Kuliah Matematika Ekonomi di Universitas Batanghari Jambi*. 18(3), 539–551.
- Arikunto. (2018). *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Astuti, M. (2022). *Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills*. Draft paper.

- Assessment & Teaching of 21st Century Skills. The University of Melbourne, 02(January), 50.*
www.atc21s.org%0Auinbandung
- BinusUniversity. (2021). *6C Kemahiran pada Anak-Anak dalam Pembelajaran*. Binus University. <https://student-activity.binus.ac.id/bslc/2021/05/6c-kemahiran-pada-anak-anak-dalam-pembelajaran/>
- Bybee, R. . (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunity*. Arlington: NTSA Press.
- Buckner, T., & Boyd, B. (2015). *STEM Leadership: How do I Create a STEM Culture in My School?* <http://www.amazon.com/STEM-Leadership-Create-Culture-Schoolebook/dp/B013TCBI3>
- Dike, D., & Antonius, A. (2023). Transformasi Budaya Belajar Melalui Platform Merdeka Mengajar Di Sekolah Dasar Kabupaten Sintang. *VOX EDUKASI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, 14*(1), 37–52.
<https://doi.org/10.31932/ve.v14i1.1999>
- Fauzi, R., & Hayya, A. W. (2022). *Development of STEM-based interactive e-module on ecology topic for senior high schools' student*. Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education, *5*(2), 89–100.
<https://doi.org/10.17509/aijbe.v5i2.44785>
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25 Edisi ke-9*. Semarang: Universitas Dipenegoro.
- Julaila, Y. (2023). *Pengembangan Multimedia Learning Module (Mlm) Berbasis Stem Pada Materi Suhu Dan Kalor untuk Meningkatkan Kognitif dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. repository.upi.edi
- Kemdikbud. (2018). *STEM: Materi IHT Instruktur Pelatihan Pembelajaran Berbasis STEM, Kerja sama antara SEAMEO QITEP in Science dengan PPPPTK BOE*. Malang: PPPPTK VEDC.
- Kemdikbud. (2023). *Apa Saja Keterampilan yang Harus Dimiliki di Abad ke-21 Ini?* <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/apa-saja-keterampilan-yang-harus-dimiliki-di-abad-ke-21-ini/>
- Kurniawan, H., & Susanti, E. (2021). *Pembelajaran Matematika dengan STEM*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Lestari, S. H., Inabuy, V., Sutia, C., Maryana, O. F. T., & Hardanie, B. D. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII*. Jakarta Selatan: Pusat Perbukuan.
- Litbang, & Kemdikbud. (2013). *Kurikulum 2013 : Perubahan Paradigma Belajar Abad 21*. Jakarta: Kemdikbud.
- Majir, A. (2020). *Paradigma Baru Manajemen Pendidikan Abad 21*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Mulyatiningsih. (2011). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Yogyakarta: Alfabeta.
- NationalSTEMEducationCenter. (2014). *STEM education network manual*. bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology
- P21. (2019). *Partnership for 21st Century Learning A Network of Battelle For Kids Frameworks for 21st Century Learning Definitions*. Framework For21" Century Learning, 9.
https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf
- Pratiwi, I. (2019). *Efek Program Pisa Terhadap Kurikulum Di Indonesia*. Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan, *4*(1), 51–71.
<https://doi.org/10.24832/jpnk.v4i1.1157>
- Pusmendik. (2022). *Studi Internasional PISA*. <https://pusmendik.kemdikbud.go.id/produk/kategori-asesmenterstandar/page-studi-internasional-pisa>
- Rayanto, Y. H., Rokhmawan, T., & Maulana, M. Z. A. S. (2020). *Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2: Teori dan Praktek*. Lembaga Academic & Research Institute. <https://books.google.co.id/books?id=pJH>

cDwAAQBAJ

- Redhana, I. W. (2019). *Mengembangkan Keterampilan Abad 21 dalam Pembelajaran Kimia*. *Jurnali Inovasi Pendidikan Kimia*, 13, 2239–2253. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jipk.v13i1.17824>
- Siyoto, S., & Sodikin, A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publisng.
- Sugihartini, N., & Yudiana, K. (2018). *ADDIE sebagai Model Pengembangan Media Instruksional Edukatif (MIE) Mata Kuliah Kurikulum dan Pengajaran*. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 277–286.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarweni V, W. (2014). *SPSS untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking*. Yogyakarta: Surya Cahaya.
- Susmiati, & Nafitupulu, S. (2022). *Pengembangan Media Komik Menggunakan Model ADDIE pada Mata Pelajaran IPA Kelas V SD Negeri 101950 Lidah Tanah Tahun 2021/2022*. *Cybernetics: Journal Education Research and Sosial Studies*, 3, 95–101.
- Zuryanty. (2021). *Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.

