



JIPK 18 (1) (2024)

Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia

<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK>



Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis *Guided Inquiry* untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Rahma Annisa Izzania ✉, Woro Sumarni, dan Harjono

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pascasarjana Universitas Negeri Semarang, Kelud Utara III Petompon Gajah Mungkur Telp. (024)84400516 Semarang 50237

Info Artikel

Diterima September 2023

Disetujui Oktober 2023

Dipublikasikan Januari 2024

Keywords:

*e-modul ajar
etno-STEM
guided inquiry
kemampuan berpikir kritis*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-modul ajar berbasis *guided inquiry* bermuatan etno-STEM, mengetahui tingkat kelayakan, respon siswa, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Pengembangan e-modul ajar menggunakan model 4D (*define, design, development, disseminate*) yang dibatasi sampai tahap ke 3. Penelitian dilaksanakan di MAN 1 Kudus kelas X tahun ajaran 2023/2024. Sampel penelitian berjumlah 33 siswa pada uji coba skala kecil dan 72 siswa untuk uji coba skala besar. Instrumen pada penelitian ini adalah lembar validasi materi, lembar validasi media, lembar angket respon, dan instrumen tes berpikir kritis. Hasil penelitian ini adalah sebagai berikut (1) tingkat kelayakan e-modul ajar berbasis *guided inquiry* bermuatan etno-STEM pada materi kimia hijau pada aspek materi 94% dalam kategori "sangat valid" dan pada aspek media 95% dengan kategori "sangat valid", (2) hasil respon siswa yaitu sebesar 85% yang termasuk dalam kategori "sangat praktis", (3) e-modul ajar efektif dalam membekali kemampuan berpikir kritis siswa.

Abstract

This study aims to develop an E-Teaching Module based on *guided inquiry* with ethno-STEM content to determine the level of feasibility, student responses, and students' critical thinking skills. The development of Teaching E-Modules uses the 4D model (*define, design, develop, disperse*), which is limited to stage 3. The research was conducted at MAN 1 Kudus classes X-1, X-2, and X-3 in the 2023/2024 academic year. The research sample consisted of 33 students for small-scale trials and 72 students for large-scale trials. The instruments in this study were material validation sheets, media validation sheets, response questionnaires, and critical thinking test instruments. The results of this study are as follows: (1) the feasibility level of the guided inquiry-based E-Module Teaching contains ethno-STEM on green chemical material in the material aspect 94% in the "very valid" category and the media aspect 95% in the "very valid" category. (2) the results of students' responses were 85%, which were included in the "very practical" category; (3) Teaching E-Modules were effective in equipping students with critical thinking skills.

© 2024 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
E-mail: rahmaannisa876@gmail.com

p-ISSN 1979-0503

e-ISSN 2503-1244

PENDAHULUAN

Abad 21 merupakan abad dimana ilmu pengetahuan semakin berkembang, abad ini juga sering disebut sebagai abad ekonomi berbasis pengetahuan (Redhana, 2019). IPTEK semakin pesat berkembang, di sisi lain informasi juga semakin melimpah dan mudah menyebar yang menyebabkan perlunya memiliki kemampuan abad 21, seperti berpikir kritis (Samura, 2019). Kemampuan berpikir kritis membantu seorang guru mempersiapkan siswa supaya sanggup hidup di zamannya (Wahyudi, 2021). Peringkat berpikir kritis siswa menurut Programme for International Student Assessment (PISA) masih rendah sebagaimana terlihat pada data tahun 2015 yaitu peringkat 62 dari jumlah peserta berasal dari 72 negara atau memperoleh 397 (OECD, 2015). Kendala seorang guru adalah bagaimana untuk mengemas aktivitas pembelajaran yang dapat menarik minat siswa sekaligus dapat membekali kemampuan berpikir kritis siswa (Herwanti, 2021). Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan dan membekali siswa dalam memiliki kemampuan berpikir kritis adalah pembelajaran terpadu ethno-STEM (Ariyatun, 2021; Sumarni, 2020).

Etno-STEM merupakan integrasi antara etnosains dan STEM yang memuat ragam budaya masyarakat lokal sebagai model pembelajaran yang sesuai diterapkan di abad 21 (Sudarmin *et al.*, 2019). Etno-STEM adalah model pembelajaran yang mengintegrasikan antara pembelajaran sains dengan lingkungan (Muttaqiin, 2021). Pentingnya pembelajaran etnosains dalam memberdayakan pengetahuan siswa terhadap pengetahuan asli di masyarakat perlu dikemas dengan sebuah model pembelajaran yang terintegrasi dan sesuai untuk diterapkan di abad 21 seperti model pembelajaran inkuiri, salah satunya adalah *guided* (Septiani, 2021). *Guided inquiry* merupakan model pembelajaran yang prosesnya mengarahkan pada penemuan konsep sehingga siswa dapat mengembangkan sikap ilmiah yang dimiliki, model ini juga memberi fasilitas kepada siswa untuk menciptakan dan menemukan jawabannya langsung atas permasalahan yang ditemukan (Muliani, 2019). Penerapan model pembelajaran tentunya membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat berkembang secara aktif dan efektif bagi siswa (Pertiwi, 2021). Salah satu perangkat pembelajaran yang efektif untuk pembelajaran mandiri sesuai kurikulum merdeka adalah modul ajar.

Modul ajar adalah perangkat ajar yang digunakan pada kurikulum merdeka seperti RPP+ dan dapat terdiri dari satu pertemuan atau lebih, modul ajar juga disertai dengan bahan ajar serta asesmen yang melengkapinya (Kemendikbud, 2022). Pembelajaran juga harus menyesuaikan perkembangan zaman dimana tren pendidikan di Indonesia saat ini adalah mengedepankan teknologi (Nastiti, 2019). Upaya untuk mendukung konservasi lingkungan dapat dilakukan melalui pemaksimalan pemanfaatan teknologi dengan beralih dari penggunaan modul cetak menuju modul berbasis elektronik atau e-modul. Penyusunan e-modul yang mampu mewujudkan tujuan pembelajaran harus disesuaikan dengan kompetensi pembelajaran (Prastowo, 2015).

Capaian pembelajaran yang harus dikuasai siswa pada buku ajar mata kuliah mandiri kimia SMA adalah atau kimia hijau *green chemistry*. Kimia hijau adalah cabang ilmu kimia yang menghasilkan produk yang tidak berbahaya bagi lingkungan, siswa dapat mempelajari kimia hijau dengan tidak sekedar menghafalkannya. Guru seringkali hanya meminta siswa untuk menghafalkan materi tanpa bersungguh-sungguh memahami materi yang dihafalkan, hal ini menjadikan pembelajaran kurang bermakna karena pembelajaran dengan hafalan dan teori dapat menyebabkan kurangnya pemahaman mengenai materi yang dipelajari. Kurangnya pemahaman menjadikan siswa terhambat dalam mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini disebabkan kurangnya pengalaman belajar yang merangsang rasa ingin tahu dan motivasi mereka untuk belajar. Ketidakmampuan belajar ini juga terdapat di beberapa sekolah, salah satunya adalah MAN 1 Kudus.

Kudus terkenal dengan berbagai kearifan lokal yang dapat diintegrasikan dengan pembelajaran kimia khususnya materi kimia hijau, seperti proses pembuatan batu bata Kudus, pembuatan batik Kudus serta tahu gembus Kudus. Pada pembuatan batu bata, limbah sekam padi dimanfaatkan dengan dicampurkan dengan tanah liat, hal ini menunjukkan penerapan prinsip kimia hijau. Prinsip kimia hijau yang lain juga dapat ditemukan di kearifan lokal pembuatan batik, pengrajin batik di Kudus saat ini marak menggunakan pewarna alami dibanding dengan pewarna buatan, selain harganya yang lebih murah pewarna alami dianggap lebih ramah lingkungan. Selain itu, sentra industri tahu juga turut berkontribusi memberikan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, pengolahan limbah ampas tahu menjadi tempe gembus merupakan salah satu solusi untuk mengurangi limbah ampas tahu. Berbagai macam kearifan lokal Kudus yang diintegrasikan dalam materi kimia hijau sehingga dapat membekali siswa dengan berbagai kemampuan khususnya kemampuan berpikir kritis di abad 21.

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah bahan ajar yang pada prosesnya menuntut keaktifan peserta didik. Pengembangan bahan ajar ini tentunya akan melalui serangkaian tahapan ilmiah yang bersifat teratur seperti adanya uji kelayakan melalui uji validitas oleh para ahli serta uji kepraktisan melalui respon siswa sehingga nantinya akan dihasilkan sebuah produk yang bermanfaat, mampu dipertanggungjawabkan, dan mampu memperbaiki kekurangan

dari produk yang sudah ada sebelumnya. Bahan ajar yang dikembangkan adalah “E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis *Guided inquiry* untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis”

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pemodelan 4D melalui tahapan pendefinisian, desain, pengembangan, diseminasi (Thiagarajan, 1974). Dalam penelitian ini, hanya sampai pada tahap pengembangan, dan tahap diseminasi tidak dilakukan. Sampel penelitian berasal dari MAN 1 KUDUS dengan 33 siswa dari kelas X-3 pada uji coba skala kecil sedangkan uji coba skala besar terdiri dari 72 siswa dengan 36 siswa kelas X-2 sebagai kelas kontrol dan 36 siswa kelas X-1 sebagai kelas eksperimen. Instrumen penelitian pada penelitian ini meliputi lembar wawancara, lembar angket validasi ahli media, lembar angket validasi media, lembar angket respon siswa, dan instrumen tes berpikir kritis siswa. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah analisis uji validitas materi, media, angket respon siswa, dan instrumen tes.

Analisis uji validitas materi dan media untuk mengetahui kelayakan e-modul ajar. Analisis jawaban siswa pada angket respon dilakukan untuk mengetahui aspek kepraktisan modul e-modul ajar selama proses konstruksi. Pilihan jawaban menggunakan skala *likert* dengan skor 1 sampai dengan 4. Analisis uji validitas instrumen tes bertujuan untuk mengetahui kelayakan soal tes berpikir kritis sebelum diujikan kepada siswa. Analisis berpikir kritis siswa menurut hasil *post-test* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil *post-test* dianalisis dengan uji normalitas menggunakan teknik *Shapiro Wilk*, setelah dinyatakan normal, data dilanjutkan dengan uji homogenitas *Levene*, setelah data dinyatakan memiliki varians atau homogenitas yang sama, dilanjutkan dengan *independent sample t-test* berbantuan SPSS 25 untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan e-modul ajar yang dikembangkan untuk kemampuan berpikir kritis siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap identifikasi atau pendefinisian (*define*), kegiatan awal yang dilakukan sebelum menganalisis karakteristik e-modul ajar kimia hijau bermuatan etno-STEM adalah tahap analisis atau observasi masalah. Penelitian dimulai dengan melakukan wawancara dalam kegiatan observasi awal untuk memperoleh informasi dan fakta di lapangan. Kegiatan wawancara tidak terstruktur dilakukan untuk mendapatkan gambaran permasalahan yang lebih lengkap (Sugiyono, 2013). Wawancara yang dilakukan dengan guru mata pelajaran menunjukkan bahwa sekolah masih memiliki keterbatasan untuk menyesuaikan kegiatan pembelajaran dengan kurikulum merdeka.. Bahan ajar yang tersedia pun terkesan hanya menuntut siswa untuk menghafal tanpa adanya kegiatan yang menarik minat siswa untuk mengeksplor lagi materi yang sedang dipelajari yaitu kimia hijau. Bahan ajar yang digunakan belum memuat integrasi kimia dengan kehidupan sehari-hari seperti etnosains. Bahan ajar yang digunakan juga belum memuat aspek *science, technology, engineering, dan mathematics* yang membantu kemampuan literasi kimia baik siswa baik dari aspek konten, konteks, dan kompetensi.

Penyajian materi pada bahan ajar belum dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari siswa sehingga tampak monoton dan membosankan. Berdasarkan kegiatan kajian lapangan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa belum tersedianya sumber belajar yang menuntut siswa dapat berperan lebih aktif dan memuat indikator kemampuan berpikir kritis dan diintegrasikan dengan budaya dan tradisi masyarakat, serta aspek etnosains, etno-teknologi, etno-teknik, dan etnomatematik. Kurikulum merdeka memerlukan modul ajar yang digunakan sebagai alat bantu guru dan siswa dalam melakukan kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu perlu dikembangkan modul ajar yang memuat indikator berpikir kritis dan diintegrasikan dengan aspek etnosains, etno-teknologi, etno-teknik, dan etnomatematik. Modul ajar yang dikembangkan juga perlu disesuaikan dengan konsep konservasi dengan meminimalisir penggunaan kertas yang saat ini sedang marak-maraknya digalakkan, sehingga perlu adanya modul ajar yang dapat digunakan dengan akses internet, seperti penggunaan e-modul ajar atau modul ajar elektronik. E-modul ajar yang baik adalah e-modul ajar yang mampu mewujudkan tujuan pembelajaran yang harus disesuaikan dengan kompetensi pembelajaran. Untuk memperoleh tujuan tersebut, maka pada tahap pendefinisian perlu dilakukan analisis kurikulum serta aspek etno-STEM yang akan dimuat pada e-modul ajar pada materi kimia hijau.

Tahap perancangan (*design*) diawali dengan menyusun instrumen, memilih media, memilih format, dan perancangan awal. e-modul ajar dikembangkan dengan 3 komponen utama yaitu 1) modul ajar/RPP+, 2) materi pembelajaran, dan 3) asesmen berpikir kritis. Bentuk akhir e-modul ajar dapat diakses siswa melalui flipbook. E-modul ajar yang telah dikembangkan akan divalidasi yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan e-modul ajar berbasis *guided inquiry* bermuatan etno-STEM. Instrumen penelitian yang disusun memuat indikator kemampuan berpikir kritis berdasarkan Ennis (2011) yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lanjut, dan mengatur strategi dan taktik. Instrumen tes terdiri dari 12 soal esai dengan sebaran level kognitif C2 – C6. Pada tahap perancangan juga dilakukan penyusunan lembar angket respon siswa terhadap e-modul ajar untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan. Desain angket respon siswa terdiri dari empat aspek

penilaian e-modul ajar bermuatan etno-STEM dengan menggunakan model pembelajaran *guided inquiry* yang akan dinilai oleh siswa yang terdiri dari beberapa aspek diantaranya bahasa, penyajian, materi, *guided inquiry*, etno-STEM

Pengembangan e-modul ajar kimia hijau ini diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis *guided inquiry*. Model ini digunakan agar pembelajaran dapat lebih berpusat kepada siswa. Proses ini mengharuskan siswa untuk menelusuri pengetahuannya secara mandiri untuk mendapat berbagai informasi sehingga dapat membekali siswa dalam memiliki kemampuan berpikir kritis. Pengembangan e-modul ajar ini juga memuat aspek etno-STEM di dalamnya. Produk e-modul ajar berpendekatan etno-STEM dibuat dengan format yang menarik mulai dari warna, bentuk, serta ukuran. Adapun format e-modul ajar terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, capaian pembelajaran, modul ajar, kegiatan inti, instrumen tes, daftar pustaka, profil pengembang, dan glosarium. Desain sampul yang digunakan dalam penelitian memuat identitas instansi, gambar yang mengacu pada materi, identitas e-modul ajar kimia hijau, identitas kelas, dan identitas penyusun. Adapun sampul produk e-modul ajar ditampilkan sebagaimana pada Gambar 1.

E-modul ajar yang dikembangkan memuat dua kegiatan, Kegiatan 1 pada e-modul ajar mengarahkan siswa untuk mempelajari tentang pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau melalui model pembelajaran *guided inquiry*. Tautan berisi video tentang kimia hijau dan batik Kudus disajikan untuk memantik motivasi siswa dalam mempelajari pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau secara lebih mendalam. Siswa juga diarahkan untuk melakukan kunjungan kearifan lokal di Kabupaten Kudus seperti kunjungan ke tempat produksi batik Kudus, pada kegiatan ini siswa juga menganalisis aspek etno-STEM (etno-sains, etno-teknik, etno-teknologi, dan etno-matematik) yang mereka temukan di tempat produksi batik.

Kegiatan 2 pada e-modul ajar mengarahkan siswa untuk mempelajari mengenai 12 prinsip kimia hijau melalui model pembelajaran *guided inquiry*. Pada kegiatan 2, siswa secara berkelompok diminta melakukan kunjungan ke pabrik tahu dan tempat pembuatan batu bata. Melalui kunjungan yang dilakukan siswa dapat menganalisis prinsip kimia hijau apa saja yang telah diterapkan pada proses produksi kearifan lokal dan tahapan apa saja yang tidak mencerminkan kimia hijau. Pada kegiatan ini siswa juga menganalisis aspek etno-STEM (etno-sains, etno-teknik, etno-teknologi, dan etno-matematik) yang mereka temukan di tempat pembuatan batu bata dan pabrik tahu. Siswa saling berbagi informasi mengenai kunjungan kearifan lokal dengan mempresentasikan laporan kunjungan yang telah dilakukan. Konten etno-STEM budaya lokal di Kudus yang dimasukkan pada e-modul ajar dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Tampilan e-modul ajar



Gambar 2. Kegiatan kunjungan siswa ke budaya lokal Kudus

Tabel 1. Konten etno-STEM pada e-modul ajar

Aspek Etno-STEM	Materi
Etnosains	Limbah sekam padi digunakan sebagai bahan campuran adonan batu bata Bahan alami digunakan sebagai pewarna alami pengganti pewarna sintetis dalam proses pewarnaan batik Limbah ampas tahu digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tempe gembus.
Etno-Teknologi	Prosedur yang dilakukan untuk pembuatan batu bata. Prosedur pembuatan batik khususnya pada proses pewarnaan Prosedur pada pembuatan tempe gembus.
Etno-Teknik	Teknik pencetakan agar tanah liat tidak lengket, teknik penyusunan batu bata agar cepat dalam pengeringan, teknik penyusunan batu bata pada saat pembakaran agar efektif. Teknik pewarnaan batik agar dihasilkan warna yang tahan lama Teknik membungkus ampas tahu pada saat fermentasi
Etnomatematik	Perhitungan laba/rugi pada proses pembuatan batu bata. Perhitungan laba/rugi pada proses pembuatan batik Perhitungan laba/rugi pada proses pembuatan tempe gembus

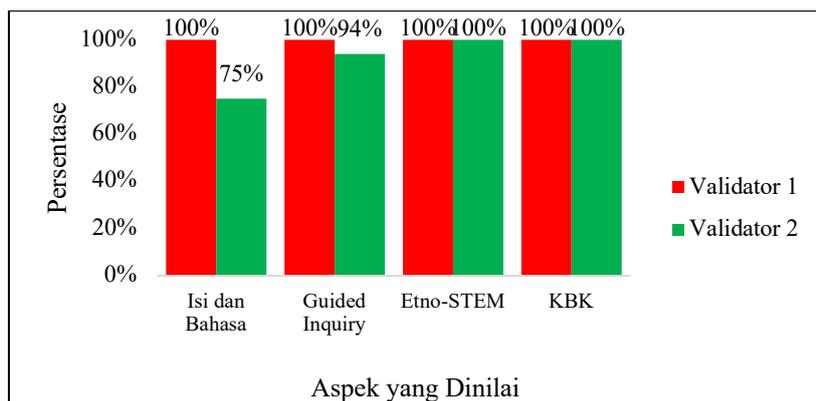
Tahap pengembangan (*development*) meliputi validasi ahli terhadap produk dan instrumen yang telah dirancang, uji coba skala kecil, revisi, dan uji coba skala besar. E-modul ajar bermuatan Etno-STEM dengan model *guided inquiry* ini dikembangkan sesuai pada tahap 4D. Proses pengembangan e-modul ajar diawali dengan melakukan validasi e-modul ajar kepada validator ahli. Validasi digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu produk dengan adanya masukan dan evaluasi yang selanjutnya dapat dilakukan revisi. Pengembangan e-modul ajar pada penelitian ini disesuaikan dengan tahap develop dalam 4D. Lembar validasi digunakan untuk mengukur kelayakan sebuah media pembelajaran dengan menggunakan kriteria interpretasi skala *likert* (Riduwan, 2012).

E-modul ajar yang dikembangkan dinilai kelayakannya dari aspek materi dan aspek media. Validasi materi terdiri dari empat aspek yaitu aspek kelayakan isi dan bahasa, aspek model *guided inquiry*, aspek muatan etno-STEM, dan aspek kemampuan berpikir kritis. Aspek kelayakan isi dan bahasa menilai kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan kaidah bahasa, aspek *guided inquiry* menilai kesesuaian kegiatan dan materi dengan sintak model *guided inquiry*, aspek etno-STEM menilai kesesuaian kegiatan dan materi dengan aspek etno-STEM (etno-sains, etno-teknik, etno-teknologi, dan etno-matematik), dan aspek berpikir kritis menilai kesesuaian kegiatan dan pertanyaan dengan indikator berpikir kritis. Saran dan masukan yang telah diberikan oleh ahli dapat dilihat pada Tabel 2.

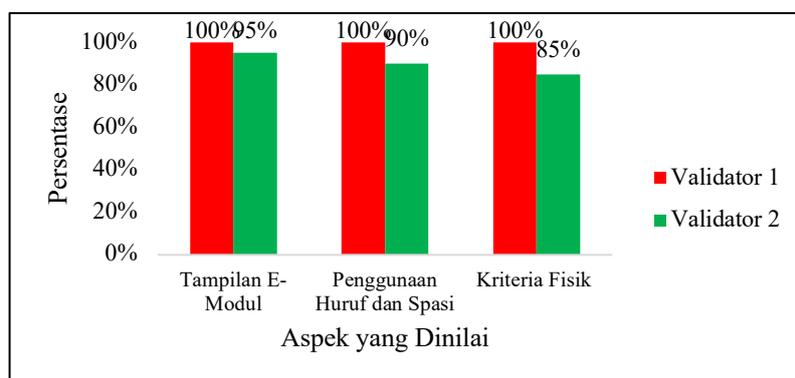
E-modul ajar telah dirancang dengan runtut dan disesuaikan dengan setiap indikator pembelajaran yang hendak dicapai. E-modul ajar disajikan dengan menarik dan tidak monoton berupa kalimat saja tetapi juga divariasikan dengan berbagai gambar dan video yang dapat disaksikan siswa dengan mengakses melalui tautan yang telah disediakan. Hal ini sesuai dengan laporan penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan video dalam pembelajaran dapat melibatkan siswa untuk membangun kompetensi dalam bidang keterampilan afektif, kognitif, psikomotor dan komunikasi (Nurwahidah & Zaharah, 2021). E-modul ajar ini dapat diakses menggunakan internet secara real time. Siswa dapat mengakses tautan dan QR code yang telah disediakan di e-modul ajar untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan.

Tabel 2. Saran dari validator materi dan media

Aspek	Revisi
Materi	Perbaikan pemenggalan kalimat di setiap paragraf Perbaikan tata tulis dan penyusunan kalimat Perbaikan penulisan rumus kimia
Media	Perbaikan penyajian gambar agar lebih bermakna Memperjelas tabel



Gambar 3. Hasil validasi materi pada e-modul ajar



Gambar 4. Hasil validasi media pada e-modul ajar

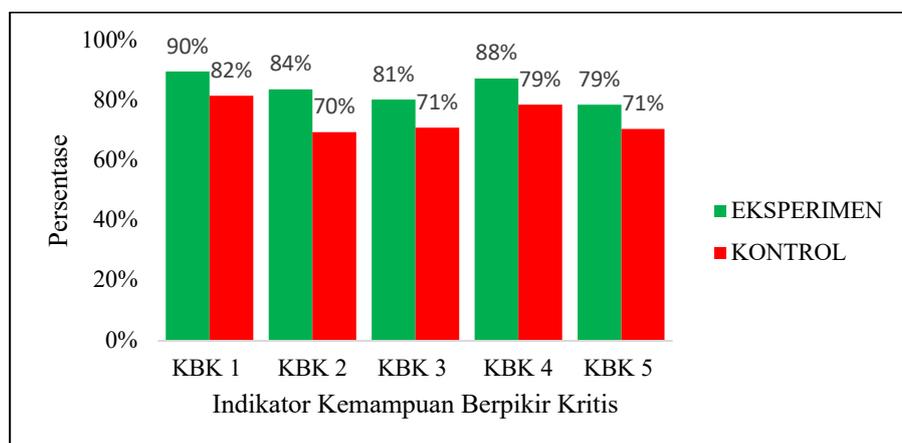
Persentase rata-rata validasi e-modul ajar bermuatan Etno-STEM sebesar 94,50% dengan kategori “Sangat Layak”. Validator 1 memberikan jumlah skor pada penilaian aspek materi e-modul ajar sebesar 64 atau dengan persentase 100% dengan kriteria sangat valid dan validator 2 memberikan jumlah skor pada penilaian aspek materi sebesar 57 dengan persentase 89% dengan kriteria sangat valid, sehingga rerata keduanya menghasilkan skor sebesar 60 atau dengan persentase 94% dengan kategori “Sangat Layak”. Adanya hasil tersebut menunjukkan bahwa dimungkinkan untuk menguji e-modul ajar yang sedang dikembangkan untuk mengetahui kepraktisan dan efektivitas implementasi e-modul ajar. Hasil validasi materi dan media dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Validasi media terdiri dari tiga aspek yaitu aspek tampilan e-modul ajar, penggunaan huruf dan spasi serta kriteria fisik. Indikator yang dinilai pada aspek tampilan adalah konsistensi sajian dalam kegiatan belajar, keruntutan konsep, serta tampilan modul ajar. Indikator yang dinilai pada penggunaan huruf dan spasi adalah kesesuaian pemilihan huruf dan spasi dari segi warna dan latar belakang serta jarak dan alinea. Pada uji validitas media, validator 1 memberikan jumlah skor pada penilaian aspek media pada e-modul ajar sebesar 60 atau dengan persentase 100% dengan kriteria sangat valid dan validator 2 memberikan jumlah skor pada penilaian aspek materi sebesar 54 dengan persentase 90% dengan kriteria sangat valid, sehingga rerata keduanya menghasilkan skor sebesar 57 atau dengan persentase 95%.

Instrumen tes yang digunakan untuk menganalisis kemampuan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau memerlukan pembuktian validitas isi (validitas ahli). Tujuan adanya validasi adalah untuk memperoleh komentar dan saran dari validator ahli terkait kekurangan instrumen tes yang dikembangkan. Adanya masukan dari validator menjadi dasar untuk dilakukan revisi butir soal sehingga didapatkan peningkatan kualitas instrumen tes yang digunakan dalam penelitian. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi isi berbentuk angket yang diisi oleh dua dosen validator yang berasal dari jurusan kimia UNNES. Hasil validasi instrumen tes oleh validator ahli mendapatkan rerata persentase 95% dengan kategori “Sangat Baik”. Validator 1 memberikan rerata persentase sebesar 100% sedangkan validator 2 memberikan rerata persentase sebesar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes berpikir kritis telah layak untuk diujicobakan. Setelah dinyatakan layak maka instrumen tes dapat digunakan untuk post-test pada kelas kontrol dan kelas eksperimen pada uji coba skala besar. Pelaksanaan pada kelas kontrol menggunakan sumber belajar di sekolah sedangkan kelas eksperimen menggunakan produk e-modul ajar bermuatan etno-STEM dengan model pembelajaran *guided inquiry* yang telah dikembangkan.

Tabel 3. *Output independent samples test*

Independent Samples Test						
Levene's Test for Equality of Variances			t-test for Equality of Means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Hasil	Equal variances assumed	1.587	0.212	5.876	70	0.000
	Equal variances not assumed			5.876	67.928	0.000

**Gambar 5.** Analisis kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kontrol

Hasil *post-test* dianalisis dengan menggunakan uji normalitas dengan teknik *shapiro wilk* berbantuan SPSS 25. Nilai signifikansi pada kelas eksperimen yaitu 0,252 dan pada kelas kontrol yaitu 0,180, keduanya menghasilkan nilai Sig > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data penelitian berdistribusi normal. Analisis data dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji Levene dan menghasilkan nilai signifikansi 0,212 dimana Sig > 0,05 maka data kelas kontrol dan kelas eksperimen berasal dari varians yang sama atau homogen. Uji hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan dan apakah pembelajaran menggunakan e-modul ajar yang dikembangkan dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kontrol atau tidak. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan independent sample t test dan menghasilkan Sig. (kedua belah pihak) sebesar $0,000 < 0,05$ sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3., hal ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, melalui hasil ini dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan nilai rata-rata setelah tes kemampuan berpikir kritis siswa pada tes kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Rata-rata skor *post-test* kelas eksperimen adalah 85,56 dan rata-rata skor tes kelas kontrol adalah 77,33. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa kelas kontrol, sehingga modul ajar elektronik yang dikembangkan efektif dalam membekali siswa dengan kemampuan berpikir kritis, secara lebih rinci rata-rata nilai *post-test* pada masing-masing indikator kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 5.

Kemampuan pada indikator memberikan penjelasan sederhana (KBK 1) meliputi kemampuan bertanya dan menjawab tantangan atau penjelasan dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Sebagian besar peserta didik sudah mampu menjawab dan memberikan penjelasan dengan benar. Namun, juga terdapat yang masih menjawab tanpa memberikan alasan atau memberikan penjelasan namun secara singkat. Persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik pada aspek ini adalah 90%. Hal ini sesuai dengan penelitian Leicester & Taylor (2010) yang mengungkapkan bahwa siswa akan belajar mengenai berpikir kritis secara bertahap dengan kebiasaan yang dilakukan seperti merumuskan masalah serta menjawab pertanyaan – pertanyaan yang membutuhkan penjelasan-penjelasan.

Kemampuan pada indikator membangun keterampilan dasar (KBK 2) meliputi mengamati dan mempertimbangkan hasil observasi. Pertanyaan yang berkaitan dengan indikator ini adalah menentukan pengganti sekam padi sebagai bahan campuran batu bata dan mengklarifikasi pernyataan tentang limbah pabrik tahu sebagai sebuah reportase penelitian. Sebagian peserta didik sudah mampu mengusulkan pengganti sekam padi dengan benar serta memberikan alasan jawaban dengan tepat. Beberapa peserta didik masih salah dalam menentukan bahan pengganti sekam padi karena masih kurang memahami konsep. Sebagian besar peserta didik juga sudah mampu mengklarifikasi benar tidaknya hasil reportase limbah tahu yang disampaikan. Persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik pada aspek ini adalah 84%.

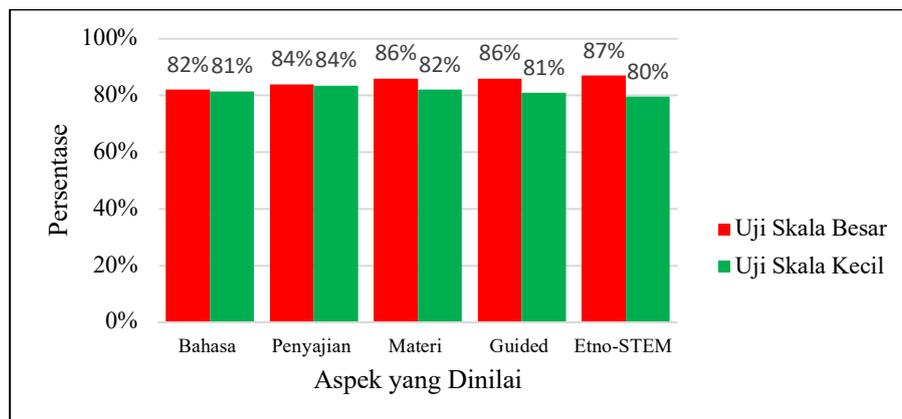
Hal ini sesuai dengan penelitian Che (2002) menyatakan berpikir kritis mengarahkan peserta didik untuk melihat langsung peristiwa dari berbagai sudut dan kemudian mengevaluasinya melalui proses kegiatan intelektual.

Kemampuan pada indikator menyimpulkan (KBK 3) yaitu mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi. Contoh soal yang berkaitan dengan indikator ini adalah menyimpulkan pernyataan yang benar mengenai data hasil uji toksisitas limbah tahu. Peserta didik juga membuat kesimpulan tentang pemanfaatan tahu setelah disajikan data mengenai nilai gizi ampas tahu. Sebagian besar peserta didik telah mampu menarik kesimpulan dengan benar dan disertai penjelasan secara ilmiah, beberapa peserta didik sekedar menyimpulkan tanpa menyertakan alasan ilmiah yang mendukung argumennya. Persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik pada aspek ini adalah 81%, hal ini sesuai dengan pernyataan Jhonson (2008) yang mengungkapkan bahwa berpikir kritis menjadikan siswa dapat menganalisis pemikirannya sendiri dalam rangka memastikan bahwa siswa telah menentukan pilihan dan membuat kesimpulan.

Kemampuan pada indikator memberikan penjelasan lanjut (KBK 4) adalah mengidentifikasi asumsi, pertanyaan yang berkaitan dengan indikator ini adalah menjelaskan secara lebih lanjut mengenai adanya perbedaan toksisitas penggunaan pewarna sintetis dan alami pada pembuatan batik. Pertanyaan lain yang berkaitan dengan indikator ini yaitu peserta didik memberikan penjelasan lanjut mengenai prinsip yang digunakan pada pembuatan produk olahan ampas tahu. Sebagian besar peserta didik telah memilih jawaban dengan benar dan memberikan alasan yang tepat. Persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik pada aspek ini adalah 88% pada kelas eksperimen dan 79% pada kelas kontrol. Kemampuan indikator mengatur strategi dan taktik (KBK 5) adalah memutuskan suatu tindakan. Persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik pada aspek ini adalah 86,5%. Sesuai dengan penelitian Nosich (2009) menyatakan peserta didik dapat mengambil keputusan yang baik dan penuh rasa yakin terhadap hasil dan menetapkan suatu tindakan dengan pembelajaran yang berinteraksi dengan kehidupan sehari-hari.

Pada tahap pengembangan juga dilakukan analisis kepraktisan e-modul ajar berdasarkan respon siswa. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa e-modul ajar mendapatkan skor 58,7 atau dengan persentase 85% dengan kriteria “Sangat Praktis”. Aspek dengan skor dan rata – rata tertinggi adalah aspek etno-STEM dengan skor 87%, aspek materi dan *guided inquiry* mendapatkan skor dengan rata – rata 86%, aspek bahasa mendapatkan skor dengan rata-rata 82%, dan aspek penyajian mendapatkan skor dengan rata-rata 84%. Skor yang diperoleh dari lembar angket kepraktisan dianalisis dan disajikan dalam Gambar 6.

Aspek dengan rata – rata persentase tertinggi yaitu pada aspek etno-STEM, hal ini menunjukkan bahwa kegiatan etnosains dan STEM yang dilakukan siswa dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Ginanjar, 2021; Rosidah, 2022). Integrasi budaya lokal pada pembelajaran mendorong siswa untuk tertarik pada mata pelajaran. Aspek penyajian juga mendapat nilai baik dengan persentase rata-rata 85%, hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa penyajian modul digital seperti flipbook dapat memicu minat dan motivasi siswa serta membantu siswa belajar dengan lebih mudah memahami materi yang dipelajari. (Hadiyanti, 2021). Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul ajar memiliki kategori “Sangat Praktis”.



Gambar 6. Persentase respon siswa pada uji coba skala kecil dan besar

SIMPULAN

Tingkat kelayakan e-modul ajar dengan model pembelajaran *guided inquiry* bermuatan etno-STEM pada materi kimia hijau memiliki persentase rata – rata pada aspek materi 94% dan pada aspek media 95%. Berdasarkan uji validitas yang dilakukan oleh validator dapat dinyatakan bahwa e-modul ajar berbasis *guided inquiry* bermuatan etno-STEM “Sangat Layak” digunakan dengan kategori “Sangat Valid”. E-modul ajar juga memberikan pengaruh pada kemampuan berpikir kritis siswa yang ditunjukkan pada uji independent sample t yang menghasilkan Sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, hal ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 dan *mean* hasil post-test pada kelas eksperimen sebesar 85,56 dan kelas kontrol sebesar 77,33 sehingga e-modul ajar yang dikembangkan efektif untuk membekali kemampuan berpikir kritis siswa. E-modul ajar mendapatkan skor 58,7 atau dengan persentase 85% berdasarkan respon siswa, hal itu menunjukkan bahwa e-modul ajar dengan model pembelajaran *guided inquiry* bermuatan etno-STEM pada materi kimia hijau “Sangat Praktis” digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyatun, A. 2021. Analysis of Ethno-STEM Integrated Project-Based Learning on Students' Critical and Creative Thinking Skills. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 3(1), 35–44
- Che, F.S. 2002. Teaching Critical Thinking Skills in a Hong Kong Secondary School. *Asia 110 Pacific Education Review*, 3(1), 108–114
- Ennis, R.H. 2011. *The Nature of Critical Thinking: an Outline of Critical Thinking Disposition and Abilities. Last Revised*. Emeritus Proffessor
- Ginanjar, G., Hendrayana, Y., & Juliantine, T. 2021. Pengaruh Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Melalui Aktivitas Fisik terhadap *Active Lifestyle* dan Motivasi Belajar. *Jurnal Ilmu Kelahragaan*, 20(2), 197–204
- Hadiyanti, A.H.D. 2021. Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Digital Berbasis Flipbook untuk Pembelajaran Daring. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 4(2), 284–291
- Herwanti, K. 2021. Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Kimia pada Materi Sel Elektrokimia dengan Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif melalui Pendekatan STEM kelas XII MIPA 5 SMA Negeri Salatiga Tahun 2019/2020. *Jurnal Pendidikan*, 1(1):39-53
- Kemendikbud. 2022. *Modul Ajar*. <https://pusatinformasi.kolaborasi.kemdikbud.go.id/hc/en-us/articles/5010317055769-Contoh-Modul-Ajar>. diakses pada 1 Juli 2023
- Leicester, M., & Taylor, D. 2010. *Critical Thinking Across the Curriculum*. McGraw Hill: Open University Press
- Muttaqin, A., Murtiani, M., & Yulkifli, Y. 2021. Is Integrated Science Book with Ethno-STEM Approach Needed by Secondary School Students?. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1):1-9
- Muliani, K.D., & Wibawa, M.C. 2019. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Video terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 3(1), 107–114
- Nastiti, F.E., & Ni'mal, A.R. 2020. *Kesiapan Pendidikan Indonesia Menghadapi Era Society 5.0*, 5(1):61-66
- Nosich, G. 2009. *Learning to Think Things Through a Guide to Critical Thinking Across the Curriculum*. Pearson Prentice Hall
- Nurwahidah, C.D. & Zaharah, I.S. 2021. Media Video Pembelajaran dalam Meningkatkan Motivasi dan Prestasi Mahasiswa. *Rusyan Fikir*, 17(1):118-125
- OECD. 2015. *PISA 2015. Result in Focus*. Paris: OECD Publishing
- Pertiwi, W.J., Solfarina, S., & Langitasari, I. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Etnosains pada Konsep Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1):2717–2730
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press
- Redhana, I.W. 2019. Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1):2239-2253
- Samura, A.O. 2019. Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematis melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Journal of Mathematics Education and Science*, 5(1), 20–28

- Septiani, D., & Susanti, S. 2021. Urgensi Pembelajaran Inkuiri di Abad Ke 21: Kajian Literatur. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(1):126-130
- Sudarmin, Sumarni, W., Pujiastuti S.E., & Sumarti, S.S. 2019. Implementing the Model of Project-Based Learning: Integrated with Ethno-STEM to Develop Students' Entrepreneurial Characters. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1):1-7
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta
- Sumarni, W. 2018. *Etnosains dalam Pembelajaran Kimia: Prinsip, Pengembangan dan Implementasinya*. Semarang: UNNES Press
- Thiagarajan. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Blomington: Indiana University
- Wahyudi, A., Dwi A. Y., Rochaendi, E., & Apriyanti. 2021. The Position of Critical Thinking and Creative Thinking in Science Education. *Jurnal Zarah*, 9(1):8-14.