

**VALIDITAS DAN KEPRAKTIKAN E-MODUL BERBASIS STEM DENGAN
MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 5E* PADA SUBMATERI
PENCEMARAN AIR UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KREATIF**

Athalia Sovie¹, Dwi Anggorowati Rahayu²

^{1,2}Pendidikan Bologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

¹athalia.22080@mhs.unesa.ac.id ²dwirahayu@unesa.ac.id

ABSTRACT

Creative thinking skills were one of the essential 21st-century 4C competencies that needed to be developed. However, the results of the Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 indicated that these skills remained a challenge in education, highlighting the need for instructional materials that could support their development. This study aimed to develop a valid and practical STEM-based e-module integrated with the Learning Cycle 5E instructional model on the water pollution subtopic to train students' creative thinking skills. This study employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D model, which consisted of the define, design, develop, and disseminate stages. A limited trial was conducted on 24 students of class X at Wachid Hasyim 5 Senior High School Surabaya. The validity of the e-module was determined through expert validation, while its practicality was evaluated based on the implementation of learning activities and students' responses. Data collection techniques were carried out using validation methods, implementation observation, questionnaires and were analyzed descriptively using quantitative methods. The results showed that the e-module achieved a validity score of 96,16%, which was categorized as very valid. The practicality of the e-module was shown by the percentage of learning implementation of 94,12% and student responses of 98,33%, both of which were categorized as very practical. Based on these results, the STEM-based e-module integrated with the Learning Cycle 5E instructional model on the water pollution subtopic was considered valid and practical for training students' creative thinking skills

Keywords: e-module, STEM, learning cycle 5E, waterpollution, creative thinking skills

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu kompetensi 4C abad ke-21 yang penting dikembangkan. Namun, hasil PISA 2022 menunjukkan keterampilan ini masih menjadi tantangan dalam pendidikan, sehingga diperlukan bahan ajar yang mendukung penguatannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-modul berbasis STEM dengan model pembelajaran Learning Cycle 5E pada submateri pencemaran air yang valid dan praktis untuk melatih keterampilan berpikir kreatif

peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) menggunakan model 4D. Uji coba terbatas dilakukan pada 24 peserta didik kelas X SMA Wachid Hasyim 5 Surabaya. Validitas e-modul diperoleh berdasarkan hasil validasi ahli. Kepraktisan e-modul ditinjau berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik. Teknik pengumpulan data menggunakan metode validasi, observasi keterlaksanaan, dan angket. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan persentase validitas sebesar 96,16% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan E-modul ditunjukkan dengan persentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 94,12% dan respon peserta didik sebesar 98,33%, keduanya berkategori sangat praktis. Berdasarkan hasil tersebut, E-modul berbasis STEM dengan model pembelajaran Learning Cycle 5E pada submateri pencemaran air dinyatakan valid dan praktis untuk melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik

Kata Kunci: e-modul, STEM, learning cycle 5E, pencemaran air, keterampilan berpikir kreatif

A. Pendahuluan

Perubahan yang ditimbulkan oleh revolusi Industri 4.0 mengharuskan sistem pendidikan menghasilkan lulusan yang mampu beradaptasi dengan berbagai tantangan abad ke-21. Salah satu kompetensi yang penting dikembangkan adalah keterampilan berpikir kreatif sebagai bagian dari keterampilan 4C (critical thinking, creativity, collaboration, dan communication). National Education Association melalui publikasi *Preparing 21st-Century Students for a Global Society* menempatkan kreativitas, komunikasi, berpikir kritis, dan kolaborasi sebagai empat kompetensi utama abad ke-21 (National Education Association,

2010). Menurut Munandar (2012), keterampilan berpikir kreatif terdiri atas empat indikator, yaitu fluency (kelancaran menghasilkan ide), flexibility (keluwesan dalam menghasilkan berbagai alternatif solusi), originality (keaslian ide), dan elaboration (kemampuan mengembangkan atau merinci suatu gagasan). Keempat indikator tersebut perlu dilatihkan melalui proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan memecahkan permasalahan secara mandiri. Faktanya, keterampilan berpikir kreatif masih menjadi tantangan serius di Indonesia. Data Programme for International Student Assessment

(PISA) 2022 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik Indonesia dalam menyelesaikan permasalahan yang memerlukan penalaran, kreativitas, dan pemecahan masalah masih berada di bawah rata-rata yakni berada di peringkat 69 dari 81 negara peserta (OECD, 2024). Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Ayuningtyas & Ambarwati (2024) terhadap 154 peserta didik SMA di Surabaya yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif peserta didik masih berada pada kategori rendah. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya mampu memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kreativitas melalui aktivitas belajar yang bermakna. Hasil observasi di SMA Wachid Hasyim 5 Surabaya menunjukkan bahwa pembelajaran biologi masih didominasi pendekatan konvensional yang berpusat pada guru, dengan peserta didik berperan sebagai pendengar pasif. Pola ini mengurangi kesempatan peserta didik untuk menjelajahi ide dan mengasah kemampuan berpikir kreatif, terutama pada topik yang memiliki karakteristik kontekstual dan berpotensi melatih keterampilan berpikir

kreatif yaitu perubahan iklim khususnya pencemaran air. Hasil pre-assessment turut menunjukkan bahwa 43% peserta didik belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal pada materi terkait perubahan iklim, dengan rata-rata skor 46,6. Temuan ini mengindikasikan perlunya pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif agar pemahaman konseptual terbentuk lebih mendalam. Model pembelajaran Learning Cycle 5E menjadi salah satu alternatif karena berlandaskan konstruktivisme yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran (Widana & Widyastiti, 2023). Model ini berlangsung melalui lima tahapan, yaitu engagement, exploration, explanation, elaboration, dan evaluation, sehingga konsep dapat dipahami secara bertahap dan diaplikasikan pada situasi nyata (Bybee, 2014). Setiap tahapan dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam membangun konsep secara bertahap, menghubungkan pengetahuan dengan pengalaman nyata, serta menerapkan konsep pada situasi baru. Karakteristik tersebut menjadikan Learning Cycle 5E berpotensi melatih keterampilan berpikir kreatif karena peserta didik

memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi gagasan, mengemukakan pendapat, dan mengembangkan solusi terhadap suatu permasalahan (Qarareh, 2012). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) memungkinkan peserta didik mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata dan terbukti berkontribusi positif terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Mardatillah & Kristayulita, 2024). Pendekatan ini mendorong kolaborasi pengetahuan lintas disiplin untuk mengatasi tantangan nyata sekaligus melatih pemecahan masalah dan inovasi. Selain itu, STEM juga memacu partisipasi dan kerja sama antar peserta didik melalui kegiatan eksperimen, proyek, serta penyelesaian masalah dalam konteks yang relevan (Pakpahan dkk., 2023; Sinta dkk., 2021). Submateri pencemaran air sangat relevan diintegrasikan dengan pendekatan STEM karena berkaitan erat dengan fenomena lingkungan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Integrasi tersebut didukung melalui pengembangan e-modul sebagai

bahan ajar digital yang mampu menyajikan video, gambar, kuis, dan aktivitas interaktif sehingga meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran (Dewi & Lestari, 2020; Fitriana & Dewi, 2023). Beberapa penelitian telah mengembangkan pembelajaran berbasis Learning Cycle 5E maupun STEM. Kumaiyah dan Rosdiana (2019) melaporkan bahwa penerapan Learning Cycle 5E pada materi pencemaran air memperoleh respons positif dari peserta didik dan keterlaksanaan pembelajaran dengan kategori sangat baik, tetapi belum mengintegrasikan pendekatan STEM. Sementara itu, Megawati dkk. (2022) mengembangkan e-modul berbasis STEM yang memperoleh respons positif dari peserta didik, namun belum memadukannya dengan sintaks pembelajaran Learning Cycle 5E. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, masih terdapat peluang untuk mengembangkan e-modul yang mengintegrasikan pendekatan STEM dengan model Learning Cycle 5E pada submateri pencemaran air. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi kedua pendekatan tersebut melalui aktivitas pengujian kualitas air menggunakan sensor TDS berbasis

Arduino Uno sebagai bagian dari aktifitas kolaboratif peserta didik. Artikel ini secara khusus membahas hasil validitas dan kepraktisan E-modul yang dikembangkan, ditinjau dari penilaian ahli, keterlaksanaan pembelajaran, dan respon peserta didik.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) yang mengadaptasi model 4D meliputi tahap define (menentukan), design (merancang), develop (mengembangkan), dan disseminate (menyebarkan) (Thiagarajan, 1974). Pengembangan dan validasi E-modul dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya pada rentang waktu Juni 2025 hingga Maret 2026. Uji coba terbatas dilakukan di SMA Wachid Hasyim 5 Surabaya pada April 2026, pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, melibatkan 24 peserta didik kelas X pada satu kelas reguler. Produk yang diujicobakan merupakan E-modul yang telah dinyatakan valid oleh dua dosen ahli media dan materi. Tahap define bertujuan untuk

mengidentifikasi kebutuhan pengembangan e-modul. Kegiatan pada tahap ini meliputi analisis kurikulum, analisis karakteristik peserta didik, analisis materi, analisis tugas, serta perumusan tujuan pembelajaran. Tahap design bertujuan merancang produk e-modul yang dikembangkan. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan instrumen penelitian, penyusunan materi, perancangan tampilan e-modul, penyusunan aktivitas pembelajaran berdasarkan sintaks Learning Cycle 5E yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Tahap develop bertujuan menghasilkan produk yang layak digunakan melalui proses validasi dan uji coba terbatas. Draft e-modul divalidasi oleh dua dosen ahli, masukan dari validator digunakan sebagai dasar untuk merevisi produk hingga diperoleh e-modul yang layak diuji cobakan. Selanjutnya, uji coba terbatas dilaksanakan pada 24 peserta didik kelas X SMA Wachid Hasyim 5 Surabaya untuk memperoleh data kepraktisan berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran dan respons peserta didik terhadap penggunaan e-modul. Tahap disseminate dilakukan

penyebarluasan melalui publikasi hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi e-modul, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons peserta didik. Lembar validasi berskala likert yang diisi oleh dua dosen ahli untuk menilai aspek penyajian, isi dan bahasa. Lembar observasi keterlaksanaan berskala Guttman yang diisi oleh dua observer untuk mengamati 17 aspek aktivitas peserta didik pada setiap kelompok selama pembelajaran. Angket respon peserta didik berskala Guttman berisi 20 pernyataan yang mencakup aspek penyajian, kemudahan akses, isi, dan kebahasaan, diisi oleh 24 peserta didik setelah pembelajaran selesai. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data validitas dianalisis menggunakan skala likert.

Tabel 1. Kriteria Skala Likert

Skala	Penilaian
1	Kurang Baik
2	Cukup Baik
3	Baik
4	Sangat Baik

(Riduwan, 2013)

Kemudian skor validitas dihitung menggunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Validitas(\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor total}} \times 100$$

Hasil validasi diinterpretasikan berdasarkan kriteria Ridwan (2013), dimana E-modul yang dikembangkan dikatakan valid apabila skor mencapai $\geq 70\%$. Data kepraktisan keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik dianalisis menggunakan skala guttman.

Tabel 2. Kriteria Skala Guttman

Jawaban	Skor
Ya	1
Tidak	0

(Riduwan, 2013)

Kemudian skor yang diperoleh dari observasi keterlaksanaan pembelajaran dan angket respon peserta didik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Keterlaksanaan(\%)} = \frac{\text{Jumlah jawaban ya}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100$$

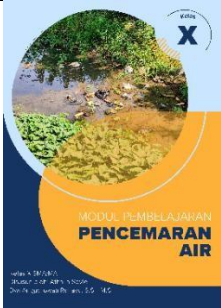
Hasil kepraktisan diinterpretasikan berdasarkan kriteria Riduwan dan Sunarto (2013), dimana E-modul dinyatakan praktis apabila memperoleh skor sebesar $\geq 71\%$.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan Validasi E-modul

E-modul berbasis STEM dengan model Learning Cycle 5E pada submateri pencemaran air dirancang menggunakan Canva, dikonversi menjadi flipbook melalui Heyzine, dan didistribusikan dalam format HTML

sehingga dapat diakses melalui berbagai perangkat tanpa instalasi tambahan. Struktur E-modul terdiri atas bagian pendahuluan, inti, evaluasi dan umpan balik, referensi (Sukiman, 2012). Berikut adalah tampilan dan fitur dari E-modul yang telah dikembangkan.

Tabel 3. Tampilan dan Fitur E-modul

Tampilan dan Fitur	Keterangan
	Sampul E-modul pencemaran air yang memuat judul, nama, jenjang sekolah, serta gambar nyata dari pencemaran air.
	Fitur berisi materi seputar pencemaran air yang meliputi pengertian, sumber, jenis bahan, kegiatan yang memengaruhi pencemaran, dampak, perlindungan dan pencegahan pencemaran air.
	Fitur yang mengajak peserta didik untuk berlatih berfikir kreatif melalui Bio-Think 1 peserta didik mengamati video

	dan menjawab soal untuk melatih kemampuan fluency (kelancaran). Bio-Think 2 peserta didik melakukan eksplorasi untuk merancang solusi dalam menghadapi pencemaran air, bertujuan melatih kemampuan originality (kebaruan). Bio-Think 3 peserta didik menganalisis suatu kasus, kemudian menjawab soal yang disajikan untuk melatih kemampuan flexibility (keluwesan).
	Fitur yang mengajak peserta didik menguji kualitas air menggunakan sensor TDS berbasis IoT, menganalisis data hasil pengukuran, serta menyimpulkan temuan yang diperoleh dari aktivitas yang dilakukan untuk melatih

	keterampilan elaboration (kerincian).
	Fitur mengajak peserta didik untuk mengevaluasi hasil proses pembelajaran dari awal hingga akhir
	Fitur yang berisi berita atau informasi tambahan seputar pencemaran air yang terjadi di Indonesia, serta berbagai alat dan teknologi yang digunakan untuk mengatasi berbagai permasalahan pencemaran air.
	Fitur yang berisi pertanyaan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif peserta didik

Model Learning Cycle 5E diintegrasikan ke dalam e-modul melalui lima fase. yang dikembangkan oleh Bybee et al. (2014). Pada fase engagement, aspek Science dihadirkan melalui penyajian video dan isu kontekstual untuk membangun rasa ingin tahu melalui fitur Bio-Concept. Fase exploration

mengintegrasikan aspek Technology dan Engineering melalui fitur Bio-Activity berupa pengujian kualitas air menggunakan sensor TDS berbasis Arduino Uno. Pada fase explanation, aspek Mathematics diintegrasikan melalui interpretasi data hasil pengukuran melalui fitur Bio-Activity. Fase elaboration peserta didik menerapkan konsep yang telah dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual pada fitur Bio-Think 2 dan Bio-Think 3, fase evaluation peserta didik mengerjakan evaluasi pembelajaran melalui fitur Bio-Eval. E-modul diuji validitasnya oleh dosen dalam bidang materi dan pendidikan, dengan memperhatikan aspek penyajian, isi, dan kebahasaan. Rekapitulasi hasil validasi E-modul disajikan pada tabel 4.

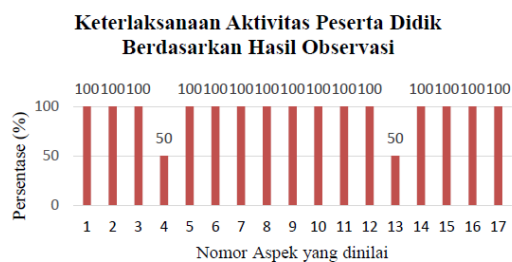
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi E-modul

Aspek	Rata-rata(%)	Kriteria interpretasi
Penyajian	97,50	Sangat valid
Isi	96,53	Sangat valid
Kebahasaan	94,44	Sangat valid
Rata-rata aspek	96,16	Sangat valid

Kepraktisan E-modul

Kepraktisan E-modul didapatkan dari keterlaksanaan aktivitas peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dan

respon peserta didik setelah menggunakan E-modul. Keterlaksanaan diamati oleh dua observer terhadap 17 aspek aktivitas peserta didik pada setiap kelompok. Rekapitulasi persentase keterlaksanaan disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Persentase Keterlaksanaan Aktivitas Peserta Didik Selama Penggunaan E-modul.

Berdasarkan Gambar 1, sebagian besar aspek aktivitas peserta didik memperoleh persentase keterlaksanaan 100%, dengan rata-rata 94,12% berkategori sangat praktis. Tingginya keterlaksanaan ini tercermin pada seluruh tahapan Learning Cycle 5E, fase engagement, video dan isu kontekstual pencemaran air berhasil membangun rasa ingin tahu peserta didik. Sejalan dengan Radhiani (2023) yang menyatakan bahwa media digital mampu meningkatkan motivasi belajar awal peserta didik. Fase exploration memfasilitasi peserta didik melakukan

investigasi kualitas air menggunakan sensor TDS dan Arduino IDE sebagai implementasi aspek Technology dan Engineering dalam STEM. Ramadhani & Asrizal (2024), integrasi STEM dalam pembelajaran mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam memecahkan permasalahan nyata dan kegiatan investigasi. fase explanation memfasilitasi peserta didik mengolah, menganalisis, dan menginterpretasikan data hasil pengukuran, sedangkan fase elaboration mendorong peserta didik merancang solusi berdasarkan hasil investigasi serta mengaitkan dampak pencemaran air dari berbagai sudut pandang. Pada fase evaluation, peserta didik melakukan refleksi dan evaluasi untuk mengukur pemahamannya terhadap materi. Keterlaksanaan yang tinggi pada setiap fase menunjukkan bahwa e-modul mampu memfasilitasi proses pembelajaran secara sistematis, mulai dari membangun rasa ingin tahu hingga mengevaluasi hasil belajar (Arzyana dkk., 2024).

Meskipun demikian, terdapat dua aktivitas yang memperoleh persentase keterlaksanaan lebih rendah, yaitu sebesar 50%. Aktivitas pertama adalah

peserta didik mencermati informasi mengenai fitur-fitur e-modul pada tahap pendahuluan. Rendahnya keterlaksanaan aktivitas ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan motivasi belajar yang memengaruhi perhatian peserta didik terhadap informasi awal (Pramesti & Suryadi, 2025), serta kecenderungan peserta didik untuk lebih tertarik pada aktivitas yang bersifat konkret sehingga melewati tahap pencermatan fitur secara menyeluruh (Kasakowskij dkk., 2023). Aktivitas kedua adalah presentasi hasil pengukuran melalui infografis pada fitur Bio-Activity. Rendahnya keterlaksanaan aktivitas ini disebabkan oleh keterbatasan alokasi waktu sehingga tidak semua kelompok memperoleh kesempatan untuk mempresentasikan hasil diskusinya. Temuan ini sejalan dengan Cahyanto dkk. (2024) yang menyatakan bahwa keterbatasan waktu merupakan salah satu faktor yang memengaruhi keterlaksanaan kegiatan presentasi dalam pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sihombing & Rahmatsyah (2021) bahwa integrasi STEM dengan Learning Cycle 5E mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik pada setiap fase pembelajaran.

Kepraktisan E-modul juga ditinjau dari respon peserta didik setelah menggunakan E-modul, angket respon ditinjau dari 3 aspek yakni kriteria tampilan, kemudahan aspek dan kebahasaan, seperti pada tabel berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Respon Peserta Didik

Aspek	Rata-rata persentase
Tampilan	99,17
Kemudahan akses	98,48
Kebahasaan	95,84
Rata-rata keseluruhan	98,33

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata respon peserta didik sebesar 98,33% berkategori sangat praktis. Kepraktisan bahan ajar ditunjukkan oleh kemudahan pengguna dalam mengakses, memahami, dan memanfaatkan bahan ajar untuk mencapai tujuan pembelajaran (Sari & Susantini, 2023). Pada aspek tampilan dan kemudahan penggunaan, e-modul memperoleh respons sangat positif karena keterbacaan huruf, navigasi, serta petunjuk penggunaan dinilai mendukung kenyamanan belajar. Temuan ini sejalan dengan Sukmawati dkk. (2025) menyatakan bahwa tampilan visual dan

kemudahan navigasi merupakan komponen penting dalam bahan ajar digital untuk meningkatkan kenyamanan dan pemahaman peserta didik. Meskipun demikian, sebagian kecil peserta didik memberikan penilaian lebih rendah pada ukuran huruf, kejelasan petunjuk penggunaan, dan kemudahan pengisian kolom jawaban, hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan preferensi visual dan pengalaman dalam menggunakan bahan ajar digital.

Pada aspek kebahasaan, e-modul juga memperoleh kategori sangat praktis, menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dinilai jelas, komunikatif, dan mudah dipahami. Hasil ini sejalan dengan Amalia dkk. (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa yang sederhana dan komunikatif memudahkan peserta didik memahami konsep maupun instruksi pembelajaran. Namun, sebagian kecil peserta didik masih menilai beberapa kalimat berpotensi menimbulkan penafsiran yang berbeda. Menurut Rihannah & Irma (2022), perbedaan pengalaman belajar dapat memengaruhi persepsi peserta didik terhadap kejelasan informasi yang disajikan dalam bahan

ajar. Secara keseluruhan, hasil respons peserta didik menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM dengan model Learning Cycle 5E memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dan layak digunakan sebagai bahan ajar pada submateri pencemaran air.

D. Kesimpulan

E-modul berbasis STEM dengan model pembelajaran Learning Cycle 5E pada submateri pencemaran air terbukti sangat valid dan sangat praktis sehingga layak digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Validitas e-modul memperoleh persentase sebesar 96,16%, sedangkan kepraktisannya ditunjukkan oleh keterlaksanaan pembelajaran sebesar 94,12% dan respons peserta didik sebesar 98,33%.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, M., Kurnia, N. C., Aulia, S., Rasyid, Y., & Satria, D. (2025). Pengembangan Modul Pembelajaran Teks Berita Berbasis Saintifik untuk Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Sarolangun. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 8(3), 2235-2245.

Arzyana, A. D., Handoyo, E., Raharjo, T. J., Subali, B., & Avrilianda, D. (2024). Efektivitas Model Cycle

Learning 5E terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V SD pada Materi IPA. *Journal of Education Research*.

Ayuningtyas, P., & Ambarwati, R. (2024). Profil Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Biologi SMA di Surabaya. In *Seminar Nasional Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Biologi* (Vol. 8, pp. 108-114).

Bybee, R. W. (2014). Guest editorial: The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.

Cahyanto, B., Srihayuningsih, N. L., Nikmah, S. A., & Habsia, A. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan LKPD Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Ibriez: Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*, 9(2), 263-278.

Dewi, M. S. A., & Lestari, N. A. P. (2020). E-modul interaktif berbasis proyek terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 433-441.

Fitriana, W. N. F., & Dewi, N. R. (2023). Pengaruh e-Modul dengan Pendekatan STEM terhadap Motivasi dan Kreativitas Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama (SMP). *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 8(2), 1-10.

Herman, M., Duriani, A. M., Herlina, E., Rahmi, E. M., Herman, H., & Atrabu, W. S. (2024). Pengembangan E-modul Terintegrasi Ayat- Ayat Al-Qur'an pada Materi Senyawa Hidrokarbon Kelas XI SMA/MA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(2).

Kasakowskij, R., Haake, J. M., & Seidel, N. (2023). Self-Assessment Task Processing Behavior of Students in Higher Education. *International Educational Data Mining Society*.

Kumaiyah, S., & Rosdiana, L. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Siklus Belajar 5E (Learning Cycle) pada Materi Pencemaran Air dan Dampaknya Bagi Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Komunikasi. *PENSA E-JURNAL: PENDIDIKAN SAINS*, 7(2).

Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139-1146.

Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita, K. (2024). Pengaruh pembelajaran science, technology, engineering and mathematics (STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 472-482.

Megawati, T. K., Sasomo, B., & Rahmawati, A. D. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika (JIPM)*, 4(1), 30-37.

Munandar, U. (2012). Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat. PT Rineka Cipta.

National Education Association. (n.d.). (2010). *Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs."* Diakses 08 Juni 2025 dari <http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>.

- OECD. (2024). PISA 2022 Results (Volume III): Creative minds, creative schools. OECD Publications Centre. <https://doi/10.1787/765ee8c2-en>.
- Oktafiyani, O., & Karlimah, K. (2021). Analisis Bahan Ajar Materi Operasi Hitung Bilangan Pecahan Untuk Peserta Didik Kelas V Sekolah Dasar. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 5(2), 233-253.
- Pakpahan, H. R., Sari, J. K., Ramadina, M., Warman, M. S., & Fitri, R. (2023). Pengaruh Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Padang Pada Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 3(2), 1349–1356.
- Pramesti, D., & Suryadi, B. (2025). Systematic literature review: Faktor-faktor yang mempengaruhi self-regulated learning pada siswa. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 520–530.
- Qarareh, A. O. (2012). The Effect of using the Learning Cycle Method in Teaching Science on the Educational Achievement of the Sixth Graders. *International Journal of Education Science*, 4(2), 123–132.
- Radhiani, S. M. (2023). Urgensi pengembangan bahan ajar jaringan multimedia. *Ihtimam: Jurnal Pendidikan Bahasa Arab*, 6(2), 129-142.
- Ramadhani, P., & Asrizal. (2024). Pengaruh E-LKPD Fluida Terintegrasi PBL dan STEM terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Riduwan. (2013). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. Bandung:Alfabeta.
- Riduwan & Sunarto. (2013). Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis. Bandung: Alfabeta.
- Rihannah, A. & Irma, C. N. (2022). Kelayakan Isi dan Bahasa pada Buku Teks Bahasa Indonesia di SMA Negeri 1 Sirampog. *Jurnal Hasta Wiyata*, 5(1), 32-41.
- Sahrina, A., Soekamto, H., & Masruroh, H. (2023). Pengembangan e-modul berbasis heyzine flipbook materi mitigasi bencana untuk siswa kelas Xi Ips SMAN 1 Singosari. *Jurnal Geografi*, 12(1), 40-55.
- Sari, A. H. I., Susantini, E. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Saintifik Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*. 12(3), 673-682.
- Sihombing, E. S. U., & Rahmatsyah, R. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Dengan Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Fluida Statis Di Sma Methodist-8 Medan. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika*, 7(2), 1.
- Sukiman. (2012). Pengembangan Media Pembelajaran. Yogyakarta: Pedagogia.
- Sukmawati, F., Ridhani, J., & Trisnaningih, S. (2025). Desain dan

Evaluasi Bahan Ajar Digital: Panduan Lengkap dari Konsep ke Kelas. Pradina Pustaka.

Sinta, T., Nurfaifah, S., Sumarni, W., Sumarti, S., Kurniawan, C., & Kunci, K. (2021). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Hidrolisis Garam Terhadap Keaktifan Siswa. *CiE*, 10(2).

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana: Indiana University.

Widana, I. W., & Widyastiti, N. M. R. (2023). Model Learning Cycle 5E untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematika. *Journal of Education Action Research*, 7(2), 176-184.