

## Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar

Siti Rofikoh<sup>1),3)</sup>, Supeno<sup>2),\*</sup>, Mohammad Imam Farisi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>SDN 3 Singotrunan Banyuwangi Jawa Timur

<sup>2)</sup>Universitas Jember

<sup>3)</sup>Universitas Terbuka

\*Corresponding Author: [supeno.fkip@unej.ac.id](mailto:supeno.fkip@unej.ac.id)

### ABSTRAK

Berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk menghasilkan solusi, ide, dan gagasan yang berbeda dari sebelumnya. Keterampilan berpikir kreatif menjadi keterampilan penting saat ini dan harus dimiliki oleh peserta didik agar dapat bersaing di kehidupan dunia global. Walaupun demikian, dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar, guru dan peserta didik masih menghadapi kesulitan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Salah satu solusi yang ditawarkan oleh penelitian ini adalah pembuatan modul elektronik berbasis STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika) yang dapat digunakan siswa untuk belajar STEM dan matematika, baik secara mandiri maupun dalam kegiatan belajar mengajar di kelas. Untuk meningkatkan pendidikan sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik di sekolah dasar, penelitian ini bertujuan untuk membuat e-modul berbasis STEM yang praktis dan efektif. Analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi adalah semua langkah yang diperlukan untuk mengembangkan e-modul. Validasi produk dilakukan oleh tiga orang ahli pembelajaran IPA. E-modul yang sudah dinyatakan valid, dilakukan uji coba dalam pembelajaran di SDN 3 Singotrunan, kabupaten Banyuwangi. Selama uji coba, dilakukan perolehan data keterlaksanaan pembelajaran dan data keterampilan berpikir kreatif. Analisis data menunjukkan bahwa produk dinyatakan valid untuk nilai 4,50 – 4,75 karena itu layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Hasil analisis data keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan bahwa produk sesuai dengan skor pada rentang 3,3 – 4,0. Hasil analisis data pengujian menunjukkan bahwa standar yang tinggi menyebabkan peningkatan keterampilan berpikir kreatif pada kriteria tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa produk modul elektronik berbasis STEM yang dikembangkan oleh penelitian itu praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik selama pembelajaran IPA di sekolah dasar.

**Kata Kunci:** E-modul; STEM; Berpikir Kreatif, Pembelajaran IPA

**Received:** 13 Nov 2024; **Revised:** 27 Nov 2024; **Accepted:** 3 Des 2024; **Available Online:** 7 Des 2024

This is an open access article under the CC - BY license.



### PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang pesat memerlukan perubahan paradigma dalam dunia pendidikan. Pembelajaran di sekolah harus mengarahkan proses kegiatan belajar peserta didik pada capaian hasil belajar dan berbagai keterampilan berpikir yang diperlukan saat ini. Untuk itu, selama proses belajar mengajar berlangsung, guru harus memberi peserta didik sebanyak mungkin kesempatan untuk belajar keterampilan modern seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi, dan bekerja sama (Duncan, 2020; Selviana et al., 2023). Keterampilan berpikir kreatif adalah keterampilan penting yang harus dikembangkan dan dimiliki oleh peserta didik baik dalam pembelajaran IPA maupun dalam kehidupan sehari-hari. Siswa menghasilkan dan mengajukan ide-ide baru, membuat solusi yang berbeda dari yang ada, dan mengekspresikan diri dengan cara yang berbeda adalah semua ciri berpikir kreatif (Adiansha et al., 2020; Hidayati et al., 2023). Keterampilan berpikir kreatif dapat dipandang sebagai penguasaan dalam mengembangkan ide dan konsep untuk menciptakan sesuatu yang baru (Kenett, 2024; Sun et al., 2022; Suriya et al., 2020). Oleh karena itu, berpikir kreatif adalah salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus diajarkan kepada peserta didik dan harus dimasukkan ke dalam pembelajaran IPA.

Berpikir kreatif adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat dipelajari sekaligus dalam proses pembelajaran. Keterampilan berpikir kreatif yang baik akan mendapatkan informasi baru dan mengaitkannya dengan informasi yang sudah mereka ketahui. Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk mulai melatih keterampilan berpikir kreatif sejak dini. Berpikir kreatif tidak hanya bermanfaat untuk mendapatkan berbagai pengalaman dan hasil pembelajaran (Kwangmuang et al., 2021), tetapi juga dapat bermanfaat bagi siswa karena dapat membantu mereka menyelesaikan masalah yang sebenarnya mereka hadapi saat menggunakan proses pengambilan keputusan (Sahrul et al., 2022; Tang et al., 2020). Meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik memberikan kesempatan kepada mereka untuk mengembangkan kemungkinan-kemungkinan lain seperti minat dan bakat (Lassig, 2021). Peserta didik yang kreatif akan memiliki kemampuan untuk menyampaikan ide-ide inovatif, yang pada akhirnya akan menghasilkan peserta yang mudah beradaptasi. Seorang pendidik harus memiliki kemampuan untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif dan kreatif yang memungkinkan peserta didik untuk memaksimalkan potensi kreatifnya. Agar peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, guru harus membuat dan menerapkan pembelajaran inovatif.

Pembelajaran IPA sangat penting untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik untuk membantu mereka memecahkan masalah di masa depan. Studi menunjukkan bahwa siswa tidak kreatif, kemampuan berpikir sains dan teknologi siswa Indonesia masih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian internasional seperti TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Programme for International Student Assessment*). Beberapa penelitian menyatakan bahwa peserta didik sekolah dasar dan perguruan tinggi masih kesulitan mengemukakan ide-ide baru dan berpikir kreatif (Carbonell-Carrera et al., 2019; Karunarathne & Calma, 2024; Ridwan & Nasrulloh, 2022). Selain itu, hasil kajian awal yang dilakukan di SDN 3 Singotrunan kabupaten Banyuwangi Jawa Timur dengan mengacu pada beberapa indikator berpikir kreatif menyatakan bahwa banyak peserta didik yang masih belum mencapai indikator berpikir kreatif. Di sisi lain, dalam proses pembelajaran inovatif, guru harus berusaha meningkatkan implementasi sumber belajar inovatif melalui pemanfaatan teknologi. Hal ini dikarenakan pendekatan pembelajaran dalam proses pembelajaran inovatif saat ini belum berjalan maksimal, sehingga dapat dikatakan bahwa siswa masih kurang memiliki penguasaan berpikir kreatif.

Saat ini, pendidikan sains telah beralih dari pendekatan yang berpusat pada penemuan ke pendekatan yang berpusat pada praktik dan produk ilmiah (Furtak & Penuel, 2019; García-Carmona, 2020). Salah satu strategi yang dapat mendorong pembelajaran sains yang berorientasi praktik dan produk adalah pembelajaran sains yang mengintegrasikan Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM). Strategi ini termasuk pembelajaran inovatif masa kini yang dapat mengimbangi perkembangan zaman globalisasi saat ini. Dalam pembelajaran IPA, hubungan antara IPTEK dan ilmu pengetahuan lainnya tidak dapat dipisahkan. STEM merupakan bidang keilmuan yang berkaitan erat. Berbeda dengan teknologi dan rekayasa, sains membutuhkan matematika sebagai alat pengolah data. Melalui integrasi sistematis pengetahuan, ide, dan keterampilan, pendekatan STEM dalam pembelajaran sains membuat pembelajaran bermakna bagi peserta didik (Muttaqiin, 2023). STEM membantu siswa belajar teknologi, penalaran, dan pemecahan masalah (Stohlmann et al., 2012). Pendidikan STEM memerlukan penekanan pada sejumlah komponen proses pembelajaran (Council, 2012), meliputi: (1) mengajukan pertanyaan (sains) dan mendefinisikan masalah (engineering), (2) membuat dan menggunakan model, (3) perencanaan dan pelaksanaan penelitian, (4) analisis dan interpretasi data (matematika); (5) penggunaan matematika, teknologi informasi, komputer, dan pemikiran komputasi; (6) membuat penjelasan (sains) dan merancang solusi (rekayasa); (7) membuat kesimpulan berdasarkan bukti; dan (8) memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi.

STEM adalah pendekatan baru untuk meningkatkan pendidikan yang menggabungkan berbagai ilmu. Pendekatan integratif adalah cara untuk menarik peserta didik yang dapat mengaitkan pengetahuan mereka dengan dunia pendidikan. Pendekatan integratif adalah cara belajar yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu. Agar tujuan pendidikan STEM dapat tercapai, proses pembelajaran harus dirancang secara sistematis dengan integrasi STEM. Sesuai dengan perkembangan saat ini, pembelajaran berbasis STEM dapat dimulai dengan konsep-konsep dasar yang ada di kehidupan sehari-hari peserta didik dan terhubung dengan teknologi, teknik, dan matematika (Helga et al., 2024; Sukmagati et al., 2020). STEM membantu siswa mengumpulkan, menganalisis, dan memecahkan masalah sekaligus memahami bagaimana masalah berhubungan satu sama lain (Fitriyani et al., 2020; Muyassaroh et al., 2022). Metode STEM dapat diterapkan dalam e-modul pendidikan. Oleh karena itu, diharapkan bahwa peserta didik akan memperoleh pengetahuan tentang berbagai

keterampilan berpikir, termasuk keterampilan berpikir kreatif, melalui e-modul yang dibangun di sekitar STEM.

Cara untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik adalah dengan membuat modul elektronik atau e-modul berbasis STEM yang berfokus pada materi pembelajaran IPA. Meryastiti et al. (2023) menyatakan bahwa modul digital dalam bentuk e-modul dapat dibaca oleh komputer, ponsel, atau perangkat pembaca digital lainnya. Modul digital yang dapat dibaca di komputer, ponsel, atau pembaca digital lainnya membantu peserta didik mencapai tujuan akademik dikenal sebagai e-modul (Ismail et al., 2024). Modul elektronik juga memiliki banyak keuntungan, seperti membuat modul lebih menarik, meningkatkan keaktifan dan motivasi peserta didik, dan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran (Rojikin et al., 2022). Penggunaan modul e-learning dapat membantu peserta didik. Oleh karena itu, e-modul sangat membantu peserta didik dalam kegiatan pembelajaran berkualitas tinggi.

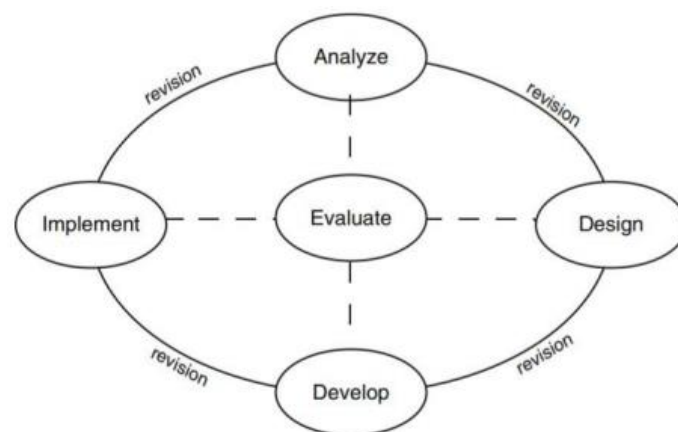
Kegiatan pembelajaran yang disediakan dalam e-modul berbasis STEM mengarahkan peserta didik di dunia nyata sebagai konteks untuk mempelajari pemikiran kreatif dan keterampilan pemecahan masalah dengan mengidentifikasi tujuan masalah dan mencari solusi masalah. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa guru dan peserta didik membutuhkan sumber belajar yang terintegrasi dalam modul elektronik dalam mata pelajaran berbasis STEM karena kegiatan khusus di kelas dapat meningkatkan pemikiran kritis dan kreatif (Adipan & Asrizal, 2024). Studi yang dilakukan oleh Le et al. (2022) yang temuannya menekankan bahwa penerapan mata pelajaran STEM dalam kurikulum sekolah meningkatkan kemampuan akademik dan non-akademik peserta didik. Studi yang dilaksanakan oleh Ilmi et al. (2023) menyatakan bahwa dalam penyampaian mata pelajaran yang mengintegrasikan STEM seperti sains dan matematika, pembelajaran dalam lingkungan belajar fleksibel yang mengutamakan pembelajaran online terbukti meningkatkan efisiensi kerja mandiri peserta didik.

Dalam penelitian ini, e-modul dibuat berdasarkan materi pelajaran IPA dalam kaitannya dengan sumber daya alam, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Materi ini dipilih atas dasar bahwa pembelajaran IPA pada topik ini masih menjadi tantangan bagi guru maupun siswa (Hendrayana, 2017). Pemanfaatan e-modul berbasis STEM dalam pembelajaran IPA sesuai dengan tuntutan kebutuhan belajar dalam kurikulum merdeka, dimana siswa dapat belajar secara mandiri maupun dalam bimbingan guru (Sunedi & Syaflin, 2024). Selain itu, materi tentang sumber daya alam terkait langsung dengan aplikasi dan permasalahan IPA dekat dengan kehidupan peserta didik (Anniza et al., 2024). Pemanfaatan teknologi dalam memanfaatkan sekaligus menjaga kelestarian sumber daya alam dapat dikaitkan dengan sains. Dengan pertimbangan tersebut maka materi tentang masyarakat, teknologi, lingkungan, dan sumber daya alam sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi materi ajar dalam bentuk e-modul.

Paradigma pembelajaran abad ke-21 mengisyaratkan bahwa pembelajaran di kelas memerlukan penggunaan teknologi digital, fasilitas komunikasi, atau jaringan yang memungkinkan akses, pengelolaan, integrasi, evaluasi, dan penciptaan informasi yang berfungsi untuk pembelajaran. Hal ini sesuai dengan standar pendidikan dasar dan menengah, di mana salah satu fokusnya adalah penggunaan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan dan meningkatkan pembelajaran. Karena itu, diharapkan guru mampu melaksanakan pembelajaran secara terpadu, sistematis dan efektif, termasuk kemampuan memanfaatkan teknologi sebagai sumber dan media pembelajaran, khususnya melalui penggunaan modul elektronik, tergantung situasi dan kondisi. E-modul, juga disebut sebagai modul elektronik, adalah modul digital yang berisi materi elektronik digital seperti teks, gambar, atau keduanya, bersama dengan simulasi yang relevan untuk digunakan dalam pembelajaran (Uma'iyah et al., 2023). STEM merupakan salah satu bidang ilmu yang keempatnya berkaitan erat. Dengan mengintegrasikan pengetahuan, ide, dan keterampilan berpikir kreatif ke dalam proses belajar mengajar, pendekatan pembelajaran STEM diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermanfaat bagi siswa. Diharapkan metode ini juga dapat meningkatkan kreativitas siswa dengan menyelesaikan masalah sehari-hari. Namun demikian, tidak banyak penelitian yang menyelidiki pembuatan e-modul yang membantu siswa berpikir kreatif dan diterapkan pada siswa sekolah dasar. Studi tentang penggunaan modul elektronik berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan kreatif siswa sekolah dasar masih sedikit. Akibatnya, penelitian ini bertujuan untuk membuat e-modul berbasis STEM untuk membantu siswa sekolah dasar meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mereka saat belajar IPA.

## METODE

Studi ini termasuk penelitian tentang pengembangan pendidikan, juga dikenal sebagai penelitian desain pendidikan. Model penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, dan tahapannya mencakup analisis, desain, pengembangan, implementasi, evaluasi, dan langkah-langkah lainnya (Branch & Stefaniak, 2019). Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian secara skematis. Analisis dilakukan melalui penelitian literatur dan lapangan, angket, wawancara, dan tes. Hasil dari fase ini menunjukkan masalah yang ada di sekolah dengan media pembelajaran guru IPA. Kemudian, peneliti menemukan masalahnya dengan mempertimbangkan bagaimana kebutuhan pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang berlaku, perkembangan siswa, dan konteks sekolah. Peneliti mengidentifikasi sumber-sumber belajar dan media pembelajaran yang perlu dipelajari siswa berupa modul elektronik berbasis STEM. Tahap desain dilakukan dengan mengatur konten sehingga siswa dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang mereka butuhkan. Tahap desain dilengkapi dengan pembuatan produk berbasis modul belajar yang berisi materi IPA tentang sumber daya alam, lingkungan hidup, teknologi, dan masyarakat. Pada tahap desain juga dilakukan kegiatan perancangan e-modul berdasarkan ide STEM yang terkait dengan materi pelajaran. Dengan menggunakan desain e-modul yang telah ada, tahap pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk e-modul. Kegiatan yang dilakukan peneliti meliputi: 1) pembuatan e-modul sesuai dengan desain awal dan sesuai dengan materi IPA menggunakan software sigil; pembuatan evaluasi formatif; 3) validasi produk; 4) uji lapangan (*field trial*) dilakukan melalui implementasi pembelajaran IPA di SDN 3 Singotrunan Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. Tahap evaluasi dilakukan untuk memeriksa data dan menentukan apakah produk e-modul STEM valid, praktis, dan efektif.



**Gambar 1.** Tahapan pengembangan e-modul berbasis STEM.

Penelitian ini menggunakan alat seperti tes berpikir kreatif, lembar observasi pelaksanaan pembelajaran, lembar validasi modul elektronik berbasis STEM, dan lainnya. Metode penilaian yang dirancang untuk mengevaluasi keterampilan berpikir kreatif terdiri dari tes essay berisi lima soal sesuai dengan elemen berpikir kreatif. Tes berpikir kreatif termasuk berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir orisinal (*originality*), berpikir memperinci (*elaboration*), dan berpikir evaluasi (*evaluation*). Tes dikembangkan dengan mengadaptasi dari tes berpikir kreatif dari Amaliyah et al. (2023). Tes keterampilan berpikir dirancang dengan mengintegrasikan konten IPA untuk menjadikannya lebih mudah untuk dikembangkan. Tes ini dirancang dengan mengintegrasikan materi pelajaran IPA dengan topik tentang sumber daya alam, masyarakat, teknologi, dan lingkungan.

Analisis hasil tes keterampilan berpikir kreatif dan observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan analisis hasil validasi produk adalah analisis data yang digunakan. Analisis validasi e-modul berbasis STEM ditentukan berdasarkan data penilaian produk oleh validator yang dihitung menggunakan persentase validitas dan kriteria validitasnya ditentukan dengan mengacu pada kriteria yang ada (Rohma et al., 2023). Analisis kepraktisan produk ditentukan berdasarkan data observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan perhitungan persentase dan kriteria kepraktisannya ditentukan dengan mengacu pada kriteria yang pernah diterapkan oleh Novanda et al. (2024). Efektivitas e-modul berbasis STEM dinilai dengan formula N-gain, yang perhitungannya didasarkan pada hasil pre-test dan post-test. Selanjutnya, analisis data akan menentukan apakah e-modul berbasis STEM sah, berguna, dan berhasil meningkatkan keterampilan kreatif peserta didik.

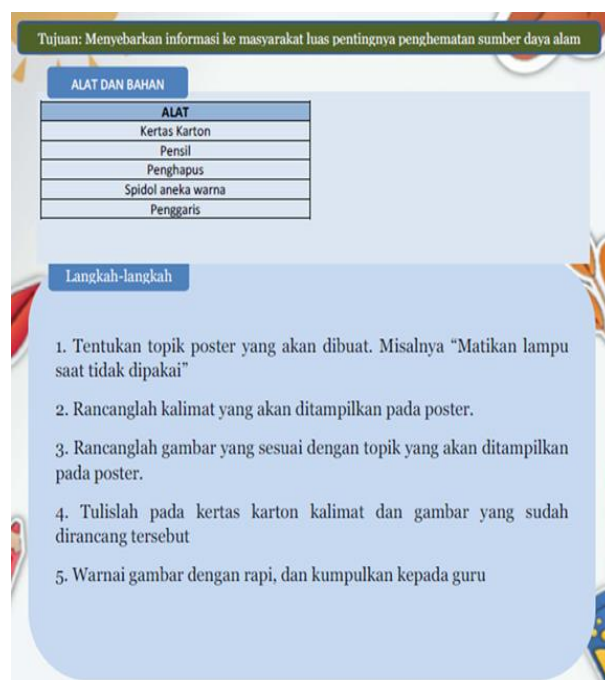


## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa media pembelajaran IPA yang digunakan selama ini belum banyak mengintegrasikan keterampilan berpikir kreatif. Proses pembelajaran yang dilakukan belum sepenuhnya melatih berbagai keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk keterampilan berpikir kreatif. Akibatnya aktivitas belajar yang dilakukan belum mampu meningkatkan kemampuan kreatif peserta didik. Mengembangkan e-modul berbasis STEM adalah solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini. E-modul mengandung konten IPA yang berkaitan dengan sumber daya alam, masyarakat, teknologi, dan lingkungan. E-modul didesain dengan memperhatikan karakteristik siswa sekolah dasar yang memungkinkan mereka belajar secara mandiri namun tetap dalam bimbingan guru. Produk yang dikembangkan menggabungkan elemen STEM dan keterampilan berpikir kreatif. Gambar 2 menunjukkan fitur STEM e-modul dan Gambar 3 menunjukkan fitur keterampilan berpikir kreatif.



Gambar 2. Fitur STEM



Gambar 3. Fitur keterampilan berpikir kreatif

Gambar 2 menunjukkan salah satu tampilan aspek-aspek STEM yang terdapat e-modul. Pada fitur aspek *science*, siswa secara berkelompok belajar bersama tentang pengelolaan dan pelestarian sumber daya alam dimana siswa melakukan aktivitas pembuatan *eco-enzym*, yaitu cairan fermentasi yang terbuat dari campuran sampah organik, gula merah, dan air. Siswa membuat *eco-enzym* dipandu dengan urutan kerja yang ada di e-modul. Selama proses pembuatan produk tersebut, siswa dibimbing oleh guru. Pada fitur aspek *technology*, isi e-modul menjelaskan proses pengendapan untuk memisahkan cairan dengan residu. Siswa menggunakan e-modul sebagai panduan untuk melakukan aktivitas tersebut. Siswa dapat melakukan pemisahan cairan dengan partikel halus atau residu kecil dengan cara membiarkan cairan untuk beberapa lama yang akhirnya di diperoleh cairan jernih. Semua aktivitas tersebut dapat dilakukan siswa dengan mengikuti panduan yang terdapat di e-modul. Pembuatan e-modul yang dipandu dengan e-modul mengajarkan kepada siswa tentang pemanfaatan sumber daya alam yang bertanggung jawab.

Gambar 3 menunjukkan fitur dalam e-modul yang mengajarkan siswa tentang keterampilan berpikir kreatif. Siswa belajar membuat karya kreatif dalam bentuk poster. Poster yang dibuat harus memuat topik tentang pemanfaatan dan melestarikan sumber daya alam menggunakan teknologi. Siswa harus membuat rancangan poster sesuai dengan ide dan gagasan sendiri. Unsur kalimat dalam poster dibuat sendiri oleh siswa secara bebas agar mereka terbiasa mengusulkan ide dan gagasan secara mandiri. Demikian juga dengan unsur warna, siswa diberi kebebasan untuk menggunakan warna sesuai dengan keinginannya namun tetap mempertimbangkan unsur keserasian dalam tampilan poster. Dengan demikian siswa akan terlatih dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatifnya.

Tiga ahli pembelajaran IPA validator selanjutnya menilai validitas e-modul berbasis STEM. Penilaian validasi oleh ahli pembelajaran IPA dilakukan menggunakan lembar validasi yang telah dikembangkan oleh peneliti. Setiap komponen e-modul diperiksa oleh validator dan dinilai, kemudian disesuaikan dengan lembar penilaian. Aspek-aspek yang divalidasi meliputi isi, format, bahasa, dan keterampilan berpikir kreatif. Hasil analisis data validitas produk pengembangan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil validasi produk

No	Aspek Validasi	Skor Validasi	Kriteria Validitas
1	Isi	4,50	Sangat Valid
2	Format	4,67	Sangat Valid
3	Bahasa	4,50	Sangat Valid
4	Keterampilan Berpikir	4,75	Sangat Valid

Hasil validasi yang ditunjukkan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa dia menerima skor yang relatif tinggi dan bahwa setiap elemen termasuk dalam kategori yang sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa kategori e-modul berbasis STEM sangat valid dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik di sekolah dasar. Produk penelitian pengembangan yang sudah dinyatakan valid dapat digunakan dalam pembelajaran. E-modul berbasis STEM dinyatakan valid baik secara isi maupun konstruk. Validitas isi dapat dilihat pada konsistensi antara isi materi pada e-modul dengan tujuan pembelajaran, komponen STEM, penilaian dan evaluasi, serta kegiatan penyelesaian masalah. Validitas konstruk e-modul dapat dilihat pada konsistensi antara modul dengan aspek format, bahasa, dan keterampilan berpikir kreatif.

Berdasarkan hasil analisis data validasi, e-modul berbasis STEM telah dinyatakan valid secara isi. E-modul telah dikembangkan dengan memperhatikan aspek tujuan pembelajaran yang telah diambil dari hasil pembelajaran yang memenuhi standar kurikulum merdeka. Tujuan Pendidikan yang tepat harus memuat komponen kompetensi dan komponen materi (Mujiburrahman et al., 2023) yang mana kedua komponen tersebut telah termuat dalam e-modul. Beberapa kompetensi yang terdapat dalam tujuan pembelajaran meliputi kata kerja operasional yang menggambarkan kompetensi peserta didik, yaitu menjelaskan, mengidentifikasi, menganalisis dan membuat rancangan. E-modul juga memiliki konsistensi dengan aspek STEM, dimana komponen *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematic* menjadi fitur-fitur yang terdapat dalam e-modul. Beberapa bagian di dalam E-modul didesain agar bisa memfasilitasi siswa untuk belajar membuat eco-enzym dan membuat poster sederhana tentang penghematan sumber daya alam. Kegiatan seperti membuat proyek STEM dan mendokumentasikan hasilnya dalam poster membantu peserta didik meningkatkan keterampilan berpikir kreatifnya (Fajrina et al., 2024). Dalam penelitian ini, peserta didik beraktivitas membuat eco-enzym sebagai bagian dari melestarikan lingkungan dan membuat poster tentang penghematan sumber daya alam. E-modul juga memuat komponen penilaian dan evaluasi dimana peserta didik dapat belajar secara mandiri dan mengukur ketercapaian pembelajarannya menggunakan e-modul namun tetap dalam bimbingan guru. Penilaian dan evaluasi didesain dan diletakkan pada bagian akhir dalam e-modul.

Berdasarkan hasil analisis data validasi, e-modul berbasis STEM telah dinyatakan valid secara konstruksi. Pada aspek format, desain cover, petunjuk penggunaan, tulisan dan huruf, tata letak dan isi, tampilan, gambar, video, dan hyperlink telah dikembangkan dengan baik. Format merupakan aspek penting dalam mendesain modul karena dapat memberikan pengaruh terhadap motivasi peserta didik untuk menggunakan modul yang dikembangkan (Astutik et al., 2023). Pada aspek bahasa, kalimat yang digunakan dalam e-modul berbasis STEM telah disusun dengan struktur yang baik. Penggunaan kata-kata dan penulisannya dalam kalimat juga tidak menimbulkan berbagai penafsiran. Ini menunjukkan bahwa kriteria bahasa Indonesia yang tepat dan tepat telah digunakan dalam e-modul, yang mencegah peserta didik menafsirkan konten IPA yang sebenarnya dengan cara yang berbeda. Pada aspek keterampilan berpikir, e-modul telah didesain dengan mengintegrasikan aktivitas belajar yang memfasilitasi peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Setelah dilakukan validasi dan dinyatakan valid, e-modul berbasis STEM selanjutnya diujicobakan dalam pembelajaran di kelas. Implementasi pembelajaran dilakukan di SDN 3 Singotrunan kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. Selama pelaksanaan pembelajaran dilakukan pengamatan oleh tiga orang observer untuk

mendapatkan data keterlaksanaan penggunaan e-modul berbasis STEM. Data hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran dianalisis dan hasil analisisnya data ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Keterlaksanaan pembelajaran

No	Aktivitas Pembelajaran	Skor	Kriteria
1	Menemukan konsep materi yang dipelajari berdasarkan aktifitas yang ada dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM	3,3	Sangat Praktis
2	Terlibat aktif dalam upaya menemukan konsep dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM	3,7	Sangat Praktis
3	Mengidentifikasi beberapa permasalahan yang terdapat dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM	3,3	Sangat Praktis
4	Berdiskusi dan atau bertanya jawab ketika menemukan kesulitan saat menggunakan <i>e-modul</i> berbasis STEM	3,7	Sangat Praktis
5	Menganalisis hasil kegiatan pembelajaran menggunakan <i>e-modul</i> berbasis STEM dengan arahan guru	3,7	Sangat Praktis
6	Menyelesaikan masalah sehari-hari dengan menerapkan materi yang telah dipelajari sesuai dengan pendekatan STEM	4,0	Sangat Praktis
7	Berdiskusi tentang kegiatan dan masalah sehari-hari yang ada dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM	3,7	Sangat Praktis
8	Merumuskan solusi terkait permasalahan sesuai yang ada dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM	4,0	Sangat Praktis
9	Melaksanakan evaluasi sesuai dalam <i>e-modul</i> berbasis STEM berdasarkan alokasi waktu yang ditentukan	3,7	Sangat Praktis

Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA menggunakan e-modul berbasis STEM dapat terlaksana dengan kategori sangat praktis. Perencanaan sebelumnya dapat digunakan untuk melaksanakan tahapan pembelajaran. Guru dapat memandu jalan pembelajaran dengan manajemen kelas yang baik. Dengan menggunakan e-modul berbasis STEM yang telah dikembangkan, siswa melakukan aktivitas belajar yang sesuai dengan rencana. Peserta didik terlibat secara aktif dalam upaya menemukan konsep-konsep IPA sesuai dengan urutan kegiatan belajar. Peserta didik belajar mengidentifikasi beberapa permasalahan, berdiskusi dan bertanya jawab ketika mereka menemukan berbagai kesulitan saat menggunakan e-modul. Peserta didik secara berkelompok menganalisis hasil kegiatan pembelajaran dengan arahan dari guru. Berbagai permasalahan sehari-hari yang terkait dengan STEM dan terdapat dalam e-modul diselesaikan diselesaikan oleh siswa melalui kegiatan kolaboratif. Peserta didik berdiskusi tentang masalah sehari-hari dan merumuskan solusi terkait permasalahan sesuai yang ada dalam e-modul. Peserta didik dapat memperoleh keterampilan berpikir kreatif dengan menemukan masalah sehari-hari dan bekerja sama untuk menyelesaikannya (Hasanah Jr, 2023). Pada akhir pembelajaran, siswa melakukan evaluasi secara mandiri sesuai dalam e-modul berbasis STEM berdasarkan alokasi waktu yang ditentukan tetap dengan bimbingan oleh guru.

Hasil tes keterampilan berpikir kreatif siswa digunakan untuk mengevaluasi efektivitas e-modul STEM. Sebelum pembelajaran dimulai dilakukan tes (*pre-test*) untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif awal. Selanjutnya, setelah dilakukan pembelajaran menggunakan e-modul berbasis STEM dilakukan tes akhir (*post-test*). Peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa sebagai dampak dari pembelajaran IPA menggunakan e-modul berbasis STEM dihitung menggunakan formula N-gain. Perhitungan N-gain dilakukan berdasarkan data keterampilan berpikir kreatif hasil *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui apakah pembelajaran IPA menggunakan e-modul berbasis STEM meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis data tes keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

**Tabel 3.** Peningkatan keterampilan berpikir kreatif.

No	Komponen Data	SDN 3 Singotrunan	
		Pre-Test	Post-Test
1	Jumlah peserta didik	21	21
2	Nilai Terendah	55	86
3	Nilai Tertinggi	87	100
4	Rata-rata	71,8	93,8
5	Standar Deviasi	7,03	5,13
6	N-Gain	0,78	
7	Kriteria	Tinggi	

Hasil analisis data tentang kemampuan berpikir kreatif peserta didik menunjukkan bahwa beberapa peserta didik masih memperoleh nilai yang relatif rendah, dengan nilai terendah sebesar 55 dan nilai klasikal dengan rata-rata nilai *pre-test* sebesar 71,8. Setelah pembelajaran IPA dilaksanakan dengan e-modul, keterampilan berpikir kreatif siswa berbasis STEM meningkat dengan rata-rata nilai sebesar 93,8. Ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM mampu memfasilitasi peserta didik belajar IPA dengan baik. Peserta didik mampu mengaitkan konsep IPA dengan fenomena sehari-hari dalam konteks *science*, *technology*, *engeneering*, dan *mathematic*. Peserta didik belajar mengajukan ide-ide kreatif tentang konsep IPA dan penerapannya dalam rutinitas sehari-hari. Keterampilan berpikir kreatif peserta didik dapat ditingkatkan dengan menemukan dan menyajikan konsep baru yang berkaitan dengan materi IPA (Sulastri et al., 2022). Terkait dengan materi IPA yang dipelajari oleh peserta didik, yaitu tentang materi sumber daya alam, lingkungan, teknologi dan masyarakat, peserta didik mengusulkan berbagai ide dalam membuat *eco-enzym* dan poster sederhana. Pembuatan *eco-enzym* dan poster sederhana yang diawali dengan membuat desainnya memerlukan proses diskusi dan kolaborasi sehingga peserta didik berusaha untuk mengajukan ide-ide kreatifnya. Jawaban peserta didik terkait dengan tes yang diberikan saat *post-tes* dengan menggunakan Google Form menunjukkan bahwa peserta didik dengan keterampilan berpikir kreatif yang baik cenderung mengajukan jawaban yang bervariasi dan lengkap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Berbagai alternatif jawaban diberikan oleh peserta didik. Peserta didik mengusulkan banyak aktivitas yang dapat dilakukan oleh institusi pendidikan dalam rangka mengelola sampah (Gambar 4a). Peserta didik dengan keterampilan berpikir kreatif yang kurang baik cenderung memberikan jawaban yang tidak lengkap (Gambar 4b).

3. Berdasarkan hasil observasi lingkungan, dari berbagai macam contoh penanganan limbah yang sudah dilakukan tentunya masih banyak peluang/kemungkinan untuk membuat sesuatu yang berbeda dan belum terpikirkan oleh orang lain untuk melakukan penanganan limbah tersebut. Berikan 5 contoh gagasan tersebut \* 20 poin
1. memberikan informasi ke pelaku usaha/perorangan yang sekiranya menghasilkan limbah
  2. sosialisasi secara terus menerus ke pelaku usaha dan perorangan
  3. melakukan sosialisasi dampak lingkungan hidup akibat limbah yang membahayakan
  4. melakukan mediasi antara pelaku usaha dan pemerintah agar penanganan limbah sesuai prosedurnya
  5. setiap orang berhak memantau penanganan limbah yang ada di setiap lingkungannya
4. Di lingkungan sekolah masih ditemukan banyak sampah yang berserakan menurut kalian \* 20 poin apa yang menyebabkan hal tersebut? Apa yang seharusnya dilakukan sekolah untuk mengatasi hal tersebut
- pihak sekolah melakukan sosialisasi ke pada seluruh siswa dan semua orang yang ada di lingkungan sekolah membuat pamflet yang bertema tentang membuang sampah pada tempatnya, menumbuhkan kesadaran setiap siswa dan orang di lingkungan sekolah pentingnya menjaga kebersihan

(a). Jawaban lengkap

3. Berdasarkan hasil observasi lingkungan, dari berbagai macam contoh penanganan limbah yang sudah dilakukan tentunya masih banyak peluang/kemungkinan untuk membuat sesuatu yang berbeda dan belum terpikirkan oleh orang lain untuk melakukan penanganan limbah tersebut. Berikan 5 contoh gagasan tersebut \* 20 poin
- di larang membuang sampah. mem buang sampah di tempat nya
4. Di lingkungan sekolah masih ditemukan banyak sampah yang berserakan menurut kalian \* 20 poin apa yang menyebabkan hal tersebut? Apa yang seharusnya dilakukan sekolah untuk mengatasi hal tersebut
- orang orang membuang sampah sembarang an

(b). Jawaban tidak lengkap

Gambar 4. Jawaban siswa hasil tes berpikir kreatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar dapat menggunakan e-modul berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Peserta didik dapat menggunakan modul elektronik untuk belajar sendiri tanpa bantuan guru. Peserta didik dapat mengakses modul dengan memanfaatkan perangkat seperti android atau laptop sehingga memudahkan peserta didik untuk belajar tanpa terkendala waktu dan tempat. Peserta didik dapat belajar secara mandiri di luar jam pelajaran setelah belajar di bawah bimbingan guru di kelas. Ini membuat proses pembelajaran lebih fleksibel. Untuk itu, guru dapat mengembangkan sumber belajar seperti ini untuk mengajarkan IPA pada materi yang lainnya. Karena harus diakses secara elektronik, pembelajaran harus direncanakan sebaik mungkin agar kendala-kendala yang mungkin muncul dapat diantisipasi. Beberapa kendala yang ada selama pembelajaran IPA dengan memanfaatkan e-modul berbasis STEM diantaranya adalah terdapat beberapa peserta didik yang masih belum terampil dalam mengoperasikan laptop. Hal ini dapat diantisipasi dengan memberikan pelatihan terlebih dahulu sebelum proses pembelajaran berlangsung. Kendala lain adalah tentang jaringan internet, yaitu ketika jaringan internet tidak stabil maka akses pada e-modul berbasis STEM sulit dilakukan. Kendala ini dapat diantisipasi dengan cara menyediakan e-modul berbasis STEM versi cetak. Dengan demikian, walaupun jaringan internet sedang tidak stabil, proses pembelajaran dengan memanfaatkan modul tetap dapat dilaksanakan. Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, guru-guru dapat mengembangkan modul baik yang versi cetak maupun yang versi elektronik yang dapat membantu peserta didik belajar sendiri dalam rangka meningkatkan berbagai keterampilan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik di sekolah dasar. Pengembangan berbagai sumber belajar inovatif yang dilakukan oleh guru menjadi kegiatan pengembangan profesionalisme sekaligus dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran. Pembelajaran IPA yang berkualitas dapat memberikan dampak



positif terhadap pengembangan berbagai keterampilan berpikir yang sangat kuat yang dibutuhkan peserta didik saat ini.

## SIMPULAN

Penelitian ini termasuk dalam *educational design research* yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang membutuhkan peningkatan kemampuan kreatif peserta didik di sekolah dasar. Solusi yang diberikan dalam penelitian ini adalah dengan mengembangkan intervensi pembelajaran IPA berupa modul elektronik berbasis STEM. Hasil validasi produk pengembangan menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM dianggap sah dan cocok untuk digunakan dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Hasil yang ditunjukkan oleh analisis data observasi aktivitas belajar, peserta didik dapat menggunakan e-modul berbasis STEM sepanjang tahapan pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM efektif digunakan oleh siswa sekolah dasar pembelajaran IPA. Hasil analisis data tes menunjukkan bahwa pembelajaran IPA dengan e-modul berbasis STEM meningkatkan kemampuan kreatif siswa sekolah dasar. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis STEM valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan kreatif peserta didik di sekolah dasar dalam pembelajaran IPA. Guru dapat mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dengan mengimplementasikan pembelajaran menggunakan sumber-sumber belajar yang inovatif.

## Daftar Pustaka

- Adiansha, A. A., Khatimah, H., & Asriyadin, A. (2020). Pengembangan Kreativitas Dalam Pembelajaran Matematika Melalui Model Brain Based Learning Siswa Sekolah Dasar. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 10(1), 45–52. <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i1.327>
- Adipan, J. P., & Asrizal, A. (2024). Pengaruh E-Modul Fluida Statis Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 3862–3869.
- Amaliyah, F., Supeno, S., & Wahyuni, S. (2023). The Profile of Creative Thinking Skills of Junior High School Students in Science Learning About Alternative Energy. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 675–682.
- Anniza, N., Rustan, E., & Salmilah, S. (2024). Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Sumber Daya Alam berbasis Kearifan Lokal di Kelas IV SDN 100 Singgasari Walendrang Kecamatan Lamasi Timur. *Jurnal Konsepsi*, 12(4), 135–144.
- Astutik, W. A., Supeno, S., Wicaksono, I., & Prasetyaningsih, A. (2023). E-Modul Interaktif Berbasis Articulate Storyline untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Berbasis Bukti. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 7(2), 253–263.
- Branch, R. M., & Stefaniak, J. E. (2019). Instructional design theory. *Open and Distance Education Theory Revisited: Implications for the Digital Era*, 85–94.
- Carbonell-Carrera, C., Saorin, J. L., Melian-Diaz, D., & De la Torre-Cantero, J. (2019). Enhancing creative thinking in STEM with 3D CAD modelling. *Sustainability*, 11(21), 6036.
- Council, N. R. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Duncan, K. J. (2020). Examining the effects of immersive game-based learning on student engagement and the development of collaboration, communication, creativity and critical thinking. *TechTrends*, 64(3), 514–524.
- Fajrina, S., Rahmawati, R., Fitri, A. D., Herdayanti, E., Qolbi, L., & Ayadi, S. (2024). Effectiveness of Project Based Learning (PjBL) in Improving Student Creativity: Literature Review. *Journal of Pedagogy and Online Learning*, 3(2), 11–27.
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1–6.

- Furtak, E. M., & Penuel, W. R. (2019). Coming to terms: Addressing the persistence of “hands-on” and other reform terminology in the era of science as practice. *Science Education*, 103(1), 167–186.
- García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices: A critical analysis and suggestions for science teaching. *Science & Education*, 29(2), 443–463.
- Hasanah Jr, M. (2023). *Pengembangan E-modul Berbasis Flip PDF professional untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran IPA di SMP*.
- Helga, M., Untari, M. F. A., & Mulyani, M. (2024). Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Rangkaian Arus Listrik dan Pembangkit Listrik Kelas 5 Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(2), 1068–1077.
- Hendrayana, S. (2017). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Rasional Siswa Melalui Model Sains Teknologi Masyarakat Pada Konsep Sumber Daya Alam. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2(1), 73–98.
- Hidayati, N., Fitriani, A., Saputri, W., & Ferazona, S. (2023). Exploring University Students’ Creative Thinking Through Digital Mind Maps. *Journal of Turkish Science Education*, 20(1).
- Ilmi, S. N., Mawarnis, E. R., & Herman, M. (2023). Pengembangan media pembelajaran e-comic kimia berbasis stem (science, technology, engineering, dan mathematic) pada materi termokimia untuk kelas XI MIPA SMA YDB lubuk alung. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2966–2975.
- Ismail, M. N. K., Supeno, S., & Rusdianto, R. (2024). Development of Web-Based Modules to Improve Digital Literacy and Learning Outcomes in Science Learning. *Jurnal Paedagogy*, 11(3), 451–461.
- Karunarathne, W., & Calma, A. (2024). Assessing creative thinking skills in higher education: deficits and improvements. *Studies in Higher Education*, 49(1), 157–177.
- Kenett, Y. N. (2024). The role of knowledge in creative thinking. *Creativity Research Journal*, 1–8.
- Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon*, 7(6).
- Lassig, C. (2021). Creativity talent development: Fostering creativity in schools. *Handbook of Giftedness and Talent Development in the Asia-Pacific*, 1045–1069.
- Le, B., Lawrie, G. A., & Wang, J. T. H. (2022). Student self-perception on digital literacy in STEM blended learning environments. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 303–321.
- Meryastiti, V., Ridlo, Z. R., Supeno, S., & Rahayuningsih, R. (2023). Improving critical thinking skills of junior high school students in science learning using the development of interactive e-module based macromedia flash. *Journal of Innovative Science Education*, 12(2), 163–172.
- Mujiburrahman, M., Kartiani, B. S., & Parhanuddin, L. (2023). Asesmen pembelajaran sekolah dasar dalam kurikulum merdeka. *Pena Anda: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 1(1), 39–48.
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 34–45.
- Muyassaroh, I., Mukhlis, S., & Ramadhani, A. (2022). Model project based learning melalui pendekatan stem untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa SD. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4), 1607–1616.
- Novanda, N. A. L., Supeno, S., & Budiarmo, A. S. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 9–18.
- Ridwan, T., & Nasrulloh, I. (2022). Analisis kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa sekolah dasar. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 8(2), 466–471.
- Rohma, A. W., Budiarmo, A. S., & Supeno, S. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Question Prompt Scaffolding untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Paedagogy*,

10(3), 787-797.

- Rojikin, M., Rasyid, R. Z., & Supeno, S. (2022). Development of E-Modules to Improve Scientific Explanation Ability of Students in Science Learning on Digestive System Materials. *SEJ (Science Education Journal)*, 6(1), 1-21.
- Sahrul, S., Khumaedi, M., & Masrukan, M. (2022). Development of Instruments to Measure Self-Confidence and Creative Thinking in Mathematics Learning for Vocational High School Students. *Journal of Research and Educational Research Evaluation*, 11(1), 81-92.
- Selviana, Y., Sutarto, S., & Supeno, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Group Investigation-Guided Inquiry pada Materi Energi dalam Sistem Kehidupan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 87-94.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Sukmagati, O. P., Yulianti, D., & Sugianto, S. (2020). Pengembangan lembar kerja siswa (lks) berbasis stem (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa smp. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 18-26.
- Sulastri, E., Supeno, S., & Sulistyowati, L. (2022). Implementasi Model Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sekolah Dasar dalam Pembelajaran IPA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5883-5890.
- Sun, M., Wang, M., Wegerif, R., & Peng, J. (2022). How do students generate ideas together in scientific creativity tasks through computer-based mind mapping? *Computers & Education*, 176, 104359.
- Sunedi, S., & Syaflin, S. L. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Berbasis Etno STEM pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(2), 325-335.
- Suriya, N., Yulianci, S., Adiansha, A. A., Nurjumati, N., & Asriyadin, A. (2020). Efektifitas Media Pembelajaran IPA Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Calon Guru SD. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 10(1), 12-15. <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i1.285>
- Tang, T., Vezzani, V., & Eriksson, V. (2020). Developing critical thinking, collective creativity skills and problem solving through playful design jams. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100696.
- Uma'iyah, N., Wahyuni, S., & Nuha, U. (2023). Development of e-modules based on mobile learning applications to improve students' critical thinking skills in science subject. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 12(2), 122-137.