



Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia

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



Integrasi ESD dalam Pembelajaran *Green Chemistry* Menggunakan Model *C-R-E-A-T-E* berbasis *Deep Learning* untuk Mengembangkan Multiple Creativity Siswa SMA

Integration ESD in Green Chemistry Learning Using Deep Learning-based C-R-E-A-T-E Model to Develop Multiple Creativity of High School Students

Oleh:

Wawan Wahyu^{1*}, Ali Kusrijadi¹, Asep Suryatna¹, Rosi Oktiani¹

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

*Correspondence email: wawan_wahyu@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi pentingnya kemampuan *multiple creativity* yang dimiliki oleh peserta didik melalui kegiatan pembelajaran di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pencapaian *multiple creativity* peserta didik melalui integrasi ESD dalam pembelajaran *green chemistry* menggunakan model *Design-based Research* (DbR) dengan menggunakan metode kuantitatif dengan teknik analisis data deskriptif terhadap 20 siswa SMA dari salah satu SMA Kabupaten Bandung, melibatkan 1 orang guru kimia, 3 observer, dan 5 validator. Instrumen yang digunakan yaitu *Teaching for Creativity Observation Form* (TCOF) dan lembar penilaian *multiple creativity* berdasarkan indikator kreativitas Williams. Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan pemberian skor, persentase, dan kategorisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencapaian *multiple creativity* peserta didik setelah mengalami pembelajaran yang mengintegrasikan ESD dalam pembelajaran *green chemistry* menggunakan Model *C-R-E-A-T-E* berbasis *Deep Learning* secara keseluruhan berkategori sangat baik.

ABSTRACT

This research is motivated by the importance of the ability to multi-creativity possessed by students through learning activities at school. This study aims to obtain information about the achievement of students' *multiple creativity* through the integration of ESD in *green chemistry* learning using the *Design-based Research* (DbR) model using a quantitative method with descriptive data analysis techniques on 20 high school students from one of the SMA Bandung Regency, involving 1 chemistry teacher, 3 observers, and 5 validators. The instruments used are the *Teaching for Creativity Observation Form* (TCOF) and *multiple creativity* scoresheets based on William creativity indicators. In this study, data processing was carried out by assigning scores, percentages, and categorization. The results of the study showed that the achievement of *multiple creativity* of students after experiencing learning that integrates ESD in *green chemistry* learning using the *C-R-E-A-T-E* model based on *Deep Learning* as a whole is categorized as very good.

Info artikel:

Diterima: 26 Juli 2025
Direvisi: 20 Agustus 2025
Disetujui: 26 September 2025
Terpublikasi online: 1 Oktober 2025
Tanggal Publikasi: 1 Oktober 2025

Kata Kunci:

ESD, *Green Chemistry*, Model *C-R-E-A-T-E* berbasis *Deep Learning*, *Multiple Creativity*

Key Words:

ESD, *Green Chemistry*, *Deep Learning*-based *C-R-E-A-T-E* Model, *Multiple Creativity*

1. PENDAHULUAN

Abad ke-21 merupakan era *Society 5.0*, di mana masyarakat berbasis pengetahuan menjadi fondasi utama peradaban (Amalia & Munif, 2023). Dalam tatanan ini, manusia berperan sebagai pusat inovasi untuk menciptakan solusi berkelanjutan terhadap tantangan global (Rahmadani et al., 2024). Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk generasi yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga kreatif dan inovatif. Sejalan dengan hal tersebut, *multiple creativity* yang merupakan kemampuan untuk berpikir lintas disiplin, beradaptasi, dan menciptakan gagasan baru dari berbagai sudut pandang dianggap sangat penting. *Multiple creativity* menjadi kunci dalam menghadapi kompleksitas dunia dan mewujudkan masa depan yang inklusif dan berkelanjutan.

Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*) merupakan pendekatan strategis yang bertujuan membentuk individu yang memahami isu-isu global dan mampu mengambil tindakan nyata (Purnamasari & Hanifah, 2021). Berlandaskan prinsip pembangunan berkelanjutan, ESD menekankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan pelestarian lingkungan demi meningkatkan kualitas hidup lintas generasi (Novidsa et al., 2020). Melalui ESD, setiap individu dibekali pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai yang relevan untuk menjadi agen perubahan yang aktif, kritis, dan bertanggung jawab dalam menciptakan masa depan yang adil, inklusif, dan berkelanjutan (Segera, 2015).

Berdasarkan hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022, kemampuan berpikir pelajar Indonesia dalam hal *multiple creativity* masih tergolong rendah. Indonesia hanya meraih skor rata-rata 19 dari 60 poin, jauh di bawah rata-rata OECD yang mencapai 33 poin, dengan hanya 5% peserta didik yang terampil, dibandingkan 25% di negara OECD (OECD, 2024). Penelitian Sari et al. (2023) juga menunjukkan skor 22,4 dari 40 di SMA Negeri 12 Padang. Rendahnya rasa percaya diri dan kesulitan menyampaikan ide baru menegaskan pentingnya penguatan *multiple creativity* dalam pendidikan untuk menghadapi tantangan global secara inovatif.

Multiple creativity adalah kemampuan dinamis yang terbentuk dari kombinasi faktor bawaan dan pengalaman hidup, termasuk proses belajar yang efektif (Jahnke et al., 2017). Pendidikan berperan sebagai katalisator dalam mengembangkan *multiple creativity* (Collard & Looney, 2014), sebagaimana tercantum dalam tujuan utama Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 (Haryanti & Saputra, 2019). Komitmen ini diwujudkan melalui Kurikulum Merdeka yang menekankan pengembangan *multiple creativity* peserta didik melalui pembelajaran berbasis masalah, relevansi dengan kebutuhan masyarakat dan dunia kerja, serta sistem penilaian yang menyeluruh dan adaptif (Fadhil & Gusmaneli, 2025).

Pemilihan model pembelajaran merupakan aspek krusial dalam menentukan arah dan kualitas hasil belajar, terutama dalam pengembangan keterampilan berpikir kreatif (Tibahary, 2018). Model yang kurang tepat dapat menghambat terbentuknya sumber daya manusia yang mendukung keberlanjutan sesuai dengan prinsip ESD (Redhana, 2019). Terdapat berbagai model efektif untuk meningkatkan *multiple creativity*, seperti *Problem-Based Learning* (PBL), *Project-Based Learning* (PjBL), *discovery learning*, dan *inquiry learning* (Aran et al., 2024). Salah satu pendekatan inovatif adalah Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning*, yang dirancang secara sistematis melalui enam tahapan: *Connecting*, *Restructuring*, *Elaborating*, *Applying*, *Tasking*, dan *Evaluating* (Wahyu & Kusrijadi, 2019). Model ini mengintegrasikan pembelajaran berbasis

masalah dan proyek untuk mencapai kompetensi pengetahuan dan keterampilan secara mendalam.

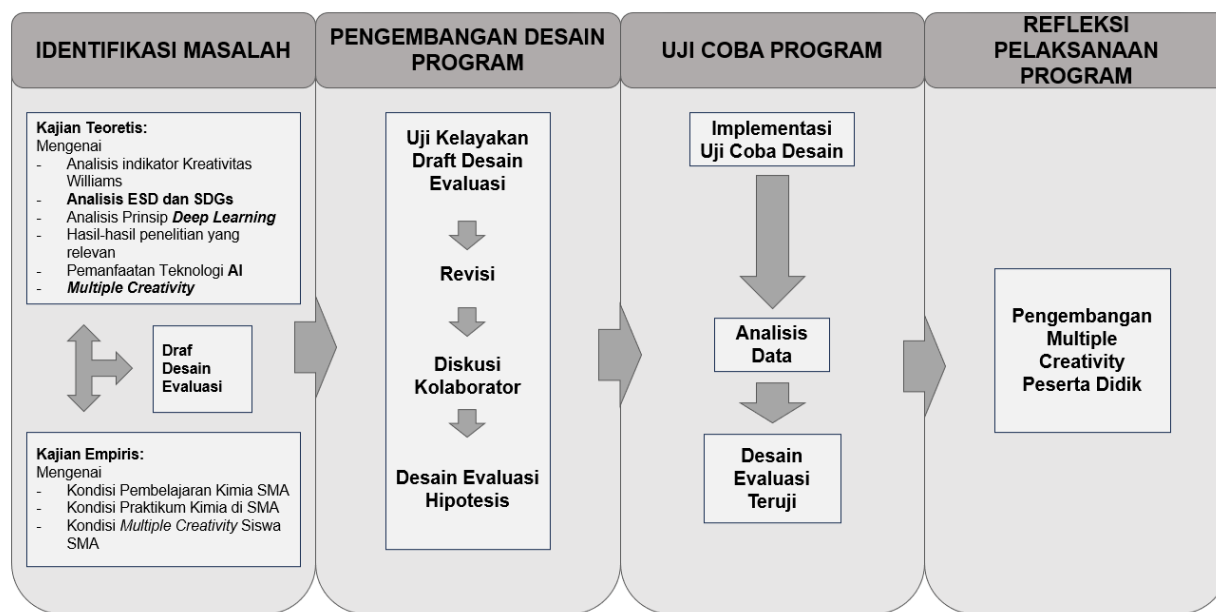
Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* merupakan langkah-langkah pembelajaran inovatif yang berakar pada filosofi konstruktivisme Vygotsky, menempatkan peserta didik sebagai pusat proses belajar melalui investigasi dan perencanaan proyek (Vygotsky, 1978; Thomas, 1999 dalam Wahyu & Kusrijadi, 2022). Dalam model ini, guru berperan sebagai fasilitator, sementara Lembar Tugas Terstruktur (LTT) menjadi panduan eksplorasi. Peserta didik diberi ruang untuk menggali ide, bereksperimen, dan menciptakan produk yang relevan dengan konteks kehidupan nyata. Model C-R-E-A-T-E terbukti efektif dalam mengintegrasikan ESD, karena mampu melatih pemahaman kritis terhadap isu-isu keberlanjutan dan mendorong pengembangan *multiple creativity* dalam menemukan solusi kontekstual. Penelitian Wahyu & Kusrijadi (2024) menunjukkan keberhasilan model ini dalam membangun *multiple creativity* peserta didik melalui proyek pembuatan Sel Volta berbahan ramah lingkungan, yang tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir, tetapi juga kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial.

Green chemistry dipilih sebagai bidang ilmu yang integral dalam ESD karena mampu membekali siswa dengan keterampilan pembangunan berkelanjutan (Wilujeng *et al.*, 2019). Sebagai ilmu sentral, *green chemistry* berbasis masalah dan proyek menuntut peserta didik untuk mengintegrasikan teori dan praktik secara kontekstual (Ngoc Tuan *et al.*, 2020). Pendekatan ini mendorong mereka menemukan solusi berbasis *multiple creativity* terhadap isu-isu lingkungan (Taha *et al.*, 2019). Salah satu materi yang relevan adalah koloid, yang memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, seperti produk sabun. Dalam konteks ESD, sabun dapat dikembangkan secara inovatif menggunakan bahan alami seperti lidah buaya, yang mengandung saponin dan accemaman sebagai alternatif pengganti zat kimia berisiko seperti triclosan. Penggunaan bahan alami ini bertujuan untuk mencegah alergi sekaligus memberikan manfaat antiseptik, sehingga mendukung praktik ramah lingkungan dan kesehatan (Gusviputri *et al.*, 2017).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penting dilakukan **“Integrasi ESD dalam Pembelajaran Green Chemistry Menggunakan Model C-R-E-A-T-E berbasis Deep Learning untuk Mengembangkan Multiple Creativity Siswa SMA”**.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dengan teknik analisis data deskriptif (McMillan, *et al.*, 2010). Alur penelitian dapat dilihat dalam **Gambar 1**. Hal tersebut didasarkan pada tujuan penelitian untuk memahami makna dibalik fenomena yang dialami subyek penelitian, dengan mendeskripsikan fakta-fakta yang didapat di lapangan, disertai uraian analitik-argumentatif yang didukung beberapa teori untuk verifikasi dan justifikasi (Alfatih, 2017). Penulis melakukan analisis pencapaian *multiple creativity* pada setiap tahap model C-R-E-A-T-E dengan mengadaptasi indikator kreativitas menurut Williams seperti yang telah dikembangkan oleh Wahyu & Kusrijadi (2024) yaitu (1) *fluency* atau lancar, (2) *flexibility* atau luwes, (3) *originality* atau orisinal, (4) *elaboration* atau elaborasi, dan (5) *evaluation* atau evaluasi. Indikator kreativitas Williams dikembangkan dan disesuaikan dengan pembelajaran *green chemistry* di SMA.

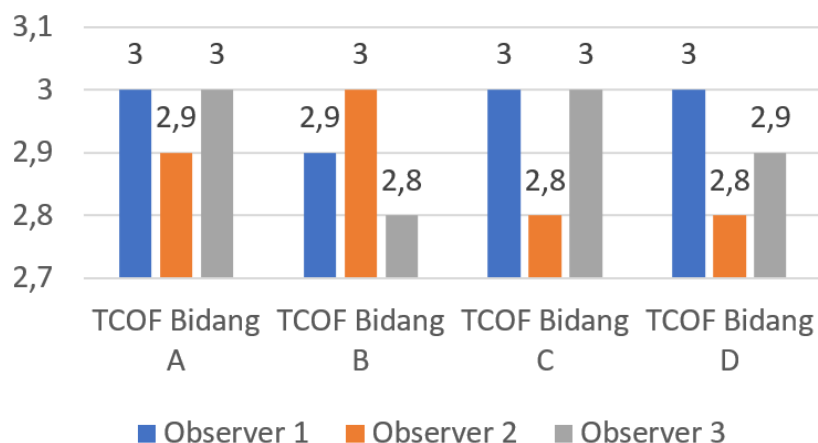


Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SMA di Kabupaten Bandung. Partisipan yang dilibatkan yaitu 20 orang siswa, 1 orang guru kimia, 3 orang observer, dan 5 orang validator. Validasi instrumen lembar penilaian indikator *multiple creativity* dilakukan oleh dua orang dosen Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA UPI dan tiga orang guru kimia SMA senior. Pada observasi, peneliti melibatkan tiga rekan sejawat sebagai observer yang mengerti topik dan model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan pada semester genap bulan April 2025.

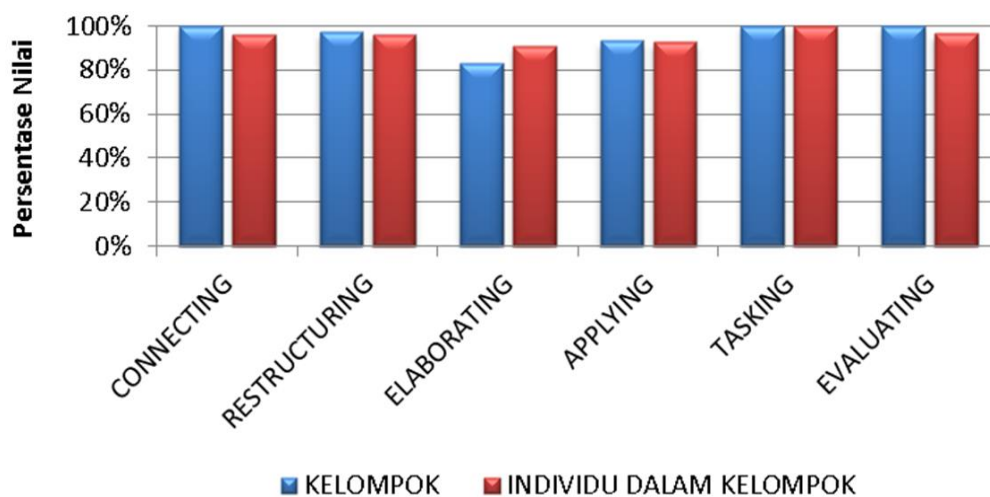
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data, diperoleh 2 hasil penelitian berupa kelayakan model yang diterapkan dengan perolehan capaian *multiple creativity* peserta didik. Kelayakan Model C-R-E-A-T-E berbasis *Deep Learning* yang mengintegrasikan ESD dalam pembelajaran *green chemistry* berdasarkan tinjauan TCOF seperti yang disajikan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Kelayakan Model berdasarkan Tinjauan TCOF

Berdasarkan **Gambar 2**, dapat dilihat bahwa skor dari observer berkisar antara 2,8-3,0. Hal ini berarti kelayakan model yang diterapkan untuk membangun *multiple creativity* berkategori baik sesuai dengan kategorisasi TCOF. Penjelasan berikutnya akan diprioritaskan pada hasil pencapaian *multiple creativity* melalui pembelajaran model C-R-E-A-T-E berbasis *Deep Learning* dengan mengintegrasikan ESD dalam topik green chemistry, seperti yang disajikan dalam **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Pencapaian *Multiple Creativity* Peserta Didik

3.1. *Connecting*

Tahap *Connecting* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* yang mengintegrasikan *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam pembelajaran *green chemistry* berfungsi sebagai penghubung antara pengetahuan awal peserta didik dengan fenomena yang akan

dipelajari (Wahyu & Oktiani, 2024). Pada tahap ini, peserta didik diajak untuk memahami dampak penggunaan sabun berbahan kimia sintetis terhadap lingkungan dan kesehatan, lalu mengaitkannya dengan potensi bahan alami sebagai alternatif. Proses ini menjadi langkah awal dalam proyek pembuatan sabun cuci tangan alami berbahan dasar lidah buaya, yang sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (SDGs). Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya belajar secara konseptual, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis dan kontekstual dalam menyelesaikan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dan isu lingkungan global.

Dalam tahap *Connecting*, terdapat tiga indikator *multiple creativity* yang menjadi fokus pengembangan peserta didik, yaitu *flexibility*, *fluency*, dan *elaboration*. *Flexibility* mencerminkan kemampuan peserta didik dalam menafsirkan gambar atau wacana dari berbagai sudut pandang, yang berhubungan erat dengan berpikir divergen sebagai fondasi kreativitas (Guilford dalam Hasanah & Abdussakir, 2024). *Fluency* terlihat dari kelancaran peserta didik dalam menyampaikan gagasan secara spontan dan relevan, yang dapat dilatih melalui teknik *brainstorming* dalam suasana bebas kritik (Osborn dalam Rickards, 1999). Sementara itu, *elaboration* mengukur kemampuan peserta didik dalam memperdalam pengetahuan dan mengembangkan solusi secara terperinci. Ketiga indikator ini menjadi tolok ukur penting dalam menilai keberhasilan tahap awal pembelajaran berbasis proyek yang berorientasi pada keberlanjutan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencapaian indikator *multiple creativity* pada tahap *Connecting* tergolong sangat baik. Nilai rata-rata kelompok mencapai 100%, sedangkan nilai individu dalam kelompok sebesar 96,08%. Meski demikian, indikator *elaboration* memperoleh skor paling rendah dibandingkan dua indikator lainnya. Rendahnya nilai *elaboration* disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan awal peserta didik terhadap materi *green chemistry*, khususnya tentang komposisi sabun alami. Hal ini sejalan dengan teori *prior knowledge* dari Ausubel (1968), yang menyatakan bahwa pengetahuan awal sangat memengaruhi kesiapan peserta didik dalam menerima dan mengolah informasi baru. Oleh karena itu, penguatan konsep dasar dan eksplorasi kontekstual sangat penting untuk meningkatkan kemampuan elaborasi dalam pembelajaran berkelanjutan.

3.2. Restructuring

Tahap *Restructuring* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* yang mengintegrasikan ESD merupakan proses penting dalam menata ulang pengetahuan peserta didik guna meminimalkan miskonsepsi (Wahyu & Kusrijadi, 2024). Pada tahap ini, peserta didik diajak untuk merefleksi dan memperbaiki pemahaman awal mereka, lalu mengembangkannya secara lebih mendalam dan kontekstual. Mereka dituntut memahami berbagai konsep penting, seperti urgensi *Sustainable Development Goals* (SDGs), dasar-dasar materi koloid, termasuk perbedaan dengan larutan dan suspensi, jenis, sifat, serta contoh aplikatifnya serta bahaya penggunaan bahan kimia dalam sabun, dan potensi bahan alami sebagai alternatif yang ramah lingkungan. Proses ini tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan sistematis dalam mengaitkan ilmu pengetahuan dengan isu keberlanjutan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan dengan tantangan kehidupan nyata.

Dalam tahap *Restructuring*, peserta didik diharapkan mencapai empat indikator *multiple creativity*, yaitu *evaluation*, *fluency*, *flexibility*, dan *elaboration*. *Evaluation* mencerminkan kemampuan menyampaikan pendapat secara mandiri, menunjukkan adanya pengetahuan metakognitif yang membantu peserta didik menyadari batas pemahaman mereka dan mencegah miskonsepsi. *Flexibility* berhubungan dengan kemampuan berpikir divergen, yaitu memberikan pendapat dari berbagai sudut pandang dan menghasilkan solusi kreatif tanpa terpaku pada pola tertentu (Gading, 2019). *Fluency* ditunjukkan melalui kelancaran dalam menyampaikan gagasan, yang dapat dilatih dengan teknik brainstorming agar peserta didik bebas mengemukakan ide spontan tanpa rasa takut dikritik (EaISIman, 2025). Sementara itu, *elaboration* mengukur kemampuan memperkaya gagasan orang lain dengan mengolah informasi dari berbagai konsep, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih kompleks dan mendalam.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencapaian indikator *multiple creativity* pada tahap *Restructuring* tergolong sangat baik. Nilai rata-rata kelompok mencapai 97,22%, sedangkan nilai individu dalam kelompok sebesar 96,30%. Meskipun semua indikator menunjukkan hasil positif, *elaboration* menjadi indikator dengan nilai paling rendah. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan *prior knowledge* yang dimiliki peserta didik, terutama dalam memahami konsep *green chemistry* dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Sejalan dengan teori Ausubel (1968), pengetahuan awal sangat memengaruhi kesiapan peserta didik dalam menerima dan mengembangkan informasi baru. Oleh karena itu, penguatan pemahaman dasar melalui eksplorasi kontekstual dan diskusi terbimbing sangat penting untuk meningkatkan kemampuan elaborasi. Dengan pendekatan ini, Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* mampu membentuk peserta didik yang berpikir kritis, kreatif, dan berorientasi pada solusi berkelanjutan.

3.3. *Elaborating*

Tahap *Elaborating* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* merupakan fase penting dalam memperluas pemahaman peserta didik melalui pengembangan dan pendalaman ide-ide kreatif yang relevan dengan konteks keberlanjutan (Wahyu & Oktiani, 2024). Setelah melalui proses restrukturisasi pengetahuan, peserta didik diajak untuk mengolah dan menghubungkan informasi dari berbagai sumber guna memperdalam konsep yang telah diperoleh. Fokus utama pada tahap ini adalah eksplorasi bahan-bahan alami sebagai alternatif sabun ramah lingkungan, analisis kandungan bahan tersebut, serta pemahaman kontribusinya terhadap pencapaian tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya belajar secara teoritis, tetapi juga secara aplikatif dan reflektif, sehingga mampu mengintegrasikan pengetahuan ilmiah dengan nilai-nilai keberlanjutan.

Pada tahap *Elaborating*, peserta didik diharapkan mampu mencapai dua indikator utama dalam pengembangan *multiple creativity*, yaitu *fluency* dan *elaboration*. *Fluency* mencerminkan kemampuan menyampaikan banyak gagasan secara lancar dan spontan, sedangkan *elaboration* menunjukkan kemampuan mengeksplorasi secara mendalam untuk memperkaya ide dengan mengolah berbagai informasi yang relevan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelompok mencapai 83,33% dengan kategori sangat baik, dan nilai individu dalam kelompok sebesar 91,11% juga dalam kategori sangat baik. Indikator *fluency* memperoleh nilai tertinggi karena peserta didik telah menguasai materi sehingga mampu mengekspresikan ide-idenya

dengan cepat dan tepat. Seperti halnya hasil penelitian sebelumnya (Wahyu et al., 2018), terbukti bahwa kreativitas siswa dapat muncul dengan banyaknya pertanyaan-pertanyaan yang muncul dalam pikiran siswa berdasarkan fenomena yang diberikan, dimana pertanyaan-pertanyaan ini menjadi stimulus siswa untuk dapat mengembangkan atau memperkaya ide mereka. Kondisi ini sejalan dengan teori Automaticity oleh LaBerge & Samuels (1974), yang menyatakan bahwa penguasaan materi memungkinkan seseorang menyampaikan pendapat secara efisien tanpa hambatan kognitif yang berarti, sehingga proses berpikir menjadi lebih produktif dan reflektif.

Sementara itu, indikator *elaboration* memperoleh nilai yang lebih rendah dibandingkan *fluency*. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas *elaboration* sebagai bentuk berpikir tingkat tinggi yang memerlukan analisis mendalam dan pengembangan konsep secara sistematis (Bloom et al., 1956). *Elaboration* menuntut peserta didik untuk tidak hanya memahami informasi, tetapi juga mengolahnya menjadi gagasan baru yang lebih kaya dan terstruktur. Menurut teori *Creative Process* oleh Torrance (1974), kemampuan elaborasi dapat ditingkatkan melalui teknik *mind-mapping* yang membantu peserta didik mengorganisasi dan mengembangkan ide secara visual dan logis. Proses ini juga diperkuat oleh teori *knowledge management* dari Nonaka dan Takeuchi (1995), khususnya pada tahapan *externalization* dan *combination*, di mana pengetahuan *tacit* diubah menjadi eksplisit dan dikombinasikan untuk menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif. Dengan latihan yang tepat, peserta didik dapat meningkatkan kemampuan elaborasi sebagai bagian penting dari pembelajaran berbasis *deep learning*.

3.4. *Applying*

Tahap *Applying* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* merupakan proses penting dalam menerapkan konsep yang telah dipahami peserta didik ke dalam praktik nyata. Pada tahap ini, peserta didik mengimplementasikan hasil analisis mereka terhadap potensi bahan-bahan alami yang telah dieksplorasi sebelumnya untuk membuat sabun cuci tangan ramah lingkungan. Mereka merancang eksperimen secara mandiri, mulai dari menentukan judul, menyusun daftar alat dan bahan, hingga merancang prosedur kerja yang sistematis. Dalam proses ini, peserta didik juga melakukan modifikasi terhadap rancangan awal sebagai bentuk pengembangan ide dan penerapan *multiple creativity*. Pendekatan ini tidak hanya melatih keterampilan praktis, tetapi juga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan reflektif dalam menghubungkan pengetahuan dengan tindakan nyata yang relevan dengan prinsip keberlanjutan. Dengan demikian, tahap *Applying* menjadi ruang aktualisasi gagasan yang telah dibangun secara konseptual pada tahap sebelumnya melalui pembelajaran berbasis proyek dan eksplorasi kontekstual.

Pada tahap *Applying*, peserta didik diharapkan mampu mencapai tiga indikator utama dalam pengembangan *multiple creativity*, yaitu *flexibility*, *evaluation*, dan *originality*. *Flexibility* mencerminkan kemampuan peserta didik dalam mengkategorikan berbagai hal secara berbeda, menunjukkan adanya keluwesan berpikir dalam menyusun strategi dan solusi. *Evaluation* berperan dalam kemampuan berpikir rasional untuk mengambil keputusan yang bertanggung jawab, mencerminkan keterampilan metakognitif dan kesadaran terhadap dampak dari setiap pilihan yang diambil. *Originality* menunjukkan kemampuan peserta didik dalam menghasilkan ide baru dan unik, atau memodifikasi gagasan yang sudah ada menjadi lebih kompleks dan kontekstual. Ketiga indikator ini menjadi fondasi penting dalam

membentuk peserta didik yang tidak hanya mampu berpikir kreatif, tetapi juga bertindak secara bijak dan inovatif dalam menghadapi tantangan nyata yang berkaitan dengan isu lingkungan dan keberlanjutan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencapaian peserta didik pada tahap *Applying* tergolong sangat baik. Nilai rata-rata kelompok mencapai 93,33%, sedangkan nilai individu dalam kelompok sebesar 92,78%. Indikator *flexibility* memperoleh peran penting dalam proses klasifikasi dan pengelompokan konsep, sejalan dengan teori *Cognitive Flexibility* oleh Kenett *et al.* (2018), yang menekankan pentingnya kemampuan menciptakan dan berpindah antar kategori dalam proses berpikir kreatif. Indikator *evaluation* menunjukkan adanya pengaruh positif antara kemampuan berpikir kreatif dan pengambilan keputusan yang efektif (Wati & Sari, 2023). Sementara itu, indikator *originality* tidak hanya mencerminkan penciptaan ide baru, tetapi juga kemampuan menggabungkan berbagai informasi dan konsep menjadi solusi yang lebih kompleks. Hal ini sesuai dengan konsep Proses Berpikir Kreatif Modifikatif oleh Marhayati (2019), yang menekankan pentingnya pengembangan dan perbaikan ide sebagai bentuk kreativitas tingkat tinggi dalam pembelajaran berbasis *deep learning*.

3.5. *Tasking*

Tahap *Tasking* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* merupakan fase pelaksanaan proyek yang telah dirancang secara sistematis oleh peserta didik. Setelah merancang proyek pembuatan sabun cuci tangan alami pada tahap sebelumnya, mereka melanjutkan dengan merealisasikan proyek tersebut di luar jam pelajaran, didampingi oleh guru melalui bimbingan daring. Proses ini tidak hanya berfokus pada pembuatan sabun, tetapi juga mendorong peserta didik untuk mengekspresikan *multiple creativity* mereka melalui berbagai media. Mereka membuat presentasi *PowerPoint* yang menarik, video dokumentasi proses pembuatan sabun yang kreatif, serta merancang kemasan produk yang unik dan estetik, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pendekatan ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk menggabungkan pengetahuan, keterampilan, dan nilai estetika dalam satu proyek terpadu. Dengan demikian, tahap *Tasking* menjadi momen penting dalam pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan pengetahuan ilmiah, teknologi, seni, dan nilai keberlanjutan secara holistik dan aplikatif.



Gambar 4. (a) Video Aktivitas Siswa selama Membuat Sabun, (b) *Power Point* Siswa, dan (c) Produk Sabun yang Dibuat Oleh Siswa

Pada tahap *Tasking*, terdapat dua indikator utama yang menjadi target pencapaian *multiple creativity* peserta didik, yaitu *elaboration* dan *originality*. Indikator *elaboration* mencerminkan kemampuan peserta didik dalam menguji dan melaksanakan langkah-langkah secara detail dan terstruktur, serta menunjukkan rasa estetika yang tinggi dalam menyusun tampilan visual. Sementara itu, indikator *originality* terlihat dari kemampuan peserta didik dalam memilih desain yang berbeda dan unik, termasuk penggunaan asimetri dalam kemasan produk sabun. Kedua indikator ini menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya mampu berpikir kreatif, tetapi juga mampu mengaktualisasikan ide-ide mereka dalam bentuk nyata yang bernilai estetik dan fungsional. Proses ini memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan problem solving yang relevan dengan tantangan dunia nyata, khususnya dalam konteks *green chemistry* dan pembangunan berkelanjutan yang menjadi fokus pembelajaran.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencapaian peserta didik pada tahap *Tasking* sangat memuaskan. Nilai rata-rata kelompok dan individu dalam kelompok mencapai 100%, dengan kategori sangat baik untuk seluruh indikator *multiple creativity*. Indikator *elaboration* tercermin dari kualitas presentasi *PowerPoint* dan video proses pembuatan sabun, yang menunjukkan ketelitian dalam prosedur dan nilai estetika yang tinggi. Sementara itu, indikator *originality* terlihat dari desain kemasan sabun yang kreatif, baik dari segi warna, bentuk, maupun elemen visual lainnya. Pencapaian ini juga berkaitan erat dengan penerapan metode bermain peran (*role-playing*), yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk berimajinasi dan mengekspresikan diri dalam berbagai situasi. Metode ini terbukti efektif dalam merangsang kemampuan berpikir kreatif dan membangun kepercayaan diri peserta didik dalam menyampaikan ide-ide baru yang unik dan kontekstual (Avianto et al., 2022).

3.6. *Evaluating*

Tahap *Evaluating* dalam Model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* merupakan fase akhir yang berfungsi untuk mengevaluasi secara menyeluruh proyek pembelajaran yang telah diselesaikan oleh peserta didik. Pada tahap ini, mereka melakukan refleksi terhadap proses dan hasil akhir pembuatan sabun cuci tangan alami berbahan dasar ramah lingkungan. Evaluasi dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek, seperti analisis kesalahan yang terjadi selama proses, saran perbaikan untuk peningkatan kualitas, identifikasi kelebihan dan kekurangan produk, serta pengujian kualitas sabun secara kualitatif. Selain itu, peserta didik juga melakukan evaluasi berdasarkan konsep koloid yang telah dipelajari sebelumnya, dan menarik kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan. Tahap ini tidak hanya menekankan pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir kritis dan reflektif yang menjadi bagian penting dalam pembelajaran berbasis proyek, sekaligus memperkuat pemahaman peserta didik terhadap prinsip keberlanjutan dan praktik *green chemistry*.

Dalam tahap *Evaluating*, indikator utama yang menjadi fokus pengembangan adalah *evaluation* sebagai bagian dari *multiple creativity*. Indikator ini mencakup kemampuan peserta didik dalam menganalisis masalah secara kritis dengan selalu mempertanyakan “Mengapa”, berpikir rasional untuk mengambil keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan, serta berperan sebagai peneliti atau penilai kritis dalam situasi tertentu. Kemampuan ini sangat penting dalam membentuk pola pikir yang analitis dan reflektif, di mana peserta didik tidak hanya menghasilkan gagasan, tetapi juga mampu mengevaluasi dan menyempurnakan ide-ide tersebut. Proses evaluasi ini mendorong peserta didik untuk memahami akar permasalahan, mengidentifikasi peluang perbaikan, dan mengembangkan solusi yang lebih relevan dan aplikatif. Dengan demikian, tahap *Evaluating* menjadi ruang pembelajaran yang menumbuhkan kesadaran berpikir mendalam dan tanggung jawab intelektual dalam menyikapi hasil kerja mereka.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencapaian peserta didik dalam indikator *evaluation* pada tahap *Evaluating* tergolong sangat baik. Nilai rata-rata kelompok mencapai 100%, sementara nilai individu dalam kelompok sebesar 96,67%. Capaian ini menunjukkan bahwa peserta didik telah mampu menjalankan peran sebagai penilai kritis secara optimal. Kemampuan berpikir kritis yang mereka tunjukkan mencakup analisis dan pemecahan masalah melalui pertanyaan mendalam seperti “Mengapa” (Lubis et al., 2024), yang membuka ruang bagi pengembangan ide-ide baru yang lebih tajam dan kontekstual. Selain itu, proses evaluasi juga melibatkan pengambilan keputusan yang rasional dan bertanggung jawab (Gunawan et al., 2016), yang menjadi dasar dalam membangun *multiple creativity* yang terarah. Menurut Hasibuan et al. (2024), peran sebagai peneliti atau penilai kritis memungkinkan peserta didik untuk mensintesis informasi secara mendalam dan menemukan celah atau peluang baru yang dapat dikembangkan menjadi solusi inovatif dalam konteks pembelajaran berkelanjutan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan mengenai pencapaian *multiple creativity* peserta didik melalui integrasi ESD dalam pembelajaran *green chemistry* menggunakan model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning*, dapat disimpulkan berkategori sangat baik secara keseluruhan, meskipun pencapaiannya berfluktuasi. Pencapaian *multiple creativity* melalui integrasi ESD dalam pembelajaran *green chemistry* menggunakan model C-R-E-A-T-E berbasis *deep learning* mencapai nilai maksimal pada tahap *Tasking*, baik nilai kelompok maupun nilai individu dalam kelompok.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada BIMA Kemendiktisaintek yang telah mendanai penelitian ini, LPPM UPI dan Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mendukung terselenggaranya penelitian ini.

6. REFERENSI

- Alfatih, A. (2017). *Pedoman Mudah Melaksanakan Penelitian Deskriptif Kualitatif*.
- Amalia, N. F., & Munif, M. V. M. (2023). Tantangan Dan Upaya Pendidikan Dalam Menghadapi Era Society 5.0. *MAANA: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 2(1), 1–13.
- Aran, M. Y. O., Ware, K., & Bambut, K. E. N. (2024). Mengembangkan Keterampilan Abad-21 Peserta Didik Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 982–991.
- Ausubel, D.P. (1968). *Education Psychology: A Cognitive View*
- Avianto, A. R., Lukitasari, E. H., & Yulianto, A. (2022). Desain Kemasan “Nyamil” Klaten. *Kemedha*, 11(2), 176–194.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy Of Educational Objectives: The Classification Of Educational Goals*. In New York: David Mckay Company.
- Collard, P., & Looney, J. (2014). Nurturing Creativity In Education. *European Journal Of Education*, 49(3), 348–364.
- De Bono, E. (1992). *Serious Creativity: Using The Power Of Lateral Thinking To Create New Ideas*. Harperbusiness.
- Eaisiman, E. S. I. (2025). The Impact Of Brainstorming Strategy On Developing Sixth Grade Basic Students’ Creative Thinking Skills In Jordan. *Journal Of Educational And Social Research*, 15(1), 283–299.
- Fadhil, M., & Gusmaneli. (2025). Kurikulum Merdeka Dalam Meningkatkan Kreativitas Belajar Peserta Didik. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(5).
- Gading, A. S. (2019). The Effect Of Brainstorming Method Toward The Students’ Divergent Thinking Skill At SMA Negeri 9 Makassar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 65–78.
- Gunawan, I., Suraya, S. N., & Tryanasari, D. (2016). Hubungan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Kritis Dengan Prestasi Belajar Mahasiswa Pada Matakuliah Konsep Sains Ii Prodi Pgsd Ikip Pgri Madiun. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 4(01), 10–40.
- Gusviputri, A., PS, N. M., & Indraswati, N. (2017). Pembuatan Sabun Dengan Lidah Buaya (Aloe Vera) Sebagai Antiseptik Alami. *Widya Teknik*, 12(1), 11–21.
- Haryanti, Y. D., & Saputra, D. S. (2019). Instrumen Penilaian Berpikir Kreatif Pada Pendidikan Abad 21. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(2), 1–7.
- Hasanah, S. R., & Abdussakir, A. (2024). Kemampuan Berpikir Divergen Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Open-Ended Barisan Dan Deret Ditinjau Dari Adversity Quotient. *Jurnal Analisa*, 10(1), 1–12.
- Hasibuan, N., Nisa, B. K., Efendi, M. T., Hafiz, M., Hasibuan, A., Yusnaldi, E., Islam, U., & Sumatera, N. (2024). Mengembangkan Pemikiran Kritis Dan Kreatif Pada Generasi Muda. *Jurnal Penelitian Mulltidisiplin Terpadu*, 8(6), 896–902.

- Ika, L. (2019). Kreativitas Dalam Konteks Pembelajaran. In *Erzatama Karya Abadi* (Issue August).
- Jahnke, I., Haertel, T., & Wildt, J. (2017). Teachers' Conceptions Of Student Creativity In Higher Education. *Innovations In Education And Teaching International*, 54(1), 87-95.
- Kenett, Y. N., Levy, O., Kenett, D. Y., Stanley, H. E., Faust, M., & Havlin, S. (2018). Flexibility Of Thought In High Creative Individuals Represented By Percolation Analysis. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*, 115(5), 867-872.
- Laberge, D., & Samuels, S. J. (1974). *Toward A Theory Of Automatic Information Processing In Reading*. *Cognitive Psychology*, 6(2), 293-323.
- Lubis, S., Ziliwu, T. K., Rusli, N. B., & Dewi, R. S. (2024). Peran Teori Kognitif Dalam Pengembangan Kreativitas Berpikir Kritis. *Jurnal Kreativitas Pendidikan Modern*, 6(3), 378-387.
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., & Muntari, M. (2018). Identifikasi Kesiapan LKPD Guru Terhadap Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 3(2), 124-128.
- Marhayati, M. (2019). Proses Berpikir Kreatif Modifikatif Siswa Dalam Pengajuan Soal Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 278-292.
- Mcmillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research In Education: Evidence-Based Inquiry*. Pearson.
- Mursidik, E. M., Samsiyah, N., & Rudyanto, H. E. (2015). Creative Thinking Ability In Solving Open-Ended Mathematical Problems Viewed From The Level Of Mathematics Ability Of Elementary School Students. *PEDAGOGIA: Journal Of Education*, 4(1), 23-33.
- Ngoc Tuan, N., Thi Hanh, B., & Trung Ninh, T. (2020). Project Based Learning In General Chemistry To Develop The Problem-Solving And Creativity. *American Journal Of Educational Research*, 8(7), 475-479.
- Novidsa, I., Purwianingsih, W., & Riandi, R. (2020). Exploring Knowledge Of Prospective Biology Teacher About Education For Sustainable Development. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(2), 317-326.
- OECD. (2024). *PISA 2022 Results (Volume III): Creative Minds, Creative Schools*, PISA. OECD, I, 1-9.
- Purnamasari, S., & Hanifah, A. N. (2021). Education For Sustainable Development (ESD) Dalam Pembelajaran IPA. *JKPI: Jurnal Kajian Pendidikan IPA Program Studi Pendidikan IPA*, 1(2), 69-75.
- Rahmadani, K., Azmi Rifaldi, U., & Umam, H. (2024). Revolusi Pendidikan Indonesia Di Era 5.0. *CENDIKIA : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 18(01), 65-71.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239 - 2253.
- Rickards, T. (1999). Brainstorming Revisited: A Question Of Context. *International Journal Of Management Reviews*, 1(1), 91-110.
- Sari, M. I., Pambudi, M. R., Gudu, B. O., & Tholibon, D. A. (2023). Effectiveness Of Problem Based Learning Model On Creative Thinking In Senior High School. *Jambura Geo Education Journal*, 4(2), 179-186.
- Segera, N. B. (2015). Education For Sustainable Development (Esd) Sebuah Upaya

- Mewujudkan Kelestarian Lingkungan. *Sosio Didaktika: Social Science Education*
- Taha, H., Suppiah, V., Khoo, Y. Y., Yahaya, A., Lee, T. T., & Muhamad Damanhuri, M. I. (2019). Impact Of Student-Initiated Green Chemistry Experiments On Their Knowledge, Awareness And Practices Of Environmental Sustainability. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1156(1).
- Tibahary, A. R. (2018). Model-Model Pembelajaran Inovatif. *Scolae: Journal Of Pedagogy*, 1(03), 54–64.
- Torrance, E. P. (1974). Torrance Test Of Creative Thinking: Norms And Technical Manual. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Wahyu, W., Suryatna, A., & Kamaludin, Y. S. (2018). The Suitability Of William's Creativity Indicators With The Creativity-Based Worksheet For The Junior High School Students On Designing Simple Distillation Tool. *Journal Of Engineering Science And Technology (JESTEC)*, 13(7), 1959-1966.
- Wahyu, W., & Kusrijadi, A. (2019). The Effectiveness Of C-R-E-A-T-E Model Through TCOF In Making Natural Voltaic Cell To Build High School Students' Creativity. *Proceedings Of The 9th Mathematics, Science, And Computer Science Education International Seminar (MSCEIS 2023)*
- Wahyu, W., & Kusrijadi, A. (2024). Pemanfaatan Bahan Alami Ramah Lingkungan Dalam Pembelajaran Sel Volta Melalui Model C-R-E-A-T-E Untuk Membangun Kreativitas Siswa. *KIMIA PAD*, 2(2), 53–64.
- Wahyu, W., & Kusrijadi, A. (2022). Analysis Of The Creativity Of Senior High School Students Through The C-R-E-A-T-E Learning Model. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23, 1673–1682.
- Wahyu, W., & Oktiani, R. (2024). In-House Training Program And Socialization Of The C-R-E-A-T-E Model For Teachers Throughout Purwakarta Regency [Program In-House Training Dan Sosialisasi Model C-R-E-A-T-E Untuk Guru-Guru Se-Kabupaten Purwakarta]. *Jurnal Pengabdian Isola*, 3(229), 194–201.
- Wati, W. K., & Sari, P. M. (2023). Hubungan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 80–88.
- Wilujeng, I., Dwandaru, W. S. B., & Rauf, R. A. B. A. (2019). The Effectiveness Of Education For Environmental Sustainable Development To Enhance Environmental Literacy In Science Education: A Case Study Of Hydropower. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 521–528.