



Preliminary Developing PBL-ESDG Learning Tools on Global Warming Topics: Needed to Train Earth Science Literacy and Student Creativity

Desi Wulandari^{1*}, Shobrina Nurul Mufida², Saniyatul Hikmah¹

¹Universitas Billfath, Lamongan, Indonesia

²IAI Al-Fatimah Bojonegoro, Bojonegoro, Indonesia

*Corresponding author : desiwulan770@gmail.com

Article History:

Received: Mei 01, 2024

Revised: Mei 10, 2024

Accepted: Mei 25, 2024

Published: Juni 01, 2024

Keywords:

Creativity, earth science literacy, education sustainable development goals, PBL, global warming

Abstract: *This research aims to analyze the preliminary development process of Problem-Based Learning (PBL) learning tools integrated with Education Sustainable Development Goals (ESDG) on the topic of global warming which aims to train students' earth science literacy and creativity. 3D research design (define, design, develop) is used as a type of initial development research which is an adaptation of 4D design. This research used a validation sheet instrument with assessment indicators in the form of content assessment criteria, presentation criteria, and language criteria. The results of the assessment by 3 experts (2 experts in physics learning instrument development and 1 high school physics learning instructor expert) were analyzed using the percentage of agreement. The research results showed that the entire learning tool was declared valid for each construct, content, and presentation criteria with several improvements. At the development stage, there are improvements to input and suggestions from validators so that the learning tools used are better. Thus, this learning tool can be used for learning to train creativity and earth science literacy for high school students. The recommendation for further research is that this tool can be used as a reference in developing learning tools and implemented in learning on the topic of global warming for high school students level.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pengembangan awal dari perangkat pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berintegrasi dengan *Education Sustainable Development Goals* (ESDG) dengan topik pemanasan global yang bertujuan untuk melatih literasi sains kebumihian dan kreativitas siswa. Desain penelitian 3D (*define, design, develop*) digunakan sebagai jenis penelitian pengembangan awal yang merupakan adaptasi dari desain 4D. Penelitian ini menggunakan instrumen lembar validasi dengan indikator penilaian berupa kriteria penilaian isi, kriteria penyajian, dan kriteria bahasa. Hasil penilaian oleh 3 ahli pakar (2 ahli pakar di bidang pengembangan instrumen pembelajaran fisika dan 1 ahli pakar instruktur pembelajaran fisika SMA) dianalisis dengan *percentage of agreement*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keseluruhan perangkat pembelajaran dinyatakan valid baik untuk setiap kriteria konstruk, isi, maupun penyajian dengan beberapa perbaikan. Pada tahap *develop*, ada perbaikan masukan dan saran dari validator supaya perangkat pembelajaran yang digunakan lebih baik. Sehingga perangkat pembelajaran ini bisa digunakan untuk pembelajaran dalam melatih kreativitas dan literasi sains kebumihian siswa sekolah menengah atas. Rekomendasi penelitian selanjutnya adalah perangkat ini dapat dijadikan acuan dalam pengembangan perangkat pembelajaran dan diimplementasikan pada pembelajaran bertopik pemanasan global untuk tingkat sekolah ke atas.

PENDAHULUAN

Permasalahan perubahan iklim dan pemanasan global menjadi masalah terbesar bagi seluruh negara, baik negara belahan bumi utara maupun belahan bumi selatan. Permasalahan ini merupakan masalah global karena mengancam semua sektor utama dan aktivitas manusia (Climate Transparency, 2021). Pemahaman literasi terkait perubahan suhu bumi yang semakin meningkat merupakan hal sederhana yang perlu diperhatikan di lingkungan sekolah (V. Kumar et al., 2024; Ram et al., 2023). Terutama terkait meningkatnya emisi carbon sebesar 1,8 % pada tahun 2018 yang perlu dipahami kepada siswa (Climate Transparency, 2021). Pada tahun 2021 suhu bumi meningkat sebesar 1,5 derajat celsius (UNESCO, 2017). Literasi perubahan iklim maupun literasi pemanasan global menjadi tantangan bagi seluruh pihak termasuk siswa dan para pendidik, sehingga diperlukan tindakan dan kesadaran diri dalam mengurangi emisi karbon (P. Kumar et al., 2023a; Ram et al., 2023; Wulandari et al., 2021).

Melalui tugas yang sulit ini, pendidikan memiliki peran penting. Peran utama yang harus dibangun dalam mengurangi emisi gas carbon adalah membangun jiwa kesadaran diri, sikap sosial, dan individu dalam upaya menjaga lingkungan (Adombi et al., 2023; Oliver & Adkins, 2020; Putri et al., 2024). Misal dimulai dari lingkungan sekolah, seperti pemahaman kepada siswa bahwa kondisi bumi sedang tidak baik-baik saja sejak perubahan suhu mengalami peningkatan. Contoh sikap lain mengajak siswa untuk menjaga kelestarian alam dan bumi, sikap ini mampu ditunjukkan melalui membuang sampah secara terpisah, atau mendaur ulang sampah plastik menjadi barang yang serba guna (Kendon et al., 2021; V. Kumar et al., 2024; Ram et al., 2023).

Siswa akan mampu menjaga lingkungan jika mereka telah mempunyai

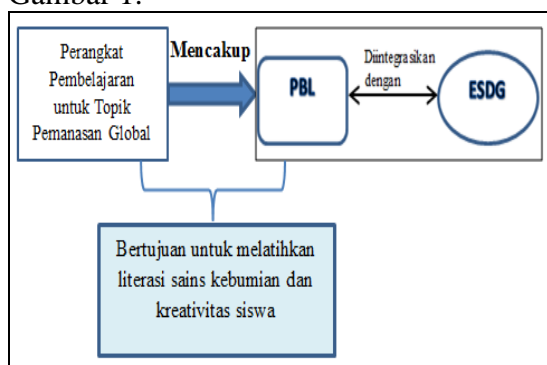
kesadaran penuh akan literasi pemanasan global. Kesadaran diri ini mampu dibentuk dalam pembelajaran fisika didalam kelas melalui media yang menarik (Deisenrieder et al., 2020; Wulandari et al., 2021). Literasi siswa perlu dibangun melalui pemahaman kognitif. Literasi pemanasan global yang menggambarkan fenomena nyata baik menyajikan fenomena alam pemanasan global di dalam dan diluar negara (Okada & Gray, 2023; Putri et al., 2024). Sebagai salah satu contoh, siswa diberikan media literasi yang berisi dampak pemanasan global seperti *el nino* dan *la nina*. Kemudian disajikan video dan gambar kekeringan di wilayah negara afrika, serta melelehnya aspal di negara china akibat suhu ekstrem. Melalui fenomena-fenomena alam tersebut konteks topik dikembangkan. Sebelum perangkat pembelajaran diberikan kepada siswa diperlukan pengembangan awal perangkat pembelajaran oleh para ahli pakar terlebih dahulu (Laurie et al., 2016).

Pembelajaran yang saat ini dijadikan acuan oleh guru adalah pembelajaran yang berpusat kepada siswa. Salah satu pembelajaran yang berpusat pada siswa adalah pembelajaran *Problem Based Learning*. Namun, meskipun melalui pembelajaran tersebut, tidak memungkinkan keseluruhan siswa akan dapat memahami konsep secara penuh, baik secara kognitif, afektif, maupun psikomotor mereka. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memahami pentingnya kesadaran diri menjaga ekosistem bumi masih minim (Adani et al., 2022; Arrafi et al., 2022; Nadhifah & Jauhariyah, 2021). Tingkat kesadaran siswa masih minim dikarenakan kurangnya minat literasi siswa dalam membaca situasi peningkatan suhu bumi dan perubahan iklim (Wulandari et al., 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa literasi sains

kebumian masih belum menjadi sesuatu yang umum.

Di sisi lain hasil literatur review, penelitian yang mengkaji literasi sains pada topik pemanasan global fisika sebagian besar menggunakan model pembelajaran PBL, inkuiri, ataupun model diskusi. Masih belum ada penelitian yang mengintegrasikan *Education Sustainable Development Goals* (ESD) kedalam model pembelajaran PBL pada topik pemanasan global di tingkat sekolah ke atas.

Sehingga melalui pembahasan tersebut, arah penelitian ini adalah mengembangkan perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan PBL dengan *Education Sustainable Development Goals* (ESDG) untuk topik pemanasan global dalam melatih literasi sains kebumian dan kreativitas siswa. Skema awal pengembangan perangkat pembelajaran ini diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Pengembangan Perangkat Pembelajaran PBL-ESDG

Berdasarkan paparan sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengembangan awal perangkat pembelajaran PBL-ESDG untuk literasi sains kebumian dan kreativitas siswa. Adapun kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *Education Sustainable Development Goals* kedalam pembelajaran materi pemanasan global. Analisis penilaian ahli meninjau berdasarkan isi, kriteria penyajian, dan kriteria bahasa.

METODE PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian pengembangan dengan model 3D (*define, design, develop*), desain ini diadaptasi dari desain pengembangan 4D (*define, design, develop, disseminate*) oleh S. Thiagarajan (1974), sebab pengembangan awal perangkat PBL-ESDG ini hanya sampai tahap *develop* yaitu menganalisis hasil penilaian berdasarkan ahli. Alur pengembangan awal pada penelitian ini dapat divisualkan pada Gambar 2.

2. Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini adalah 3 ahli sebagai validator perangkat pembelajaran dengan 2 ahli pakar di bidang pengembangan instrumen pembelajaran fisika dari Surabaya dan 1 ahli pakar instruktur pembelajaran fisika SMA dari Mojokerto.



Gambar 2. Alur Pengembangan Awal Perangkat Pembelajaran PBL-ESDG untuk Topik Pemanasan Global

3. Instrumen Penelitian

Instrumen dalam melakukan pengembangan awal perangkat pembelajaran ini digunakan lembar penilaian tertutup yang dinilai oleh validator. Adapun lembar penilaian ini berisi kriteria penilaian isi, kriteria penyajian, dan kriteria bahasa yang dinilai dengan skala peringkat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Penilaian Perangkat

Nilai	Skala
Sangat Valid	4
Valid	3
Cukup Valid	2
Tidak Valid	1

Selain itu, terdapat kolom untuk validator dalam memberikan masukan dan saran. Secara rinci dijabarkan dalam bagian pembahasan.

4. Analisis Data

Analisis data berdasarkan hasil penilaian dari 3 validator digunakan untuk mendapatkan evaluasi terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Bentuk evaluasi berupa penilaian lembar instrumen dengan memberi skor *checklist* untuk setiap isi perangkat pembelajaran yang meliputi meliputi silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), *handout*, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan Instrumen soal. Analisis selanjutnya meninjau masukan dan saran validator. Hasil masukan dan saran diperbaiki oleh peneliti untuk menyempurnakan pengembangan perangkat.

Hasil persentase skor validasi perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti dinyatakan dinilai berdasarkan Tabel 2. Perangkat pembelajaran dinyatakan valid dan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran apabila persentase validasi bernilai $\geq 61\%$. Analisis selanjutnya menggunakan rumus *Percentage of Agreement* untuk menganalisis tingkat reliabilitas dari ketiga validator.

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor

Persentase (%)	Kriteria
$0 \leq x \leq 20$	Sangat Kurang
$20 < x \leq 40$	Kurang
$40 < x \leq 60$	Cukup
$60 < x \leq 80$	Baik
$80 < x \leq 100$	Sangat Baik/ Sangat Valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

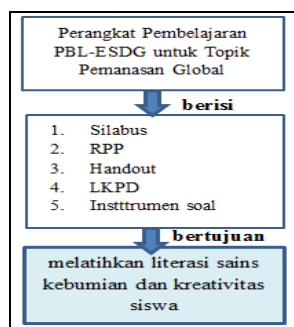
Pembahasan penelitian dari pengembangan awal perangkat pembelajaran ini mengikuti setiap tahapan dari 3D yaitu *define, design, develop*. Masing-masing tahapan akan dijabarkan sebagai berikut:

1. Define

Tahap awal sebelum mengembangkan perangkat, peneliti melakukan studi awal melalui *literature review* terkait literasi sains kebumihan dan kreativitas siswa. Hasilnya menyatakan bahwa kesadaran siswa menjaga ekosistem bumi tergolong rendah (eg. Adani et al., 2022; Arrafi et al., 2022; Nadhifah & Jauhariyah, 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa literasi sains kebumihan siswa juga rendah, terutama pada topik pemanasan global yang saat ini tetap kajian topik yang harus diajarkan kepada siswa. Oleh sebab itu, peneliti juga telah melakukan studi pendahuluan terkait pembelajaran yang dapat melatih literasi sains kebumihan dan kreativitas siswa salah satunya dengan *Problem Based Learning* (PBL). Namun, ada beberapa kelemahan PBL sehingga perlu integrasi dengan *Education Sustainable Development Goals* (ESD) untuk hasil yang lebih optimal. Berdasarkan hal ini, pengembangan awal perangkat pembelajaran PBL-ESDG bertopik pemanasan global dikembangkan untuk melatih literasi sains kebumihan dan kreativitas siswa SMA. Secara terstruktur pengembangan awal ini didefinisikan seperti Gambar 1.

2. Design

Desain awal dari perangkat pembelajaran diilustrasikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Desain awal perangkat pembelajaran secara ringkas

Desain perangkat pembelajaran meliputi silabus, RPP, LKPD, *Handout*, dan instrumen soal diketik melalui *microsoft word*, didalamnya mencangkup PBL-ESDG bertopik pemanasan global dikembangkan untuk melatih literasi sains kebumian dan kreativitas siswa SMA.

3. Develop

Tahap pengembangan ini dilakukan menjadi dua tahap, yaitu:

3.1 Tahap Pengembangan Perangkat Pembelajaran PBL-ESDG

Tahap awal mengembangkan perangkat pembelajaran adalah dengan menyesuaikan kriteria isi, penyajian, dan tata bahasa untuk masing-masing silabus, RPP, LKPD, *Handout*, dan instrumen soal, mencakup PBL-ESDG bertopik pemanasan global dikembangkan untuk melatih literasi sains kebumian dan kreativitas siswa SMA.

Tabel 3. Hasil Validasi Silabus

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
Kriteria isi				
1.	Terdapat satuan pendidikan, kelas, semester, dan kompetensi inti	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Terdapat tabulasi kompetensi dasar, materi pokok, indikator, penilaian, alokasi waktu, dan sumber belajar (harus eksplisit)	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Terdapat proses belajar 5M	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Penilaian yang digunakan literasi sains kebumian dan keterampilan berpikir kreatif	4.0	Sangat Baik	100%

Masing-masing desain dan pengembangan silabus disajikan pada Gambar 4, RPP disajikan pada Gambar 5, *Handout* disajikan pada Gambar 6, LKPD disajikan pada Gambar 7, dan instrumen soal disajikan pada Gambar 8.

3.2 Penilaian dan Analisis Hasil Penilaian oleh Ahli

Tahap ini menyajikan hasil analisis perangkat pembelajaran yang telah divalidasi oleh 2 ahli dan satu guru fisika di Sekolah Menengah ke Atas sebagai uji kelayakan empiris. Validator yang memvalidasi perangkat pembelajaran telah memberi penilaian secara obyektif setelah perangkat dikembangkan. Tujuan dari proses validasi guna untuk mengetahui kelayakan empiris perangkat pembelajaran sebelum diujicobakan dalam proses pembelajaran PBL dengan konteks ESD. Hasil validasi perangkat pembelajaran dideskripsikan oleh peneliti meliputi silabus, RPP, LKPD, *handout*, dan lembar penilaian. Hasil validasi berupa memberi skor penilaian berdasarkan rubriks dan memberi masukan atau saran didalamnya. Adapun setiap penilaian silabus, RPP, LKPD, *Handout*, dan instrumen soal dipaparkan sebagai berikut:

3.2.1 Silabus

Berdasarkan hasil validasi silabus dengan 3 kriteria berupa isi, konstruk, dan juga bahasa di sajikan pada Tabel 3. Kemudian untuk gambar produk sekaligus saran masukan oleh validator terhadap silabus disajikan pada Gambar 4.

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
5	Kompetensi dasar sesuai dengan aturan kurikulum 2013 revisi	4.0	Sangat Baik	100%
6	Materi pokok mencakup penjelasan perubahan iklim dan pemanasan global	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria isi		4.0	Sangat Baik	100%
Kriteria penyajian (konstruk)				
1.	Keruntutan penyajian indikator mencakup keseluruhan materi pokok	3.0	Baik	75%
2	Konsistensi sistematika penulisan	4.0	Sangat Baik	100%
3	Penyajian indikator menjadi ranah kognitif dan keterampilan	4.0	Sangat Baik	100%
4	Penyajian dibuat point dan rapi	4.0	Sangat Baik	100%
5	Penyajian mudah dibaca dan dipahami	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria penyajian		3.8	Sangat Baik	95%
Kriteria bahasa				
1.	Penyusunan dengan bahasa baku menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Kalimat dan paragraf yang disusun menunjukkan standar SOPK yang sistematis, sehingga keterbacaan mudah dimengerti	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan tepat	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Menggunakan istilah secara konsisten	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penulisan kalimat yang tepat dan runtut sesuai materi	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria bahasa		4.0	Sangat Baik	100%

Kampiran 1.1

SILABUS MATA PELAJARAN FISIKA

Satuan Pendidikan : SMA
 Kelas Semester : XI / II
 Kompetensi Inti

KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji pengetahuan secara mandiri dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan materi yang dipelajarinya di sekolah, dan mampu menggunakan metoda pembelajaran sesuai kondisi keluasannya.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Indikator	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.12 Menjelaskan ketahanan suhu permukaan dan pengaruh alam pada daya serap permukaan, fenomena suhu dan	1. Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	3.12.1 Menjelaskan fenomena iklim terkait perubahan iklim 3.12.2 Menjelaskan fenomena iklim terkait pemanasan global 3.12.3 Menjelaskan proses terbentuknya efek rumah kaca 3.12.4 Menjelaskan dan menganalisis penyebab suhu bumi di Indonesia	Menggunakan secara parafase iklim, dalam bentuk tabel video dan gambar (Masyarakat) Prerata didik menyatukan kerangka kerja dan menggunakan permasalahan terkait perubahan iklim (Masyarakat)	Pengertian 3.12.1 dan 3.12.2 3.12.3 dan 3.12.4 Keterampilan berfikir kreatif Soal Pretest dan Posttest	3 kali pertemuan (3 x 45 menit)	• Marthen Kanginan, (2020) Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Erlangga • SMA/MA Kelas XI Erlangga, (2021) Jakarta • Ditale, (2022) Pemanasan Global: Dampak, Penyebab, dan Mitigasi • Ditale, (2022) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pemanasan Global dan Perubahan Iklim • BBC News Indonesia, (2022) Hidup di suhu 50 • www.bbc.com/indonesia • CNN, (2022) China ditentang polibunya panas lebih dari 40 derajat celcius • www.cnn.com • Widiyana, Wina Arca, 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Pemanasan ANP
3.12 Menjelaskan ketahanan suhu permukaan dan pengaruh alam pada daya serap permukaan, fenomena suhu dan	2. Dampak Perubahan Iklim	3.12.5 Menjelaskan dampak perubahan iklim 3.12.6 Menjelaskan proses pemanasan global di Indonesia 3.12.7 Menjelaskan penyebab perubahan iklim 3.12.8 Menjelaskan dampak perubahan iklim 3.12.9 Menjelaskan penyebab perubahan iklim 3.12.10 Menjelaskan upaya dalam mengurangi pemanasan global yang perubahan iklim 3.12.11 Menjelaskan upaya melindungi alam terhadap perubahan iklim melalui literasi masyarakat	Prerata didik menyatukan kerangka kerja dan menggunakan permasalahan terkait perubahan iklim (Masyarakat) Prerata didik menganalisis permasalahan perubahan iklim (Masyarakat) Prerata didik menyatukan kerangka kerja dan menggunakan permasalahan terkait perubahan iklim (Masyarakat) Prerata didik menyatukan kerangka kerja dan menggunakan permasalahan terkait perubahan iklim (Masyarakat)	Keterampilan berfikir kreatif Soal Pretest dan Posttest		

Gambar Produk Silabus

No	Saran	Sebelum	Sesudah
1	Materi pokok	1. Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Efek rumah kaca Emisi CO ₂ 2. Dampak • Perubahan Iklim • Es kutub • Hutan lingkungan 3. Upaya • Mitigasi • Penghematan energi Energi alternatif	1. Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Efek rumah kaca Emisi CO ₂ 2. Penyebab Pemanasan Iklim Global aktivitas manusia 3. Dampak • Perubahan Iklim • Es kutub • Hutan lingkungan 4. Upaya • Mitigasi • Penghematan energi Energi alternatif
2	Penilaian	Pengetahuan literasi: Soal Pre test dan Post test Keterampilan berpikir kreatif: Lembar kerja Peserta Didik (LKPD)	Pengetahuan literasi: Soal pretest dan posttest Keterampilan berpikir kreatif: Soal pretest dan posttest
3	Sumber	Sumber Belajar: • Buku Teks Pelajaran Fisika • Handout • Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	Sumber Belajar: • Marthen Kanginan. (2020). Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Erlangga Kurikulum Revisi 2013: Jakarta. • Peneliti. (2022). Pemanasan Global: Pengetahuan Literasi Perubahan Iklim Kelas IX. Handout-Surabaya • Peneliti. (2022). Lembar Kerja Peserta didik (LKPD) Pemanasan Global dan Perubahan Iklim. LKPD-Surabaya • BBC News Indonesia. (2022). Hidup di suhu 50 derajat. www.bbc.com • CNN Indonesia. (2022). China ditentang polibunya panas lebih dari 40 derajat celcius. www.cnn.com • Widiyana, Wina Arca, 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Pemanasan ANP

Gambar Saran validator terhadap Silabus

Gambar 4. Produk Silabus dan Masukan Saran Validator terhadap Silabus

Silabus yang dikembangkan oleh peneliti mengacu pada kemendikbud (2016) yang semua komponen telah divalidasi oleh validator yang ditinjau dari penilaian konstruk, isi dan juga bahasa. Berdasarkan pada Tabel 3 diketahui bahwa hasil validitas silabus yang

dikembangkan oleh peneliti dilihat dari keseluruhan berkategori “sangat baik” dengan persentase berturut-turut adalah 100%, 95%, dan 100%. Kemudian dengan diperoleh persentase kelayakan berdasarkan analisis *percentage of agreement* baik isi, konstruk dan juga

bahasa berturut turut 93%, 89%, 91%, sehingga kategori tergolong sangat baik. Perolehan tersebut menunjukkan bahwa silabus telah tepat digunakan sebagai acuan dalam menyusun perangkat yang lainnya seperti RPP, LKPD dan perangkat lainnya.

Berdasarkan perhitungan secara keseluruhan diperoleh persentase yang sangat valid yakni 98%. Hal ini menunjukkan bahwa silabus yang dikembangkan oleh peneliti telah layak untuk diterapkan dalam proses pembelajaran, proses pembelajaran yang akan diterapkan berupa model pembelajaran PBL dengan konteks ESD serta silabus telah layak untuk diterapkan langsung dilapangan dalam proses uji coba terbatas dan uji coba luas.

Berdasarkan analisis paragraf di atas, Silabus yang dikembangkan telah sesuai dengan aturan kementerian pendidikan. Silabus K-13 adalah berisi 9 komponen mulai dari identitas pembelajaran hingga alokasi waktu. Kemudian didukung juga oleh penelitian

(Anggrayni et al., 2019) bahwa silabus yang valid adalah silabus yang telah dinilai kemudian dilakukan revisi setelahnya. Maka dari itu silabus yang dikembangkan oleh peneliti telah valid dan layak dalam ujicoba dilapangan. Selain itu, silabus yang dirancang oleh peneliti mampu menunjukkan gambaran keseluruhan dalam menyusun perangkat lainnya (RPP, LKPD, *handout*, dan instrumen penilaian). Silabus yang baik dan layak adalah silabus yang mampu memberi gambaran umum dalam menyusun RPP hingga penyusunan instrumen penilaian (Argaw et al., 2017; Wulandari et al., 2019).



3.2.2 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berdasarkan penilaian dengan 3 kriteria berupa isi, konstruk, dan juga bahasa, maka diperoleh hasil validasi RPP pada Tabel 4. Kemudian untuk gambar produk sekaligus saran masukan oleh validator terhadap RPP disajikan pada Gambar 5.

Tabel 4. Hasil validasi RPP

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
Kriteria isi				
1.	Judul	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Pada bagian kop RPP terdapat Satuan Tingkat Pendidikan	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Pada bagian kop RPP terdapat mata pelajaran	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Pada bagian kop RPP terdapat kelas/semester	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Pada bagian kop RPP terdapat materi pokok	4.0	Sangat Baik	100%
6.	Pada bagian kop RPP terdapat alokasi waktu	4.0	Sangat Baik	100%
7.	Pada bagian kop RPP terdapat tahun pelajaran	4.0	Sangat Baik	100%
8.	Kompetensi inti (mengutip dari rambu-rambu penyusunan capaian pembelajaran oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan)	4.0	Sangat Baik	100%
9.	Kompetensi isi terdiri dari KI-3 dan KI-4 (mengutip dari kemendikbud)	4.0	Sangat Baik	100%
10.	Kompetensi Dasar terdapat indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	4.0	Sangat Baik	100%
11.	Indikator sesuai dengan kompetensi dasar baik pada pengetahuan dan keterampilan (3.12 dan 4.12)	4.0	Sangat Baik	100%
12.	Terdapat tujuan Pembelajaran di setiap pertemuan dan apersepsi	4.0	Sangat Baik	100%
13.	Materi Pembelajaran disesuaikan dengan materi pokok	4.0	Sangat Baik	100%
14.	Materi Pembelajaran digolongkan menjadi 3 sub materi untuk setiap pertemuan	4.0	Sangat Baik	100%
15.	Terdapat Pengorganisasian 3 sub materi dan setiap pertemuan dilengkapi dengan orientasi pengetahuan	4.0	Sangat Baik	100%

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
16.	Model dan metode pembelajaran menggunakan model PBL dengan konteks ESD	3.0	Baik	75%
17.	Media dan sumber belajar dijelaskan secara point	4.0	Sangat Baik	100%
18.	Langkah-langkah pembelajaran disajikan pada setiap pertemuan	4.0	Sangat Baik	100%
19.	Langkah-langkah pembelajaran disajikan sesuai indikator PBL dengan konteks ESD	3.0	Baik	75%
20.	Kegiatan pembelajaran pada fase 3 dikembangkan sesuai dengan fase mengorganisasi peserta didik untuk belajar dan materi perubahan iklim	3.0	Baik	75%
21.	Kegiatan pembelajaran pada fase 1 dikembangkan sesuai dengan fase orientasi peserta didik pada masalah dan materi perubahan iklim	4.0	Sangat Baik	100%
22.	Kegiatan pembelajaran pada fase 2 dikembangkan sesuai dengan fase membimbing pengalaman individu (kelompok) dan materi perubahan iklim	4.0	Sangat Baik	100%
23.	Kegiatan pembelajaran pada fase 4 dikembangkan sesuai dengan fase menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah dengan konteks ESD dan materi perubahan iklim	3.0	Baik	75%
24.	Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan dapat melatih keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains kebumian peserta didik	4.0	Sangat Baik	100%
25.	Dalam kegiatan pembelajaran yang mencantumkan gambar dilengkapi dengan sumber referensinya	3.0	Baik	75%
26.	Dalam kegiatan pembelajaran dilengkapi dengan indikator model PBL dan indikator literasi sains kebumian	3.0	Baik	75%
27.	Terdapat aspek penilaian	4.0	Sangat Baik	100%
	Skor rata rata kriteria isi	3.8	Sangat Baik	94%
Kriteria penyajian (konstruk)				
1.	Penyajian RPP disusun sesuai aturan yang sistematis	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Penyajian RPP disusun sesuai aturan pada kemendikbud kurikulum 2013 revisi	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Penyajian RPP disusun dengan lengkap dengan menjelaskan semua komponen RPP sesuai dengan aturan kurikulum 2013 revisi dengan (KI, KD, Tujuan Pembelajaran, materi, model, sumber belajar, langkah pembelajaran)	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Penyajian RPP mencantumkan tujuan dan langkah pertemuan ke-berapa urutan dan sistematis (dilengkapi dengan keterangan langkah pembelajaran pertemuan ke-berapa)	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penyajian RPP dilengkapi dengan daftar referensi di setiap keterangan gambar	3.0	Baik	75%
	Skor rata rata kriteria isi	3.8	Sangat baik	95%
Kriteria bahasa				
1.	Penyusunan RPP dengan bahasa baku menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Kalimat dan paragraf yang disusun dengan menunjukkan standar SOPK yang sistematis, sehingga keterbacaan mudah dimengerti	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan tepat	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Menggunakan istilah dalam bentuk baku dan disajikan secara konsisten	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penulisan kalimat yang tepat, jelas dan runtut	4.0	Sangat Baik	100%
	Skor rata rata kriteria isi	4.0	Sangat Baik	100%

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)		No	Saran	Sebelum	Sesudah										
<p>Satuan Pendidikan : SMA Suwayaya Lamongan</p> <p>Mata Pelajaran : Fisika</p> <p>Kelas / Semester : XI/2</p> <p>Materi Pokok : Pemanasan Global/Perubahan Iklim</p> <p>Alokasi Waktu : 6 x 45 menit</p> <p>Tahun Pelajaran : 2023/2024</p>		1	Ditambahkan asesmen di setiap langkah pembelajaran.	-	<p>Pertemuan Pertama: Apersepsi 1: Guru meminta satu peserta didik untuk berdiri di lapangan atau di jalan raya dan berpidah berdiri di bawah pohon, kemudian guru meminta peserta didik untuk merasakan perbedaannya. Disini peserta didik dibimbing untuk menghubungkan pengetahuan yang mereka ketahui dengan apa yang akan dipelajari.</p> <p>Pertemuan Kedua: Apersepsi 2: Guru meminta peserta didik untuk mengingat kembali aktivitas seseorang yang sedang merokok. Kemudian guru meminta peserta didik untuk mengamati apa yang dihasilkan perokok, peserta didik digiring untuk mampu menjawab bahwa proses orang merokok akan menghasilkan asap dan mengeluarkan asap.</p> <p>Pertemuan Ketiga: Apersepsi 3: Guru meminta peserta didik untuk mengingat kembali proses belajar di pertemuan pertama dalam menyusun rancangan LKPD dengan menggunakan bahan barang bekas berupa botol plastik. Disini guru membimbing peserta didik untuk membandingkan nilai guna botol plastik yang berserakan di sampah dengan botol plastik yang sudah diolah sebagai kerajinan tangan.</p>										
<p>A. Kompetensi Inti</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Kompetensi Inti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KI-3</td> <td>Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</td> </tr> <tr> <td>KI-4</td> <td>Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</td> </tr> </tbody> </table> <p>B. Kompetensi Dasar</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kompetensi Dasar (KD)</th> <th>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.</td> <td> 3.12.1 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait perubahan iklim 3.12.2 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait pemanasan global 3.12.3 Menjelaskan proses terbentuknya efek rumah kaca. 3.12.4 Mengidentifikasi data barang energi bahan bakar fosil di Indonesia 3.12.5 Menginterpretasi data penyumbang pemanasan global tiap tahun dari bukti pernyataan ilmiah 3.12.6 Menganalisis penyebab perubahan iklim ataupun pemanasan global di Indonesia 3.12.7 Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah terkait tanggapan ancaman pemanasan global baik secara lokal ataupun global 3.12.8 Menjelaskan dampak perubahan iklim 3.12.9 Menjelaskan penyebab pemanasan global </td> </tr> </tbody> </table>		No	Kompetensi Inti	KI-3	Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	KI-4	Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.	3.12.1 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait perubahan iklim 3.12.2 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait pemanasan global 3.12.3 Menjelaskan proses terbentuknya efek rumah kaca. 3.12.4 Mengidentifikasi data barang energi bahan bakar fosil di Indonesia 3.12.5 Menginterpretasi data penyumbang pemanasan global tiap tahun dari bukti pernyataan ilmiah 3.12.6 Menganalisis penyebab perubahan iklim ataupun pemanasan global di Indonesia 3.12.7 Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah terkait tanggapan ancaman pemanasan global baik secara lokal ataupun global 3.12.8 Menjelaskan dampak perubahan iklim 3.12.9 Menjelaskan penyebab pemanasan global	2	Kasus orientasi masalah lebih baik ambil dari kasus di Indonesia	<p>❖ Guru menyajikan sebuah permasalahan suhu bumi mencapai 50 derajat di India serta memberi gambaran suhu bumi meningkat dan peserta didik diminta untuk mengamati video yang ditayangkan. (Mengamati) Gambar 2. Suhu di India 50 derajat</p>  <p>Gambar. Suhu di India 50 derajat</p>	<p>❖ Guru memberi orientasi masalah terkait permasalahan terjadinya banjir Rob di beberapa pantai utara dan pantai selatan Indonesia, dan mengalami peningkatan tiap tahunnya.</p> <p>❖ Guru memberi video terkait masalah banjir Rob yang ada di Semarang dan sekitarnya.</p>  <p>Gambar. Banjir Rob di Semarang https://www.youtube.com/watch?v=5s3UC3s_Y88</p>
No	Kompetensi Inti														
KI-3	Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.														
KI-4	Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.														
Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)														
3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.	3.12.1 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait perubahan iklim 3.12.2 Menjelaskan fenomena ilmiah terkait pemanasan global 3.12.3 Menjelaskan proses terbentuknya efek rumah kaca. 3.12.4 Mengidentifikasi data barang energi bahan bakar fosil di Indonesia 3.12.5 Menginterpretasi data penyumbang pemanasan global tiap tahun dari bukti pernyataan ilmiah 3.12.6 Menganalisis penyebab perubahan iklim ataupun pemanasan global di Indonesia 3.12.7 Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah terkait tanggapan ancaman pemanasan global baik secara lokal ataupun global 3.12.8 Menjelaskan dampak perubahan iklim 3.12.9 Menjelaskan penyebab pemanasan global														

Gambar Saran validator terhadap RPP

Gambar Produk RPP

Gambar 5. Produk RPP dan masukan saran validator terhadap RPP

Pengembangan RPP terdapat beberapa konteks ESD yang diterapkan di fase pembelajaran PBL. Pembelajaran berbasis masalah dengan konteks ESD diterapkan melalui penyajian masalah lingkungan maupun fenomena alam terkait perubahan iklim dan pemanasan global. Masalah fenomena alam disajikan dengan cara membimbing peserta didik apakah masalah tersebut berdampak pada aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kemudian peserta didik diajak untuk menyelesaikan masalah tersebut sesuai dengan tujuan pembelajaran. Pengembangan RPP dilakukan oleh peneliti dengan menyajikan masalah yang belum dipakai sebelumnya, sehingga paradigma ESD membedakan dengan RPP yang sudah dikembangkan sebelumnya.

Pada Tabel 4 diperoleh hasil validitas RPP yang dikembangkan oleh peneliti, dengan keseluruhan RPP

berkategori “sangat baik” dengan persentase berturut-turut adalah 94%, 95%, 100%. Persentase kelayakan berdasarkan analisis *percentage of agreement* baik isi, konstruk dan juga bahasa berturut turut 93%, 89%, 94%, sehingga kategori tergolong sangat baik. Perolehan tersebut menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan oleh peneliti adalah hasil penjabaran teknis pembelajaran dari silabus. Persentase validasi RPP secara keseluruhan sebesar 96% dengan kualifikasi “sangat valid”. Hasil ini menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan dan telah direvisi layak untuk diaplikasikan dalam proses pembelajaran baik dalam skala uji coba luas maupun skala ujicoba terbatas.

Pada pengembangan RPP pada model PBL dengan konteks ESD telah selaras dengan tujuan penelitian yakni meningkatkan kompetensi literasi dan keterampilan berpikir kreatif peserta

didik. RPP telah disajikan bagaimana seorang guru dalam melatih aspek tersebut, serta disajikan masalah yang relevan dengan kehidupan. Menurut (Mufida et al., 2022) menyatakan bahwa dengan menyajikan konteks masalah lingkungan alam peserta didik akan lebih cepat berpikir dalam proses belajar, karena relevan dengan tantangan kehidupan maka peserta didik akan siap untuk menghadapi masalah kedepan,

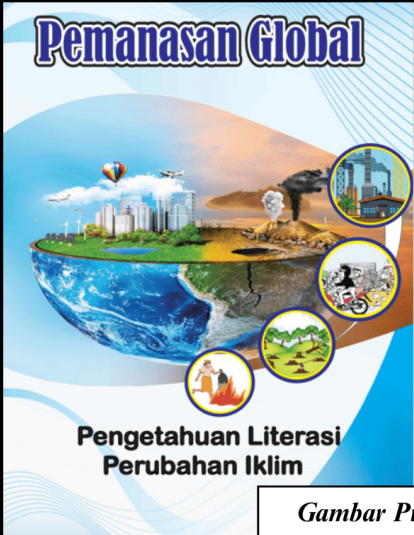
Tabel 5. Hasil validasi *handout*

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
Kriteria isi				
1.	Kesesuaian materi dengan kompetensi isi dan kompetensi dasar materi perubahan iklim global	3.0	Baik	75%
2.	Kesesuaian konten materi terhadap fakta dan konsep perubahan iklim	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Kedalaman materi sesuai dengan jenjang peserta didik tingkat ke atas	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Kesesuaian materi yang disajikan sesuai dengan indikator pencapaian	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Kesesuaian fenomena yang disajikan dengan materi	4.0	Sangat Baik	100%
6.	Materi yang disampaikan berorientasi pada ESD (<i>education for sustainable development</i>)	3.0	Baik	75%
7.	Kelengkapan referensi	4.0	Sangat Baik	100%
8.	Materi di sesuaikan dan ditambahkan dengan fitur keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains kebumian	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria isi		3.8	Sangat Baik	94%
Kriteria penyajian (konstruk)				
1.	Keruntutan penyajian materi dan konsep	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Konsistensian sistematika penulisan	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Penyajian <i>handout</i> dilengkapi dengan daftar referensi di setiap keterangan gambar	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Kelengkapan referensi	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penyajian materi mudah difahami dan ditulis dalam bahasa baku	4.0	Sangat Baik	100%
6.	Penyajian materi disertai dengan gambar yang menarik	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria penyajian		4.0	Sangat Baik	100%
Kriteria bahasa				
1.	Penyusunan handiut dengan bahasa baku menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Kalimat dan paragraf yang disusun menunjukkan standar SOPK yang sistematis, sehingga keterbacaan mudah dimengerti	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan tepat	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Menggunakan istilah secara konsisten	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penulisan kalimat yang tepat dan runtut sesuai materi	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria bahasa		4.0	Sangat Baik	100%

terlebih perubahan iklim global (Laurie et al., 2016; Ranney & Velautham, 2021).

3.2.3 Handout

Berdasarkan penilaian dengan 3 kriteria berupa isi, konstruk, dan juga bahasa, maka diperoleh hasil validasi *handout* pada Tabel 5. Hasil validasi oleh validator terkait RPP telah dianalisis pada Tabel 5. Kemudian untuk gambar produk sekaligus saran masukan oleh validator terhadap *handout* disajikan pada Gambar 6.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan keberkahan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan handout siswa ini dengan judul "Pemanasan Global: Pengetahuan Literasi Perubahan Iklim" yang merupakan bagian dari hasil pengembangan perangkat pembelajaran penyusunan tesis sebagai tugas akhir perkuliahan Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya.

Handout ini merupakan hasil pengembangan penelitian untuk melatih kompetensi literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif siswa selama melakukan pembelajaran PBL dengan konteks ESD pada materi perubahan iklim. Penyusunan handout ini diharapkan telah sesuai dengan bentuk, isi, dan motivasi dari beberapa pihak selama proses pendefinisian, perancangan, revisi, hingga validasi yang nantinya diimplementasikan di SMA tempat penelitian berlangsung.

Dalam handout ini mendeskripsikan materi, pengalaman, fenomena, dan fakta-fakta lainnya terkait pemanasan global dan perubahan iklim, baik pengetahuan awal, dampak, penyebab, hingga upaya dalam mengatasi pemanasan global. Dalam handout juga dilengkapi dengan foto-foto literasi sains, berpikir kreatif serta foto ESD yang ditunjukkan dalam wacana fenomena ilmiah yang terjadi karena pemanasan global.



Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada dosen pembimbing yaitu Bapak Dr. Eko Hariyanto, M.Pd dan Bapak Yudi Supriyo, S.Pd, M.Pd, Ph.D, kepada dosen validator yaitu Dr. Wahyu Widodo, M.Si dan Ibu Nurta Apriliana Lesari, M.Pd yang telah menasihati dan memberikan dukungan selama proses pengembangan serta kepada seluruh pihak yang telah bisa saya selesaikan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan handout ini, namun semoga tulisan ini bisa memberi wawasan khususnya bagi siswa. Maka dari itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan oleh penulis, guna untuk menyempurnakan buku ini pada edisi selanjutnya.

Surabaya, 20 Agustus 2022

Penulis

Gambar Produk Handout

No	Saran	Sebelum	Setelah
1	Ditambahkan referensi dibagian gambar transisi energi	<p>Literasi perubahan iklim Transisi energi Upaya Indonesia dalam perubahan iklim global</p>  <p>Energi fosil seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara yang menjadi komponen terbesar dalam mengelola energi di Indonesia untuk didistribusikan ke masyarakat. Pendistribusian energi tersebut seperti lampu yang menerangi kita sepanjang hari, listrik untuk barang elektronik di rumah, bahan bakar untuk kita bepergian, ataupun transportasi menggunakan barang belanja online yang kita lakukan.</p>	<p>Literasi perubahan iklim Transisi energi Upaya Indonesia dalam perubahan iklim global</p>  <p>(Suazjatim, 2021)</p> <p>Energi fosil seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara yang menjadi komponen terbesar dalam mengelola energi di Indonesia untuk didistribusikan ke masyarakat.</p> <p>Pendistribusian energi tersebut seperti lampu yang menerangi kita sepanjang hari, listrik untuk barang elektronik di rumah, bahan bakar untuk kita bepergian, ataupun transportasi menggunakan barang belanja online yang kita lakukan.</p>
2	Kelengkapan referensi	<p>DAFTAR PUSTAKA Climate Transparency. (2019). Brown to Green: The G20 Transition Towards a Net-Zero Emissions Economy. Climate Transparency Report.URL: https://www.climate-transparency.org/media/indonesia-country-profile-2019</p> <p>IPCC team. 2008. <i>Climate Change 2007 Synthesis Report</i>. Switzerland: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and WMO (World Meteorological Organization)</p> <p>Kirkland, Kyle. 2010. <i>Frontiers of Science Earth Science</i>. New York: An Imprint Publishing</p> <p>Tjasyono, Bayong. 2004. <i>Klimatologi Edisi kedua</i>. Bandung: Penerbit ITR</p>	<p>DAFTAR PUSTAKA BBC News Indonesia. (2022). Hidup di suhu 50 derajat. www.bbc.com</p> <p>Climate Transparency. (2019). Brown to Green: The G20 Transition Towards a Net-Zero Emissions Economy. Climate Transparency Report.URL: https://www.climate-transparency.org/media/indonesia-country-profile-2019</p> <p>CNN Indonesia. (2022). China diterjang gelombang panas lebih dari 40 derajat celsius. cmindonesia.com</p> <p>IPCC team. 2008. <i>Climate Change 2007 Synthesis Report</i>. Switzerland: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and WMO (World Meteorological Organization)</p> <p>Kirkland, Kyle. 2010. <i>Frontiers of Science Earth Science</i>. New York: An Imprint Publishing</p> <p>Maheshwari, H., Chandra, U., Jain, K. (2018). A review from greenhouse effect to carbon footprint. Pollution Research. 37. 1033-1038.</p> <p>Suara Jatim. (2021). Indonesia menuju transisi energi. Suatjatim.co.id</p> <p>Tjasyono, Bayong. 2004. <i>Klimatologi Edisi kedua</i>.</p>

Gambar Saran validator terhadap handout

Gambar 6. Produk Handout dan Masukan Saran Validator terhadap Handout

Pengembangan RPP terdapat beberapa konteks ESD yang diterapkan di fase pembelajaran PBL. Pembelajaran berbasis masalah dengan konteks ESD diterapkan melalui penyajian masalah lingkungan maupun fenomena alam terkait perubahan iklim dan pemanasan global. Masalah fenomena alam disajikan dengan cara membimbing peserta didik apakah masalah tersebut berdampak pada aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kemudian peserta didik diajak untuk menyelesaikan masalah tersebut sesuai

dengan tujuan pembelajaran. Pengembangan RPP dilakukan oleh peneliti dengan menyajikan masalah yang belum dipakai sebelumnya, sehingga paradigma ESD membedakan dengan RPP yang sudah dikembangkan sebelumnya.

Pada Tabel 5 diperoleh hasil validitas RPP yang dikembangkan oleh peneliti, dengan keseluruhan RPP berkategori "sangat baik" dengan persentase berturut-turut adalah 94%, 95%, 100%. Persentase kelayakan berdasarkan analisis

percentage of agreement baik isi, konstruk dan juga bahasa berturut turut 93%, 89%, 94%, sehingga kategori tergolong sangat baik. Perolehan tersebut menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan oleh peneliti adalah hasil penjabaran teknis pembelajaran dari silabus. Persentase validasi RPP secara keseluruhan sebesar 96% dengan kualifikasi “sangat valid”. Hasil ini menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan dan telah direvisi layak untuk diaplikasikan dalam proses pembelajaran baik dalam skala uji coba luas maupun skala ujicoba terbatas.

Pengembangan RPP pada model PBL dengan konteks ESD telah selaras dengan tujuan penelitian yakni meningkatkan kompetensi literasi dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. RPP telah disajikan bagaimana seorang guru dalam melatih aspek

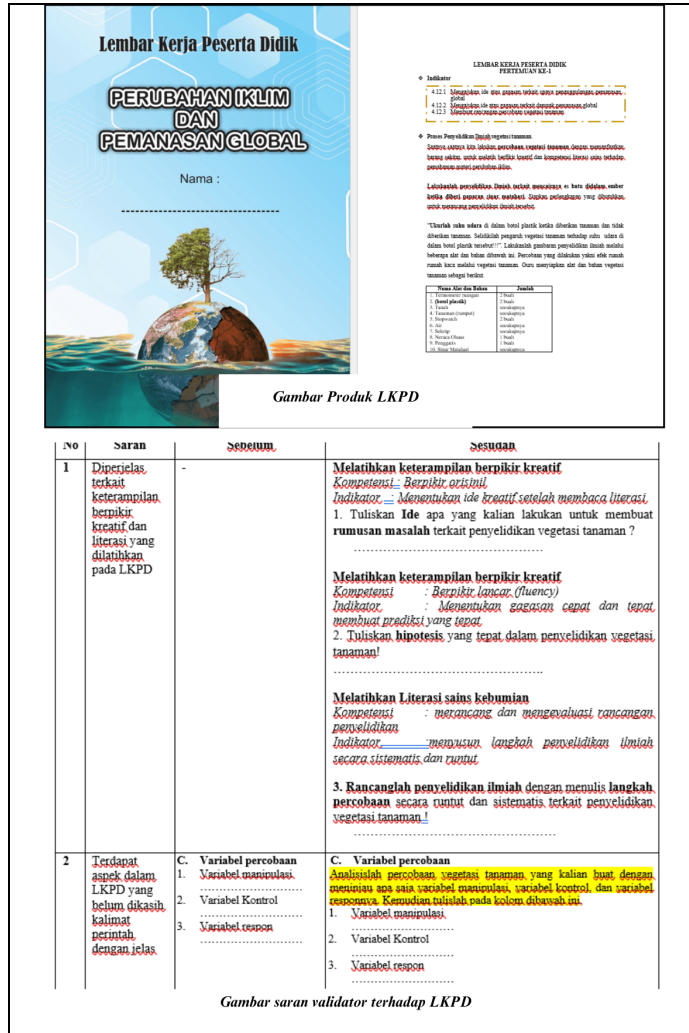
Tabel 6. Hasil validasi LKPD

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
Kriteria isi				
1.	Kesesuaian kegiatan penyelidikan dengan indikator penyelidikan ilmiah	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Mencakup pertanyaan dalam melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Mencakup pertanyaan dalam melatih Literasi sains kebumian peserta didik	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Mencakup sebagian konsep materi pokok	3.0	Baik	75%
5.	Keterkaitan dengan konteks ESD (<i>education for sustainable development</i>)	3.0	Baik	75%
6.	Kegiatan yang dilakukan mendukung ide kreatif peserta didik dalam melatih keterampilan berpikir kreatif	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria isi		3.7	Sangat Baik	92%
Kriteria penyajian (konstruk)				
1.	Penyajian dalam bahasa yang sistematis dan mudah dimengerti	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Pertanyaan yang diberikan tidak menimbulkan interpretasi	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Pertanyaan yang diberikan tidak menimbulkan multitafsir	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Pertanyaan disajikan dengan bahasa yang mudah difahami	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Konsistensi sistematika penulisan	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria penyajian		4.0	Sangat Baik	100%
Kriteria bahasa				
1.	Penyusunan LKPD dengan bahasa baku menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Kalimat dan paragraf yang disusun menunjukkan standar SOPK yang sistematis, sehingga keterbacaan mudah dimengerti	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan tepat	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Perintah yang diberikan jelas	4.0	Sangat Baik	100%
5.	Penulisan pertanyaan yang tepat dan runtut	4.0	Sangat Baik	100%
Skor rata rata kriteria bahasa		4.0	Sangat Baik	100%

tersebut, serta disajikan masalah yang relevan dengan kehidupan. Menurut (Kolenatý et al., 2022) menyatakan bahwa dengan menyajikan konteks masalah lingkungan alam peserta didik akan lebih cepat berpikir dalam proses belajar, karena relevan dengan tantangan kehidupan maka peserta didik akan siap untuk menghadapi masalah kedepan, terlebih perubahan iklim global (Kendon et al., 2021; P. Kumar et al., 2023b).

3.2.4 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Berdasarkan penilaian dengan 3 kriteria berupa isi, konstruk, dan bahasa, maka diperoleh hasil validasi lembar kerja peserta didik pada Tabel 6. Kemudian untuk gambar produk sekaligus saran masukan oleh validator terhadap LKPD disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Produk LKPD dan masukan saran validator terhadap LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan oleh peneliti berisi sebuah penyelidikan guna melatih peserta didik dalam menyelesaikan masalah ilmiah. LKPD berisi perintah guru dalam menyelesaikan penyelidikan. LKPD yang dirancang oleh peneliti juga mengacu pada indikator tujuan pembelajaran yang terdapat didalam silabus dan RPP. LKPD selain menyusun penyelidikan ilmiah, guru juga melatih keterampilan berpikir kreatif dalam memberi gagasan atau pandangan terhadap soal yang diberikan serta melatih literasi sains kebumihan peserta didik.

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil validasi LKPD pada aspek konstruk, isi, dan bahasa berturut turut memperoleh persentase 92%, 100%,

100%, persentase tersebut berkategori sangat baik. Pada kriteria bahasa berkategori “sangat baik”. Sedangkan berdasarkan perhitungan kualifikasi secara keseluruhan diperoleh “sangat layak”. Hal tersebut menunjukkan bahwa LKPD layak untuk diujicoba lapangan baik secara uji terbatas maupun uji luas dalam proses pembelajaran PBL dengan konteks ESD. LKPD juga terdapat satu aspek dalam menghubungkan wawasan peserta didik dalam paradigma ESD yakni dikemas dalam soal. Soal tersebut akan menghubungkan pengetahuan terkait materi yang dipelajari dengan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Peserta didik yang terlatih mengintegrasikan pengetahuannya secara luas dengan melihat berbagai macam pandangan baik

ekonomi, sosial, dan lingkungan akan menjadi generasi berkelanjutan yang siap diri dalam menghadapi tantangan global (Pristianti et al., 2022; Putri et al., 2024; Wulandari et al., 2022).

Masukan paling banyak dari validator terhadap LKPD adalah perihal komponen bahasa, terlebih dalam menyusun kalimat perintah dengan standar penyusunan kalimat yang jelas dan tidak multitafsir, serta masukan untuk menambahkan kalimat perintah kepada peserta didik dalam melakukan penyelidikan ilmiah. Adapun masukan lagi pada LKPD adalah menambahkan fitur literasi dan berpikir kreatif didalamnya. Masukan yang diberikan oleh validator telah direvisi oleh peneliti, sehingga LKPD layak untuk diterapkan dalam pembelajaran (Argaw et al., 2017; Astutik & Prahani, 2018). Keterampilan berpikir kreatif dan kemampuan literasi sangat dibutuhkan di era industri 4.0 saat ini (Wulandari et al., 2019)

LKPD yang disusun oleh peneliti guna melatih peserta didik dalam memahami dalam proses penyelidikan ilmiah. Pertemuan *pertama*, membahas perihal penyelidikan vegetasi tanaman, *kedua*, terkait mencairnya es batu, dan LKPD *ketiga*, menyusun ide kreatif dalam memanfaatkan barang bekas seperti botol plastik. Pada LKPD peserta didik dilatih untuk mengola pola pikir dalam menciptakan nilai guna barang yang sudah tidak terpakai lagi. Pemanfaatan barang bekas seperti botol plastik, mampu

digunakan peserta didik dalam mengganti vas bunga, ketika hal kecil dilakukan untuk menjaga lingkungan dengan memilih sampah plastik diolah daripada dibakar maka secara tidak langsung peserta didik telah peduli terhadap pengurangan emisi karbon gas rumah kaca di atmosfer. Kemudian vas bunga yang mereka buat akan ditanami tanaman sebagai upaya penghijauan. Pada hal ini secara tidak langsung peserta didik telah mengintegrasikan ESD pada aspek ekonomi dan lingkungan dalam proses belajar. Pada hal ini peserta didik tidak hanya terfokus terhadap dampak negatif barang bekas, melainkan mampu melihat peluang lebih besar terhadap perspektif nilai guna yang jauh lebih tinggi (V. Kumar et al., 2024; Setiawan et al., 2023). Mengintegrasikan pola fikir dengan cara mencari nilai sudut pandang yang lain akan menjadikan peserta didik cermat dalam menghadapi tantangan global dunia di era industri 4.0 saat ini dan dimasa yang akan datang (Pauw et al., 2015).

3.2.5 Lembar Instrumen Soal

Berdasarkan penilaian dengan 3 kriteria berupa isi, konstruk, dan juga bahasa, maka diperoleh hasil validasi lembar penilaian pada Tabel 7. Hasil validasi terkait instrumen penilaian telah dianalisis pada Tabel 7. Kemudian untuk gambar produk sekaligus saran masukan oleh validator terhadap lembar penilaian disajikan pada Gambar 8.

Tabel 7. Hasil validasi instrumen penilaian

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
Kriteria isi				
1.	Instrumen penilaian literasi sains kebumian berisi indikator, soal, dan skor	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Instrumen penilaian literasi terdapat tingkat kognitif dan kompetensi	4.0	Sangat Baik	100%
3.	Rubrik penilaian literasi sains kebumian memuat 3 indikator penilaian	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Rubrik penilaian kreatif mencakup 3 indikator KBK	4.0	Sangat Baik	100%

No.	Komponen Penilaian	Modus	Kategori Penilaian	Persentase Kelayakan
5.	Rubrik penilaian kreatif dan literasi dicantumkan soal	3.0	Baik	75%
	Skor rata rata kriteria isi	3.8	Sangat Baik	95%
Kriteria penyajian (konstruk)				
1.	Penyajian soal dalam bahasa yang sistematis dan mudah dimengerti	3.0	Baik	75%
2	Pertanyaan soal tidak menimbulkan interpretasi	3.0	Baik	75%
3	Pertanyaan soal tidak menimbulkan multitafsir	3.0	Baik	75%
4	Konsistensi sistematika penulisan	4.0	Sangat Baik	100%
5	Instrumen disajikan dalam bentuk tabulasi dan deskripsi yang jelas	3.0	Baik	75%
	Skor rata rata kriteria penyajian	3.2	Baik	80%
Kriteria bahasa				
1.	Penyusunan soal dengan bahasa baku menggunakan bahasa Indonesia dengan baik dan benar	4.0	Sangat Baik	100%
2.	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan tepat	3.0	Sangat Baik	75%
3.	Perintah soal yang diberikan jelas	4.0	Sangat Baik	100%
4.	Penulisan pertanyaan yang tepat dan runtut	4.0	Sangat Baik	100%
	Skor rata rata kriteria bahasa	3.8	Sangat Baik	94%


Instrumen penilaian yang dikembangkan oleh peneliti berisi instrumen tes soal literasi sains kebumian dan instrumen tes keterampilan berpikir kreatif peserta didik sebelum dan sesudah melakukan proses pembelajaran PBL dengan konteks ESD. Instrumen tes literasi sains kebumian berisi soal yang diujikan sesuai indikator literasi sains kebumian dan berisi rubrik penilaiannya. Rubrik penilaian literasi sains kebumian berisi soal, kompetensi, indikator, tingkat kognitif, dan bobot skor. Kemudian untuk instrumen penilaian keterampilan berpikir kreatif berisi soal dan rubrik penilaiannya. Rubrik penilaian atau kisi-kisi penilaian keterampilan berpikir kreatif peserta didik berisi indikator soal dan tabulasi rubrik penilaian sesuai indikator soal yang dikembangkan.

Berdasarkan hasil validasi instrumen penilaian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa kriteria isi, konstruk, dan juga bahasa diperoleh persentase berturut-turut adalah 95%, 80%, dan 94%. Persentase tersebut berkategori “sangat baik” untuk kriteria isi dan bahasa,

sedangkan kriteria bahasa berkategori “baik”. Sedangkan berdasarkan perhitungan secara keseluruhan pada hasil validasi instrumen penilaian diperoleh persentase sebesar 93%, hal ini menunjukkan kualifikasi “sangat valid”.

Hal itu menunjukkan bahwa instrumen penilaian yang dikembangkan oleh peneliti berupa soal layak untuk diterapkan dalam proses pembelajaran baik pada uji coba terbatas maupun uji coba luas. Instrumen penilaian yang dikembangkan oleh peneliti telah mengikuti indikator tujuan pembelajaran yang terdapat dalam RPP. Selain itu instrumen penilaian baik literasi sains kebumian maupun keterampilan berpikir kreatif telah mengikuti indikator masing masing kompetensi yang dilatihkan. Lembar penilaian harus disusun berdasarkan indikator pencapaian kemampuan akhir atau tujuan utama materi pada setiap pertemuan pembelajaran (Astutik & Prahani, 2018; Yasin & Rahman, 2011).

Instrumen Penilaian Kompetensi Literasi Sains

No	Indikator	Soal	Jawaban	Kategori soal	Skor
1	3.12.1 3.12.2	<p>Selama satu abad terakhir, permukaan bumi dan bagian terendah atmosfer telah mengalami pemanasan sekitar +0,76°C. Faktanya, sejak pencatatan dimulai pada awal 1860-an – puncak revolusi industri – suhu permukaan rata-rata global terus meningkat. Dalam dua dekade terakhir, laju peningkatan suhu global rata-rata telah dipercepat ke tingkat yang setara dengan 1,0 °C per abad. Sembilan tahun terpanas dalam catatan terjadi dalam dekade terakhir. Selama periode pemanasan global yang tercatat ini, konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer juga meningkat. Peningkatan ini terkait langsung dengan aktivitas manusia.</p>  <p>Berdasarkan fenomena literasi diatas, peristiwa sains apa yang terjadi ketika suhu bumi terus meningkat sehingga bumi menjadi panas dan manusia hal apa bisa terjadi?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika suhu bumi terus meningkat akan terjadi peristiwa yang dinamakan pemanasan global • Pemanasan global artinya suatu proses meningkatnya suhu rata-rata udara, atmosfer, laut dan daratan bumi. • Hal itu dapat terjadi dikarenakan pengaruh manusia sekarang telah mengganggu keseimbangan proses efek rumah kaca yang ada di atmosfer bumi yang mengakibatkan perubahan iklim. 	<p>Kompetensi : Menjelaskan fenomena ilmiah Indikator : Mengingat dan menerapkan pengetahuan Tingkat : Mudah Bobot skor : 5</p>	1 1 3
2	3.12.3	Efek rumah kaca adalah proses alami atmosfer yang membiarkan sebagian energi yang kita terima dari Matahari (ultraviolet dan cahaya tampak) masuk dan menghentikannya ditransmisikan kembali ke luar	<p>Proses mekanisme efek rumah kaca dimulai dari :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinar matahari Ultraviolet (UV) mengenai Bumi • Sebagian dipantulkan oleh atmosfer dan 	<p>Kompetensi : Menjelaskan fenomena ilmiah Indikator : Mengingat dan menerapkan</p>	1

Gambar instrumen penilaian

No	Saran	Sebelum	Sesudah																								
1	Soal nomor 7 literasi diubah sebagai konteksnya	Soal menganalisis pengaruh tanaman dengan kenaikan suhu udara dalam botol	Soal menganalisis pengaruh obat nyamuk terhadap peningkatan suhu udara dalam botol.																								
2	Format penilaian instrumen dijadikan tabulasi seperti no, indikator, soal, jawaban (kunci), rubrik dan skor	-	<p>Instrumen Penilaian keterampilan berpikir kreatif</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Indikator</th> <th>Soal</th> <th>Kunci</th> <th>Rubrik</th> <th>Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	No	Indikator	Soal	Kunci	Rubrik	Skor	1						2						3					
No	Indikator	Soal	Kunci	Rubrik	Skor																						
1																											
2																											
3																											
3	Pemeriksaan penyusunan kalimat yang ada di soal literasi	Efek rumah kaca adalah proses alami atmosfer yang membiarkan sebagian energi yang kita terima dari Matahari (ultraviolet dan cahaya tampak) masuk dan menghentikannya ditransmisikan kembali ke luar angkasa (radiasi inframerah atau panas). Ini membuat Bumi cukup hangat untuk kehidupan.	Efek rumah kaca adalah proses alami atmosfer yang membiarkan sebagian energi diserap oleh bumi dan sebagian lainnya dipantulkan kembali ke atmosfer bumi. Beberapa radiasi ada yang tertangkap di atmosfer bumi hal ini yang membuat Bumi cukup hangat untuk kehidupan.																								

Gambar saran validator terhadap instrumen penilaian

Gambar 8. Produk Lembar Penilaian dan Masukan Saran Validator terhadap Lembar Penilaian

Hal utama yang dikembangkan peneliti dalam menyusun soal telah sesuai dengan materi pokok serta sesuai dengan indikator pencapaian kemampuan peserta didik. Instrumen penilaian yang baik adalah selaras dengan tujuan dan materi yang disampaikan dalam pembelajaran, baik keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains kebumian disajikan dengan bahasa tidak multitafsir (Salsabila et al., 2019; Susanti et al., 2020; Wulandari et al., 2019). Berdasarkan analisis ini menunjukkan bahwa keseluruhan perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah mampu dijadikan acuan untuk melaksanakan aktivitas pembelajaran di kelas.

SIMPULAN

Perangkat pembelajaran *Education for Sustainable Development* melatih literasi sains kebumian dan keterampilan berpikir kreatif siswa dinyatakan “sangat valid” baik pada kriteria kontruk, isi, dan bahasa. Berdasarkan analisis persentase kelayakan dan perhitungan *percentage of agreement*. Implikasi penelitian ini mampu dijadikan acuan terhadap pembelajaran fisika dengan mengedepankan sikap cinta lingkungan siswa. Limitasi penelitian ini adalah belum dilakukan uji coba lebih lanjut terkait hasil pengembangan perangkat, sehingga diperlukan penelitian kedepan melalui uji coba peningkatan literasi dan kreativitas siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, D. A. L., Sutarto, S., & Hariyadi, S. (2022). Profile of Scientific Literacy Skills on The Subject of Global Warming Senior High School in Jember. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 2(6), 32–38. <https://doi.org/10.59188/eduvest.v2i6.465>
- Adombi, V. D. P., Chesnaux, R., Boucher, M.-A., Braun, M., & Lavoie, J. (2023). A Causal Physics-Informed Deep Learning Formulation for Groundwater Flow Modeling and Climate Change Effect Analysis. *Journal of Hydrology*, 131370. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131370>
- Anggrayni, S., Madlazim, & Hariyono, E. (2019). Science teacher's conception about importance of Geoscience learning: A case study of junior high schools in Surabaya Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012090>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857–871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Arrafi, W. Q. L., Sari, E. P. D. N., Amiruddin, M. Z., & Prahani, B. K. (2022). Profil Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI SMA Dr . Soetomo Pada Materi Pemanasan Global. *Prosiding Seminar Nasional Lontar Physics Forum VI*, 2587, 167–176.
- Astutik, S., & Prahani, B. K. (2018). The practicality and effectiveness of Collaborative Creativity Learning (CCL) model by using PhET simulation to increase students' scientific creativity. *International Journal of Instruction*, 11(4), 409–424. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11426a>
- Climate Transparency. (2021). *Climate Transparency Report 2021: NOT ON TRACK FOR A 1.5°C WORLD*. 1–20.
- Deisenrieder, V., Kubisch, S., Keller, L., & Stötter, J. (2020). Bridging the action gap by democratizing climate change education-The case of k.i.d.Z.21 in the context of fridays for future. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/su12051748>
- Kendon, E. J., Prein, A. F., Senior, C. A., & Stirling, A. (2021). Challenges and outlook for convection-permitting climate modelling. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 379(2195). <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0547>
- Kolenatý, M., Kroufek, R., & Činčera, J. (2022). What Triggers Climate Action: The Impact of a Climate Change Education Program on Students' Climate Literacy and Their Willingness to Act. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/su141610365>
- Kumar, P., Sahani, J., Rawat, N., Debele, S., Tiwari, A., Mendes Emygdio, A. P., Abhijith, K. V., Kukadia, V., Holmes, K., & Pfautsch, S. (2023a). Using empirical science education in schools to improve climate change literacy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178(March), 113232. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113232>

- Kumar, P., Sahani, J., Rawat, N., Debele, S., Tiwari, A., Mendes Emygdio, A. P., Abhijith, K. V., Kukadia, V., Holmes, K., & Pfautsch, S. (2023b). Using empirical science education in schools to improve climate change literacy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *178*(November 2022), 113232. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113232>
- Kumar, V., Choudhary, S. K., & Singh, R. (2024). Environmental socio-scientific issues as contexts in developing scientific literacy in science education: A systematic literature review. *Social Sciences and Humanities Open*, *9*(May 2023), 100765. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100765>
- Laurie, R., Nonoyama-Tarumi, Y., Mckeown, R., & Hopkins, C. (2016). Contributions of Education for Sustainable Development (ESD) to Quality Education: A Synthesis of Research. *Journal of Education for Sustainable Development*, *10*(2), 226–242. <https://doi.org/10.1177/097340821661442>
- Mufida, A., Surjanti, J., Subroto, W. T., & Widiono, A. (2022). Pengaruh Problem Based Learning dan Pendekatan CTL Berbasis ESD Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Hybrid di Era New Normal. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, *15*(1), 2022.
- Nadhifah, A., & Jauhariyah, M. N. R. (2021). The Use of The Quizizz Application in The Scientific Literacy Assessment of High School Students On Global Warming Material. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, *5*(2), 162. <https://doi.org/10.20527/jipf.v5i2.3309>
- Okada, A., & Gray, P. (2023). A Climate Change and Sustainability Education Movement: Networks, Open Schooling, and the ‘CARE-KNOW-DO’ Framework. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(3). <https://doi.org/10.3390/su15032356>
- Oliver, M. C., & Adkins, M. J. (2020). “Hot-headed” students? Scientific literacy, perceptions and awareness of climate change in 15-year olds across 54 countries. *Energy Research and Social Science*, *70*(July), 101641. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101641>
- Pauw, J. B. de, Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, *7*(11), 15693–15717. <https://doi.org/10.3390/su71115693>
- Prianti, M. C., Hariyono, E., & Wulandari, D. (2022). Development of STEAM-Based Rain Alarm Prototype. *Studies in Learning and Teaching*, *3*(2), 156–167. <https://doi.org/10.46627/silet.v3i2.207>
- Putri, S. T., Fardhani, I., Mulyati, Y., Kurniawan, R., & Putri, A. A. (2024). *Developing Global Warming Module Based on Education for Sustainable Development to Increase Middle School Student s ’ Understanding and Sustainability Awareness*. *12*(2), 247–263.
- Ram, S. A., MacLean, H. L., Tihanyi, D., Hannah, L., & Posen, I. D. (2023). The complex relationship between carbon literacy and pro-environmental actions among engineering students. *Heliyon*, *9*(11), e20634. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20634>
- Ranney, M. A., & Velautham, L. (2021). Climate change cognition and education: given no silver bullet for

- denial, diverse information-hunks increase global warming acceptance. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 42, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.08.001>
- Salsabila, E. R., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Improving Students' Sustainability Awareness through Argument-driven Inquiry. *Journal of Science Learning*, 2(2), 58. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13104>
- Setiawan, H., Kusnadi, K., Surtikanti, H. K., & Riandi, R. (2023). Gender differences and the correlation of environmental knowledge with sustainability awareness after ESD-PjBL implementation. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 371–386. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26049>
- Susanti, N., Yennita, Y., & Azhar, A. (2020). Development of Contextual Based Electronic Global Warming Modules Using Flipbook Applications as Physics Learning Media in High Schools. *Journal of Educational Sciences*, 4(3), 541. <https://doi.org/10.31258/jes.4.3.p.541-559>
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*.
- Wulandari, D., Hariyono, E., Suprpto, N., Hidayatullaah, H. N., & Prahani, B. K. (2021). Profile of students' creative thinking skills on global warming material: Gender perspective in physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2110(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012028>
- Wulandari, D., Madlazim, & Ermawati, F. U. (2019). Analysis ability thinking fluency of students in global warming materials through inquiry learning model. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 3, 60–65. <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/107>
- Wulandari, D., Mutmainah, S., Prastyo, H., Fauziah, S., Fachmi, T., Sundari, E., & Mubarak, H. (2022). STREAM DigLIM: Learning Innovation in Madrasah to Develop Students' Literacy. *Proceedings of the International Conference on Madrasah Reform 2021 (ICMR 2021)*, 633(Icmr 2021), 139–146. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220104.021>
- Yasin, R. M., & Rahman, S. (2011). Problem Oriented Project Based Learning (POPBL) in promoting Education for Sustainable Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 289–293. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.088>