

MODEL PJBL BERBASIS ESD DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP “KRISIS IKLIM” PADA PESERTA DIDIK FASE B**Lea Christina Br Ginting¹, Pupun Nuryani², Syifa Nur Fadhiilah Desriana³**^{1,2,3}Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia
leachristina@upi.edu, pupunnuryani@upi.edu, syifanurfadhiilah9@upi.edu**Article History**

Submitted:
10 Agustus 2025

Revised:
22 Oktober 2025

Accepted:
25 Oktober 2025

Published:
03 November 2025

Kata Kunci:

model PjBL berbasis ESD, Education for Sustainable Development, kemampuan pemahaman konsep perubahan iklim

Keywords:

ESD-based PjBL model; Education for Sustainable Development; ability to understand climate change concepts

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perlunya uji model PjBL berbasis ESD terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep “Krisis Iklim” pada peserta didik fase B sekolah dasar untuk mengetahui bagaimana efektivitas dari uji yang diberikan. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metodologi penelitian kuantitatif jenis pre-experimental design dengan bentuk one-group pretest-posttest. Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah 25 peserta didik fase B, khususnya kelas IV dengan penelitian yang berlokasi di SD Negeri 2 Cimareme. Adapun penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik analisis data kuantitatif dengan berbantuan instrumen penelitian yang dibutuhkan, yaitu dengan menggunakan instrument tes dalam bentuk pre-test dan post-test yang didasari atas hasil sebelum dan sesudah dilakukannya treatment atau perlakuan sebanyak 13 butir soal dalam bentuk uraian dan isian serta pedoman wawancara yang berisi daftar pertanyaan terbuka yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis ESD efektif untuk diterapkan dengan adanya data peningkatan nilai rata-rata antara skor pre-test dan post-test menggunakan uji normalitas gain (N-gain) sebesar 0,79, dengan kategori efektivitas yang sangat tinggi, hal ini juga tentunya berhubungan dengan hasil pra-penelitian wawancara yang menyatakan bahwa kurangnya penggunaan model pembelajaran yang bervariatif hingga berpengaruh pada pemahaman konsep peserta didik. Simpulan dari penelitian ini adalah uji dari model PjBL berbasis ESD dikatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dalam materi perubahan iklim. Rekomendasi yang diberikan dalam penelitian ini adalah perlunya pendidik dalam mengimplementasikan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dan nilai-nilai berkelanjutan pada sekolah dasar.

Abstract: This study was motivated by the need to test the ESD-based PjBL model on improving the understanding of the concept of “Climate Crisis” among phase B elementary school students to determine the effectiveness of the test. The study was conducted using a quantitative research methodology of the pre-experimental design type with a one-group pretest-posttest form. The population and sample in this study consisted of 25 phase B students, specifically fourth graders, with the research located at SD Negeri 2 Cimareme. This study was conducted using quantitative data analysis techniques with the help of the required research instruments, namely pre-test and post-test instruments based on the results before and after the treatment, consisting of 13 questions in the form of descriptions and fill-in-the-blanks, as well as interview guidelines containing a list of open-ended questions tailored to the research objectives. The results of this study indicate that the application of the ESD-based PjBL model is effective, as evidenced by the increase in the average score between the pre-test and post-test using the normality gain (N-gain) test of 0.79, with a very high effectiveness category. This is also certainly related to the results of the pre-research interviews, which stated that the lack of use of varied learning models affected students' understanding of concepts. The conclusion of this study is that the ESD-based PjBL model is effective in improving students' conceptual understanding of climate change. The recommendation given in this study is the need for educators to implement project-based learning approaches and sustainable values in elementary schools.



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

**A. PENDAHULUAN**

Pendidikan pada abad ke-21 menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Tidak hanya berorientasi pada pencapaian akademik, tetapi juga pada pembentukan kompetensi berpikir kritis, pemahaman konsep, serta kemampuan menghadapi masalah nyata yang dihadapi masyarakat. Berbagai penelitian menegaskan

bahwa kemampuan pemahaman konsep merupakan salah satu keterampilan mendasar yang perlu dikuasai peserta didik sekolah dasar. Pemahaman konsep bukan hanya sekadar mengingat informasi, melainkan menghubungkan pengetahuan dengan kehidupan sehari-hari, membangun pola berpikir logis, serta menjadi dasar bagi keterampilan berpikir tingkat tinggi (Dewi et al., 2024).

Namun, kenyataannya kemampuan pemahaman konsep peserta didik sekolah dasar di Indonesia masih relatif rendah. Hasil Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) maupun survei PISA menunjukkan bahwa banyak peserta didik di Indonesia mengalami kesulitan ketika harus menghubungkan konsep ilmiah dengan konteks nyata (OECD, 2023). Fakta ini sejalan dengan laporan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek, 2023) yang menegaskan rendahnya capaian literasi sains pada level sekolah dasar. Kondisi ini menjadi alarm bahwa pembelajaran di kelas masih cenderung berorientasi pada hafalan, belum banyak memberi ruang pada pengalaman belajar bermakna.

Untuk mengatasi persoalan tersebut, pendidik dituntut menerapkan model pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan, pemahaman konsep, sekaligus menumbuhkan kesadaran kritis peserta didik terhadap isu-isu nyata. Salah satu pendekatan yang banyak diteliti adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini menekankan keterlibatan aktif peserta didik melalui kegiatan merancang, mengeksplorasi, berdiskusi, dan menghasilkan produk nyata dari konsep yang dipelajari (Thomas, 2000; Sonia, Kurniawan, & Mulyani, 2021). PjBL terbukti efektif meningkatkan keterampilan kolaborasi, komunikasi, serta keterampilan abad 21 lainnya.

Kemampuan pemahaman konsep merupakan salah satu keterampilan mendasar yang harus dimiliki peserta didik di sekolah dasar. Pemahaman konsep tidak hanya sebatas mengingat informasi, melainkan juga mencakup kemampuan menghubungkan pengetahuan dengan kehidupan sehari-hari, menalar secara logis, serta menjadi dasar bagi keterampilan berpikir tingkat tinggi. Namun, berbagai hasil studi internasional seperti TIMSS dan PISA menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia masih mengalami kesulitan ketika diminta mengaitkan konsep ilmiah dengan konteks nyata (OECD, 2023). Fakta ini menegaskan bahwa capaian literasi sains di Indonesia masih rendah dan pembelajaran di kelas cenderung berorientasi pada hafalan.

Untuk mengatasi persoalan tersebut, guru dituntut menerapkan model pembelajaran inovatif yang tidak hanya menekankan pada penguasaan materi, tetapi juga melibatkan peserta didik secara aktif. Salah satu model yang banyak mendapat perhatian adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam pembelajaran, dengan cara merancang, mengeksplorasi, berdiskusi, dan menghasilkan produk nyata. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PjBL mampu meningkatkan keterampilan kolaborasi, komunikasi, serta keterampilan abad 21 lainnya (Thomas, 2000; Sonia, Kurniawan & Mulyani, 2021).

Meski demikian, efektivitas PjBL dalam konteks pemahaman konsep masih menunjukkan hasil yang bervariasi. Penelitian Hidayat, Yandhari & Alamsyah (2020) misalnya, menyebutkan bahwa pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) lebih efektif daripada pendekatan kontekstual dalam meningkatkan pemahaman konsep. Hal ini memperlihatkan bahwa model pembelajaran yang digunakan sangat berpengaruh pada hasil capaian peserta didik. Pertanyaan penting kemudian muncul: apakah PjBL yang dikolaborasikan dengan prinsip lain dalam hal ini Education for Sustainable Development (ESD) dapat lebih efektif meningkatkan pemahaman konsep peserta didik sekolah dasar?

ESD merupakan inisiatif global yang diusung UNESCO sejak tahun 2015 melalui agenda Sustainable Development Goals (SDGs). ESD menekankan pada transformasi pengetahuan, sikap, nilai, dan keterampilan agar generasi muda mampu menghadapi tantangan pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2017). Dalam konteks pendidikan dasar, penerapan prinsip ESD sangat relevan karena dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap isu lingkungan, sosial, dan ekonomi sejak dini (Novi et al., 2024; Erlinawati et al., 2024). Melalui pembelajaran yang mengintegrasikan ESD, peserta didik tidak hanya memahami materi, tetapi juga belajar untuk bertanggung jawab pada lingkungan sekitar.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ESD mampu meningkatkan aspek critical thinking dan literasi lingkungan (Fauziyah & Hamdu, 2022; Zulfah, Purnamasari & Abdurrahman, 2024). Akan tetapi, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan media pembelajaran seperti e-modul dan mobile learning, atau integrasi dengan model Problem Based Learning (PBL). Penelitian yang secara khusus mengombinasikan PjBL dengan prinsip ESD dalam konteks sekolah dasar masih sangat terbatas. Padahal, integrasi ini memiliki potensi untuk lebih aplikatif karena berbasis proyek nyata yang dekat dengan kehidupan peserta didik.

Di sisi lain, kondisi nyata di sekolah dasar memperlihatkan masih banyak peserta didik yang mengalami miskonsepsi, khususnya pada materi IPA yang terkait dengan isu lingkungan. Hasil observasi dan wawancara dengan guru kelas IV menunjukkan bahwa faktor eksternal seperti penggunaan gawai yang berlebihan serta

faktor internal berupa metode pembelajaran yang monoton menjadi penyebab rendahnya pemahaman konsep. Hal ini sejalan dengan temuan Mahlianurrahman & Aprilia (2022) yang menekankan pentingnya variasi model pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik. Fakta ini semakin diperkuat dengan data lapangan bahwa isu lingkungan di Indonesia, seperti peningkatan timbunan sampah hingga 40,2 juta ton pada 2023 (SIPSN, 2023), menjadi problem nyata yang seharusnya masuk dalam konteks pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dilihat adanya gap penelitian yang jelas. Pertama, penelitian ESD di sekolah dasar lebih banyak menekankan pada aspek pengembangan media atau literasi lingkungan, sementara integrasi PjBL berbasis ESD untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep masih jarang diteliti. Kedua, kondisi nyata di sekolah dasar menunjukkan bahwa peserta didik mengalami miskonsepsi pada topik IPA dan kurang mendapat pembelajaran yang kontekstual. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan PjBL dan ESD sebagai upaya meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik sekolah dasar, khususnya pada topik krisis iklim dan pengelolaan sampah.

Pada kenyataannya, pembelajaran yang berusaha menanamkan kemampuan pemahaman konsep terhadap isu lingkungan, khususnya perubahan iklim, belum berjalan optimal pada jenjang sekolah dasar. Miskonsepsi masih sering muncul di kalangan peserta didik. Hasil observasi dan perbincangan singkat dengan guru kelas IV menunjukkan bahwa sebagian besar anak mengalami kesulitan mengingat materi ketika menghadapi ujian atau tes. Salah satu penyebab utamanya adalah pengaruh gawai yang cenderung mengalihkan perhatian anak, sehingga dapat dikategorikan sebagai faktor eksternal yang mempengaruhi proses belajar.

Selain faktor eksternal tersebut, guru juga menyampaikan bahwa pembelajaran di kelas seringkali hanya berkesan sesaat pada hari itu saja. Akibatnya, pemahaman jangka panjang peserta didik terhadap konsep menjadi lemah. Kondisi ini mengisyaratkan perlunya penerapan model pembelajaran yang lebih bermakna dan mampu menumbuhkan keterlibatan aktif peserta didik. Observasi menunjukkan bahwa gaya belajar peserta didik kelas IV cukup aktif dan interaktif, sehingga pendekatan yang menekankan aktivitas kolaboratif, diskusi, dan proyek bersama sangat potensial untuk meningkatkan keterlibatan mereka. Hal ini sejalan dengan Dewi et al. (2024) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis kolaborasi dapat menciptakan pengalaman belajar bermakna sekaligus menjadi bekal menghadapi berbagai permasalahan secara bersama-sama.

Menanggapi kasus tersebut, model Project Based Learning (PjBL) menjadi salah satu alternatif yang relevan. PjBL menempatkan peserta didik pada aktivitas berbasis proyek, sehingga mereka dapat mengeksplorasi, menganalisis, dan menghasilkan produk nyata dari pengetahuan yang dipelajari. Sayangnya, hasil perbincangan dengan guru menunjukkan bahwa PjBL belum pernah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah dasar yang menjadi lokasi penelitian. Guru cenderung memberikan penugasan rutin sebagai solusi, padahal cara tersebut belum cukup efektif untuk melatih keterampilan berpikir mendalam. Sonia, Kurniawan & Muliyani (2021) menegaskan bahwa PjBL dapat menjadi model pembelajaran alternatif yang tepat pada materi IPA untuk mengukur sekaligus meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Lebih jauh, penerapan PjBL akan semakin relevan jika diintegrasikan dengan prinsip Education for Sustainable Development (ESD). ESD dipilih karena memiliki keterkaitan yang erat dengan sintaks PjBL, yaitu kerja sama, partisipasi, keterampilan multidisipliner, sikap berkelanjutan, serta kemampuan menghubungkan konsep dengan kehidupan nyata (Nurwidiawati, 2024). Dengan memasukkan prinsip ESD, proyek yang dikerjakan peserta didik tidak hanya berorientasi pada capaian akademik, tetapi juga melatih kepedulian terhadap lingkungan dan keberlanjutan.

Penerapan ESD telah banyak diteliti dalam konteks pendidikan. Beberapa studi menunjukkan bahwa ESD mampu mengembangkan ranah kognitif, sosial-emosional, serta perilaku peserta didik, sehingga mendukung pencapaian kompetensi kunci keberlanjutan (UNESCO, 2017; Novi et al., 2024). Dalam lima tahun terakhir, penelitian ESD di sekolah dasar umumnya berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pengembangan media pembelajaran. Misalnya, Fauziyah & Hamdu (2022) melaporkan pelatihan guru dalam mengembangkan e-LKPD berbasis ESD, sementara Jamaludin (2022) mengembangkan e-modul keanekaragaman hayati yang terbukti valid dan praktis. Selain itu, model pembelajaran yang sering digunakan dalam penelitian ESD adalah Contextual Teaching and Learning (CTL) dan Problem Based Learning (PBL).

Berdasarkan kondisi tersebut, terlihat bahwa penelitian sebelumnya masih berfokus pada aspek media dan keterampilan berpikir kritis, bukan pada peningkatan kemampuan pemahaman konsep secara langsung melalui integrasi PjBL berbasis ESD. Padahal, kondisi nyata di lapangan menunjukkan adanya miskonsepsi peserta didik, rendahnya keterlibatan dalam pembelajaran, serta minimnya pengalaman guru dalam menerapkan model inovatif. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan menawarkan penerapan model PjBL berbasis ESD sebagai upaya meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta

didik sekolah dasar, khususnya dalam konteks pembelajaran IPA yang relevan dengan isu lingkungan dan keberlanjutan.

Melalui hasil analisis, pembelajaran berbasis ESD sebenarnya sudah banyak diimplementasikan pada berbagai jenjang pendidikan dengan beragam pendekatan. Beberapa penelitian lima tahun terakhir menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, literasi lingkungan, maupun penguasaan konsep. Namun, sebagian besar fokus penelitian tersebut masih pada pengembangan media atau pengujian pendekatan tertentu. Misalnya, penelitian Hidayat, Yandhari & Alamsyah (2020) menunjukkan bahwa Realistic Mathematics Education (RME) lebih efektif dibandingkan pendekatan kontekstual dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan model pembelajaran sangat menentukan keberhasilan dalam meningkatkan pemahaman konsep. Akan tetapi, efektivitas model Project Based Learning (PjBL) yang dipadukan dengan prinsip ESD belum banyak diteliti secara mendalam. Padahal, PjBL berbasis ESD memiliki potensi besar karena menekankan pada aktivitas kolaboratif, keterkaitan dengan kehidupan nyata, serta relevansi dengan isu keberlanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk menguji sejauh mana PjBL berbasis ESD dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik sekolah dasar, khususnya pada mata pelajaran IPA.

Penelitian terdahulu menyatakan beberapa hasil kesimpulan yang beragam terkait pembelajaran ESD yang telah diterapkan pada jenjang sekolah dasar, baik ditinjau dari segi subjek, media, maupun strategi pembelajaran. Menurut Mahlianurrahman & Aprilia (2022, hlm. 44) guru harus memiliki kemampuan dalam mengelola proses pembelajaran dengan menggunakan berbagai model dan media pembelajaran yang bervariasi. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Fitria & Hamdu (2021, hlm. 136) terkait penelitiannya untuk mengembangkan media berupa aplikasi mobile learning sebagai sarana yang berisi perangkat pembelajaran berbasis ESD. Selain itu, adapun penelitian oleh Zulfah, Purnamasari & Abdurrahman (2024, hlm. 300) dengan metodologi kuantitatif menguji implementasi PBL (Problem Based Learning) terintegrasi ESD terhadap literasi lingkungan peserta didik pada topik energi. Penelitian-penelitian tersebut rata-rata berfokus pada pengembangan media dan mengembangkan aspek kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar dengan kajian yang diambil berupa energi, lingkungan, dan kompetensi guru.

Berdasarkan kondisi yang telah dipaparkan serta keterkaitannya dengan beberapa sumber data global dan kumpulan penelitian-penlitian terdahulu serta kondisi seharusnya atau ideal, maka diketahui bahwasannya terdapat celah atau kesenjangan yang terjadi. Menindaklanjuti hal tersebut, maka diperlukan praktik pembelajaran yang baik sebagai solusi untuk mengisi celah permasalahan rendahnya kemampuan pemahaman konsep dalam konteks krisis iklim. Praktik Pembelajaran yang baik dapat terlihat dalam segi perencanaan, proses, serta hasil yang didapatkan. Menurut Mahlianurrahman & Aprilia (2022, hlm. 44) guru harus memiliki kemampuan dalam mengelola proses pembelajaran dengan menggunakan berbagai model dan media pembelajaran yang bervariasi. Pernyataan tersebut secara tidak langsung juga menyatakan bahwa pembelajaran yang baik memerlukan bantuan berupa model dan media pembelajaran yang variatif serta efisien. Keseluruhan hal tersebut tergabung dalam strategi pendidik dalam melaksanakan pembelajaran.

Jika menilik pada penelitian terdahulu, peneliti menemukan bahwa rata-rata fokus pada penelitian terdahulu adalah pengembangan dan uji media dan model pembelajaran yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, kajian yang dilakukan jarang membahas hubungan antara poin SDGs ke-13, yaitu climate action atau aksi penanganan perubahan iklim dengan intervasi yang peneliti bahas terkait penimbunan dan pengelolaan sampah yang melonjak dalam beberapa tahun terakhir akibat tidak terkontrol. Lonjakan tersebut melalui hasil analisis dengan penelitian sebelumnya mengatakan dapat menimbulkan hubungan sebab-akibat dengan kondisi iklim sekitar. Peneliti mengambil aspek tersebut dengan maksud untuk mengambil tindakan segera terhadap krisis perubahan iklim dan dampaknya. Menurut Fauzi & Hamdu (2021, hlm. 1785) bahwa "Pendidikan berkualitas berkembang menjadi suatu pengakuan internasional yaitu mengarah pada istilah Education for Sustainable Development (ESD)".

Pembelajaran berbasis ESD pada SDG 13, secara aspek kognitif, sosial-emosional, dan kebiasaan akan membangun kemampuan pemahaman konsep peserta didik dalam memahami serta mengamati isu terkait faktor penyebab krisis iklim, dampak yang ditimbulkan, dan cara untuk mengatasinya sebagai pelajar (UNESCO, 2017, hlm. 36). Harapannya tindakan praktik pembelajaran yang dikaitkan dengan kondisi faktual mengenai permasalahan yang terjadi di lapangan serta sudut pandang pendidikan berkualitas menurut ESD dapat memperbaiki kemampuan pemahaman konsep peserta didik akan krisis iklim yang terjadi. Di sinilah kemampuan paling mendasar pada peserta didik dituntut untuk perlu diasah lebih mendalam dan lebih baik

sebelum berlanjut pada tingkat berikutnya. Kemampuan tersebut tidak lain adalah kemampuan pemahaman konsep terkait topik krisis iklim dengan aksi pengelolaan sampah yang baik.

Peneliti berusaha untuk memberikan sebuah kontribusi baru pada Sekolah Dasar yang terletak pada Kabupaten Bandung Barat berupa "Model PjBL Berbasis ESD dalam Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Krisis Iklim Peserta Didik Fase B". Kegiatan akan berfokus pada pembelajaran yang mayoritas bersifat outdoor atau luar ruangan. Peserta didik akan diajak untuk mengeksplorasi, menganalisis, memahami, menjelaskan, dan menciptakan apa yang ia pahami melalui aktivitas yang telah dirancang sebaik mungkin berdasarkan model PjBL sebagai implementasi PBB dengan kajian krisis iklim pada tingkat sekolah dasar. Harapannya dengan melalui rangkaian proses tersebut peserta didik dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep terkait perubahan iklim, agar dapat mengatasi krisis iklim yang terjadi.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana kemampuan awal tingkat pemahaman konsep peserta didik Fase B sekolah dasar pada materi krisis iklim sebelum treatment dilakukan, 2) Bagaimana hasil perolehan tingkat kemampuan pemahaman konsep peserta didik Fase B sekolah dasar pada materi krisis iklim setelah treatment dilakukan, dan 3) Bagaimana efektifitas penerapan Model PjBL berbasis ESD dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep krisis iklim peserta didik Fase B. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menjawab keseluruhan rumusan masalah tersebut, yaitu 1) mengetahui kemampuan awal pemahaman konsep "krisis iklim" pada peserta didik fase B, 2) mengetahui hasil perolehan kemampuan pemahaman konsep "krisis iklim" peserta didik fase B, dan 3) mengetahui efektivitas model PjBL berbasis ESD dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep "krisis iklim" pada peserta didik fase B.

B. METODE PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang dan tujuan dari penelitian ini, maka penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis desain penelitian pre-experimental yang bertujuan untuk fokus dalam menguji serta mengkaji satu subjek pada peserta didik Fase B. Pendekatan kuantitatif meyakini bahwa fakta-fakta yang ditemukan dapat digeneralisasikan dalam data yang objektif. Fakta tersebut digolongkan dalam suatu variabel terikat dan bebas yang dapat diukur menggunakan rumusan tertentu sesuai konteksnya dan dibahas serta disimpulkan melalui indikator perumusan data. Adapun alasan lain dari terpilihnya pendekatan kuantitatif ini adalah kurangnya penelitian terdahulu yang menggunakan pendekatan tersebut dalam menilai efektivitas model PjBL berbasis ESD yang berfokus untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik Fase B. Pre-experimental design adalah rancangan penelitian yang dilakukan dan meliputi satu kelompok atau kelas yang akan diberikan pra dan pasca uji (Sugiyono, 2014:109). Pra dan pasca uji ini memiliki maksud uji pretest dan posttest. Uji pretest dilakukan saat subjek penelitian belum menerima treatment, sedangkan uji posttest dilakukan saat treatment tersebut sudah dilakukan. Bentuk pre-experimental design yang digunakan dalam penelitian ini adalah One-Group Pretest-Posttest. One-Group Pretest-Posttest merupakan eksperimen yang dilaksanakan berfokus pada satu kelompok saja tanpa adanya kelompok banding (Hardianto & Baharuddin, 2019, hlm. 28).

Kemudian teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik tes dan teknik wawancara yang dilakukan saat pra-penelitian. Tes ini diberikan secara terstruktur kepada subjek penelitian untuk mengukur tingkat pemahaman konsep siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk memungkinkan pendalamannya terhadap informasi yang disampaikan oleh informan, yaitu guru kelas IV-A. Pertanyaan yang diberikan bersifat fleksibel, namun memiliki dasar yang berfokus pada penelitian ini. Penelitian ini berfokus tentunya untuk menguji model PjBL berbasis ESD untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep krisis iklim pada peserta didik Fase B, khususnya kelas IV melalui topik perubahan iklim. Sintaks yang digunakan pun terdiri atas enam sintaks yang terbagi ke dalam 2 tahapan pada 3 pertemuan. Sintaks ke-1 mengenai pertanyaan esensial atau pertanyaan paling mendasar yang timbul dalam pemikiriran peserta didik, sintaks ke-2 membahas terkait desain proyek dimana peserta didik akan menyusun rencana produk, sintaks ke-3 melakukan penjadwalan terkait pembuatan proyek, sintaks ke-4 melakukan pemantauan kemajuan terhadap keaktifan peserta didik selama melaksanakan proyek, sintaks ke-5 berupa penilaian terhadap hasil proyek, dan sintaks ke-6 refleksi terhadap pengalaman pembelajaran mereka untuk menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam. Adapun teknik analisis data kuantitatif tersebut terdiri atas rumus-rumus yang digunakan dalam menguji data berdasarkan pre-experimental design bentuk One-Group Pretest-Posttest adalah sebagai berikut.

$$\boxed{O_1 \times O_2}$$

Gambar 1. One-Group Pretest-Posttest (Sukarelawan et al., 2024)

Keterangan:

O1 = Nilai pre-test (sebelum diberi *treatment*)

O2 = Nilai post-test (sesudah diberi *treatment*)

X = Treatment menggunakan praktik pembelajaran berbasis ESD

Populasi pada penelitian ini adalah peserta didik yang berada di salah satu kelas Fase B, khususnya kelas IV-A. Adapun sampel pada penelitian ini merupakan bagian dari populasi yang mewakili karakteristik dan kualitas populasi tersebut sebagai sumber data yang diambil peneliti. Sampel penelitian yang baik harus memiliki sifat representatif terhadap populasi, karena jika tidak maka sampel tersebut artinya tidak dapat digeneralisasikan terhadap populasi (Suryani, Rusnita & Jailani, 2023, hlm.27). Maka, sampel yang ditentukan adalah 25 peserta didik, terdiri atas 17 peserta didik perempuan dan 11 peserta didik laki-laki. Selain itu, ditentukan pula teknik sampling atau teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah jenis *non-probability sampling* dengan bentuk *purposive sampling*.

Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa uji tes *pre-test* dan *post-test*. Tes yang dipersiapkan berjumlah 13 soal dengan bentuk uraian dan isian untuk mengetahui lebih dalam kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada Fase B sebagai sampel penelitian, apakah secara menyeluruh sudah mengalami peningkatan atau belum. adalah validitas ini merupakan indeks dalam mengatakan apakah alat ukur yang digunakan benar-benar telah mengukur apa yang peneliti harapkan. Adapun uji validitas yang digunakan terbagi menjadi dua jenis sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Gambar 2. Uji Validitas Empirik (Sumber: Wahyuni, 2014)

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel x dan y

$\sum xy$ = Jumlah perkalian antara variabel x dan y

$\sum x^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai x

$\sum y^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai y

$(\sum x)^2$ = Jumlah nilai x kemudian dikuadratkan

$(\sum y)^2$ = Jumlah nilai y kemudian dikuadratkan

x = skor item

y = skor total

n = jumlah siswa

Uji reliabilitas pada dasarnya memiliki tujuan utama untuk mengukur konsistensi alat ukur pada penelitian kuantitatif, maka perlu bagi peneliti untuk mengetahui apakah terdapat ketepatan hasil pengukuran pada sampel yang sama dalam waktu yang berbeda atau tidak (Budiastuti & Bandur 2018, hlm. 210). Adapun pendekatan ini menggunakan *cronbach's alpha* dengan rumusan sebagai berikut.

$$r_{11} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum si^2}{st^2} \right]$$

Gambar 3. Cronbach's Alpha (Sumber: Hermawan, 2024)

Keterangan:

r = Koefisien alpha

k = Banyaknya butir pertanyaan

$\sum si^2$ = Jumlah varians butir soal

st^2 = Varians total

r_{11} = Koefisien reliabilitas instrumen

Adapun kategori dalam koefisien pengukuran reliabilitas adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kategori Koefisien Reabilitas (Sumber: Hermawan, 2024)

| Koefisien | Interpretasi |
|----------------------|---------------|
| $r \leq 0,20$ | Sangat rendah |
| $0,20 < r \leq 0,40$ | Rendah |
| $0,40 < r \leq 0,60$ | Sedang |
| $0,60 < r \leq 0,80$ | Tinggi |
| $0,80 < r \leq 1,00$ | Sangat tinggi |

Kemudian uji normalitas yang diterapkan pada penelitian ini adalah Uji *Shapiro-Wilk* dikarenakan sampel yang digunakan berukuran kecil atau kurang dari 50 data. Adapun alternatif pada uji normalitas, yaitu uji wilcoxon. Uji tersebut digunakan sebagai uji alternatif jika didapatkan data penelitian yang telah diolah melalui uji normalitas tidak berdistribusi normal. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian normalitas adalah sebagai berikut. H_0 : data berdistribusi normal dan H_1 : data berdistribusi tidak normal. Dengan taraf signifikansi 5%, maka kriteria dalam pengambilan keputusan, yaitu H_0 diterima jika nilai signifikansi $> 0,05$ dan H_0 ditolak jika nilai signifikansi $< 0,05$.

Uji perbedaan rata-rata atau uji wilcoxon ini dilakukan jika data yang didapat melalui proses uji normalitas menghasilkan hipotesis berdistribusi tidak normal atau dengan asumsi normalitas tersebut tidak dapat diandalkan. Uji Wilcoxon merupakan bagian dari uji non-parametric. Adapun berikut dasar pengambilan keputusan pada uji wilcoxon, yaitu H_0 : Model PjBL berbasis ESD efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik Fase B pada materi perubahan iklim dan H_1 : Model PjBL berbasis ESD tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik Fase B pada materi perubahan iklim. Dengan taraf signifikansi 5%, maka kriteria dalam pengambilan keputusan, yaitu H_0 diterima jika nilai signifikansi $< 0,05$ dan H_0 ditolak jika nilai signifikansi $> 0,05$.

Uji Perbedaan terhadap skor N-Gain digunakan untuk dapat melihat efektifitas peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik Fase B Sekolah Dasar pada materi perubahan iklim yang dihasilkan oleh proses model PjBL berbasis ESD, maka dibutuhkan hasil olah uji perbedaan terhadap skor n-gain. Uji ini pada dasarnya menghitung bagaimana selisih hasil perolehan data melalui uji pretest (sebelum diberikan *treatment*) dan uji posttest (sesudah diberikan *treatment*). Adapun rumusan uji tersebut adalah sebagai berikut.

$$N\text{-Gain} = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ maksimal - Skor\ pretest}$$

Gambar 4. Uji Perbedaan terhadap skor N-Gain (Sumber: Sukarelawan et al., 2024)

Dengan indikator tingkat pada skor N-Gain adalah:

Tabel 2. Indikator tingkat skor N-Gain (Sumber: Sukarelawan et al., 2024)

| Rata-rata | Indikator |
|------------------------|---------------------------|
| $0,70 \leq g \leq 100$ | Tinggi |
| $0,30 \leq g < 0,70$ | Sedang |
| $0,00 < g < 0,30$ | Rendah |
| $g = 0,00$ | Tidak terjadi peningkatan |
| $-1,00 \leq g < 0,00$ | Terjadi penurunan |

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran awal pada kemampuan pemahaman konsep peserta didik sebelum diberikan perlakuan atau treatment dapat terlihat melalui tabel 3.

Tabel 3. Deskriptif statistik pre-test kelas IV A

| Descriptive Statistics | | | | | |
|-------------------------------|----|---------|---------|-------|---------------|
| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std Deviation |
| Pretes_KelasIVA | 25 | 5 | 28 | 19.16 | 7.163 |
| Valid N (listwise) | 25 | | | | |

Gambar tersebut memperlihatkan tabel hasil uji pre-test peserta didik pada fase B, khususnya kelas IV A yang tertuang dalam bentuk tabel deskriptif statistik. Tabel tersebut tidak lain adalah gambaran awal kemampuan pemahaman konsep peserta didik yang ditinjau melalui data numerik yang diperoleh sebelum diberikannya treatment. Terlihat bahwa uji pre-test dilaksanakan pada 25 peserta didik yang dilambangkan dengan N, serta perolehan nilai maksimum dan minimum secara berurutan adalah 28 dan 5. Adapun perolehan nilai rata-rata (mean) adalah 19,16. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum, pemahaman konsep peserta didik mengenai perubahan iklim sebelum adanya keterlibatan pembelajaran berupa pengimplementasian model PjBL berbasis ESD masih berada pada tingkat yang cukup rendah. Selain itu, standar deviasi sebesar 7,163 menunjukkan adanya variasi yang cukup besar dalam tingkat kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Artinya, tidak semua peserta didik memiliki tingkat pemahaman yang sama. Terdapat peserta yang memiliki pemahaman yang baik (nilai mendekati 28), namun ada juga peserta yang pemahamannya masih rendah (nilai mendekati 5).

Gambaran perolehan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dapat dilihat melalui hasil uji post-test sebagai instrument penelitian untuk mengetahui hasil dari diterapkannya *treatment* oleh peneliti. Berikut hasil tersebut dituangkan dalam bentuk tabel 4.

Tabel 4. Deskriptif statistik post-test kelas IV A

| Descriptive Statistics | | | | | |
|-------------------------------|----|---------|---------|-------|---------------|
| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std Deviation |
| Postes_KelasIVA | 25 | 27 | 39 | 34.56 | 3.229 |
| Valid N (listwise) | 25 | | | | |

Gambar tabel tersebut memperlihatkan hasil uji post-test yang dilakukan terhadap 25 peserta didik pada fase B, yaitu kelas IV A dengan nilai maksimum dan minimum yang didapat adalah 39 dan 27. Rata-rata (mean) perolehan nilai post-test adalah 34,56. Melalui hasil perolehan tersebut dapat diketahui bahwasannya nilai rata-rata yang diperoleh memiliki nilai selisih yang besar dibandingkan rata-rata nilai pada pre-test, yaitu 15,40. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik pada materi perubahan iklim sebagai bentuk hasil dari diberikannya *treatment* atau perlakuan berupa model PjBl berbasis ESD.

Setelah mengetahui hasil uji melalui tabel deskriptif statistik, maka selanjutnya adalah melakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang didapatkan tersebut berdistribusi normal atau tidak. Adapun jenis uji normalitas yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah uji Shapiro-Wilk. Uji dilakukan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu H^0 diterima jika nilai signifikansi $> 0,05$ (taraf umum) dan H^0 ditolak bila nilai signifikansi $< 0,05$. Maka dari itu berikut tabel 5 yang menerangkan hasil uji normalitas yang dilakukan pada data perolehan pre-test dan post-test.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

| Test of Normality | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-------|------|--------------|-------|------|-------|
| Kolmogorov-Smirnov ^a | | | | Shapiro-Wilk | | | |
| Kelas | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. | |
| Nilai | Pretes | 0.153 | 25 | 0.137 | 0.914 | 25 | 0.037 |
| | Postes | 0.192 | 25 | 0.018 | 0.937 | 25 | 0.126 |

Pada gambar terlihat nilai signifikansi pada tiap hasil pre-test dan post-test dengan model Shapiro-Wilk. Terlihat bahwa skor *P-value* (*Sig.*) = 0,037 $< 0,05 = \alpha$ pada hasil pre-test, sehingga dapat diketahui berdasarkan kriteria sebelumnya bahwa H^0 ditolak dengan kondisi nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikansi umum, yaitu 0,05. Selanjutnya skor post-test menunjukkan skor *P-value* (*Sig.*) = 0,126 $> 0,05 = \alpha$ pada taraf signifikansi umum, sehingga diketahui bahwa H^0 diterima dengan kondisi nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari

taraf signifikan umum, yaitu 0,05. Maka dapat disimpulkan secara menyeluruh bahwa hasil pre-test dan post-test peserta didik memiliki data yang tidak berdistribusi normal.

Dikarenakan data yang berdistribusi tidak normal selanjutnya akan diolah melalui uji non-parametric test, yaitu uji Wilcoxon untuk mengetahui perbedaan rata-rata dua sampel yang saling berpasangan. Uji ini digunakan sebagai langkah alternatif dari uji *paired sample t-test*, jika data penelitian yang dimiliki tidak berdistribusi normal. Adapun hasil uji Wilcoxon tersebut tertera pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Ranks Hasil Uji Wilcoxon

| | | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|----------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
| Post test – Pre test | Negative Ranks | 0 ^a | .00 | .00 |
| | Positive Ranks | 25 ^b | 13.00 | 325.00 |
| | Ties | 0 ^c | | |
| | Total | 25 | | |

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon pada gambar 8 tersebut dapat diketahui bahwa tidak ada satu pun subjek penelitian, yaitu peserta didik yang berjumlah 25 orang mengalami penurunan baik dalam rata-ratanya maupun total rankingnya pada uji pre-test ke post-test, hal ini dapat terlihat pada baris *negative ranks* yang menunjukkan nilai 0. Kemudian pada baris *positive ranks* yang mengindikasikan terjadinya kenaikan nilai pre-test ke post-test pada 25 responden, yaitu peserta didik yang terlihat pada kolom N dengan rata-rata kenaikan 13,00 dan kenaikan jumlahnya sebesar 325,00. Selanjutnya pada baris *ties* mengindikasikan bahwa tidak adanya responden yang memiliki kesamaan nilai saat dilakukannya uji pre-test dan post-test. Maka dapat disimpulkan melalui tabel tersebut bahwasannya 25 peserta didik mengalami kenaikan nilai dari uji pre-test ke post-test.

Tabel 7. Hasil Uji Wilcoxon

| | Post test – Pre test |
|------------------------|----------------------|
| Z | -4.375 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | <,001 |

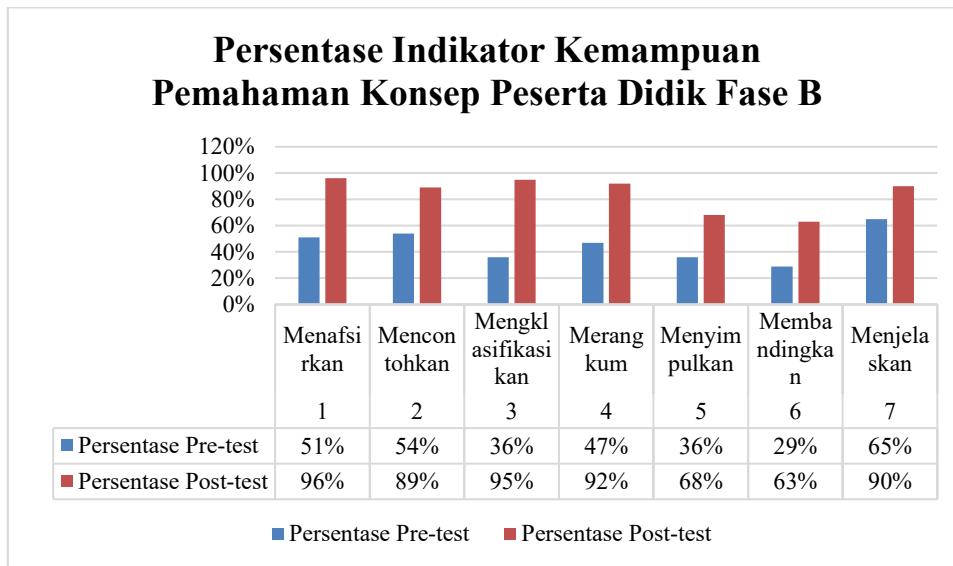
Pada tabel 7 terlihat hasil perolehan uji Wilcoxon, terkhususnya pada hasil tes statistiknya menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh adalah kurang dari 0,001. Hasil tersebut menunjukkan hipotesis penelitian diterima dengan dasar pengambilan keputusan, yaitu jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka hipotesis diterima. Sedangkan, jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka hipotesis ditolak. Oleh karena itu, didapatkan kesimpulan secara menyeluruh bahwa hipotesis penelitian ini diterima, yaitu adanya efektivitas dari implementasi model PjBL berbasis ESD terhadap kemampuan pemahaman konsep materi perubahan iklim pada peserta didik fase B, khususnya kelas IV di Sekolah Dasar. Adapun sebaran skor post-test peserta didik yang didapatkan antara rentang 27-39 dari 25 responden. Untuk mengetahui efektivitas dari model PjBL berbasis ESD dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep materi perubahan iklim pada peserta didik Fase B ini dilakukan uji normalitas gain. Berikut adapun tabel 8 berupa hasil uji normalitas gain (n-gain) pada hasil *pre-test* dan *post-test*.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas Gain pre-test dan post-test

| Descriptive Statistics | | | | | |
|------------------------|----|---------|---------|--------|----------------|
| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
| NGain | 25 | 0.58 | 1.00 | 0.7900 | 0.12603 |
| Valid N (listwise) | 25 | | | | |

Dari tabel diketahui bahwa rata-rata skor N-Gain yang diperoleh dari hasil skor *pre-test* dan *post-test* sebesar 0,79 dengan nilai maksimum 1,00 atau 1 dan minimum 0,58. Berdasarkan pada tabel kriteria skor N-Gain yang telah ditentukan sebelumnya, data tersebut menyatakan bahwa perlakuan atau *treatment* yang diberikan kepada peserta didik memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dengan rentang interval yang sesuai, yaitu $0,70 \leq g \leq 100$. Adapun grafik perbandingan skor antara *pre-test* dan *post-test* untuk melihat secara lebih rinci kenaikan skor tiap peserta didik pada uji test tersebut sebagai berikut. Peningkatan skor pada tiap peserta didik tentunya sangat bervariatif, mulai dari kenaikan skor yang cukup standar dan cukup tinggi. Adanya pembelajaran berbasis proyek dengan menghadirkan prinsip ESD membuat peserta didik senang dan tertarik dengan kegiatan pembelajaran di kelas. Penugasan dalam bentuk kelompok membuat peserta didik berlomba-lomba untuk menghasilkan karya kelompok yang terbaik dengan bekerja sama antar anggota, melalui bentuk

pengerjaan proyek dengan mengandalkan kerja sama tim juga dapat terlihat mana anak yang memiliki minat kerja sama dan partisipasi yang aktif. Selain itu, adapun hasil pengolahan data terhadap hasil skor yang diperoleh peserta didik dalam uji pre-test dan post-test berdasarkan pemenuhan indikator kemampuan pemahaman konsep. Hasil tersebut dapat terlihat melalui diagram batang yang melengkapi 7 indikator kemampuan pemahaman konsep dengan persentase yang didapat seperti pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Persentase Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep Peserta Didik Fase B

Pada indikator pertama, yaitu menafsirkan perolehan nilai persentase pre-test sebesar 51% meningkat pada uji posttest dengan persentase 96%. Besarnya peningkatan ini tentu dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terimplementasikan dalam perlakuan (treatment) yang diberikan. Melalui hasil uji post-test peserta didik mampu dalam memahami dan menafsirkan makna informasi atau konsep pada suatu informasi dengan lebih baik. Terlihat dari cara mereka dalam menuliskan jawaban dengan baik menggunakan bahasanya sendiri terkait fenomena maupun konsep yang berkenaan dengan perubahan iklim pada soal. Kemampuan menafsirkan tentunya salah satu indikator yang penting dalam melanjutkan penguasaan anak pada indikator kemampuan pemahaman konsep lainnya, keterampilan menafsirkan juga dapat meningkat berkat bantuan pembelajaran model PjBL itu sendiri (Nurtriyyana, Maharani & Yulianto, 2024). Kedua pada indikator mencontohkan, hasil pre-test menunjukkan persentase pre-test sebesar 54% mengalami kenaikan menjadi 89% pada uji post-test. Dalam indikator ini peserta didik diberikan soal untuk memberikan contoh penanganan atau upaya pencegahan masalah perubahan iklim, baik berdasarkan permasalahan yang disajikan dalam bentuk gambar maupun tidak. Sebagian peserta didik mayoritas mendapatkan skor 3 karena dapat menjawab dengan benar dan tepat. Namun, adapun yang masih cenderung keliru saat menjawab, sehingga mendapatkan skor 2 atau 1. Hal ini menunjukkan adanya juga ketercapaian peserta didik pada indikator pemahaman konsep kedua.

Kemudian indikator yang ketiga, yaitu mengklasifikasikan memperlihatkan peningkatan yang cukup drastis dari 36% saat pre-test menjadi 95% saat post-test, terurai atas dua indikator tujuan pembelajaran yang disajikan pada soal. Peserta didik terlihat semakin mampu dalam mengklasifikasikan atau mengelompokkan suatu informasi, dalam hal ini adalah bentuk-bentuk perubahan iklim itu sendiri. Dimana kemampuan mengklasifikasikan di sini tergolong penting dalam memahami struktur pengetahuan secara sistematis. Peningkatan yang signifikan ini tidak lepas dari penerapan model PjBL berbasis ESD yang menempatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran melalui proyek-proyek bermakna yang berkaitan langsung dengan isu krisis iklim di lingkungan sekitar mereka. Dengan keterlibatan langsung tersebut, peserta didik memperoleh pengalaman konkret dalam mengamati, membedakan, dan mengelompokkan berbagai fenomena perubahan iklim, sehingga pemahaman mereka terhadap konsep semakin mendalam dan terstruktur. Penelitian oleh Anwar, Bayani & Hulyadi (2024), menunjukkan bahwa model E-PjBL dibantu simulasi komputasi berhasil meningkatkan kompetensi interpretasi data dan literasi lingkungan siswa, di mana siswa diberi kesempatan untuk secara langsung mengamati bukti-bukti, membedakan variabel, dan mengelompokkan fenomena lingkungan sebagai bagian dari proyek mereka. Selanjutnya kemampuan

merangkum pada indikator keempat meningkat dari 47% menjadi 92%. Hal ini menunjukkan bahwa setelah pemberian treatment, peserta didik lebih mampu menangkap inti informasi dan menyusunnya kembali secara ringkas. Keterampilan merangkum menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya memahami materi, tetapi juga dapat menyaring informasi penting secara efektif. Indikator kelima, yaitu “menyimpulkan” memperlihatkan peningkatan dari 36% ke 68%, menunjukkan bahwa peserta didik mulai mampu menarik kesimpulan dari data atau informasi yang disajikan. Meskipun belum setinggi indikator lain, peningkatan ini tetap signifikan dan mencerminkan kemampuan berpikir analitis yang mulai berkembang. Peningkatan pada indikator keenam “membandingkan” menghasilkan persentase dari nilai 29% ke 63%, menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam melihat persamaan dan perbedaan antara dua konsep atau situasi. Walaupun masih tergolong rendah dibandingkan indikator lain, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep peserta didik mulai tumbuh meski masih perlu ditingkatkan lebih lanjut.

Indikator terakhir yang ketujuh, yaitu “menjelaskan” menunjukkan adanya peningkatan dari 65% menjadi 90%, yang berarti bahwa peserta didik semakin mampu menjelaskan suatu konsep dengan bahasa mereka sendiri. Ini merupakan capaian yang baik karena kemampuan menjelaskan mencerminkan pemahaman konsep secara utuh dan kepercayaan diri dalam menyampaikan informasi. Peningkatan pada semua indikator menunjukkan bahwa treatment yang diterapkan efektif dalam mengembangkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Terutama pada aspek mengklasifikasikan, menafsirkan, dan merangkum, yang mengalami lonjakan besar. Sementara itu, indikator seperti membandingkan dan menyimpulkan masih memerlukan penguatan lebih lanjut dalam proses pembelajaran ke depan. Beberapa penelitian terdahulu mendukung temuan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan *Education for Sustainable Development* (ESD) sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa, terutama terkait isu lingkungan dan perubahan iklim. Sebagai contoh, penelitian *The Implementation of Project Based Learning to Enhance Students' Understanding of Environmental Conservation and Disaster Mitigation* menunjukkan bahwa penerapan PjBL pada siswa SMP meningkatkan pemahaman mereka terhadap konservasi lingkungan dan mitigasi bencana ke tingkat kategori *excellent* dan *good* (Londa & Kamaruddin, 2023). Penelitian tersebut memperlihatkan bahwasannya model PjBL itu sendiri dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik menjadi lebih baik. Hasil penelitian juga dapat diperkuat oleh kajian literatur terdahulu yang menyatakan bahwa pembelajaran ESD dalam pendidikan perubahan iklim memberikan berbagai gambaran umum terkait kegiatan apa saja yang dapat dilakukan untuk mengimplementasikan ESD dengan topik perubahan iklim, salah satunya adalah dengan menerapkan model PjBL dengan menanamkan nilai-nilai berkelanjutan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berbasis Education for Sustainable Development (ESD) terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep “krisis iklim” pada peserta didik fase B sekolah dasar. Hal ini ditunjukkan melalui peningkatan skor pre-test yang awalnya berada pada rata-rata 19,16 menjadi 34,56 pada post-test, dengan rata-rata peningkatan sebesar 15,40. Hasil uji normalitas gain (N-gain) menunjukkan nilai sebesar 0,79 yang berada pada kategori efektivitas tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual terhadap isu-isu lingkungan nyata mampu memperdalam pemahaman konseptual mereka secara signifikan. Sejalan dengan hasil yang diperoleh, beberapa saran dapat diberikan untuk pengembangan pembelajaran dan penelitian selanjutnya. Pertama, penting bagi pendidik dan perancang pembelajaran untuk memahami secara menyeluruh prinsip-prinsip ESD agar implementasi model PjBL dapat berlangsung secara berkelanjutan dan bermakna. Kedua, penelitian lanjutan disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor kontekstual seperti karakteristik peserta didik, lingkungan sekolah, dan dukungan fasilitas yang dapat memengaruhi efektivitas pelaksanaan model. Ketiga, guru diharapkan dapat mulai mengexplorasi dan menerapkan model pembelajaran inovatif berbasis proyek guna mendorong keterlibatan aktif siswa dan penguatan nilai-nilai keberlanjutan. Keempat, pembelajaran berbasis proyek hendaknya juga diarahkan untuk mengembangkan keterampilan sosial peserta didik, seperti kerja sama, tanggung jawab, dan saling menghargai melalui kerja kelompok yang terstruktur.

DAFTAR RUJUKAN

7,2 Juta Ton Sampah di Indonesia Belum Terkelola Dengan Baik. (2023). <https://www.kemenkopmk.go.id/72->

- juta-ton-sampah-di-indonesia-belum-terkelola-dengan-baik (diakses 22 Desember 2024)
- Adi, A. C. (2024). *Indonesia Rentan Perubahan Iklim, Efisiensi Energi Jadi Solusi Mitigasi*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/indonesia-rentan-perubahan-iklim-efisiensi-energi-jadi-solusi-mitigasi> (diakses 11 Januari 2025)
- Aditya, R. (2024). *BMKG: Dampak Perubahan Iklim Makin Mengkhawatirkan*. <https://www.bmkg.go.id/siaran-pers/bmkg-dampak-perubahan-iklim-makin-mengkhawatirkan> (diakses 11 Januari 2025)
- Agusdianita, N., Tarmizi, P., Yusnia, & Inzoni. (2023). Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Pada Mata Kuliah Kewirausahaan. *Seminar Nasional Inovasi Pendidikan Ke-7*, 6(3), 155–159. <https://jurnal.uns.ac.id/SHES/article/view/82318/43386>
- Ahmad, F. J. (2022). Climate change : A Global Crisis. *Pakistan Journal Of Health Sciences*, 3(5), 54393. <https://doi.org/https://doi.org/10.54393/pjhs.v3i05.302>
- Aji, S. P., & Kartono, D. T. (2022). Kebermanfaat Adanya Sustainable Development Goals. *JOSR: Journal of Social Research*, 1(6), 507–512.
- Anders, Pape, Møller. (2015). 18. Environmental Indicators of Climate Change: Phenological Aspects. doi: 10.1007/978-94-017-9499-2_3
- Anwar, Z., Bayani, F., & Hulyadi, H. (2024). Fostering Student Competence in Data Interpretation and Environmental Literacy Through E-PjBL Model Assisted by Computational Simulation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(11), 8300–8310. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.9159>
- Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2022). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan Berkelanjutan*, 22(2021), 23–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/PLPB.222.03>
- Asrulla, Risnita, Jailani, M. S., & Jeka, F. (2023). Populasi dan Sampling (Kuantitatif), Serta Pemilihan Informan Kunci (Kualitatif) dalam Pendekatan Praktis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26320–26332.
- Atator, L. T., Hodabalo, K., & Sémihinva, A. Ben. (2024). Methane Emissions from Landfills Sites and Their Contribution to Global Climate Change in the Greater Lomé Area of Togo (West Africa). *Canadian Center of Science and Education*, 13(1), 23–40. <https://doi.org/10.5539/ep.v13n1p23>
- Ayuningtyas, A. (2024). *Efektivitas Penggunaan Media Permainan Paturang Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Finansial Peserta Didik Fase B* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/120227>
- Bąk, I. (2024). Sustainable Development Goals (SDGs): Concept and measurement. In *The Role of Financial Markets in Achieving the Sustainable Development Goals* (hal. 15–41). Elgar Online. <https://doi.org/https://doi.org/10.4337/9781035323265.00009>
- Blair, J., & Mataraarachchi, S. (2021). A Review of Landfills , Waste and the Nearly Forgotten Nexus with Climate Change. *Environments*, 8(8), 1–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/environments8080073>
- Boroombandia, A., Bozorg-Haddad, O., Baum, S., Ndehedehe, C., Zhang, K., Prodanovic, V. (2022). Basic Concepts. In: Bozorg-Haddad, O. (eds) Climate Change in Sustainable Water Resources Management. Springer Water. Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-19-1898-8_2
- Cahyani, F., Muhlis, & Kusuma, A. S. H. M. (2024). Project-Based Learning (PjBL) Learning Model on Motivation and Biology Learning Outcomes. *Jurnal Pijar MIPA*, 19(6), 938–945. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpm.v19i6.7712>
- Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. (2020). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/> (diakses 22 Desember 2024)
- Castillo, M. A. R., Álvarez, A. D. G., Prats, G. M., & Vidal, V. V. (2024). Knowledge management: strategies for the acquisition, management and transfer of knowledge in organizations. *Publicaciones e Investigacion*, 18(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22490/25394088.7588>
- Dacko, M., Płonka, A., Satoła, Ł., & Dacko, A. (2021). Sustainable Development According to the Opinions of Polish Experts. *Energies*, 14(17), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en14175325>
- Damoah, B. (2023). Reimagining Climate Change Education As A Panacea To Climate Emergencies. *IJESSS: International Journal of Environmental Sustainability and Social Science*, 4(4), 977–987.
- Eggen, E., & Hovik, L. (2023). Climate action and creative climate justice. *Nordic Journal of Art & Research*, 12(2), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.7577/ar.5657>
- Erlinawati, E., Banundari, R. S., & Nurhidayati, N. (2024). Profil pembelajaran berreferensi berorientasi ESD pada materi ekologi dan keanekaragaman hayati di SMP N 1 Wirosari Kabupaten Grobogan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 12(1), 35–44.
- EROĞLU, H. (2023). *İklim değişikliği ve türkiye iklim ölçüm ağı*. <https://doi.org/10.53478/TUBA.978-625-8352->

56-6.ch03

- Esaúl, E., Gómez, V., Suárez, G., Josefina, B., & Hernández, G. (2024). The SDGs : an approach to the study of actors and coordinated work between companies and governments Los ODS : una aproximación al estudio de los actores y trabajo coordinado entre compañías y gobiernos. *Journal of Administrative Science*, 5(10), 13–18. doi: 10.29057/jas.v5i10.11528
- Fauzi, R., & Hamdu, G. (2021). Kompetensi Guru: Pelaksanaan Pembelajaran Berkelanjutan Dan Kreativitas Berbasis ESD Di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1784–1797. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.675>
- Fauziyah, S., & Hamdu, G. (2022). Implementasi E-Lkpd Berbasis ESD Pada Kompetensi Berpikir Kritis Di SD. *Attadib: Journal of Elementary Education*, 6(1), 172–179.
- Filho, W. L., Wall, T., Salvia, A. L., Alzira, M., Dinis, P., & Mifsud, M. (2023). The central role of climate action in achieving the United Nations ' Sustainable Development Goals. *Dental Scientific Reports*, 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47746-w>
- Fitria, A., & Hamdu, G. (2021). Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Untuk Perangkat Pembelajaran Berbasis Education For. *JINOTEP (Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran)*, 8(2), 134–145. <https://doi.org/10.17977/um031v8i22021p134>
- Gabric, A. J. (2023). The Climate Change Crisis : A Review of Its Causes and Possible Responses. *Atmosphere*, 14(7), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/atmos14071081>
- Galaz, V. (2020). Climate and Environmental Crises. *Oxford Research Encyclopedia of Politics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.1602>
- Guterres, A. (2024). *United Nations Secretary-General ' s Call to Action on Extreme Heat* (Nomor 7). https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/unsg_call_to_action_on_extreme_heat_for_release.pdf
- Haj, N. H. Al, & Nasution, F. (2023). Pengajaran yang Efektif terhadap Perkembangan Psikologi Peserta Didik. *Jurnal Dirosah Islamiyah*, 5(2), 420–426. <https://doi.org/10.17467/jdi.v5i2.2976>
- Hasanah, U. (2024). Pengembangan Media Film Edukasi Model Pjbl Berbasis Mohuyula Untuk Membentuk Literasi Dasar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 8(1), 221–242. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i1.1281>
- Hermawan, A. N. (2024). *Efektivitas Media Pembelajaran Kubus Warna Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Nilai Tempat Pada Siswa Kelas I Sekolah Dasar* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <https://repository.upi.edu/120102/>
- Hidayat, I. F., Asih, I., Yandhari, V., & Pamungkas, T. (2020). Efektivitas Pendekatan Realistic Mathematics Education (RME) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas V. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(1), 106–113.
- Jamaludin, Z. Z. (2022). E-Modul Keanekaragaman Hayati Berbasis Education For Sustainable Development Untuk Mendukung Implementasi Flipped Learning. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(4), 1550–1570. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31949/jcp.v8i2.3090 p-ISSN:>
- Kapilashrami, M. (2023). Climate Action: From Multilateral Negotiations To Implementation. In *Handbook of Multi-Level Climate Actions* (hal. 101–125). <https://doi.org/https://doi.org/10.4337/9781802202458.00013>
- Karpicke, J. D., & O'Day, G. M. (2024). Elements of Effective Learning. In *The Oxford Handbook of Human Memory* (hal. 2035–2059). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190917982.013.70>
- Krzysztof, Cygańczuk., Paweł, Janik. (2021). 5. The Threat of Environmental Pollution with Harmful Substances, on the Example of Uncontrolled Fires in Landfills and Actions Aimed at Reducing it. doi: 10.12845/SFT.57.1.2021.6
- Laela, F. N., Khoiri, A., & Sugiyanto, B. (2024). Efektivitas Penerapan Education for Sustainable Development Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Sustainability Consciousness Siswa Kelas 4 MI Ma'arif Kliwonan Wonosobo Pada Mata Pelajaran IPAS Tahun Pelajaran 2023 / 2024. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(2), 2968–2972.
- Lanfermann, F., Schmitt, S., & Wollstadt, P. (2023). Understanding Concept Identification as Consistent Data Clustering Across Multiple Feature Spaces. *Cornell University: Arxiv Journal*, 2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.05525>
- L. L. Barth, P. Hilpert, L. Kaschub, W. A. Reichardt, F. Mostajeran and F. Steinicke. (2022). Heated Escape: A Virtual Reality Serious Game on the Urgency of the Climate Crisis. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, 338–341. doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct57072.2022.00074.

- Londa, T. K., & Kamaruddin, K. (2023). The Implementation of Project Based Learning to Enhance Students' Understanding of Environmental Conservation and Disaster Mitigation. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(2), 153–160. <https://doi.org/10.26618/jpf.v11i2.10574>
- Mahlianurrahman, M., & Aprilia, R. (2022). Menyusun Cerita Praktik Baik Pembelajaran Berbasis Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar. *Jurnal Anugerah*, 4(1), 43–49. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v4i1.4283>
- Malakar, K. Das, Kumar, M., Anand, S., & Kuzur, G. (2023). Climate Crisis and Socio-Ecological Sustainability. In *Climate Change and Socio-Ecological Transformation* (hal. 439–494). Springer Singapore. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-99-4390-6>
- Malla, F. A., Ahmed, M., Malla, A. A., Bandh, S. A., & Sofi, N. A. (2024). Waste Management in Past, Present, and Future. In *Integrated Waste Management* (1 ed., hal. 20). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781003359326-11>
- Manheim, D. C., Yesiller, N., Hanson, J. L., & Blake, D. R. (2024). Climate impacts of landfill gas emissions : Analysis for 20-year and 100-year time horizons. *ELSEVIER: Learning and Instruction*, 186(June), 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.06.015>
- Mardiatmoko, G. (2021). 4. We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists ,for scientists TOP 1 % Climate Change in Indonesia. doi:10.5772/INTECHOPEN.97027
- Mayasari, D., & Habeahan, N. L. S. (2021). The Ability Of Students' Conceptual Understanding In Completing Story Problems On Mathematics. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ipa*, 12(2), 123–136.
- Nokes, C. (2023). Effective Learning in the Modern Classroom. *Journal for Learning through the Arts*, 18(1). doi: 10.21977/d918154081
- Nugroho, L. A., & Raafi, M. (2024). Mitigating Climate Crisis : Integrating Climate Education into Educational System for Social Welfare Enhancement in Indonesia. *Journal of Asian Social Science Research*, 6(1), 29–60. doi: 10.15575/jassr.v6i1.88
- Nurtriana, I., Maharani, E. T. W., & Yuliyanto, E. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based learning (PjBL) terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik kelas V Sekolah Dasar pada Materi IPA. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(9), 783–797. <https://doi.org/10.59141/japendi.v5i9.4302>
- OCHA, U. (2022). The climate crisis is a humanitarian crisis. In *Global Humanitarian Overview 2023* (hal. 28–31). <https://doi.org/https://doi.org/10.18356/9789210024136c007>
- Olsson, G. (2022). Climate Today. In *Water Interactions – A Systemic View: Why we Need to Comprehend the Water-Climate-Energy-Food-Economics-Lifestyle Connections*. IWA Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.2166/9781789062908_0019
- Pertiwi, U., Khuzaini, N., Beneditha, Cristin, A., & Clara, F. (2023). I Mind Map Application Needs Analysis to Improve Students Mathematical Concept Understanding Ability. *Al-Hijr: Journal of Adulearn World*, 1(4), 221–228. <https://doi.org/https://doi.org/10.55849/alhijr.v1i4.530>
- Perwitasari, S. I., Hariyono, E., & Susantini, E. (2023). Implementation of ESD (Education for Sustainable Development) in Climate Change Learning: A Literature Review. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 399–415. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i4.317>
- Popovski, V. (2024). Climate Change as an Existential Threat : Translating Global Goals into Action. 54, 127–139. <https://doi.org/10.3233/EPL-239025>
- Pratiwi, E. M., Gunawan, G., & Ermiana, I. (2022). Pengaruh Penggunaan Video Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 381–386. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.466>
- Rahmah, D. M. (2022). Perubahan Iklim Dalam Pendidikan Ipa Berkelanjutan. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(2), 20–25. <https://jurnal.uns.ac.id/jsei/article/view/70940>.
- Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.22219/jp2sd.v10i1.19850>
- Rosidah, A., & Widaninngsih, W. (2023). Penerapan Model Pembelajaran PJBL (Project Based Learning) Pada Mata Pelajaran IPA di Sekolah Dasar. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 7415–7423.
- Sadikin, A., Rusdi, M., Hasibuan, M. H. E., & Siburian, J. (2024). Improving teaching quality: Development of the PjBL microteaching model for prospective biology teachers. 17(2), 523–532. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.45294>
- Šafranji, J., Katić, M., & Zivlak, J. (2020). Classification in scientific and technical writing. *International Symposium on Graphic Engineering and Design*, 1, 469–474. <https://doi.org/10.24867/GRID-2020-p52>
- Şahin, A. D. (2024). İklim Değişikliğinin Kıbrıs'a Etkileri ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. In *İklim Değişikliği Çerçeveinde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Su Yönetimi* (hal. 169–194).
- Sengkey, D. J., Sampoerno, P. D., & Aziz, T. A. (2023). Kemampuan pemahaman konsep matematis : sebuah kajian

- literatur. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(1), 67–74.
- Septiani, E. (2020). Education for Sustainable Development (ESD) Berbasis Perubahan Iklim dalam Pendidikan IPS. *Prosiding Seminar Nasional FISIP UNNES*, 16–28. <https://proceeding.unnes.ac.id/psnf/article/view/2912>
- Sihombing, J. T., Ratmaningsih, N., & Supriadi, A. (2024). Project Based Learning Berorientasi Education for Sustainable Development: Peran Guru IPS Dalam Meningkatkan Komunikasi dan Kolaborasi Siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 4893–4902.
- Sonia, S., Kurniawan, Y., & Muliyani, R. (2021). Penerapan model pembelajaran project based learning (PjBL) terhadap pemahaman konsep siswa pada materi suhu dan kalor. *Journal of Educational Review and Research*, 4(1), 14–20. <https://doi.org/10.26737/jerr.v4i1.2437>
- Sutarini, Sutikno, Rosadi, M., & Juwita, P. (2024). Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Mendesain Media Pembelajaran Berbasis Literasi Pada Mata Kuliah Bahasa Indonesia SD 1 UMN Al Washliyah. *Jurnal Pendidikan West Science*, 02(02), 129–139.
- Syahri Ramdhani, S., Susanti, R., & Meilinda. (2024). Cognitive Level of Program for International Student Assessment (PISA) Questions Based on the Revised Bloom's Taxonomy. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(2), 104–112. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.2.785>
- Tang, K. H. D. (2022). A model of behavioral climate change education for higher educational institutions. *Environmental Advances*, 9(6), 100305. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100305>
- Thamilmaraiselvi, B., Bhuvaneswari, P., Steffi, P., & Sangeetha, K. (2024). Solid Waste Management. In *Waste Management and Treatment* (1 ed., hal. 11). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781003258377-4>
- The Climate Crisis Is A Humanitarian Crisis*. (2021). <https://www.un.org/en/climatechange/the-climate-crisis-is-a-humanitarian-crisis>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation. https://bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. In *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://doi.org/10.54675/cgba9153>
- Verma, J., Malik, R., & Agarwal, R. (2023). Climate Change. In K. Sood, S. Grima, P. Young, E. Ozen, & B. Balusamy (Ed.), *The Impact of Climate Change and Sustainability Standards on the Insurance Market*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781394167944.ch13>
- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023). *Education for Sustainable Development: Bagaimana urgensi dan peluang penerapannya pada Kurikulum Merdeka?* Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan: *Jurnal Riset dan Praktik*, 1(1), 10–19.
- Wahyuni, M. (2020). Statistik Deskriptif Untuk Penelitian Olah Data Manual dan SPSS versi 25. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Wahyuni, N. (2014). *Uji Validitas dan Reliabilitas*. Binus University. <https://qmc.binus.ac.id/2014/11/01/u-j-i-v-a-l-i-d-i-t-a-s-d-a-n-u-j-i-r-e-l-i-a-b-i-l-i-t-a-s/> (diakses pada tanggal 28 Februari 2025)
- What is Climate Change?* (2024). United Nations. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> (diakses 10 Januari 2025)
- White, R. (2024). Climate Change. *Oxford Research Encyclopedia of Criminology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264079.013.762>
- Yang, P., Wang, G., Xiao, Z., Tsionis, A. A., Feng, G., Liu, S., & Zhou, X. (2021). Climate: a dynamical system with mismatched space and time domains. *Clim Dyn*, 56(5), 3305–3311. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00382-021-05646-7>
- Zuhra, A., & Angkasari, W. (2023). Pengatur Pengaturan Hukum Internasional Terhadap Limbah Makanan dan Dinamikanya di A. Pendahuluan yang semakin memprihatinkan di seluruh dunia karena produksi sampah makanan , yang dapat menyebabkan. *Uti Possidetis: Journal of International Law*, 4(3), 340–374
- Zulfah, N. L. N., Purnamasari, S., & Abdurrahman, D. (2024). Implementasi problem based learning (PBL) terintegrasi education for sustainable development (ESD) terhadap literasi lingkungan siswa pada topik energi. *JKPI : Jurnal Kajian Pendidikan IPA*, 4(1), 299–304.