

Pemanfaatan SDG 12 dalam Pembelajaran IPAS untuk Menumbuhkan Perilaku Peduli Lingkungan Siswa Kelas IV

Erina Sopyani¹, Fitria Nurulaeni²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nusa Putra

Surel: erina.sopyani_sd23@nusaputra.ac.id¹, fitria.nurulaeni@nusaputra.ac.id²

Abstract

Waste accumulation and low environmental care were also faced by SD Negeri 01 Karangtengah, prompting the school to develop the BESTI Program (Waste-Free Savings Investment) without Adiwiyata status. This study describes SDG 12 integration into IPAS learning, teachers' use of school-based environmental activities to implement it, and the formation of Grade IV students' environmental care behavior. A qualitative *single case study* involved the Grade IV teacher, the program's initiating teacher, and five Grade IV students chosen through *purposive sampling*, conducted over two weeks (18 May to 1 June 2026) in Cibadak, Sukabumi, through preparation, field implementation, analysis, and reporting stages. Data were collected via semi-structured interviews, participant observation, and documentation, analyzed using the Miles, Huberman, and Saldaña model with source and method triangulation. Results show SDG 12 was integrated across planning, implementation, and evaluation, reinforced by the BESTI Program, with 80% (4 of 5) students spontaneously picking up litter unprompted. The study concludes that synergy between learning and school habituation effectively fosters environmental care behavior without Adiwiyata status, recommending curriculum-aligned environmental programs and more standardized measurement instruments.

Keywords: SDG 12, Natural and Social Sciences Learning, Environmental Care Behavior, School-Based Environmental Program, BESTI Program

Abstrak

Permasalahan sampah dan rendahnya kepedulian lingkungan turut dihadapi SD Negeri 01 Karangtengah, mendorong sekolah mengembangkan Program BESTI (Bebas Sampah Tabungan Investasi) tanpa status Adiwiyata. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan integrasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS, pemanfaatan kegiatan sekolah berbasis lingkungan sebagai sarana implementasinya, serta proses terbentuknya perilaku peduli lingkungan siswa kelas IV. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif desain *single case study*, melibatkan guru kelas IV, guru penggagas Program BESTI, dan lima siswa kelas IV yang dipilih melalui *purposive sampling*, dilaksanakan dua minggu (18 Mei sampai 1 Juni 2026) di SD Negeri 01 Karangtengah, Cibadak, Sukabumi, melalui tahap persiapan, pelaksanaan lapangan, analisis, dan penyusunan laporan. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi partisipan, dan studi dokumentasi, dianalisis dengan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña serta triangulasi sumber dan teknik. Hasil menunjukkan SDG 12 terintegrasi pada tahap perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran, diperkuat Program BESTI, dengan 80% (4 dari 5) siswa menunjukkan kepedulian spontan memungut sampah tanpa instruksi. Penelitian menyimpulkan sinergi pembelajaran dan pembiasaan sekolah efektif membentuk perilaku peduli lingkungan meski tanpa status Adiwiyata, sehingga direkomendasikan pengembangan program lingkungan berbasis kurikulum dan instrumen pengukuran yang lebih terstandarisasi.

Kata Kunci: SDG 12, Pembelajaran IPAS, Perilaku Peduli Lingkungan, Program Sekolah Berbasis Lingkungan, Program BESTI

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan menjadi salah satu tantangan global yang semakin serius akibat meningkatnya timbulan sampah, pencemaran lingkungan, serta pola konsumsi dan produksi yang belum berkelanjutan. United Nations Environment Programme (UNEP, 2024) dalam *Global Waste Management Outlook 2024* melaporkan bahwa timbulan sampah kota diperkirakan tumbuh dari 2,3 miliar ton pada 2023 menjadi 3,8 miliar ton pada 2050 apabila pola konsumsi dan produksi saat ini tidak diubah. Produksi plastik dunia juga telah mencapai sekitar 430 juta ton per tahun, tetapi hanya sekitar 9% yang berhasil didaur ulang secara mekanis (UNEP, 2023). Fenomena tersebut turut terjadi di Indonesia; data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional mencatat timbulan sampah nasional tahun 2024 mencapai 33,79 juta ton dan Indonesia masih menjadi salah satu penyumbang sampah plastik ke laut terbesar di dunia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [KLHK], 2024). Kondisi ini menegaskan bahwa krisis sampah tidak semata soal keterbatasan infrastruktur pengelolaan, melainkan juga akar perilaku konsumsi masyarakat sehari-hari (Steg & Vlek, 2009). Sebuah tinjauan meta-analitik terbaru menunjukkan bahwa intervensi yang menysasar perilaku peduli lingkungan justru memberikan efek yang lebih besar ketika diberikan pada anak usia dini dibandingkan pada remaja atau orang dewasa (Świątkowski et al., 2024), sehingga pembentukan perilaku tersebut perlu dimulai sejak jenjang sekolah dasar, saat kebiasaan dan karakter peserta didik mulai terbentuk dan cenderung bertahan hingga dewasa (Evans et al., 2018).

Pendidikan memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan berkelanjutan melalui implementasi *Sustainable Development Goals* (SDGs). Perserikatan Bangsa-Bangsa menetapkan 17 tujuan dan 169 target pembangunan berkelanjutan sebagai komitmen bersama untuk mewujudkan kesejahteraan sosial, ekonomi, dan lingkungan (United Nations, 2015). Implementasi SDGs pada sektor pendidikan diperkuat melalui konsep *Education for Sustainable Development* (ESD) yang menekankan pentingnya membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap yang mendukung keberlanjutan (UNESCO, 2017, 2020). Kajian terbaru terhadap implementasi ESD di jenjang sekolah dasar menegaskan bahwa keberhasilan integrasi nilai keberlanjutan sangat bergantung pada sejauh mana guru memahami relevansi tujuan global tersebut dengan pengalaman belajar konkret siswa, bukan sekadar sebagai materi tambahan yang berdiri sendiri (Lamanauskas & Malinauskienė, 2024). Dengan demikian, ESD menuntut penerjemahan agenda global ke dalam praktik pembelajaran sehari-hari yang kontekstual dengan lingkungan siswa.

Di antara ketujuh belas tujuan tersebut, SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab memiliki relevansi tinggi dengan konteks sekolah dasar, khususnya Target 12.5 dan 12.8 yang berkaitan langsung dengan pengurangan timbulan sampah, penerapan prinsip *reduce-reuse-recycle*, serta penyediaan informasi yang mendorong gaya hidup selaras alam. Namun demikian, sebuah studi validasi skala sikap guru menemukan bahwa meskipun mayoritas guru memiliki sikap positif terhadap SDG 12, hanya sebagian kecil yang pernah memperoleh pelatihan

khusus mengenai, dan topik ini lebih sering diajarkan di jenjang pendidikan dasar dibanding jenjang menengah (Cuesta et al., 2024). Temuan ini memperkuat pentingnya mendorong keterlibatan guru sekolah dasar secara lebih aktif dalam menerjemahkan SDG 12 ke dalam praktik kelas, sebagaimana ditunjukkan pula oleh program penguatan kompetensi calon guru dalam mengintegrasikan konsumsi bertanggung jawab ke dalam pembelajaran (López-Fernández et al., 2026). Dengan demikian, SDG 12 bukan sekadar konsep abstrak, melainkan kerangka kerja yang dapat diterjemahkan menjadi indikator perilaku konkret di ruang kelas.

Pembentukan perilaku peduli lingkungan tidak dapat dipahami secara linear semata dari pengetahuan menuju tindakan. Model *Responsible Environmental Behavior* dari Hines, Hungerford, dan Tomera (1987) menegaskan bahwa pengetahuan lingkungan, sikap dan tanggung jawab personal, serta keterampilan bertindak merupakan komponen yang saling berkaitan dalam terbentuknya perilaku lingkungan. Bamberg dan Möser (2007) menambahkan bahwa hubungan antara pengetahuan dan perilaku turut dipengaruhi oleh norma, sikap, dan faktor motivasional lain yang mendorong seseorang untuk benar-benar bertindak. Pada populasi anak-anak secara khusus, intervensi yang dirancang dengan pendekatan partisipatif dan pengalaman langsung terbukti lebih efektif meningkatkan perilaku pro-lingkungan dibandingkan pendekatan yang hanya bersifat informatif (Świątkowski et al., 2024), sementara pendekatan yang menyelaraskan aktivitas keberlanjutan dengan motif personal peserta didik turut terbukti meningkatkan keterlibatan mereka secara berkelanjutan (van de

Wetering et al., 2025). Temuan-temuan ini menjadi dasar penting untuk memahami bagaimana pengetahuan, sikap, dan tindakan siswa sekolah dasar dapat dibentuk secara terintegrasi melalui pembelajaran dan pembiasaan.

Karakteristik perkembangan kognitif peserta didik sekolah dasar juga perlu menjadi pertimbangan dalam merancang pembelajaran bermuatan SDG 12. Menurut teori perkembangan kognitif Piaget, anak usia sekolah dasar berada pada tahap operasional konkret sehingga lebih mudah memahami konsep abstrak melalui objek, peristiwa, dan pengalaman nyata (dalam Desmita, 2014). Prinsip *learning by doing* yang dikemukakan Dewey (1938) menegaskan bahwa pengalaman langsung memiliki peran penting dalam proses belajar, sedangkan pendekatan *Contextual Teaching and Learning* menekankan pentingnya keterkaitan antara materi pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata siswa (Johnson, 2002). Ketiga landasan ini menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS yang memuat nilai SDG 12 akan lebih bermakna apabila disajikan melalui praktik konkret seperti pemilahan sampah atau pemanfaatan barang bekas, bukan sekadar penjelasan konseptual di dalam kelas.

Selain pembelajaran di kelas, pembentukan perilaku peduli lingkungan juga sangat dipengaruhi oleh budaya sekolah secara menyeluruh. Pendekatan *Whole School Approach* dalam ESD menempatkan sekolah sebagai lingkungan pembelajaran secara utuh, sehingga nilai keberlanjutan dipelajari tidak hanya melalui materi di kelas, tetapi juga melalui praktik dan kebiasaan sehari-hari (UNESCO, 2017), yang sejalan dengan tiga dimensi pendidikan lingkungan—*teaching about, through, dan for the environment*—yang

dikemukakan Tilbury (2011). Penelitian yang mengintegrasikan perilaku pro-lingkungan ke dalam kerangka dukungan perilaku positif berskala sekolah menemukan bahwa program yang terstruktur dan konsisten mampu memperkuat kebiasaan menjaga lingkungan secara lebih efektif dibanding kegiatan insidental (Demirtaş et al., 2025). Sejalan dengan itu, studi pada sekolah dasar penerima program Adiwiyata menemukan hubungan positif antara intensitas kegiatan berbasis lingkungan dengan sikap peduli lingkungan siswa (Mutia et al., 2025), yang mengindikasikan bahwa keberadaan program sekolah berbasis lingkungan—baik yang berstatus formal maupun inisiatif mandiri—berkontribusi signifikan terhadap pembentukan karakter peduli lingkungan siswa.

Selain faktor program dan kebiasaan, pembentukan karakter peduli lingkungan turut ditentukan oleh dimensi moral dan keteladanan orang dewasa di lingkungan sekolah. Kerangka pendidikan karakter Lickona (2013) menjelaskan bahwa perilaku bermoral berkembang melalui tahapan *moral knowing*, *moral feeling*, hingga *moral action*, sedangkan Keraf (2010) menegaskan bahwa kepedulian terhadap lingkungan perlu diwujudkan melalui keterlibatan nyata manusia dalam tindakan menjaga alam. Namun demikian, kajian terhadap remaja dalam konteks sekolah menunjukkan bahwa hambatan seperti keterbatasan sarana, minimnya penguatan berkelanjutan, dan variasi motivasi individu tetap menjadi tantangan nyata dalam menumbuhkan perilaku pro-lingkungan yang konsisten (Huoponen, 2024). Temuan ini menegaskan bahwa keteladanan guru, sistem apresiasi, dan konsistensi pembiasaan menjadi faktor penentu

keberhasilan program lingkungan di sekolah, sekaligus menjadi tantangan yang perlu diantisipasi dalam pelaksanaannya.

Permasalahan sampah dan rendahnya kepedulian lingkungan yang terjadi secara nasional juga tercermin pada konteks lokal di SD Negeri 01 Karangtengah, Kecamatan Cibadak, Kabupaten Sukabumi. Sebelum adanya intervensi khusus, sekolah ini menghadapi persoalan volume sampah yang menumpuk di lingkungan sekolah serta masih rendahnya kepedulian sebagian siswa terhadap kebersihan, meskipun sekolah ini belum berstatus Adiwiyata dan belum memiliki program lingkungan formal yang terstruktur. Kondisi tersebut mendorong pihak sekolah, khususnya guru pengagas, untuk membentuk Program BESTI (Bebas Sampah Tabungan Investasi) sebagai respons mandiri terhadap masalah sampah, sekaligus menjadikan pembelajaran IPAS sebagai sarana untuk menanamkan pemahaman siswa mengenai konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Permasalahan inilah yang menjadikan SD Negeri 01 Karangtengah sebagai lokasi yang relevan untuk dikaji secara mendalam, karena upaya penanganan sampah dan pembentukan perilaku peduli lingkungan dilakukan secara swadaya tanpa bergantung pada status sekolah berbasis lingkungan formal.

Kajian terdahulu telah menunjukkan urgensi integrasi SDGs dalam pembelajaran sains di sekolah, namun kajian empiris yang secara spesifik menjadikan SDG 12 sebagai kerangka utama pada sekolah dasar reguler masih terbatas. Firdaus (2024) mengkaji keselarasan nilai khalifah dalam pendidikan Islam dengan SDGs melalui studi literatur, sedangkan

Rosyidah (2025) meneliti peran guru PAUD dalam menumbuhkan kebiasaan peduli lingkungan tanpa pelatihan khusus. Rahmatullah dan Verawati (2024) mendemonstrasikan metode *ecobrick* pada kegiatan pengabdian masyarakat yang berhasil meningkatkan pengetahuan siswa sebesar 41%, tetapi keberlanjutannya rendah karena tidak terikat kurikulum. El Magheest dan Suryanti (2025) menemukan sikap keberlanjutan siswa SD Alam mencapai kategori sangat tinggi meski capaian kognitifnya masih di bawah kriteria ketuntasan, sementara Vilmala et al. (2022) melalui tinjauan literatur menegaskan bahwa model *Project Based Learning* dan *Problem Based Learning* paling efektif mengintegrasikan ESD ke dalam IPA. Berdasarkan telaah tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan pada tiga aspek: pertama, mempersempit fokus dari SDGs atau ESD yang bersifat umum menjadi SDG 12 Target 12.5 dan 12.8 agar indikator perilaku lebih terukur; kedua, menggunakan desain studi kasus untuk membongkar proses pembiasaan secara mendalam, berbeda dari penelitian terdahulu yang dominan bersifat eksperimen atau pengabdian sesaat; dan ketiga, berlokasi di sekolah dasar reguler yang belum berstatus Adiwiyata, sehingga temuan lebih aplikatif bagi kebijakan sekolah pada umumnya.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan integrasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS pada siswa kelas IV di SD Negeri 01 Karangtengah; (2) mendeskripsikan cara guru memanfaatkan kegiatan sekolah berbasis lingkungan sebagai sarana implementasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS; dan (3) mendeskripsikan proses terbentuknya perilaku peduli lingkungan siswa kelas

IV melalui pemanfaatan SDG 12 dalam pembelajaran IPAS. Hasil penelitian ini diharapkan memperkaya literatur mengenai implementasi ESD di jenjang sekolah dasar sekaligus memberikan model reflektif bagi guru dalam menerjemahkan agenda pembangunan berkelanjutan global ke dalam praktik pembelajaran harian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus tunggal (*single case study*) karena berfokus pada pengkajian mendalam terhadap satu fenomena spesifik dalam konteks nyata, yaitu pemanfaatan SDG 12 dalam pembelajaran IPAS dan Program BESTI di SD Negeri 01 Karangtengah, tanpa manipulasi variabel (Sugiyono, 2019; Yin, 2018). Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini berupaya memahami makna, proses, dan konteks di balik suatu fenomena sosial secara mendalam, bukan sekadar mengukur atau menguji hubungan antarvariabel secara numerik (Lim, 2025). Desain studi kasus dipilih karena fenomena yang diteliti tidak dapat dipisahkan dari konteks budaya sekolah, kebijakan kurikulum, dan interaksi sosial di lapangan, sehingga peneliti dapat mengkaji kasus secara holistik dari berbagai sudut pandang. Pendekatan ini juga sejalan dengan karakteristik studi kasus yang menekankan pentingnya batasan kasus (*bounded system*) yang jelas serta penggunaan berbagai sumber bukti secara bersamaan untuk memperoleh pemahaman yang kaya dan kontekstual mengenai suatu peristiwa nyata (Greenhalgh, 2025).

Subjek penelitian ditentukan melalui teknik *purposive sampling* (Sugiyono, 2020), yaitu strategi

pemilihan partisipan berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian, bukan berdasarkan keterwakilan populasi secara statistik (Herchline, 2025). Subjek penelitian terdiri atas guru kelas IV yang mengampu mata pelajaran IPAS sebagai informan utama, guru penggagas Program BESTI sebagai informan kunci, serta lima siswa kelas IV yang dipilih berdasarkan keterlibatan aktif dalam program, variasi jenis kelamin, dan variasi kemampuan akademik sebagai informan pendukung. Penetapan kriteria pemilihan informan secara eksplisit ini penting dilakukan untuk memperkuat kredibilitas dan transparansi proses pengambilan sampel, sehingga pembaca dapat menilai kesesuaian antara partisipan yang dipilih dengan tujuan dan pertanyaan penelitian (Herchline, 2025).

Penelitian dilaksanakan selama dua minggu, pada tanggal 18 Mei sampai dengan 1 Juni 2026, bertempat di SD Negeri 01 Karangtengah, Kecamatan Cibadak, Kabupaten Sukabumi. Lokasi ini dipilih karena sekolah tersebut belum berstatus Adiwiyata namun telah mengembangkan Program BESTI (Bebas Sampah Tabungan Investasi) secara mandiri sebagai respons atas permasalahan volume sampah di lingkungan sekolah, sehingga dinilai relevan untuk mengkaji secara mendalam proses integrasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS tanpa dukungan status sekolah berbasis lingkungan formal. Rentang waktu dua minggu dipilih dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk mengamati pelaksanaan pembelajaran IPAS secara berkelanjutan serta siklus rutin kegiatan Program BESTI, sehingga data yang diperoleh mencerminkan pola perilaku dan praktik pembelajaran yang konsisten, bukan sekadar potret sesaat.

Penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahapan yang berurutan namun tetap fleksibel menyesuaikan kondisi lapangan. Tahap pertama adalah tahap persiapan, meliputi penyusunan proposal penelitian, pengurusan izin penelitian kepada pihak sekolah, serta penyusunan instrumen berupa pedoman wawancara, lembar observasi, dan pedoman studi dokumentasi berdasarkan indikator penelitian. Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan lapangan, yaitu pengumpulan data melalui wawancara, observasi partisipan, dan studi dokumentasi secara simultan selama periode penelitian berlangsung. Tahap ketiga adalah tahap analisis data, yang dilakukan secara berkelanjutan sejak data mulai dikumpulkan (analisis selama di lapangan) hingga seluruh data terkumpul secara memadai (analisis setelah pengumpulan data selesai). Tahap keempat adalah tahap penyusunan laporan, yang mencakup penulisan hasil temuan, pembahasan, serta penarikan kesimpulan penelitian. Alur yang bersifat siklis dan berkelanjutan ini memungkinkan peneliti melakukan penyesuaian instrumen maupun fokus pengamatan apabila ditemukan data baru yang relevan selama proses penelitian berlangsung.

Data dikumpulkan melalui tiga teknik yang saling melengkapi. Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap guru dan siswa untuk menggali cara integrasi SDG 12, strategi pembelajaran, mekanisme Program BESTI, serta pengalaman dan sikap siswa. Wawancara dengan siswa dirancang secara khusus dengan memperhatikan prinsip etis dan adaptasi bahasa yang sesuai dengan usia perkembangan anak sekolah dasar, mengingat wawancara dengan anak-anak memerlukan pendekatan yang berbeda

dari wawancara dengan orang dewasa, baik dari segi durasi, struktur pertanyaan, maupun relasi kuasa antara pewawancara dan partisipan (Quintela Do Carmo et al., 2024). Observasi partisipan dilakukan secara langsung terhadap pelaksanaan pembelajaran IPAS, kegiatan Program BESTI, dan perilaku keseharian siswa terkait pengelolaan sampah, menggunakan lembar observasi yang telah disusun berdasarkan indikator penelitian. Studi dokumentasi mencakup modul ajar IPAS Bab 7 "Aku dan Kebutuhanku", buku tabungan sampah siswa, jadwal Polisi Kebersihan, serta foto kegiatan pembelajaran dan Program BESTI. Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, yang dilengkapi dengan pedoman wawancara, lembar observasi, dan pedoman dokumentasi (Sugiyono, 2019).

Data dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014) yang terdiri atas empat tahap yang berlangsung simultan: pengumpulan data, reduksi/kondensasi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Reduksi data dilakukan dengan menyaring dan mengelompokkan data mentah ke dalam tiga kategori tematik sesuai fokus penelitian, yaitu integrasi SDG 12, pelaksanaan Program BESTI, dan perilaku peduli lingkungan siswa. Proses reduksi dan pengelompokan tema ini dilakukan secara berulang hingga tidak ditemukan lagi informasi baru yang signifikan dari sumber data yang ada, sebuah kondisi yang dalam penelitian kualitatif dikenal sebagai *data saturation* dan menjadi salah satu indikator kecukupan data untuk mendukung analisis tematik yang kredibel (Naeem et al., 2024). Keabsahan data diuji melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan informasi dari

guru, siswa, dan dokumen terkait, serta triangulasi teknik, yaitu membandingkan data wawancara, observasi, dan dokumentasi, sehingga diperoleh temuan yang kredibel dan dapat dipertanggungjawabkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Integrasi SDG 12 dalam Pembelajaran IPAS

Data penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan SDG 12 dalam pembelajaran IPAS di kelas IV SD Negeri 01 Karangtengah dilakukan pada setiap tahapan pembelajaran, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Guru tidak hanya mengaitkan materi IPAS dengan isu lingkungan secara umum, tetapi juga memperkenalkan istilah SDG 12 secara eksplisit menggunakan bahasa sederhana yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar. Penjelasan yang diberikan guru menghubungkan konsep konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab dengan contoh-contoh konkret dalam keseharian siswa, seperti pengelolaan sampah, penghematan energi melalui kebiasaan mematikan lampu setelah digunakan, dan penggunaan barang secara bijak. Pola pengaitan ini dilakukan secara berulang pada setiap pertemuan pembelajaran sehingga istilah SDG 12 menjadi bagian yang cukup akrab bagi siswa, tidak hanya diperkenalkan sekali sebagai materi tambahan.

Materi IPAS yang diintegrasikan dengan SDG 12 meliputi materi pencemaran lingkungan, jenis-jenis sampah, serta Bab 7 "Aku dan Kebutuhanku" yang membahas kegiatan ekonomi. Pada materi tersebut, guru

menghubungkan konsep produsen, konsumen, dan distributor dengan perilaku konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, misalnya bagaimana menjadi konsumen yang baik dengan memilah sampah dan memanfaatkan barang bekas seperti botol menjadi kerajinan tangan. Data hasil wawancara dengan siswa menunjukkan bahwa siswa dapat mengaitkan kegiatan yang dilakukan di sekolah, seperti membuat kerajinan dari botol dan sedotan bekas, dengan konsep produksi ramah lingkungan karena memanfaatkan kembali barang yang semula akan dibuang. Siswa lain juga dapat menjelaskan keterkaitan antara peran produsen dan konsumen dengan pilihan konsumsi sehari-hari, misalnya menghindari pembelian barang dengan kemasan plastik berlebihan dan memilih barang yang dapat digunakan kembali dibandingkan barang sekali pakai. Data ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa tidak berhenti pada definisi istilah ekonomi semata, tetapi telah sampai pada tahap memberikan contoh konkret dari pengalaman pribadi mereka.

Terkait evaluasi, data menunjukkan bahwa guru tidak hanya menggunakan penilaian tertulis, tetapi juga mengamati kemampuan siswa dalam menjelaskan alasan melakukan tindakan peduli lingkungan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan sekolah. Bentuk evaluasi ini dilakukan melalui tanya jawab mengenai alasan pentingnya menghemat air atau plastik, dilanjutkan dengan pengamatan langsung terhadap penerapan perilaku tersebut oleh siswa di dalam kelas, sehingga guru dapat membandingkan antara jawaban lisan siswa dengan praktik nyata yang ditunjukkan sehari-hari. Secara keseluruhan, data observasi dan

wawancara pada bagian ini menunjukkan bahwa integrasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS dilakukan melalui empat unsur utama, yaitu pengaitan materi dengan permasalahan lingkungan di sekitar siswa, pengenalan konsep konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, penggunaan contoh konkret dari kehidupan siswa, serta pembiasaan perilaku seperti menghemat energi, mengurangi penggunaan plastik, memilah sampah, dan memanfaatkan kembali barang bekas.

Pemanfaatan Kegiatan Sekolah Berbasis Lingkungan sebagai Sarana Implementasi SDG 12

Data penelitian menunjukkan bahwa implementasi SDG 12 tidak hanya dilaksanakan melalui pembelajaran IPAS di dalam kelas, tetapi juga melalui kegiatan sekolah berbasis lingkungan berupa Program BESTI (Bebas Sampah Tabungan Investasi). Data wawancara dengan guru penggagas program menunjukkan bahwa program ini dibentuk sebagai respons langsung terhadap permasalahan volume sampah yang menumpuk di lingkungan sekolah serta masih rendahnya kepedulian sebagian siswa terhadap kebersihan pada masa sebelumnya. Data juga mencatat harapan dari pihak sekolah bahwa kebiasaan menjaga kebersihan yang dibentuk melalui program ini tidak hanya berhenti di lingkungan sekolah, tetapi juga dapat terbawa hingga ke rumah dan lingkungan tempat tinggal masing-masing siswa.

Data mengenai mekanisme pelaksanaan Program BESTI menunjukkan tahapan yang cukup terstruktur, dimulai dari instruksi yang diberikan guru kepada siswa sebelum kegiatan berlangsung. Selanjutnya, siswa melaksanakan kegiatan secara

berkelompok, dengan seorang ketua kelompok yang bertugas mengingatkan anggota lainnya selama proses berlangsung. Siswa mengumpulkan sampah dari berbagai area di lingkungan sekolah, mulai dari halaman hingga ruang-ruang kelas, kemudian melakukan pemilahan antara sampah organik dan nonorganik sesuai dengan tempat yang telah disediakan. Untuk mendorong partisipasi siswa secara berkelanjutan, sekolah menerapkan sistem apresiasi berupa Kartu Pahlawan Kebersihan yang dicatat dalam buku BESTI, di mana siswa yang aktif memilah sampah dan melaksanakan tugas piket memperoleh cap atau paraf yang hasilnya kemudian diumumkan secara berkala pada akhir bulan. Selain sistem apresiasi tersebut, data juga menunjukkan bahwa guru turut memberikan keteladanan secara langsung dalam menjaga kebersihan lingkungan, misalnya dengan mengambil dan membuang sampah yang terlihat berserakan tanpa menunggu instruksi tambahan.

Data wawancara dengan siswa mengonfirmasi bahwa mekanisme kegiatan Program BESTI telah dipahami dengan cukup baik oleh siswa, mulai dari waktu pelaksanaan yang biasanya dilakukan setelah jam istirahat, proses pengumpulan sampah di lingkungan sekolah, hingga tahap pemilahan berdasarkan jenisnya masing-masing. Data hasil observasi menunjukkan bahwa pelaksanaan Program BESTI telah menjadi bagian rutin dari kegiatan kebersihan sekolah sehari-hari. Meski demikian, data lapangan juga mencatat adanya variasi tingkat kedisiplinan antarsiswa dalam mengikuti kegiatan, serta keterbatasan waktu pelaksanaan sebagai kendala teknis yang dihadapi. Sebagai respons terhadap kendala tersebut, data menunjukkan bahwa guru

melakukan pembiasaan secara berkelanjutan, memberikan penguatan kepada siswa yang kurang aktif, serta terus melakukan sosialisasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan, sekaligus mencatat adanya rencana sekolah untuk mengembangkan pengelolaan sampah melalui bank sampah pada masa mendatang.

Proses Terbentuknya Perilaku Peduli Lingkungan Siswa

Data penelitian menunjukkan adanya perubahan perilaku peduli lingkungan siswa yang tampak pada tiga aspek, yaitu pengetahuan, sikap, dan tindakan. Pada aspek pengetahuan, data menunjukkan bahwa siswa mampu membedakan jenis-jenis sampah, menjelaskan cara pengelolaannya secara sederhana, serta menghubungkan perilaku sehari-hari dengan upaya menjaga lingkungan sekitar. Pemahaman tersebut tidak diperoleh semata-mata dari penjelasan guru di dalam kelas, melainkan diperkuat melalui keterlibatan langsung siswa dalam kegiatan mengumpulkan dan memilah sampah pada Program BESTI, sehingga siswa memperoleh pengalaman nyata sebagai pelengkap dari penjelasan konseptual yang diterima selama pembelajaran IPAS.

Pada aspek sikap, data hasil observasi menunjukkan adanya kepedulian yang muncul secara spontan dari siswa terhadap kebersihan lingkungan sekolah. Tercatat bahwa empat dari lima siswa yang diamati secara spontan memungut sampah yang jatuh di teras kelas tanpa menunggu instruksi dari guru, dan beberapa siswa lain juga terlihat mengingatkan temannya agar tidak membuang sampah sembarangan di lingkungan sekolah. Data wawancara turut mencatat bahwa

siswa menyampaikan perasaan senang dan nyaman ketika kondisi lingkungan sekolah dalam keadaan bersih. Pada aspek tindakan, data penelitian mengidentifikasi lima bentuk perilaku peduli lingkungan yang secara konsisten ditunjukkan oleh siswa, yaitu: memilah sampah sesuai jenisnya, memungut sampah dan menjaga kebersihan tanpa selalu menunggu instruksi guru, saling mengingatkan antarsiswa mengenai pentingnya kebersihan, memanfaatkan barang bekas menjadi produk yang dapat digunakan kembali seperti ecobrick dan pot tanaman, serta melakukan penghematan energi dan pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, misalnya mematikan lampu atau kipas setelah digunakan dan membawa botol minum sendiri dari rumah. Selain kegiatan di lingkungan sekolah, data juga mencatat adanya keterlibatan siswa dalam kegiatan menjaga kebersihan di luar lingkungan sekolah, salah satunya melalui kegiatan membersihkan taman kota yang dilakukan bersama guru.

Data yang terkumpul dari wawancara, observasi, dan studi dokumentasi menunjukkan pola temuan yang konsisten pada ketiga fokus penelitian. Pada aspek integrasi SDG 12, data menunjukkan keterkaitan pada setiap tahapan pembelajaran IPAS melalui pengaitan materi, penggunaan contoh konkret, dan evaluasi berbasis pengamatan perilaku, bukan semata-mata tes tertulis. Pada aspek pemanfaatan kegiatan sekolah berbasis lingkungan, data menunjukkan pelaksanaan Program BESTI yang cukup terstruktur, disertai sistem apresiasi dan keteladanan guru, meskipun masih dijumpai variasi tingkat kedisiplinan siswa dan keterbatasan waktu di lapangan. Pada aspek pembentukan perilaku peduli lingkungan, data menunjukkan

perubahan yang tampak pada ranah pengetahuan, sikap, serta tindakan siswa, yang teramati baik di lingkungan sekolah maupun pada kegiatan di luar lingkungan sekolah.

Pembahasan

Data pada bagian Hasil menunjukkan bahwa integrasi SDG 12 dalam pembelajaran IPAS di SD Negeri 01 Karangtengah dilakukan secara sistematis pada tahap perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi, bukan sekadar disisipkan sebagai materi tambahan. Temuan ini berbeda dari kajian Firdaus (2024) yang baru sebatas mengkaji keselarasan nilai khalifah dalam pendidikan Islam dengan SDGs melalui studi literatur tanpa data lapangan. Jika kajian tersebut masih berada pada tataran konseptual, temuan penelitian ini memperlihatkan bagaimana guru menerjemahkan agenda global tersebut ke dalam praktik kelas secara konkret, misalnya melalui pengaitan berulang antara istilah SDG 12 dengan tindakan penghematan energi dan pengelolaan sampah. Pola ini sejalan dengan argumen bahwa keberhasilan integrasi ESD di sekolah dasar sangat bergantung pada kemampuan guru menghubungkan tujuan global dengan pengalaman belajar konkret siswa, bukan menjadikannya konsep yang berdiri sendiri (Lamanauskas & Malinauskienė, 2024).

Kemampuan siswa mengaitkan konsep produsen, konsumen, dan distributor pada Bab 7 "Aku dan Kebutuhanku" dengan perilaku konsumsi bertanggung jawab menunjukkan bahwa penerjemahan SDG 12 ke dalam materi ekonomi berjalan efektif meskipun guru tidak memperoleh pelatihan khusus. Temuan ini perlu dicermati kritis, mengingat studi validasi skala sikap guru terhadap SDG 12 pada 400 guru jenjang

dasar dan menengah menemukan bahwa hanya 28% di antaranya pernah memperoleh pelatihan khusus mengenai topik tersebut (Cuesta et al., 2024). Fakta bahwa guru kelas IV pada penelitian ini mampu menerjemahkan SDG 12 secara kontekstual tanpa pelatihan formal mengindikasikan bahwa pemahaman intuitif guru dapat menjadi jalan alternatif ketika pelatihan formal belum tersedia merata, sekaligus menegaskan pentingnya penguatan kompetensi guru dalam menerjemahkan *responsible consumption* ke ruang kelas, sebagaimana diupayakan pada konteks lain (López-Fernández et al., 2026).

Pendekatan evaluasi yang tidak hanya mengandalkan tes tertulis, tetapi juga tanya jawab lisan dan pengamatan perilaku, memberikan gambaran berbeda dari temuan El Magheest dan Suryanti (2025) pada siswa SD Alam, yang melaporkan sikap keberlanjutan siswa mencapai kategori sangat tinggi namun capaian kognitifnya masih di bawah kriteria ketuntasan. Kesenjangan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh instrumen evaluasi yang masih berpusat pada tes kognitif formal, sementara data pada penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi lisan yang dipadukan dengan pengamatan perilaku memungkinkan guru menangkap pemahaman siswa yang tidak selalu terekam melalui tes tertulis. Dengan demikian, model evaluasi campuran yang digunakan berpotensi menjembatani penilaian pada ranah kognitif dan afektif secara bersamaan.

Data mengenai Program BESTI menunjukkan mekanisme terstruktur—mulai dari instruksi guru, kerja kelompok, hingga sistem apresiasi Kartu Pahlawan Kebersihan—yang tertanam dalam rutinitas harian sekolah. Karakteristik ini kontras dengan temuan Rahmatullah dan Verawati (2024) pada

kegiatan pengabdian masyarakat berbasis metode *ecobrick*, yang meskipun berhasil meningkatkan pengetahuan siswa sebesar 41%, keberlanjutannya dilaporkan rendah karena tidak terikat kurikulum. Data pada penelitian ini justru memperlihatkan bahwa Program BESTI tetap berjalan rutin karena telah menjadi bagian dari budaya sekolah, didukung sistem apresiasi dan keteladanan guru. Pola pelaksanaan yang terstruktur dan berkelanjutan ini sejalan dengan temuan bahwa program pro-lingkungan yang terintegrasi secara sistemik dalam kebiasaan sekolah cenderung lebih efektif membentuk perilaku dibandingkan kegiatan insidental (Demirtaş et al., 2025).

Data perubahan perilaku siswa—termasuk temuan bahwa empat dari lima siswa yang diamati (80%) secara spontan memungut sampah tanpa instruksi guru—menunjukkan bahwa pembiasaan melalui pembelajaran dan Program BESTI mampu mendorong perilaku peduli lingkungan tanpa pelatihan khusus bagi guru pengampunya, sejalan dengan temuan Rosyidah (2025) bahwa guru PAUD dapat menumbuhkan kebiasaan peduli lingkungan pada anak melalui pembiasaan sehari-hari tanpa pelatihan khusus. Meskipun penelitian ini tidak secara eksplisit menerapkan model *Project Based Learning* atau *Problem Based Learning* sebagai kerangka formal, unsur pengalaman langsung seperti pembuatan kerajinan dari barang bekas dan praktik pemilahan sampah pada dasarnya memuat prinsip serupa dengan kedua model tersebut, yang menurut tinjauan literatur Vilmala et al. (2022) merupakan model paling efektif dalam mengintegrasikan ESD ke dalam pembelajaran IPA.

Data pada penelitian ini menegaskan tiga aspek kebaruan yang

telah dirumuskan sebelumnya. Pertama, fokus pada Target 12.5 dan 12.8 SDG 12 membuat indikator perilaku seperti pemilahan sampah dan pengurangan plastik sekali pakai menjadi lebih terukur dibandingkan kajian SDGs atau ESD yang bersifat umum (Firdaus, 2024; Vilmala et al., 2022). Kedua, desain studi kasus berhasil membongkar proses pembiasaan secara mendalam, berbeda dari desain eksperimen atau pengabdian sesaat seperti pada Rahmatullah dan Verawati (2024) yang hanya menangkap perubahan pengetahuan jangka pendek sebesar 41% tanpa data keberlanjutan perilaku. Ketiga, lokasi penelitian di sekolah dasar reguler yang belum berstatus Adiwiyata memperlihatkan bahwa inovasi lokal seperti Program BESTI dapat berjalan efektif tanpa bergantung pada status sekolah berbasis lingkungan formal, sejalan dengan temuan bahwa intervensi pro-lingkungan pada anak usia sekolah dasar cenderung memberikan efek lebih kuat dibandingkan pada jenjang lebih tinggi (Świątkowski et al., 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa SDG 12 telah diintegrasikan secara sistematis ke dalam pembelajaran IPAS kelas IV SD Negeri 01 Karantengah pada tahap perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi, serta diperkuat melalui Program BESTI (Bebas Sampah Tabungan Investasi) yang dilaksanakan secara rutin meski sekolah belum berstatus Adiwiyata; sinergi keduanya terbukti membentuk perilaku peduli lingkungan siswa pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor, dengan temuan konkret bahwa 80% siswa yang diamati (4 dari 5 siswa) menunjukkan kepedulian spontan

memungut sampah tanpa instruksi guru, meskipun masih dijumpai kendala berupa variasi kedisiplinan antarsiswa. Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan agar guru merancang integrasi nilai lingkungan yang selaras dengan kurikulum secara konsisten, sekolah mengembangkan inovasi program berbasis lingkungan sesuai kondisi masing-masing tanpa harus bergantung pada status Adiwiyata, dan penelitian selanjutnya mengembangkan instrumen pengukuran yang lebih terstandarisasi serta menguji keberlanjutan dampak program serupa pada jenjang dan konteks sekolah yang lebih beragam.

DAFTAR RUJUKAN

- Bamberg, S., & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 14–25.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>
- Cuesta, L., López-Fernández, C., Paños, E., & Ruiz-Gallardo, J. R. (2024). Teachers' attitudes towards SDG-12: Responsible consumption and production. Development and validation of a measurement scale. *International Research in Geographical and Environmental Education*.
<https://doi.org/10.1080/10382046.2024.2399490>
- Demirtaş, Ş., Karasu, N., Afacan, K., Aykut, Ç., Karahan, M. B., & Sert, C. (2025). Integrating pro-environmental behaviors into

- school-wide positive behavioral interventions and supports for creating green schools. *Improving Schools*, 27(1), 3–19. <https://doi.org/10.1177/13654802241281185>
- Desmita. (2014). *Psikologi perkembangan peserta didik*. Remaja Rosdakarya.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Kappa Delta Pi.
- El Magheest, A. P., & Suryanti. (2025). Implementasi education for sustainable development dan pencapaian kesadaran berkelanjutan dalam pembelajaran IPA di SD alam. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(2), 267–281. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/67583>
- Evans, G. W., Otto, S., & Kaiser, F. G. (2018). Childhood origins of young adult environmental behavior. *Psychological Science*, 29(5), 679–687. <https://doi.org/10.1177/0956797617741894>
- Firdaus, F. A. (2024). Membangun kesadaran lingkungan melalui kurikulum pendidikan Islam: Kontribusi terhadap SDGs. *Jurnal TarbiyahMu*, 4(2), 13–21.
- Greenhalgh, T. (2025). Case studies: A guide for researchers, educators, and implementers. *BMJ Medicine*, 4(1), Article e001623. <https://doi.org/10.1136/bmjmed-2025-001623>
- Herchline, D. (2025). Methodological progress note: Purposeful sampling in qualitative research. *Journal of Hospital Medicine*, 20, 485–488. <https://doi.org/10.1002/jhm.13559>
- Hines, J. M., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N. (1987). Analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. *The Journal of Environmental Education*, 18(2), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00958964.1987.9943482>
- Huoponen, A. (2024). From concern to behavior: Barriers and enablers of adolescents' pro-environmental behavior in a school context. *Environmental Education Research*, 30(5), 677–699. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2180374>
- Johnson, E. B. (2002). *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. Corwin Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2024). *Sistem informasi pengelolaan sampah nasional (SIPSN): Data timbulan sampah nasional 2024*. KLHK. <https://sipsn.menlhk.go.id>
- Keraf, A. S. (2010). *Etika lingkungan hidup*. Kompas.
- Lamanauskas, V., & Malinauskienė, D. (2024). Education for sustainable development in primary school: Understanding, importance, and implementation. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 356–373.

<https://doi.org/10.30935/scimath/14685>

- Lickona, T. (2013). *Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility*. Bantam.
- Lim, W. M. (2025). What is qualitative research? An overview and guidelines. *Australasian Marketing Journal*. <https://doi.org/10.1177/14413582241264619>
- López-Fernández, C., Paños, E., García Fernández, B., & Ruiz-Gallardo, J.-R. (2026). Change your wardrobe, change the world: Empowering pre-service teachers to embrace responsible consumption. *Environmental Education Research*, 32(2), 488–521. <https://doi.org/10.1080/13504622.2025.2499910>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Mutia, T., Irawan, L. Y., Sumarmi, Meilitasari, R., & Prasad, R. R. (2025). The relationship between the Adiwiyata program based on environmental activities and students' environmental care attitudes in supporting green schools. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 20(1). <https://doi.org/10.18280/ijmdp.200103>
- Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S. (2024). Demystification and actualisation of data saturation in qualitative research through thematic analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 23. <https://doi.org/10.1177/16094069241229777>
- Quintela Do Carmo, G., Vinuesa, V., Dembélé, M., & Ayotte-Beaudet, J.-P. (2024). Going beyond adaptation: An integrative review and ethical considerations of semi-structured interviews with elementary-aged children. *International Journal of Qualitative Methods*, 23. <https://doi.org/10.1177/16094069241247474>
- Rahmatullah, S., & Verawati, N. N. S. P. (2024). Pengelolaan sampah plastik dengan metode ecobrick sebagai upaya mendukung SDGs ke-12: Konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. *Jurnal Wicara Desa*, 2(6), 536–542. <https://doi.org/10.29303/wicara.v2i6.5594>
- Rosyidah, T. H. (2025). Peran strategis guru dalam pendidikan cinta lingkungan sejak dini untuk pencapaian SDGs. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 11, 63–68.
- Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kualitatif: Untuk penelitian yang bersifat eksploratif, enterpretif,*

- interaktif, dan konstruktif. Alfabeta.
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kualitatif*. Alfabeta.
- Świątkowski, W., Surret, F. L., Henry, J., Buchs, C., Visintin, E. P., & Butera, F. (2024). Interventions promoting pro-environmental behaviors in children: A meta-analysis and a research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 96, Article 102295. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102295>
- Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: An expert review of processes and learning*. UNESCO.
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- United Nations Environment Programme. (2023). *Turning off the tap: End plastic pollution and create a circular economy*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/turning-off-tap-end-plastic-pollution-create-circular-economy>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Global waste management outlook 2024*. UNEP. <https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>
- van de Wetering, J., Grapsas, S., Poorthuis, A., & Thomaes, S. (2025). Promoting adolescents' pro-environmental behavior: A motive-alignment approach. *Journal of Research on Adolescence*, 35(1). <https://doi.org/10.1111/jora.13044>
- Vilmala, B. K., Kaniawati, I., Suhandi, A., Permanasari, A., & Khumalo, M. (2022). A literature review of Education for Sustainable Development (ESD) in science learning: What, why, and how. *Journal of Natural Science and Integration*, 5(1), 35–44. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v5i1.15342>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.