

Pelatihan Pembuatan dan Penggunaan Alat Peraga dari Limbah Elektronik sebagai Penerapan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam Kurikulum Merdeka bagi Guru di Bandarlampung

Kartini Herlina^{1*}, Abdurrahman², Chandra Ertikanto³, Anggreini⁴, Ahmad Naufal Umam⁵, Ayu Nurjanah⁶

^{1,2,3,4,5,6}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Indonesia

*E-mail: kartini.herlina@fkip.unila.ac.id

Article History:

Received:

15 Feb, 2024

Revised:

1 Mar, 2024

Accepted:

20 Mar, 2024

Published Online:

1 Apr, 2024

Abstract: *This community engagement research explores the implementation of training activities for creating and utilizing teaching aids from electronic waste as an initiative to apply the Sustainable Development Goals (SDGs) in the Merdeka Curriculum, specifically targeting physics teachers in the city of Bandarlampung. The research focuses on supportive factors such as the limited experience of teachers in crafting teaching aids from electronic waste, the infrequent application of STEM and SDGs in practical teaching, and positive collaboration with the Physics Teachers Association (MGMP Fisika). Concurrently, inhibiting factors involve constraints on time for creating teaching aids and the geographical distance among participants. The research findings indicate that the training has had a positive impact on teachers' understanding and skills, reflected in the increased post-test scores and active participation of the attendees throughout the training sessions. Despite facing challenges related to geographical distance, modern communication technology has successfully facilitated coordination and the evaluation of participants' work. The conclusion emphasizes that community engagement initiatives like this play a crucial role in addressing gaps in the implementation of SDGs in physics education, reinforcing the role of teachers as agents of change. It is anticipated that the outcomes of this research will serve as inspiration for the development of similar activities in the future, strengthening the involvement of teachers in achieving sustainable development goals.*

Keywords: *diffraction; hands-on activity; props; sustainable development goals (sdgs)*

Abstrak: Penelitian pengabdian kepada masyarakat ini mengeksplorasi implementasi kegiatan pelatihan pembuatan dan penggunaan alat peraga dari limbah elektronik sebagai upaya penerapan Sustainable Development Goals (SDGs) pada Kurikulum Merdeka, terutama bagi guru fisika di Kota Bandarlampung. Fokus penelitian mencakup faktor-faktor pendukung, seperti kurangnya pengalaman guru dalam pembuatan alat peraga dari limbah elektronik, minimnya penerapan praktikum STEM dan SDGs, dan kerjasama yang positif dengan MGMP Fisika. Sementara itu, faktor penghambat melibatkan pembatasan waktu untuk pembuatan alat peraga dan jarak geografis peserta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan ini memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan keterampilan guru, yang tercermin dalam peningkatan hasil posttest dan partisipasi aktif peserta selama pelatihan. Meskipun dihadapkan pada tantangan jarak geografis, teknologi komunikasi modern berhasil dimanfaatkan untuk memfasilitasi koordinasi dan evaluasi hasil kerja peserta. Kesimpulan menegaskan bahwa kegiatan pengabdian kepada masyarakat semacam ini berperan penting dalam mengatasi kesenjangan penerapan SDGs dalam pembelajaran fisika, memperkuat peran guru sebagai agen perubahan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi inspirasi untuk pengembangan kegiatan serupa di masa depan, memperkuat keterlibatan guru dalam pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Kata Kunci: alat peraga; difraksi sederhana; hands-on activity; sustainable development goals (sdgs)

Pendahuluan

Sustainable Development Goals (SDGs) mencakup 17 tujuan yang berbeda yang mencakup bidang seperti pemerataan ekonomi, pendidikan, lingkungan, dan hak asasi manusia (Clark, 2022; Saragih et al., 2021). SDGs penting untuk dimasukkan dalam pembelajaran karena mereka menyediakan kerangka kerja yang jelas dan komprehensif untuk mencapai pembangunan berkelanjutan di seluruh dunia. Dengan memasukkan SDGs dalam pembelajaran, peserta didik dapat belajar tentang permasalahan global yang dihadapi saat ini dan bagaimana mereka dapat berkontribusi dalam mencapai tujuan-tujuan ini (Ferguson et al., 2022; Jauhariyah et al., 2021; Raman et al., 2022).

SDGs telah diakui oleh pemerintah Indonesia sebagai salah satu dari 17 tujuan pembangunan berkelanjutan yang harus dicapai oleh negara. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 16-18 Tahun 2018 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah yang menyertakan SDGs sebagai salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa (Chayati et al., 2020). Selain itu, pemerintah juga memasukkan SDGs di dalam Kurikulum Merdeka dengan menyertakan materi pembelajaran atau topik tentang SDGs dalam mata pelajaran yang relevan.

SDGs dapat dimasukkan ke dalam pembelajaran fisika dengan memanfaatkan media pembelajaran atau alat peraga fisika yang memanfaatkan limbah-limbah yang tersedia di lingkungan sekitar (Jauhariyah et al., 2021; Kimsesiz, F. Dolgunsoz, E., & Konca, 2017; Raman et al., 2022). Hal ini dapat membantu siswa untuk memahami bagaimana fisika terkait dengan permasalahan global dan bagaimana ilmu pengetahuan dapat digunakan untuk mencapai SDGs.

Lebih lanjut, media pembelajaran fisika atau alat peraga diperlukan untuk memperkuat pemahaman konsep, membuat pembelajaran lebih interaktif, mempermudah visualisasi, dan membantu peserta didik dalam pemecahan masalah serta meningkatkan kreativitas peserta didik dalam menyelesaikan masalah dan membuat proyek yang berhubungan dengan fisika sehingga akhirnya meningkatkan kemampuan berpikir kritis (González-Sánchez et al., 2022; Perkiss et al., 2020; Robinson & Arrigoni, 2023; Uluçınar, 2021). Penggunaan alat peraga sebagai media dalam kegiatan pembelajaran akan lebih efektif untuk memberikan pengalaman nyata kepada siswa terutama pada materi yang bersifat abstrak (Menton et al., 2020; Mohd Zaki & Mohammad Zohir, 2021; Rasaili et al., 2021). Alat peraga mampu memberikan pengalaman visual kepada siswa secara langsung antara lain untuk mendorong motivasi belajar, memperjelas dan mempermudah konsep yang abstrak dan mempertinggi daya serap belajar (Herwanti et al., 2022; Rozhdestvenskaya & Korotenko, 2020).

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains yang memiliki landasan teoritik dalam pembelajaran bersifat kontekstual yang dibangun dari teori konstruktivisme. Teori ini memiliki prinsip bahwa aktivitas harus selalu mendahului analisis. Selain itu, pembelajaran sains kontekstual merupakan pembelajaran bermakna yang memungkinkan siswa menerapkan konsep-konsep sains dan berpikir tingkat tinggi (high order thinking skills) (Hamdi et al., 2022; Herwanti et al., 2022; Peedikayil et al., 2023; Rozhdestvenskaya & Korotenko, 2020; Sund &

Gericke, 2020). Konsep-konsep yang diajarkan pada pelajaran Fisika akan lebih diingat oleh peserta didik dalam proses pembelajaran dengan mendesain pembelajaran dalam bentuk hands-on activity. Melalui hands-on activity, peserta didik mendapatkan pengalaman secara langsung dalam mendapatkan atau membuktikan suatu fakta atau konsep (Haerani et al., 2023; Marwan Pulungan et al., 2022; Susanti & Wulandari, 2022). Hands-on activity juga mampu mendorong rasa ingin tahu peserta didik secara mendalam yang mampu membangkitkan minat peserta didik untuk mendapatkan pengamatan dan pengalaman dalam proses ilmiah (Aulia et al., 2018; Br. Siregar et al., 2022; Rosanti et al., 2019). Dalam penerapannya, hands-on activity umumnya menggunakan sarana laboratorium berupa alat peraga atau sejenisnya. Hands-on activity dengan memanfaatkan media pembelajaran berupa alat peraga sederhana atau kit praktikum sederhana dapat diciptakan oleh guru.

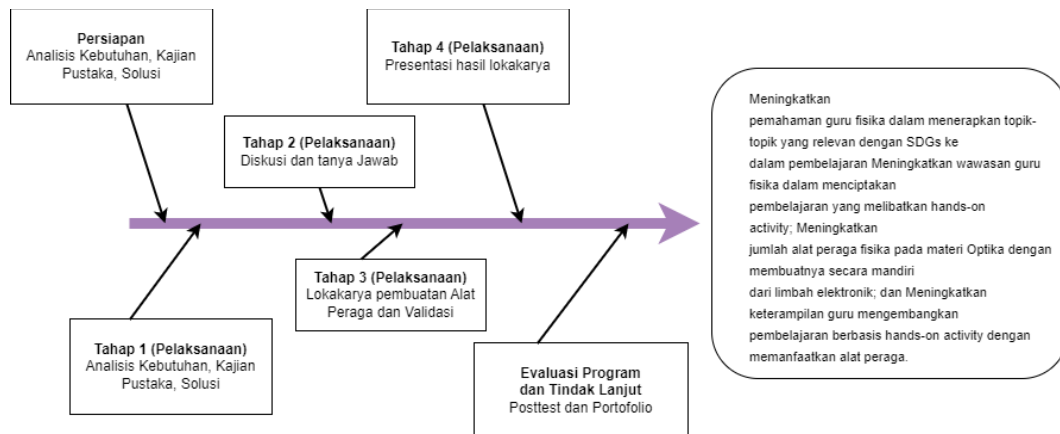
Pengetahuan dan keterampilan guru dalam mengembangkan alat peraga pembelajaran sejauh ini masih sangat minim dilakukan di Indonesia (Aulia et al., 2018). Hal ini diprediksi karena kurangnya pengalaman dan kreativitas guru dalam menciptakan alat peraga konsep dengan memanfaatkan alat dan bahan yang terjangkau dan mudah didapat, terutama dsengan memanfaatkan limbah-limbah elektronik (Aulia et al., 2018; Haerani et al., 2023).

Hasil wawancara secara langsung terhadap guru SMA yang tergabung dalam MGMP Fisika Kota Bandarlampung diketahui bahwa guru masih mengalami kesulitan dalam mendapatkan ide pembuatan alat peraga konsep dengan memanfaatkan bahan sekitar. Selain itu, dalam membelajarkan konsep di kelas, guru lebih cenderung mengajarkan konsep berdasarkan text book yang telah tersedia dan belum memasukan topik-topik yang relevan dengan pencapaian SDGs. Hal ini mengindikasikan bahwa guru belum dapat menerapkan Kurikulum Merdeka dengan baik sesuai dengan diharapkan oleh pemerintah. Para responden juga menyebutkan bahwa hands-on activity hampir tidak pernah dilakukan meskipun di sekolah terdapat laboratorium.

Lebih lanjut, berdasarkan hasil wawancara terhadap guru diketahui bahwa selain karena kurangnya kreativitas dan pengetahuan guru dalam mengembangkan alat peraga konsep, disebabkan karena keterbatasan alat peraga atau praktikum. Hal inilah yang lalu mendasari penulis untuk memberikan pelatihan pembuatan dan penggunaan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka bagi guru fisika di kota Bandarlampung. Berisi deskripsi tentang analisis situasi atau kondisi obyektif subyek pengabdian isu dan fokus pengabdian, alasan memilih subyek pengabdian, dan perubahan sosial yang diharapkan atau tujuan pengabdian masyarakat yang didukung dengan data-data kualitatif maupun kuantitatif, serta didukung dengan telaah literatur yang relevan.

Metode

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini ialah informative partisipatif-aplikatif. Tahapan pelaksanaan kegiatan ini meliputi persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

1. Persiapan
Pada tahap ini tim peneliti melakukan analisis kebutuhan, kajian pustaka, dan desain alternative solusi atas permasalahan yang dihadapi oleh mitra.
2. Pelaksanaan
Pada tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian pretest untuk mengukur pengetahuan awal mitra yang kemudian dilanjutkan dengan pemberian materi mengenai urgensi dan cara menciptakan pembelajaran yang melibatkan *hands-on activity*. Selain itu, pemberian pelatihan mengenai cara menggunakan alat peraga fisika pada materi Optika yang telah dikembangkan oleh Tim Pelaksana Kegiatan. Tahap selanjutnya, dilakukan lokakarya pembuatan alat peraga difraksi sederhana secara mandiri, validasi alat peraga, dan presentasi alat peraga yang dikembangkan.
3. Evaluasi Program dan Tindak Lanjut

Hasil dan Pembahasan

Pengabdian ini dilaksanakan di Kota Bandarlampung fokus pada pelatihan pembuatan dan penggunaan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan Sustainable Development Goals (SDGs) dalam Kurikulum Merdeka, khususnya bagi guru fisika. Kegiatan ini dibagi menjadi dua sesi, yaitu in-service training dan on-service training. Tim pengabdian mengirim undangan kepada guru fisika di Kota Bandarlampung melalui MGMP fisika, dengan pendaftaran peserta dilakukan melalui Google Form. Dengan melibatkan 31 guru fisika dan IPA, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman guru dalam mengintegrasikan topik SDGs ke dalam pembelajaran fisika, meningkatkan keterampilan dalam menciptakan pembelajaran berbasis *hands-on activity*, serta meningkatkan jumlah dan keterampilan guru dalam membuat alat peraga fisika dari limbah elektronik.

Sebelum pelaksanaan kegiatan, tim pengabdian merancang perencanaan yang terstruktur, melibatkan analisis kebutuhan di lapangan untuk menentukan fokus kegiatan. Setelah mendapatkan hibah, kegiatan ini dirancang agar dapat berjalan lancar. Setelah

pembukaan oleh perwakilan tim pengabdian, peserta pelatihan menjalani pretest untuk menilai kemampuan awal mereka terkait dengan STEM, SDGs, dan pengembangan alat peraga. Pelaksanaan pretest dilakukan melalui Google Form, memastikan efisiensi dan keterbiasaan guru menggunakan teknologi ini. Hasil pretest kemudian dijadikan acuan untuk menyampaikan materi dengan lebih tepat, memfokuskan pada pemahaman yang masih perlu ditingkatkan.

Selama sesi pelatihan, materi disampaikan melalui metode ceramah, tanya jawab, diskusi, dan praktik. Narasumber, terdiri dari tim pengabdian, memberikan pemahaman mengenai STEM-ESD for SDGs, pemanasan global, dan pembuatan alat peraga sederhana dari limbah elektronik. Peserta pelatihan menunjukkan antusiasme yang tinggi, aktif bertanya, berdiskusi, dan berpartisipasi dalam praktik pembuatan alat peraga. Hasil posttest dan observasi menyatakan keberhasilan kegiatan ini, menggambarkan peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta dalam menerapkan SDGs ke dalam pembelajaran fisika. Hasil pengabdian terdiri dari hasil secara kuantitatif maupun kualitatif dari kegiatan yang dilaksanakan.

Tabel 1. Hasil Pretest dan Posttest

No	Pretest			Posttest			Kategori
	Rentang Nilai	Peserta	Persentase (%)	Rentang Nilai	Peserta	Persentase (%)	
80-100	0	0		80-100	19	61,29	Baik Sekali
70-79	5	16,13		70-79	10	32,26	Baik
60-69	11	35,49		60-69	2	6,45	Cukup
<59	15	48,38		<59	0	0	Kurang
Jumlah	31	100		31	100		

Berdasarkan pengamatan selama kegiatan pelatihan berlangsung, aktivitas peserta dapat dikatakan antusias selama kegiatan. Pada saat penyampaian materi oleh pemateri, khususnya pada sesi diskusi dan tanya jawab peserta aktif bertanya dan mengemukakan pendapat serta menceritakan pengalaman mengajar berkaitan penggunaan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka disekolah masing-masing. Merujuk pendapat yang dikemukakan oleh beberapa orang peserta diperoleh informasi bahwa pada dasarnya sudah ada keinginan dan bahkan sebagian guru-guru sudah menerapkan berbagai alat peraga agar pembelajaran lebih menarik. Akan tetapi, pada pelaksanaannya secara umum belum optimal dan bahkan ada yang belum terealisasi. Banyak hal kendala yang mereka hadapi, umumnya berkaitan dengan keterbatasan alat dan bahan, keterbatasan dana, dan adanya kekhawatiran guru bisa menimbulkan miskonsepsi jika salah dalam merancang alat peraga.

Berdasarkan hasil penilaian tes tertulis khususnya nilai pretest sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1. menunjukkan hasil yang tidak memuaskan. Secara umum pemahaman peserta pelatihan terhadap STEM-ESD, pemanasan global, dan alat peraga sederhana sudah cukup baik, tetapi tetap perlu ditingkatkan. Dari data hasil pretest, sekitar 48,38% hampir dari setengah peserta peserta yang memperoleh nilai yang kurang baik,

35,49% memperoleh nilai yang cukup baik, dan hanya sekitar 16,13% peserta yang memperoleh nilai baik. Ini memberikan gambaran bahwa memang pada dasarnya adanya kesesuaian antara apa yang dikemukakan peserta dengan nilai yang mereka peroleh. Keterbatasan pemahaman peserta terhadap pembuatan alat peraga fisika sederhana dalam mempersiapkan pembelajaran tertentu ditunjukkan dengan rendahnya nilai tes peserta workshop tentang pelatihan pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka. Tentu saja hasil ini sangat memprihatinkan dan perlu mendapat perhatian kita semua. Karena idealnya sebuah pembelajaran adalah guru lebih kreatif dan variatif dalam penggunaan media pembelajaran, salah satunya lembar kerja. Oleh karena itu kegiatan pelatihan yang dilakukan ini tepat adanya untuk meningkatkan kemampuan guru-guru IPA dan Fisika mengembangkan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka guna peningkatan kreativitas dan inovasi guru dalam pembelajaran fisika. Sehingga tujuan pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan efisien. Berbeda halnya dengan hasil pretest, hasil posttest peserta pelatihan sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 4.1. terlihat adanya peningkatan pemahaman peserta tentang perangkat alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran yang sudah bervariasi dan sesuai dengan ketentuan. Berdasarkan tabel 4.1. di atas tampak bahwa sebanyak 19 orang (61,29%) peserta tes yang memperoleh nilai baik sekali, sebanyak 10 orang (32,26%) peserta tes memperoleh nilai baik, dan 2 orang (6,45%) peserta memperoleh nilai cukup. Artinya adanya peningkatan pemahaman peserta tes terhadap pengembangan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran fisika. Peserta dengan interpretasi baik sekali naik secara signifikan yaitu sebesar 61,29%. Data ini mengindikasikan bahwa pelatihan yang dilakukan ini dikatakan berhasil sesuai dengan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Sebagaimana yang telah penulis ungkapkan di atas, rendahnya persentase tingkat keberhasilan peserta pada tes awal tidak lain adalah disebabkan sebagian besar peserta belum secara fokus mengikuti pelatihan pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka. Kondisi ini memberikan informasi kepada kita tentang pengetahuan dan pemahaman guru-guru IPA atau fisika tentang pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka.

Pemahaman guru mengenai pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka meningkat setelah mengikuti kegiatan pelatihan. Terlihat dari jawaban posttest peserta pelatihan hampir semua guru menjawab benar. Persepsi guru tentang pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka tidak lagi sulit. Hal ini justru dapat dimanfaatkan dalam upaya inovasi pembelajaran yang memanfaatkan barang disekitar siswa.



Gambar 2. Pelaksanaan Pelatihan

Sejumlah faktor mendukung berhasilnya pelaksanaan kegiatan pelatihan dalam pengabdian masyarakat ini. Pertama, masih banyak guru yang belum memiliki pengalaman dalam pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai bagian dari penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka. Hal ini menciptakan peluang besar untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan baru kepada para peserta pelatihan. Kedua, keberadaan guru yang belum menerapkan praktikum STEM dan berbasis SDGs memberikan ruang bagi tim pengabdian untuk membimbing mereka dalam merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan. Selain itu, kerjasama yang baik antara tim pengabdian dan guru-guru fisika yang tergabung dalam MGMP Fisika dan IPA di beberapa kabupaten Bandarlampung menjadi faktor pendukung signifikan. Responsivitas panitia terhadap jalannya pelatihan, lingkungan fisik yang memadai, dan komitmen bersama juga turut mendukung kelancaran kegiatan.

Sementara itu, beberapa faktor menjadi penghambat, di antaranya adalah pembatasan waktu untuk pembuatan alat peraga dari limbah elektronik sebagai bagian dari penerapan SDGs pada Kurikulum Merdeka, yang hanya dapat dilakukan oleh beberapa kelompok. Selain itu, jarak geografis yang relatif jauh antar peserta pelatihan dapat menjadi kendala dalam koordinasi. Namun, panitia berhasil mengatasi hal ini melalui penggunaan grup WhatsApp dan zoom meeting, memfasilitasi koordinasi dan evaluasi hasil kerja peserta, terutama pada sesi on-service training. Meskipun demikian, untuk meningkatkan idealitas kegiatan, diperlukan literatur atau referensi yang lebih memadai terkait perancangan dan pembuatan student worksheet dengan menerapkan berbagai model pembelajaran yang relevan, sehingga dapat menjadi sumber rujukan bagi para guru setelah pelatihan berakhir.

Simpulan

Artikel ini menyoroti keberhasilan dan tantangan dalam mengimplementasikan kegiatan pelatihan pembuatan dan penggunaan alat peraga dari limbah elektronik sebagai penerapan Sustainable Development Goals (SDGs) pada Kurikulum Merdeka, khususnya bagi guru fisika di Kota Bandarlampung. Faktor-faktor pendukung, seperti ketidakberpengalaman guru dalam pembuatan alat peraga dari limbah elektronik, minimnya penerapan praktikum STEM dan SDGs oleh sebagian guru, serta kerjasama yang baik antara tim pengabdian dan MGMP

Fisika, memberikan landasan positif untuk kegiatan pengabdian ini.

Meskipun demikian, beberapa faktor penghambat, termasuk pembatasan waktu untuk pembuatan alat peraga dan jarak geografis peserta, muncul sebagai tantangan yang berhasil diatasi melalui upaya panitia menggunakan teknologi komunikasi modern. Hasil posttest dan observasi menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta, mencerminkan dampak positif dari kegiatan pengabdian ini. Kesimpulan ini menegaskan bahwa pengabdian kepada masyarakat semacam ini memberikan kontribusi nyata untuk mengatasi gap dalam penerapan SDGs dalam pembelajaran fisika, melibatkan guru sebagai agen perubahan dalam mewujudkan pendidikan yang lebih berkelanjutan. Diharapkan bahwa hasil pengabdian kepada masyarakat ini dapat memberikan inspirasi dan acuan bagi pengembangan kegiatan serupa di masa depan untuk lebih memperkuat peran guru dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Berisi deskripsi tentang kesimpulan hasil pengabdian masyarakat dalam bentuk refleksi teoritis dan rekomendasi.

Ucapan Terima kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada FKIP Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini. Kami juga berterimakasih kepada seluruh pimpinan MGMP Fisika Kota Bandarlampung dan seluruh guru fisika yang turut serta dalam mensukseskan kegiatan ini.

Referensi

- Aulia, F., Pratiwi, I., Herlina, K., & Andra, D. (2018). *Validation of ExPRession Learning Model-based E-Worksheet Assisted with Heyzine to Construct Computational Thinking Skill*.
- Br. Siregar, C., Derlina, D., & Juliani, R. (2022). *Development of Design and Implementation of Hybrid Learning About Vibration and Waves Using Understanding by Design (UbD) Approach*. 1–5. <https://doi.org/10.4108/eai.20-9-2022.2324705>
- Chayati, N., Masykuri, M., & Utomo, S. B. (2020). Development Learning Cycle 5E Module Integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Thermochemistry. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 5(3), 282. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v5i3.38938>
- Clark, K. R. (2022). Education for Sustainable Development, Curriculum Reform and Implications for Teacher Education in a Small Island Developing State. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(1), 145–153. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0011>
- Ferguson, T., Roofe, C., Cook, L. D., Bramwell-Lalor, S., & Hordatt Gentles, C. (2022). Education for Sustainable Development (ESD) Infusion into Curricula: Influences on Students' Understandings of Sustainable Development and ESD. *Brock Education Journal*, 31(2), 63–84. <https://doi.org/10.26522/brocked.v31i2.915>
- González-Sánchez, R., Medina-Salgado, S., Torrejón-Ramos, M., González-Mendes, S., & Alonso-Muñoz, S. (2022). The service-learning methodology as a facilitating tool for education for sustainable development (ESD). *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 15(2), 1–9. <https://doi.org/10.1344/reire.38357>
- Haerani, H., Arsyad, M., & Khaeruddin, K. (2023). Development of Experiment-Based Physics

- Worksheets in Science in Developing Students' Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 292–298. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2609>
- Hamdi, S., Triatna, C., & Nurdin, N. (2022). Kurikulum Merdeka dalam Perspektif Pedagogik. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 10–17. <https://doi.org/10.30998/sap.v7i1.13015>
- Herwanti, K., Nugrohadi, S., . M., Baatarkhuu, K., Christo Petra Nugraha, S., & Novita, M. (2022). Importance of Data-based Planning in Kurikulum Merdeka Implementation. *KnE Social Sciences*, 2022, 279–288. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i19.12448>
- Jauhariyah, M. N. R., Prahani, B. K., Syahidi, K., Deta, U. A., Lestari, N. A., & Hariyono, E. (2021). ESD for physics: How to infuse education for sustainable development (ESD) to the physics curricula? *Journal of Physics: Conference Series*, 1747(1), 0–13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1747/1/012032>
- Kimsesiz, F. Dolgunsoz, E., & Konca, M. Y. (2017). International Journal of Languages ' Education and Teaching. *International Journal of Languages' Education and Teaching*, 5(4), 426–439.
- Marwan Pulungan, Siti Dewi Maharani, Evy Ratna Kartika Waty, Mazda Leva Okta Safitri, Vina Amalia Suganda, & Fadhilah Tu Husni. (2022). Development of E-Student Worksheets in the form of Picture Stories Using Live Worksheets in Primary Schools. *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*, 7(2), 157–167. <https://doi.org/10.25217/ji.v7i2.1759>
- Menton, M., Larrea, C., Latorre, S., Martinez-Alier, J., Peck, M., Temper, L., & Walter, M. (2020). Environmental justice and the SDGs: from synergies to gaps and contradictions. *Sustainability Science*, 15(6), 1621–1636. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00789-8>
- Mohd Zaki, S., & Mohammad Zohir, S. (2021). Pedagogy for Sustainable Development among Geography Teachers Towards Implementing Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Pendidikan Geosfer*, VI(2), 134–142. <https://doi.org/10.23701/jpg.v6i2.23651>
- Peedikayil, J. V., Vijayan, V., & Kaliappan, T. (2023). Teachers' attitude towards education for sustainable development: A descriptive research. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 86–95. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.23019>
- Perkiss, S., Anastasiadis, S., Bayerlein, L., Dean, B., Jun, H., Acosta, P., Gonzalez-Perez, M. A., Wersun, A., & Gibbons, B. (2020). Advancing Sustainability Education in Business Studies through Digital Service Learning. *American Business Review*, 23(2), 283–299. <https://doi.org/10.37625/abr.23.2.283-299>
- Raman, F. I., Hutagalung, F. D., & Abdul Rahman, M. N. (2022). Preparing pre-service teachers for integration of education for sustainable development in school: A systematic review (2013-2022). *Malaysian Journal of Society and Space*, 18(3), 153–169. <https://doi.org/10.17576/geo-2022-1803-10>
- Rasaili, W., Dafik, D., Hidayat, R., & Prayitno, H. (2021). Analysis of the Influence of Local Politics on Implementation SDGs 4 Policy for Quality Education. *SAR Journal - Science and Research*, 4(4), 196–204. <https://doi.org/10.18421/sar44-07>
- Robinson, S., & Arrigoni, A. (2023). Finding a voice : SDGs, ethical identity and the curriculum. *Leading Ethical Leaders : Higher Education Institutions, Business Schools and the Sustainable Development Goals*, 205–243. <https://doi.org/10.58863/20.500.12424/4278464>

-
- Rosanti, Y. P., Sudjito, D. N., & Rondonuwu, F. S. (2019). The Elaboration of Understanding by Design in A Physics Learning about Capacitor Circuits. *Indonesian Journal of Science and Education*, 3(2), 66. <https://doi.org/10.31002/ijose.v3i2.874>
- Rozhdestvenskaya, L., & Korotenko, V. (2020). Holistic school safety education from education for sustainable development (ESD) perspective. *E3S Web of Conferences*, 208, 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020809024>
- Saragih, L., Riandi, & Solihat, R. (2021). The implementation of ESD into Biology learning to equip students with ESD competencies of systemic thinking and problem-solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012158>
- Sund, P., & Gericke, N. (2020). Teaching contributions from secondary school subject areas to education for sustainable development—a comparative study of science, social science and language teachers. *Environmental Education Research*, 26(6), 772–794. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1754341>
- Susanti, V. D., & Wulandari, R. (2022). Development of Geogebra Assisted Electronic Student Worksheets (E-Worksheets) to Improve Student Independent Learning. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(2), 199–212. <https://doi.org/10.30998/formatif.v12i2.11811>
- Uluçınar, U. (2021). Findings of qualitative studies on Understanding by Design: A meta-synthesis. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 11(2), 167–194. <https://doi.org/10.31704/ijocis.2021.009>