



Profil Praktikum Energi Terbarukan di Sekolah dan Kebutuhan Perangkat Praktikum Berbasis Sel Surya Menurut Perspektif Guru Fisika

Entang, Judhistira Aria Utama*, Winny Liliawati

Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Abstrak

Pengajaran energi terbarukan, khususnya tentang energi surya, semakin penting dalam kurikulum fisika SMA. Namun, keterbatasan perangkat praktikum yang mendukung topik ini menjadi salah satu tantangan utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru fisika SMA terhadap perangkat praktikum berbasis sel surya dalam pembelajaran energi terbarukan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei deskriptif. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang disebarluaskan secara daring menggunakan Google Form kepada guru fisika di Provinsi Lampung, melibatkan 36 responden dari 8 kabupaten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas guru menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam kegiatan praktikum (56%), sementara penggunaan alat praktikum hanya sebesar 11%. Dari segi topik, energi air menjadi topik praktikum yang paling sering diajarkan (37%), diikuti oleh energi angin dan energi surya (masing-masing 31% dan 17%). Namun, hanya 31% sekolah yang memiliki perangkat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk mendukung pembelajaran, sementara 69% lainnya tidak memiliki perangkat tersebut. Kesimpulannya, terdapat kebutuhan yang signifikan akan perangkat praktikum berbasis PLTS di sekolah, serta perlunya upaya lebih lanjut untuk meningkatkan akses dan penggunaan perangkat tersebut dalam pembelajaran energi terbarukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang bermanfaat dalam pengembangan perangkat praktikum yang mendukung pengajaran energi terbarukan di sekolah.

Masuk:

15 Agustus 2024

Diterima:

10 November 2024

Diterbitkan:

31 Desember 2024

Kata kunci:

Energi terbarukan, guru fisika, pembelajaran, perangkat praktikum, PLTS.

PENDAHULUAN

Pendidikan memainkan peran penting dalam membentuk kesadaran akan isu-isu lingkungan dan keberlanjutan. Salah satu aspek penting dalam pendidikan modern adalah memperkenalkan konsep energi terbarukan kepada siswa sejak dini. Energi terbarukan, terutama energi surya, telah menjadi salah satu topik yang mendesak di tengah krisis energi dan pemanasan global. Namun, tantangan besar dalam implementasi pendidikan

energi terbarukan di sekolah adalah minimnya ketersediaan perangkat praktikum yang dapat memfasilitasi pemahaman siswa mengenai konsep ini. Penelitian menunjukkan bahwa sangat penting meningkatkan kesadaran ini di kalangan siswa karena dapat membentuk sikap dan perilaku yang mendukung keberlanjutan di masa depan (Sterling, 2018).

Seiring dengan berkembangnya kurikulum pendidikan yang lebih fokus pada keberlanjutan, guru-guru sains perlu

*Korespondensi: Judhistira Aria Utama ✉ j.aria.utama@upi.edu 📍 Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, Indonesia.

didukung dengan perangkat pembelajaran yang relevan dan inovatif. Kurikulum Merdeka Belajar yang digagas oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia menekankan pada pentingnya pengembangan keterampilan abad 21, termasuk kreativitas dan pemecahan masalah, yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi dunia yang terus berubah (Kemendikbudristek, 2023). Menurut UNESCO (2018) pendidikan keberlanjutan harus mencakup pendekatan pembelajaran yang interaktif, berbasis praktik, dan kontekstual agar siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan sains mereka ke dalam situasi dunia nyata. Di sini, praktik menggunakan perangkat pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjadi krusial untuk mengintegrasikan teori dengan praktik.

Melalui kegiatan praktikum, siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang energi terbarukan, sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kesadaran akan keberlanjutan (*sustainability awareness*) (OECD, 2019). Banyak sekolah yang masih menghadapi kendala dalam mengintegrasikan materi energi terbarukan ke dalam kurikulum sains, terutama dalam bentuk praktikum atau eksperimen. Beberapa kendala tersebut mencakup keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium (Fatimah, 2017). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan praktikum yang berbasis energi terbarukan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan aplikatif bagi peserta didik.

Alat praktikum yang ada sering kali kurang interaktif dan tidak mendukung keterlibatan siswa secara optimal dalam proses pembelajaran (Suryaningsih, 2017). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam perangkat praktikum yang tidak hanya mendukung pemahaman konsep sains, tetapi juga mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif serta kesadaran

lingkungan siswa. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rinia & Irwandi (2021) menyatakan bahwa pengaruh model *Project Based Learning* (PjBl) melalui praktik pembuatan awetan bioplastik dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, namun penelitian tersebut dilakukan pada mata pelajaran biologi, disamping itu menurut Sinta dkk. (2022) penerapan model PjBl dengan *project* miniatur tata surya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Praktikum membantu meningkatkan hasil belajar siswa pada aspek kognitif. Sejumlah penelitian lain menyatakan bahwa efektivitas praktikum yang dilakukan melalui proyek penelitian otentik dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, sikap ilmiah dan kemampuan bekerja ilmiah (Muslihatun, 2016). Praktikum berbasis riset berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa (Jannatul & Efendi, 2023). Dengan praktikum, siswa dilatih untuk menemukan informasi-informasi belajar secara mandiri dan semua kegiatan berorientasi pada keaktifan siswa untuk menciptakan struktur-struktur kognitif dalam interaksi dengan lingkungannya, sehingga sikap ilmiah siswa dapat terbentuk (Widya, 2016).

Perangkat praktikum berbasis sel surya, sebagai salah satu bentuk pembangkit listrik tenaga surya, memiliki potensi besar untuk dijadikan alat pembelajaran di sekolah. Alat ini memungkinkan siswa memahami secara langsung proses konversi energi matahari menjadi listrik, serta memberikan pengalaman nyata dalam memahami manfaat energi terbarukan. Sebuah studi yang dilakukan oleh Syah (2022) yang bertujuan untuk mendesain dan membuat trainer PLTS sebagai media pembelajaran pembangkit energi terbarukan pada laboratorium konversi energi, yang dilakukan oleh Delima & Mayub (2023) yang hanya mengembangkan alat peraga energi terbarukan berbasis *Solar Cell* pada Pembelajaran IPA, penelitian tersebut menggunakan penelitian R&D

dengan model ADDIE, namun penelitian tersebut dibatasi hingga tahap *development*. Dengan demikian, pengembangan perangkat praktikum sel surya yang terjangkau dan mudah digunakan sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran energi terbarukan di sekolah. Kondisi ini menuntut adanya pengembangan praktikum yang tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga meningkatkan keterampilan berkolaborasi (Kamaliana dkk., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru dalam hal perangkat praktikum berbasis sel surya di sekolah. Penelitian ini akan mengidentifikasi perangkat praktikum yang sering digunakan oleh guru, topik-topik praktikum yang dominan, serta ketersediaan perangkat pembangkit listrik tenaga surya di sekolah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan pembelajaran yang inovatif (melalui praktikum), meningkatkan pemahaman konsep dan kesadaran siswa (Anisa & Anjeli, 2023). Selain itu penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan kontribusi penting dalam mengembangkan perangkat praktikum energi terbarukan yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan, serta mendukung implementasi kurikulum yang berbasis keberlanjutan di tingkat sekolah menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei deskriptif, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru fisika SMA di Provinsi Lampung mengenai perangkat praktikum berbasis sel surya. Fokus utama penelitian ini adalah mengkaji perangkat praktikum yang sering digunakan oleh guru, topik-topik praktikum yang sering diajarkan, serta sejauh mana sekolah telah memiliki perangkat pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2024 di Provinsi Lampung, mencakup 8 kabupaten yang mewakili wilayah penelitian. Responden penelitian adalah guru fisika SMA yang aktif mengajar di sekolah-sekolah yang tersebar di daerah tersebut. Populasi penelitian adalah guru fisika SMA yang berada di Provinsi Lampung yaitu 100 orang. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*, di mana peneliti memilih guru yang memiliki pengalaman dalam mengajar materi energi terbarukan dan pernah terlibat dalam pelaksanaan praktikum sains. Kriteria ini dijadikan dasar pemilihan sampel karena guru yang berpengalaman mengajar materi energi terbarukan dan terlibat dalam praktikum sains memiliki pemahaman mendalam serta keterampilan praktis yang relevan untuk memberikan wawasan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Jumlah responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah 36 orang guru dari 8 kabupaten, yang dipilih berdasarkan ketersediaan dan kesesuaian dengan kriteria yang ditetapkan.

Data dikumpulkan melalui kuesioner yang disebar secara daring menggunakan Google Form. Kuesioner terdiri dari pertanyaan-pertanyaan tertutup yang disusun untuk mengumpulkan data terkait perangkat praktikum yang sering digunakan oleh guru, topik praktikum yang sering diajarkan, dan ketersediaan perangkat PLTS di sekolah. Instrumen ini divalidasi melalui uji coba terbatas untuk memastikan kejelasan dan relevansi pertanyaan.

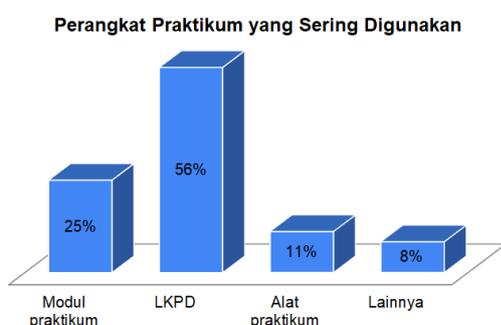
Data yang diperoleh dari kuesioner dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan statistik sederhana, seperti distribusi frekuensi, persentase, dan tabel, untuk memberikan gambaran umum tentang kebutuhan guru terhadap perangkat praktikum berbasis sel surya. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren dan preferensi guru dalam penggunaan perangkat praktikum, serta kendala yang dihadapi dalam

mengimplementasikan praktikum energi terbarukan.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai kondisi aktual di lapangan terkait penggunaan dan kebutuhan perangkat praktikum berbasis sel surya dalam pembelajaran fisika SMA di Provinsi Lampung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei yang penulis lakukan terkait pengembangan praktikum energi terbarukan berbasis panel surya tingkat SMA se-Provinsi Lampung tahun 2024 diperoleh data seperti pada Gambar 1.

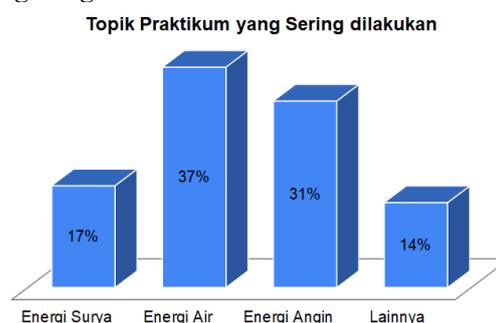


Gambar 1. Hasil survei perangkat praktikum yang sering digunakan guru

Gambar 1 menunjukkan persentase penggunaan berbagai perangkat praktikum yang sering digunakan oleh guru. Dari empat kategori yang ditampilkan, LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) menjadi perangkat yang paling dominan dengan penggunaan sebesar 56%, hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar guru mengandalkan LKPD untuk menjalankan kegiatan praktikum. Menurut Nuraina dkk. (2024) LKPD dapat mempermudah dan menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif. Modul praktikum menempati urutan kedua dengan persentase 25%, hal ini menandakan bahwa, meskipun modul dapat memberikan petunjuk praktikum yang sistematis, guru cenderung lebih memilih LKPD karena lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kondisi

pembelajaran di lapangan. Pembelajaran menggunakan modul pembelajaran fisika berbasis PjBL dapat meningkatkan kreativitas belajar siswa (Novianto dkk., 2018). Pengembangan modul praktikum dapat meningkatkan pemahaman konsep (Muslim dkk., 2020).

Sementara itu alat praktikum hanya digunakan oleh 11% guru, hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan praktikum fisik lebih jarang digunakan dalam proses pembelajaran. Menurut Wulandari & Perdana (2023) kegiatan praktikum dengan menggunakan alat peraga dapat mengeksplorasi materi secara lebih luas. Dengan praktikum siswa dilatih untuk menemukan informasi-informasi belajar secara mandiri dan semua kegiatan berorientasi pada keaktifan siswa (Widya, 2016). Hal ini penting untuk diperhatikan dalam pengembangan kebijakan pendidikan, khususnya untuk mendukung pengajaran fisika yang berbasis praktikum. Kategori lainnya mencakup perangkat yang tidak termasuk dalam tiga kategori utama dan digunakan oleh 8% guru, hal ini menunjukkan bahwa ada perangkat lain yang juga berperan, meskipun dalam jumlah yang kecil. Keseluruhan data menunjukkan bahwa kegiatan praktikum lebih terfokus pada penggunaan bahan pembelajaran tertulis seperti LKPD dan modul daripada perangkat atau alat langsung.



Gambar 2. Hasil survei topik praktikum yang sering dilakukan guru

Gambar 2 menunjukkan distribusi frekuensi topik-topik praktikum yang sering dilakukan oleh guru. Energi air menjadi topik yang paling banyak

dipelajari, dengan persentase 37%, diikuti oleh energi angin sebanyak 31%. Ini menunjukkan bahwa dua sumber energi terbarukan, yaitu air dan angin, menjadi fokus utama dalam kegiatan praktikum. Hal ini mungkin terkait dengan ketersediaan sumber daya atau relevansi topik dalam konteks pembelajaran energi terbarukan. Sementara itu, topik energi surya hanya digunakan dalam 17% praktikum, hal ini menandakan bahwa meskipun penting, energi surya belum menjadi fokus utama praktikum dibandingkan dengan air dan angin. Kategori lainnya yang mencakup topik-topik lain mendapatkan 14%, ini menunjukkan bahwa masih ada variasi praktikum di luar tiga kategori utama. Secara keseluruhan, grafik ini memperlihatkan bahwa praktikum lebih sering difokuskan pada pemanfaatan air dan angin, sementara energi surya dan topik lainnya digunakan dalam frekuensi yang lebih rendah.



Gambar 3. Hasil survei perangkat praktikum PLTS yang dimiliki sekolah

Gambar 3 menunjukkan ketersediaan perangkat praktikum PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) di sekolah. Data menunjukkan bahwa hanya 31% sekolah yang memiliki perangkat praktikum PLTS, sementara mayoritas, yaitu 69% tidak memiliki perangkat tersebut. Ini menandakan bahwa meskipun teknologi tenaga surya menjadi salah satu topik penting dalam pembelajaran energi terbarukan, banyak sekolah masih belum dilengkapi dengan fasilitas praktikum yang memadai untuk mendukung pembelajaran energi terbarukan.

Ketersediaan perangkat praktikum yang rendah, terutama perangkat PLTS, menunjukkan tantangan besar dalam penerapan pengajaran energi terbarukan. Penggunaan KIT energi sangat membantu dalam menjelaskan konsep dan pengetahuan energi terbarukan kepada siswa (Fadhilah dkk., 2023). Perangkat PLTS memerlukan investasi yang signifikan, baik dalam hal biaya maupun perawatan, sehingga tidak semua sekolah mampu menyediakan perangkat ini. Akibatnya, guru harus mencari alternatif dengan menggunakan metode lain seperti LKPD dan modul praktikum yang lebih mudah diakses, meskipun mereka tidak memberikan pengalaman praktis langsung bagi siswa.

Dari hasil ini, jelas bahwa ada ketidakseimbangan antara kebutuhan guru untuk mengajarkan energi terbarukan dengan ketersediaan perangkat praktikum yang memadai. Meskipun topik energi surya menjadi yang paling sering diajarkan, rendahnya akses terhadap perangkat praktikum PLTS membatasi efektivitas pembelajaran. Untuk mendukung pengajaran fisika yang lebih kontekstual dan relevan, perlu ada upaya lebih lanjut untuk menyediakan perangkat PLTS yang lebih terjangkau dan mudah digunakan oleh sekolah. Salah satunya adalah prototipe alat *flood warning* alarm yang dirancang dengan sederhana oleh (Komalasari dkk., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pengembangan perangkat praktikum berbasis energi terbarukan, khususnya PLTS, ditingkatkan di sekolah. Perangkat ini harus dirancang agar dapat digunakan secara praktis dan efisien dalam kondisi pembelajaran yang terbatas. Selain itu, perlu ada pelatihan bagi guru untuk memanfaatkan perangkat ini secara maksimal. Investasi dalam perangkat PLTS tidak hanya akan mendukung pengajaran energi terbarukan tetapi juga akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam memahami konsep energi secara nyata.

Alat peraga energi terbarukan berbasis *solar cell* dapat menunjang pembelajaran IPA (Delima & Mayub, 2023).

SIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun topik energi terbarukan, terutama energi surya, menjadi perhatian penting dalam pengajaran fisika di SMA, penggunaan perangkat praktikum berbasis sel surya masih sangat terbatas. Sebagian besar guru lebih bergantung pada LKPD daripada alat praktikum, dan ketersediaan perangkat PLTS di sekolah sangat rendah. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan yang mendesak untuk mengembangkan dan menyediakan perangkat praktikum berbasis PLTS yang lebih mudah diakses, serta meningkatkan pelatihan bagi guru untuk memanfaatkan perangkat tersebut secara efektif dalam pembelajaran.

REFERENSI

- Anisa, Y.A dan A. P. G. (2023). Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia 2022. *Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Berbasis Proyek: Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pupuk Organik Cair (Poc) Pada Konsep Materi Dan Perubahannya*, 1, 46–52.
- Delima, E.M., Mayub, A.E. N. (2023). Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis Solar Cell pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan*, 13, 284–290.
- Fadhilah, N., Risanti, D. D., Wahyuono, R. A., Sawitri, D., Mawarani, L. J., Zulkifli, Z., Muharja, M., Arimbawa, I. M., & Raafi'u, B. (2023). Energy Experiment Teaching Kit sebagai Alat Bantu Materi Pembelajaran Energi Terbarukan yang Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Sains Siswa SDN Ajung 01 Kalisat. *Sewagati*, 7(4), 634–642. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.591>
- Fatimah, A. (2017). *Pengembangan Komponen Instrumen Terpadu (KIT) Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. [http://repository.unj.ac.id/id/eprint/25722%0Ahttp://repository.unj.ac.id/25722/1/3215126537-Aini Fatimah.pdf](http://repository.unj.ac.id/id/eprint/25722%0Ahttp://repository.unj.ac.id/25722/1/3215126537-Aini%20Fatimah.pdf)
- Jannatul, A. M. dan Efendi, F. A. R. (2023). *Pengaruh Praktikum Berbasis Riset Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Perkembangan Dan Pertumbuhan Kacang Hijaiu (Vigna Radiata)*. 4(2), 97–101.
- Kamaliana, Y., Kurnia, N., & Mashami, R. (2024). Pengaruh Praktikum Inkuiri Terbimbing Berbasis Bahan Pangan Terhadap Keterampilan Kolaborasi Dan Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Asam Dan Basa. *Reflection Journal*, 4(1), 37–51.
- Kemendikbudristek. (2023). Literasi Membaca, Peringkat Indonesia di PISA 2022. *Laporan Pisa Kemendikbudristek*, 1–25.
- Komalasari, K., Nurlaili, D., Qolbi, M. A., Halimatussa'diah, N., & Maulidah, R. (2022). Perancangan Flood Warning Alarm Sederhana Dengan Indikator Ketinggian Berbasis Tenaga Panel Surya. *Diffraction*, 3(2), 36–41. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i2.3809>
- Muslihatun, S. (2016). Jurnal ilmiah profesi pendidikan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 1(2), 198–210.
- Muslim, M., Ariska, M., Sriwijaya, U., Dasar, E., & Konsep, P. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Elektronika Dasar. 7(2), 111–117.
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>
- Nuraina, N., Mastuang, M., & Dewantara, D. (2024). Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Berintegrasi Kearifan

- Lokal Menggunakan Kooperatif Tipe STAD untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Diffraction*, 6(1), 9–19. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v6i1.8582>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): Vol. I*. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Rinia, S.N & Irwandi. (2021). *Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Model Project Based Learning (PjBL)*. 4(1), 6.
- Sinta, M., Sakdiah, H., Novita, N., Ginting, F. W., & Syafrizal, S. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Hukum Gravitasi Newton di MAS Jabal Nur. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(3), 24. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i3.14546>
- Sterling. (2018). *The Sustainable University*, June. <https://doi.org/10.1353/book.47871>
- Suryaningsih, Y. (2017). *Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi*. 2(1), 49–57.
- Syah, A. A. (2022). Pengembangan Trainer Kit PLTS sebagai media pembelajaran di Laboratorium Konversi Energi. –2003, 8.5.2017, 7787 2005. <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/angka-konsumsi-ikan-ri-naik-jadi-5648-kgkapita-pada-2022>
- UNESCO. (2018). Issues and trends in education for sustainable development. In *Issues and trends in education for sustainable development*. <https://doi.org/10.54675/yelo2332>
- Widya, S. U. (2016). Pembelajaran Berbasis Praktikum: Upaya Mengembangkan Sikap Ilmiah Siswa. *Jurnal Pendidikan Islam Dan Teknologi Pendidikan*, VI(1), 65–75.
- Wulandari, N., & Perdana, R. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Cooperative Learning dengan Metode Praktikum Berbantuan Alat Peraga Ayunan Bandul Sederhana. *Diffraction*, 5(1), 17–23. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i1.6409>