

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH SEBAGAI BIO BATERAI BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PRAKTIKUM SISWA

Evi Wahyuni Kusuma Ningrum¹, Dody Rahayu Prasetyo²

^{1,2}Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah, UIN Sunan Kudus

¹wahyunievi655@gmail.com, ²dody@iainkudus.ac.id

ABSTRACT

This study aims to develop learning media in the form of bio batteries from fruit peel waste based on the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach to improve science students' practical skills. The study used the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate). The products developed were bio battery kits and STEM-based Student Worksheets (LKPD). The validation results showed that the developed media obtained a score of 92% from material experts and 96% from media experts. The trial was conducted on 32 grade VIII students with a pretest-posttest. The results showed an increase in the average score from 64.21 to 81.40 with a significance of 0.000 ($p < 0.05$). Bio batteries from orange and pineapple peels produced the highest voltage and were able to turn on an analog wall clock. The response of students and teachers to the product was very positive. The STEM approach encouraged students to be more active in experiments.

Keywords: bio battery, STEM, practicum skills

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berupa bio baterai dari limbah kulit buah berbasis pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk meningkatkan keterampilan praktikum siswa IPA. Penelitian menggunakan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Produk yang dikembangkan berupa kit bio baterai dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM. Hasil validasi menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memperoleh skor 92% dari ahli materi dan 96% dari ahli media. Uji coba dilakukan pada 32 siswa kelas VIII dengan desain pretest-posttest. Hasil menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 64,21 menjadi 81,40 dengan

signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Bio baterai dari kulit jeruk dan nanas menghasilkan tegangan tertinggi dan mampu menyalakan jam dinding analog. Respon siswa dan guru terhadap produk sangat positif. Pendekatan STEM mendorong siswa lebih aktif dalam eksperimen.

Kata Kunci: bio baterai, STEM, keterampilan praktikum

A. Pendahuluan

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam memegang peranan penting dalam membentuk pemahaman peserta didik terhadap fenomena alam dan perkembangan teknologi di sekitar mereka. Salah satu penting dalam pembelajaran IPA adalah penguasaan konsep secara mendalam yang diperkuat dengan pendekatan ilmiah dan kegiatan praktikum (Nurannisa & Dewi, 2022). Praktikum menjadi media efektif yang memungkinkan siswa untuk mengalami secara langsung proses ilmiah, mulai dari mengamati fenomena, mengajukan pertanyaan, merancang dan melaksanakan percobaan, hingga menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh (Wahyuni., 2022). Melalui kegiatan proses sains seperti mengamati, mengukur, menginterpretasi data, serta berpikir kritis dan analitis dapat dikembangkan secara optimal. Namun kenyataannya

banyak sekolah di Indonesia menghadapi berbagai kendala dalam pelaksanaan praktikum IPA. Keterbatasan alat dan bahan praktikum yang memadai, serta kurangnya media pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif menjadi hambatan utama (Anshar dkk., 2021).

Berdasarkan masalah lingkungan akibat limbah organik, khususnya limbah kulit buah masih menjadi isu yang perlu mendapatkan perhatian serius. Limbah kulit buah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan bau tidak sedap. Namun limbah tersebut memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber energi alternatif. Kandungan elektrolit alami pada kulit buah dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar bio baterai, yang mampu menghasilkan energi listrik melalui reaksi elektrokimia sederhana (Anggreani, 2019).

Pemanfaatan limbah kulit buah sebagai bahan baku bio baterai tidak hanya mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan, tetapi juga membuka peluang inovasi media pembelajaran IPA yang lebih kontekstual, aplikatif, dan menarik bagi siswa (Zahro dkk., 2024).

Keterampilan praktikum merupakan salah satu kompetensi yang sangat penting untuk dikuasai oleh peserta didik dalam pembelajaran IPA. Keterampilan ini akan memberikan dampak positif dalam penguasaan konsep IPA sekaligus menumbuhkan sikap ilmiah, seperti rasa ingin tahu, ketelitian, dan kemampuan berpikir kritis (Pawarangan dkk., 2024). Strategi pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses investigasi ilmiah sangat diperlukan.

Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) muncul sebagai salah satu solusi efektif dalam menghadapi tantangan pembelajaran IPA yang kontekstual dan aplikatif (Harahap dkk., 2022). Pendekatan ini mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara terpadu dengan kegiatan berbasis proyek, pemecahan

masalah, dan aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM peserta didik tidak hanya belajar konsep teori, tetapi juga dilatih untuk menerapkan konsep tersebut dalam merancang, membuat, dan mengevaluasi produk yang relevan dengan kebutuhan masyarakat dan lingkungan. Dalam konteks pemanfaatan limbah kulit buah, pendekatan STEM dapat diimplementasikan dengan mengajak siswa untuk terlibat langsung dalam proses perancangan bio baterai (engineering), memahami reaksi kimia yang terjadi (science), menggunakan alat ukur dan teknologi sederhana (technology), serta melakukan analisis dan perhitungan data (mathematics) (Zahro dkk., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk media pembelajaran berupa bio baterai dari limbah kulit buah berbasis pendekatan STEM, lengkap dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mendukung pelaksanaan praktikum IPA secara inovatif dan kontekstual bagi siswa kelas VIII di MTs Nahdlatul Muslimin. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menguji keefektifitasan penggunaan produk

tersebut dalam meningkatkan keterampilan praktikum IPA peserta didik, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan mutu pembelajaran IPA melalui pengembangan media praktikum yang ramah lingkungan (Elviliana dkk., 2018).

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi keterbatasan sarana praktikum di sekolah, sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran IPA melalui media yang inovatif, kontekstual, dan aplikatif (Pawarangan dkk., 2025). Model pembelajaran yang berkelanjutan dalam mengintegrasikan aspek lingkungan dan energi alternatif ke dalam kurikulum.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) yang menggunakan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dikembangkan oleh. Produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran bio baterai isi ulang dari limbah kulit buah serta Lembar Kerja

Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan STEM .

1. Define (Pendefinisian)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan pembelajaran melalui studi kurikulum, wawancara guru IPA, serta observasi terhadap keterbatasan fasilitas praktikum di MTs Nahdlatul Muslimin. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam merancang media pembelajaran yang kontekstual dan sesuai kebutuhan peserta didik.

2. Design (Perancangan)

Pada tahap ini dilakukan perancangan produk berupa bio baterai dari limbah kulit buah dan penyusunan LKPD berbasis pendekatan STEM. LKPD dirancang agar mencakup aktivitas eksperimen yang mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika secara terpadu. Selain itu disusun pula instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket respon, rubrik penilaian keterampilan praktikum, serta soal pretest dan posttest.

3. Develop (Pengembangan)

Produk yang telah dirancang divalidasi oleh ahli materi dan

media. Setelah revisi berdasarkan masukan, produk diuji cobakan secara terbatas kepada peserta didik. Uji coba ini bertujuan untuk melihat kepraktisan, keterpahaman, dan respon awal terhadap media pembelajaran.

4. **Disseminate (Penyebaran)**

Tahap ini merupakan tahap implementasi produk pada skala yang lebih luas. Produk diterapkan pada kelas eksperimen, dan dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan produk. Uji coba dilakukan dengan desain pretest-posttest untuk mengetahui efektivitas penggunaan produk dalam meningkatkan keterampilan praktikum siswa.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII di MTs Nahdlatul Muslimin. Sampel dipilih secara purposive sebanyak satu kelas yang terdiri dari 32 peserta didik sebagai kelas eksperimen. Menggunakan produk bio baterai dan LKPD berbasis pendekatan STEM dalam kegiatan pembelajaran.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi, angket

respon, rubrik keterampilan praktikum, serta soal pretest dan posttest.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan persentase dan uji-t, serta perhitungan gain score untuk mengetahui peningkatan keterampilan praktikum.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian ini diperoleh melalui penerapan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate). Model ini diterapkan secara sistematis untuk menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan kit bio baterai berbasis STEM yang memanfaatkan limbah kulit buah. Produk ini dikembangkan dengan tujuan meningkatkan keterampilan praktikum siswa dalam pembelajaran IPA. Analisis hasil pengembangan difokuskan pada tiga aspek yaitu kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan tidak hanya layak dan praktis, tetapi juga efektif dalam meningkatkan keterampilan praktikum siswa melalui pendekatan STEM.

Define (pendefinisian)

Hasil tahap define dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran IPA di MTs Nahdlatul Muslimin. Berdasarkan hasil observasi dan diskusi bersama guru IPA, diketahui bahwa kegiatan praktikum yang dilaksanakan siswa masih memerlukan penguatan melalui media pembelajaran yang sederhana, aplikatif, dan kontekstual. Kegiatan praktikum yang melibatkan eksplorasi langsung terhadap permasalahan lingkungan sekitar, seperti pengelolaan limbah, belum banyak dilakukan secara terstruktur. Di lingkungan sekolah, terdapat beragam limbah organik, seperti kulit pisang, kulit jeruk, kulit nanas, kulit pepaya, dan kulit tomat, yang jumlahnya melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran. Limbah baterai bekas yang berpotensi mencemari lingkungan juga menjadi isu yang relevan untuk dikaji bersama siswa dalam konteks pembelajaran sains. Melalui pendekatan berbasis proyek dan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), potensi tersebut dapat diolah menjadi media pembelajaran.

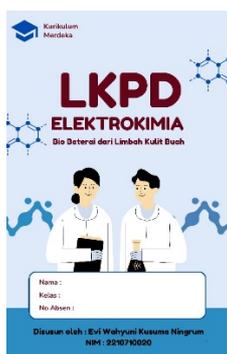
Media pembelajaran berupa kit bio baterai dari limbah kulit buah dan limbah baterai bekas, yang dilengkapi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM. Produk ini dirancang untuk digunakan dalam kegiatan praktikum, dengan tujuan tidak hanya memperkuat pemahaman konsep IPA, tetapi juga melatih keterampilan praktikum siswa melalui proses pengolahan limbah secara sederhana, edukatif, dan kontekstual.

Design (Perancangan)

Tahap design merupakan proses perancangan awal produk yang dikembangkan dalam pembelajaran yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM dan kit praktikum bio baterai dari limbah kulit buah. Perancangan dilakukan untuk menunjang kegiatan praktikum siswa yang terstruktur, kontekstual, dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses eksperimen sederhana (Rahmi., 2021).

LKPD berbasis STEM dirancang agar siswa dapat mengikuti kegiatan praktikum dengan panduan yang sistematis (Yuswitari Pasaribu dkk., 2023). LKPD memuat

komponen-komponen penting seperti identitas, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan alat dan bahan, langkah kerja, tabel pengamatan, dan pertanyaan analisis. Pendekatan STEM diimplementasikan dalam setiap bagian LKPD, yang mengintegrasikan aspek sains (reaksi kimia), teknologi (alat ukur), rekayasa (rangkain bio baterai), dan matematika (pengukuran tegangan)(Andari & Lusiana, 2016).



Gambar 1 Cover LKPD

Kit bio baterai dirancang menggunakan bahan-bahan sederhana dan terjangkau yang tersedia di lingkungan sekitar sekolah, seperti kulit pisang, kulit jeruk, elektroda seng dan tembaga, serta wadah plastik kecil. Alat ini dirancang agar siswa dapat merakit bio baterai secara mandiri, mengamati prosesnya, serta mengukur tegangan listrik yang dihasilkan menggunakan multimeter. Produk kit disusun agar

aman digunakan, ekonomis, serta dapat diaplikasikan secara luas dalam pembelajaran praktikum IPA.



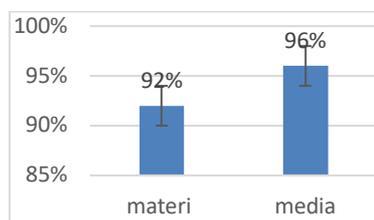
Gambar 2 Kit Bio Batrai

Melalui penggunaan LKPD dan kit praktikum ini, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman teoretis tentang energi alternatif, tetapi juga terlibat langsung dalam proses pengolahan limbah menjadi energi listrik melalui kegiatan eksperimen. Produk ini disesuaikan dengan karakteristik peserta didik di MTs Nahdlatul Muslimin sehingga mendukung pengalaman belajar yang aktif, bermakna, dan menyenangkan.

Develop (Pengembangan)

Tahap develop bertujuan untuk menilai kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Produk yang dikembangkan, yaitu LKPD berbasis STEM dan kit praktikum bio baterai dari limbah kulit buah, divalidasi oleh dua ahli, yakni ahli materi dan ahli

media, untuk menilai kesesuaian isi dan tampilan produk.



Grafik 1 Uji Validasi Ahli

Hasil validasi menunjukkan bahwa produk memperoleh skor 92% dari ahli materi dan 96% dari ahli media, yang termasuk dalam kategori “sangat valid”. Hal ini menunjukkan bahwa baik isi materi maupun tampilan produk telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

Setelah produk dikembangkan dan dinyatakan valid serta praktis, selanjutnya mengimplementasikan produk untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKPD berbasis STEM dan kit bio baterai terhadap keterampilan praktikum siswa. Pengukuran dilakukan melalui pretest dan posttest kepada 32 peserta didik di kelas eksperimen, kemudian dianalisis menggunakan uji statistik Paired Sample T-Test.

Tabel 1 Nilai Pretest dan Posttest

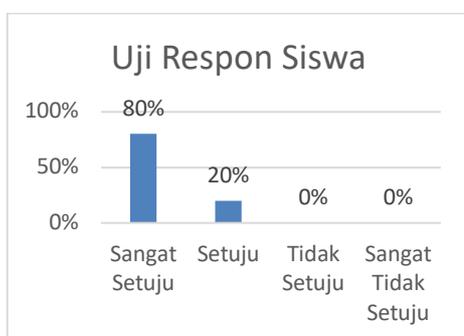
Tests	n	Statistika deskriptif	Paired T-Test		
			t	df	sig.(2-tailed)
		M(std.D)			
Pre-test	32	64.21 (10.40)	-13.547	31	0.000*
Post-test	32	81.40 (7.64)			

Berdasarkan hasil uji Paired Sample T-Test, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000 yang berarti $p < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Nilai t sebesar -13,547 menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi bukan kebetulan atau acak, tetapi merupakan hasil dari perlakuan berupa penggunaan media pembelajaran berbasis STEM.

Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang menyatakan bahwa penggunaan produk LKPD dan kit bio baterai berbasis STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan praktikum siswa. Peningkatan skor rata-rata dari 64,21 menjadi 81,40 menunjukkan bahwa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan produk ini, siswa menjadi lebih mampu memahami

prosedur eksperimen, melakukan pengamatan, serta mencatat dan menganalisis data dengan lebih baik.

Setelah kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM dan kit bio baterai dari limbah kulit buah, siswa mengisi angket respon guna mengetahui persepsi mereka terhadap produk.



Grafik 2 Data Respon Peserta Didik

Hasil respon siswa sebanyak 80% siswa menyatakan “Sangat Setuju”, dan 20% menyatakan “Setuju” terhadap pernyataan bahwa produk mudah digunakan, menarik, serta membantu mereka memahami materi dan meningkatkan keterampilan praktikum. Tidak ada siswa yang menyatakan “Tidak Setuju” atau “Sangat Tidak Setuju”. Data ini menunjukkan bahwa 100% siswa memberikan respon positif, baik dalam aspek keterbacaan LKPD,

kemudahan penggunaan alat, maupun keterlibatan mereka dalam kegiatan eksperimen.

Respon guru terhadap produk juga dikumpulkan untuk menilai aspek kepraktisan dan kebermanfaatan produk dari sudut pandang pendidik. Angket diberikan kepada guru IPA setelah pelaksanaan uji coba produk dalam kegiatan praktikum memberikan skor sebesar 93%, yang termasuk dalam kategori “sangat praktis”. Guru menyampaikan bahwa produk yang dikembangkan baik LKPD berbasis STEM maupun kit bio baterai dari limbah kulit buah.

Disseminate (Implementasi)

Tahap disseminate merupakan proses implementasi produk dalam skala kelas penuh, yang bertujuan untuk mengukur efektivitas media pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan praktikum siswa melalui pembelajaran berbasis STEM. Pada tahap ini, produk diujicobakan pada satu kelas eksperimen menggunakan desain one-group pretest-posttest.

Peserta didik diberikan tes awal (pretest) sebelum menggunakan produk, dan tes akhir (posttest)

setelah menyelesaikan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM dan kit bio baterai

Table 2 Hasil rata-rata nilai pretest dan posttest

Tahapan Tes	Nilai Rata-rata
Pretest	64,21
Posttest	81,40
Gain Score	0,70

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan praktikum siswa yang signifikan setelah mengikuti pembelajaran dengan media yang dikembangkan. Nilai gain score sebesar 0,70 termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi menurut (Oktavia & Prasasty, 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran bio baterai berbasis STEM ini efektif dalam meningkatkan keterampilan praktikum siswa secara nyata.

Kinerja Bio Baterai dan Implementasi Pendekatan STEM

Pengujian bio baterai dilakukan dengan menggunakan lima jenis limbah kulit buah, yaitu jeruk, nanas, pisang, pepaya, dan tomat. Setiap

bahan difermentasi secara sederhana, lalu dirangkai menggunakan elektroda seng dan tembaga, dan diuji untuk menyalakan jam dinding analog selama 5 menit (Bayu Syahputra dkk., 2024).

Tabel 3 Tegangan Maksimum Bio Baterai dan Kinerja terhadap Jam Dinding

No	Jenis Kulit Buah	(Volt)	Status Menyalakan Jam Dinding (5 Menit)
1.	Kulit jeruk	0,92 V	Menyala stabil
2.	Kulit Nanas	0,88 V	Menyala stabil
3.	Kulit Pisang	0,85 V	Menyala, melemah di menit akhir
4.	Kulit Pepaya	0,81 V	Menyala singkat, kemudian melemah
5.	Kulit Tomat	0,76 V	Tidak menyala stabil

Dari hasil tersebut, kulit jeruk dan nanas merupakan elektrolit paling kuat, sementara kulit tomat memiliki kinerja terlemah. Setelah digunakan, bio baterai dapat diisi ulang dengan limbah baru dan kembali

menghasilkan tegangan, menunjukkan potensi sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (Andari & Lusiana, 2016).

Tabel 4 Integrasi STEM dalam Kegiatan

Aspek STEM	Implementasi dalam Kegiatan Praktikum
Sains	Siswa mempelajari reaksi elektrokimia dan fermentasi alami dari bahan organik
Teknologi	Menggunakan multimeter & jam dinding untuk mengukur dan menguji daya listrik
Engineering	Merancang susunan baterai yang efisien dengan bahan lokal dan elektroda sederhana
Matematika	Mencatat hasil tegangan, menghitung rata-rata, membandingkan antar jenis limbah

Melalui kegiatan ini, siswa aktif mengeksplorasi dan memecahkan masalah nyata yaitu mengelola limbah menjadi energi, sehingga meningkatkan keterampilan praktikum, kolaborasi, dan berpikir

kritis sesuai tuntutan pembelajaran abad 21 (Zahro dkk., 2024).

D. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berupa bio baterai dari limbah kulit buah berbasis pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan praktikum siswa. Media yang terdiri dari kit bio baterai dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) telah divalidasi oleh ahli materi dan media dengan hasil sangat valid, serta mendapat respon positif dari siswa dan guru. Uji coba menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada nilai keterampilan praktikum siswa, dengan skor rata-rata pretest sebesar 64,21 meningkat menjadi 81,40 pada posttest, serta gain score sebesar 0,70 pada kelas eksperimen. Produk juga terbukti praktis dan mudah digunakan dalam kegiatan praktikum IPA.

Bio baterai dari limbah kulit jeruk dan nanas menghasilkan tegangan tertinggi dan mampu menyalakan jam dinding analog selama 5 menit, menunjukkan potensi sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Integrasi pendekatan STEM dalam praktikum mendorong siswa untuk aktif dalam

merancang, mengamati, menghitung, dan menganalisis hasil percobaan secara ilmiah. Oleh karena itu, media ini layak digunakan dalam pembelajaran IPA sebagai solusi inovatif yang ramah lingkungan, aplikatif, dan kontekstual untuk meningkatkan keterampilan praktikum siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Andari, T., & Lusiana, R. (2016). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Snowball Throwing Berbasis Tugas Terstruktur Pada Mata Kuliah Struktur Aljabar I. Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 2(1), 66. <https://doi.org/10.25273/jems.v2i1.193>
- Anggraeni, C. N. (2019). *Kulit Pisang Sebagai Bio-Baterai Ramah Lingkungan (Biodegradable)*. INA-Rxiv. <https://doi.org/10.31227/osf.io/wcrfz>
- Anshar, A. N., Maulana, A., Nurazizah, S., Nurjihan, Z., Anggraeni, S., & Nandiyanto, A. B. D. (2021). *Electrical Analysis of Combination of Orange Peel and Tamarind for Bio-battery Application as an Alternative Energy*. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 125–128. <https://doi.org/10.17509/ijomr.v1i1.33793>
- Bayu Syahputra, Tony Wibowo, & Said Teguh Putra Ramadhan. (2024). *Perancangan Video Panduan Penggunaan Wondershare Filmora 12 Menggunakan Bahasa Melayu Dengan Model 4d*. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi dan Multimedia*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v5i1.144>
- Elviliana, Toding, O. S. L., Virginia, C., & Suhartini, S. (2018). *Conversion banana and orange peel waste into electricity using microbial fuel cell*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 209, 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/209/1/012049>

- Harahap, U. N., Syarif, A. A., Hasibuan, Y. M., & Utama, W. (2022). *Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga sebagai Sumber Energi Alternatif. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.*
- Nurannisa, A., & Dewi, S. (2022). *Diseminasi Olah Praktis pada Ibu PKK Dusun Kallimpo dalam Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi Bio-Baterai.*
- Oktavia, M., & Prasasty, A. T. (2019). *Uji Normalitas Gain Untuk Pemantapan Dan Modul Dengan.*
- Pawarangan, I., Tumewu, W. A., Mawuntu, V. J., & Kumendong, I. M. (2024). *Persepsi Siswa Terhadap Penggunaan Modul Praktikum Bio Baterai Dalam Pembelajaran Fisika Sma Materi Energi Terbarukan. Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika, 5(3), 99–105.*
https://doi.org/10.53682/charm_sains.v5i3.402
- Pawarangan, I., Tumewu, W., & Mawuntu, V. (2025). *Penerapan Perangkat Bio-Baterai Berbahan Ampas Kopi Dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Fisika Sma Di Kota Tomohon. As-Sidanah: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 7(1), 197–215.*
<https://doi.org/10.35316/assidanah.v7i1.197-215>
- Rahmi, A., & . B. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Lectora Inspire Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar Elektromekanik. JEVTE: Journal of Electrical Vocational Teacher Education, 1(2), 114.*
<https://doi.org/10.24114/jevte.v1i2.29382>
- Wahyuni*, S., Ridlo, Z. R., & Rina, D. N. (2022). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Articulate Storyline Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Tata Surya. Jurnal IPA & Pembelajaran IPA, 6(2), 99–110.*
<https://doi.org/10.24815/jipi.v6i2.24624>
- Yuswitari Pasaribu, Syarifah Widya Ulfa, & Rohani. (2023).

*Pengembangan Lkpd Berbasis
Stem Untuk Meningkatkan
Keterampilan Belajar Siswa
Pada Materi Virus Kelas X Sma
Negeri 1 Sorkam. Jurnal
Bionatural, 10(2).
<https://doi.org/10.61290/bio.v10i2.717>*

Zahro, F., Hariyono, E., & Setiawan,
B. (2024). *Inovasi
pembelajaran STEM melalui
desain prototipe sistem
penyiraman tanaman otomatis
berbasis IoT untuk siswa SMP.*