

## Biodegradable Battery from Fruit Peels as an Effort to Develop Local Potential-Based Innovative Learning in Elementary Schools

Siti Fatimah<sup>1</sup>, Kartika Chrysti Suryandari<sup>2</sup>, Murwani Dewi Wijayanti<sup>3</sup>, Surya Agung Wibowo Mugiyo<sup>4</sup>, Dini Rachma Dani<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Institut Agama Islam Nahdlatul Ulama Kebumen, <sup>2,3,4,5</sup>Universitas Sebelas Maret  
stfatimah89@gmail.com

---

### Article History

accepted 15/10/2023

approved 21/10/2023

published 30/11/2023

---

### Abstract

*The independent curriculum provides educators with greater freedom to develop learning. Local potential becomes one of the learning resources in the implementation of the independent curriculum, especially for creating differentiated learning. The aim of this research is to analyze the local potential of fruit peels as biobatteries for developing innovative learning media and their contribution to elementary school education. This study is an experimental lab that is used to prove the success of biobatteries and a literature study to analyze the contribution of biobatteries in the independent curriculum. The fruit peels used are banana peels and cassava peels. Furthermore, a content analysis of the material contained in the independent curriculum for science and social studies (known as IPAS) in elementary schools was conducted. The analysis results demonstrate that banana peels can indeed be used as biobatteries and can serve as an alternative in innovative learning media based on local potential in the IPAS content, particularly in Phase C, which focuses on the Understanding of Science and Process Skills related to the Energy Crisis Threat.*

**Keywords:** *Biobattery, Learning Innovation, Local Potential, Independent Curriculum*

### Abstrak

Kurikulum merdeka memberikan kebebasan lebih bagi pendidik dalam mengembangkan pembelajaran. Potensi lokal menjadi salah satu sumber belajar dalam implementasi kurikulum merdeka khususnya untuk membentuk pembelajaran terdiferensiasi. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis potensi lokal dari kulit buah sebagai biobaterai untuk mengembangkan inovasi media pembelajaran dan kontribusinya dalam pembelajaran di sekolah dasar. Penelitian ini merupakan experimental lab yang digunakan untuk membuktikan keberhasilan biobaterai dan studi literatur untuk menganalisis kontribusi biobaterai dalam kurikulum merdeka. Kulit buah yang digunakan adalah kulit pisang dan kulit singkong. Selanjutnya dilakukan analisis konten materi yang ada dalam muatan IPAS berdasarkan kurikulum merdeka di sekolah dasar. Hasil analisis menunjukkan bahwa kulit buah pisang terbukti dapat dijadikan sebagai biobaterai dan dapat menjadi salah alternatif dalam media pembelajaran inovatif yang berbasis potensi lokal pada muatan IPAS di Fase C yaitu tentang Ancaman Krisis Energi pada elemen pemahaman sains dan keterampilan proses.

**Kata kunci:** Biobaterai, Inovasi Pembelajaran, Potensi Lokal, Kurikulum Merdeka

---

**Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series** p-ISSN 2620-9284  
<https://jurnal.uns.ac.id/shes> e-ISSN 2620-9292



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Energi listrik alternatif dapat menjadi solusi dalam mengurangi krisis energi. Salah satu sumber energi alternatif yang melimpah di Indonesia dapat berasal dari limbah buah, limbah sayur dan limbah yang lain. Limbah yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif seperti limbah kulit buah. Diketahui Indonesia merupakan penghasil buah-buahan dan bahan pangan yang sangat banyak sehingga akan menghasilkan limbah yang banyak pula. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2022 Indonesia telah memproduksi buah pisang sebanyak 9.245.427 ton. Melimpahnya buah pisang yang diproduksi oleh Indonesia, menjadi peluang besar untuk memproduksi kulit buah pisang sebagai sumber energi alternatif. Pisang juga menjadi salah satu potensi lokal yang ada di daerah Kebumen, sehingga banyak dijumpai di Kebumen. Diketahui berdasarkan jumlah produksi pisang di Kebumen menurut BPS tahun 2022 buah pisang merupakan komoditi yang paling banyak dibandingkan buah yang lain yaitu sebanyak 71.102 kuintal.

Limbah kulit buah dan sayur/bahan pangan dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik dikarenakan memiliki tingkat keasaman yang tinggi sehingga mampu menghasilkan listrik. Kulit pisang memiliki nutrisi dan senyawa seperti protein 78,2 – 85,4 g/kg bahan kering, kalsium 5,70-6,30 g/kg bahan kering, fenol 57,6-64,9 g/kg berat kering, dan tanin 53,2-58,5 g/kg bahan kering (Ramdani, et al., 2016). Kulit pisang dapat menjadi antiseptik karena pada kulit pisang terdapat senyawa fenol, alkaloid, flavonoid, dan terpenoid (Asih, et al., 2018). Kulit pisang mengandung karbohidrat dan kaya dengan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida, kalsium, dan besi. Karbohidrat mengandung glukosa apabila dicampur dengan air dan didiamkan beberapa hari akan terjadi fermentasi sehingga dapat diperoleh etanol dan teroksidasi menjadi asam asetat.

Sumber energi alternatif juga dapat dijadikan sebagai salah satu bentuk inovasi media pembelajaran dalam pembelajaran IPAS di kurikulum merdeka. IPAS menjadi salah satu mata pelajaran dalam kurikulum merdeka. IPAS (Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial) merupakan ilmu pengetahuan yang mengkaji tentang makhluk hidup dan benda mati di alam semesta serta interaksinya, dan mengkaji kehidupan manusia sebagai individu sekaligus makhluk sosial yang berinteraksi dengan lingkungannya (Kemdikbudristek, 2022). IPA memiliki karakteristik keilmuan yang terdiri dari produk, proses, dan sikap (Chrysti et al., 2022). Sebagai produk, sains sebagai proses dan sains sebagai sikap ilmiah, dan sains sebagai aplikasi. Sains sebagai produk yaitu merupakan ilmu yang mempelajari tentang fakta-fakta, konsep-konsep, maupun prinsip-prinsip materi secara teoritis yang dapat menjelaskan dan memahami alam serta fenomena yang terjadi didalamnya. Sains sebagai proses yaitu dalam memperoleh ilmu pengetahuan perlu adanya sejumlah keterampilan dalam membuktikan, menerapkan dan mengkaji fenomena alam dengan tahapan tertentu. Didalam pembelajaran sains terdapat sikap ilmiah yang perlu dikembangkan seperti rasa ingin tahu, berpikir kritis, berpikir kreatif, tanggung jawab, obyektif, dan sebagainya (Chrysti et al., 2022; Fatimah & Mufti, 2014). Melalui media pembelajaran yang bersifat konkret/*real* akan memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami konsep IPA (Halim, 2023; Suartini, 2019).

Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan dalam penelitian adalah: 1) untuk membuat model media pembelajaran inovatif berbasis potensi lokal; 2) menganalisis relevansi inovasi media pembelajaran berbasis potensi lokal dalam mata pelajaran IPAS di kurikulum merdeka. Melalui adanya media pembelajaran inovatif berbasis potensi lokal diharapkan mampu memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami konsep IPA di kurikulum merdeka.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian berbasis laboratorium untuk menghasilkan biobaterai sebagai model media pembelajaran inovatif berbasis potensi lokal dan analisis literatur untuk mengetahui kontribusi biobaterai sebagai media dalam kurikulum merdeka. Berikut merupakan alat dan bahan dalam pembuatan biobaterai: Kabel capit buaya, baterai bekas, limbah kulit kulit pisang, lampu LED, multimeter, Ph meter, Cutter, Gunting, Ragi, Neraca. Pembuatan media ini dimulai dengan membuat pasta kulit pisang yang akan menggantikan pasta di baterai bekas. Limbah kulit pisang dihaluskan dengan menggunakan blender dan kemudian pasta yang sudah jadi dicampur dengan ragi agar terjadi fermentasi. Kemudian dimasukkan ke baterai bekas dan kemudian dilakukan pengukuran tegangan selama 10 hari fermentasi.



Gambar 1. Dokumentasi pembuatan media pembelajaran berbasis potensi lokal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

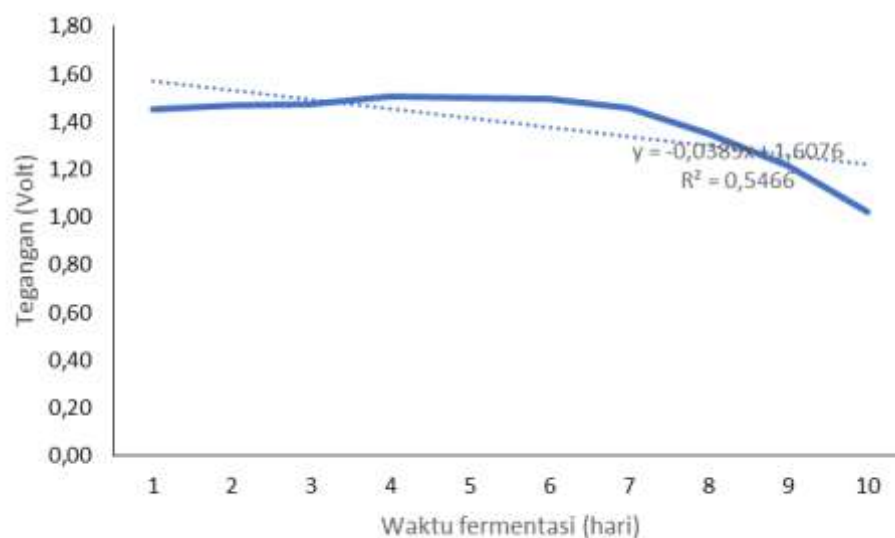
### A. Model media pembelajaran berbasis potensi lokal

Model media pembelajaran berbasis potensi lokal yang berhasil dibuat adalah biobaterai dari limbah kulit pisang. Biobaterai ini dilakukan untuk menguji adanya kandungan listrik dalam kulit pisang. Keberhasilan uji coba ini menjadi bukti bahwa limbah kulit buah dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, biobaterai yang telah berhasil dibuat dapat dijadikan media pembelajaran yang berbasis potensi lokal. Berikut adalah tabel hasil uji coba biobaterai dari limbah kulit pisang.

Tabel 1. Uji coba kandungan listrik pada limbah kulit pisang

Waktu fermentasi (hari)	V1 (Volt)	V2 (Volt)	V3 (Volt)	V rata-rata (Volt)	Keterangan lampu (menyala/mati)
1	1,45	1,45	1,45	1,45	Menyala
2	1,47	1,47	1,46	1,47	Menyala
3	1,48	1,47	1,47	1,47	Menyala
4	1,5	1,51	1,51	1,51	Menyala
5	1,51	1,5	1,5	1,50	Menyala
6	1,5	1,51	1,48	1,49	Menyala
7	1,48	1,45	1,44	1,45	Menyala
8	1,36	1,35	1,34	1,35	Mati
9	1,23	1,2	1,21	1,20	Mati
10	1,03	1,03	1	1,02	Mati

Tabel 1 menunjukkan pengaruh waktu fermentasi terhadap nyala lampu pada kulit pisang. Didapatkan hasil bahwa waktu fermentasi mempengaruhi biobaterai dari kulit pisang. Waktu fermentasi hari ke-4 dan ke-5 menjadi waktu yang paling baik dalam menghasilkan tegangan yang ideal yaitu 1,5 Volt. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Khairiah & Destini bahwa fermentasi pada hari ke-4 dan ke-5 merupakan waktu yang dapat menghasilkan tegangan paling tinggi (Khairiah & Destini, 2017). Diketahui pada hari pertama sampai hari ketujuh lampu masih menyala sedangkan mulai hari kedelapan, lampu sudah dalam keadaan mati dan hal tersebut juga membuktikan adanya penurunan tegangan mulai di hari kedelapan. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa idealnya waktu fermentasi dilaksanakan selama 7 hari untuk mendapatkan nilai tegangan yang masih mendekati ideal atau masih membuat lampu menyala. Hasil ini juga relevan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kamilah, dkk bahwa semakin lama waktu fermentasi maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin kecil (Kamilah et al., 2020).



Gambar 2. Perbandingan waktu fermentasi terhadap tegangan pada baterai kulit pisang

Gambar 2 membuktikan bahwa waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap tegangan pada baterai kulit pisang. Berdasarkan analisis persamaan regresi yang dilakukan dengan menggunakan *spreadsheet* membuktikan adanya pengaruh waktu fermentasi terhadap tegangan. Ditinjau dari nilai koefisien determinasi didapatkan besar pengaruhnya, yaitu sebesar 54,66%. Hal ini berarti waktu fermentasi memberikan pengaruh sebesar 54,66% terhadap tegangan yang dihasilkan biobaterai limbah kulit pisang.

Hasil uji coba di atas membuktikan bahwa biobaterai yang telah berhasil dibuat dengan menghasilkan tegangan yang ideal sesuai dengan tegangan acuan yaitu 1,5 Volt berdasarkan lama waktunya fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yolanda, dkk bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan oleh sari buah tomat. Hasil riset menunjukkan di waktu 48 jam yaitu sebesar 2,01 Volt (Yolanda et al., 2022). Nur, dkk juga menghasilkan riset yang sama bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan buah jeruk, di waktu 48 jam menghasilkan tegangan tertinggi yaitu sebesar 1,008 Volt. Dari hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa adanya proses fermentasi menghasilkan nilai tegangan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa adanya fermentasi (Nur et al., 2021). Kamilah, dkk menghasilkan temuan juga bahwa fermentasi berpengaruh terhadap nilai tegangan yang dihasilkan dari buah kedondong dan kulit

buah pisang. Hal temuan menunjukkan bahwa pada waktu 12 jam merupakan waktu yang terbaik yaitu sebesar 4,01 Volt dalam menghasilkan nilai tegangan (Kamilah et al., 2020).

### **B. Analisis relevansi biobaterai sebagai inovasi media pembelajaran berbasis potensi lokal dalam mata pelajaran IPAS di kurikulum merdeka**

Berdasarkan hasil analisis literatur dalam buku Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) Fase A-Fase C untuk SD/MI/Program Paket A dari Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia tahun 2022 dinyatakan bahwa biobaterai relevan dengan materi muatan IPAS dalam kurikulum merdeka khususnya untuk fase C. Berikut adalah analisis Capaian Pembelajaran (CP) fase C berdasarkan elemen.

Tabel 2. Capaian Pembelajaran Berdasarkan Elemen

<b>Fase</b>	<b>Elemen</b>	<b>Capaian Pembelajaran</b>
Fase C	Pemahaman IPAS	<p>Peserta didik mendeskripsikan adanya ancaman krisis energi yang dapat terjadi serta mengusulkan upaya-upaya individu maupun kolektif yang dapat dilakukan untuk menghemat penggunaan energi dan serta penemuan sumber energi alternatif yang dapat digunakan menggunakan sumber daya yang ada di sekitarnya.</p> <p>Dengan penuh kesadaran, peserta didik melakukan suatu tindakan atau mengambil suatu keputusan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari berdasarkan pemahamannya terhadap kekayaan kearifan lokal yang berlaku di wilayahnya serta nilai-nilai ilmiah dari kearifan lokal tersebut.</p>
	Keterampilan Proses Sains	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengamati</li> <li>2. Memprediksi</li> <li>3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan</li> <li>4. Memproses, menganalisis, dan menyajikan informasi data</li> <li>5. Mengevaluasi dan refleksi</li> <li>6. Mengkomunikasikan hasil</li> </ol>

Tabel 2 menunjukkan bahwa capaian pembelajaran dalam pemahaman IPAS di fase C mencakup peserta didik mampu mendeskripsikan adanya ancaman krisis energi. Melalui kegiatan individu maupun kolektif/kelompok peserta didik dapat melakukan penghematan energi dengan membuat sumber energi alternatif yang berasal dari sumber daya di sekitarnya atau yang berasal dari potensi lokal dari daerah masing-masing. Hal ini membuktikan bahwa adanya biobaterai tepat digunakan sebagai media dalam mengenalkan sumber energi alternatif sebagai upaya mengatasi krisis energi. Hasil ini relevan dengan penelitian Fitriwati & Saehana yang menyatakan bahwa baterai sederhana yang dalam hal ini adalah tanaman kaktus dapat digunakan sebagai media pembelajaran IPA, khususnya muatan fisika. Penelitian yang dikembangkan selain produk baterai sederhana juga dikembangkan dalam video pembelajaran. Hasil lain membuktikan bahwa media baterai sederhana tersebut dapat

meningkatkan pemahaman konsep sains dan motivasi belajar peserta didik (Fitrawati & Saehana, 2021). Hasil riset dilakukan oleh Lisdawati & Cahyanto yang menghasilkan temuan bahwa baterai kulit pisang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran sains pada materi energi listrik pada peserta didik sekolah dasar. Temuan ini menguatkan bahwa biobaterai dari kulit pisang terbukti dapat lebih memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami konsep sains khususnya pada konsep rangkaian seri dan paralel (Lisdawati & Cahyanto, 2019).

Capaian pembelajaran yang selanjutnya pada elemen pemahaman IPAS adalah peserta didik melakukan suatu tindakan atau mengambil suatu keputusan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari berdasarkan pemahamannya terhadap kekayaan kearifan lokal yang berlaku di wilayahnya serta nilai-nilai ilmiah dari kearifan lokal tersebut. Hal ini berarti peserta didik diharuskan memahami kearifan lokal yang ada di daerahnya dalam rangka mengoptimalkan potensi yang ada dalam kearifan lokal tersebut. Kearifan lokal didasarkan pada pengetahuan yang berasal dari masyarakat berdasarkan pengalaman. Kearifan lokal merupakan warisan yang dikumpulkan dan diciptakan oleh nenek moyang sampai saat ini sehingga memiliki nilai yang berharga dan perlu dilestarikan (Chaijalearn et al., 2023). Kearifan lokal meliputi berbagai potensi lokal yang terdiri dari kebudayaan, kesenian, kuliner, tanaman, dan sebagainya. Berikut adalah beberapa contoh potensi lokal daerah Kebumen.

Tabel 3. Potensi Unggulan Daerah Kabupaten Kebumen

Produk	Potensi Lokal
Tanaman Pangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Semangka atau tembikai di daerah Urut Sewu Kecamatan Mirit. Biasanya semangka dipanen untuk dimakan buahnya dan biji semangka dikeringkan dan disangrai untuk dijadikan sebagai kuaci.</li> <li>b. Kacang tanah tersebar di seluruh kecamatan, sedang yang menjadi pusat adalah kecamatan puring, petanahan, ambal, mirit, buluspesantren, dan klirong. Biasanya kacang tanah dimanfaatkan untuk dimakan dengan cara direbus, digoreng, atau disangrai. Dijadikan minyak kacang tanah dan pupuk hijau yang berasal dari daun dan batang.</li> <li>c. Pisang dimanfaatkan sebagai makanan pangan dan diolah seperti keripik pisang, sale pisang, pisang revus, dan sebagainya.</li> </ul>
Perkebunan	Kelapa, kebumen merupakan sentra komoditas kelapa. Baik kelapa deres (untuk gula kelapa) maupun kelapa sayur (untuk industri minyak kelapa atau sabut kelapa)
Perikanan	Kecamatan mirit sampai ayah mempunyai potensi berbagai jenis ikan dan udang seperti udang lobster, udang jerbung, ikan bawal putih, tengiri, tongkol, kakap, layur, dan lain-lain.
Bahan Galian	Terdeteksi 14 macam batuan/mineral di kabupaten kebumen yang diklasifikasikan menjadi kelompok bahan bangunan, keramik, dan industri.
Peternakan	Kuda, sapi potong, sapi perah, kerbau, kambing, domba, ayam kampung, puyuh, kelinci.
Kesenian	Kuda lumping, wayang, lengger, upacara pengunduhan sarang burung lawet yang dilakukan 4 kali dalam setahun, ingkuran suran, kirab pusaka, gebyak cah angon, pacuan kuda, campursari, jamjaneng, qasidah, rebana, kethoprak, thek–thek, dan sebagainya.



Makanan	Sate ambal, nasi penggel, lanthing, bengkoang, gula merah, jipang kacang,
Cagar Alam Geologi	Cagar alam geowisata Karangsembung. Potensi batu-batuan alam terutama batu mulia dan batu akik
Kerajinan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Anyaman pandan, terdiri dari jenis produk kerajinan seperti tas, souvenir, sajadah. Sentra kerajinan ini di desa Kalirejo, dan desa Grenggeng.</li> <li>Batik, motif batik yang khas seperti jagatan, pring-pringan, glebagan, kupat-kupatan, burung lawet, dan sebagainya yang berpusat di desa Gemesekti, Seliling, Jemur.</li> <li>Kesed, berlokasi di desa Rantewringin, Jeruk Agung.</li> <li>Biji Jenitri, biasanya dibuat menjadi tasbih, kalung, gelang, gantungan kunci, dan lain-lain.</li> </ol>
Pariwisata	<ol style="list-style-type: none"> <li>Gua petruk, gua jatijajar di kecamatan ayah.</li> <li>Pantai logending, suwuk, menganti, karangbolong, bocor, patanahan, pasir di kawasan itu juga terdapat bumi perkemahan dan hutan wisata</li> <li>Waduk wadaslintang, waduk sempor, jembatan wisata alam, benteng Van der Wicjk</li> <li>Bukit wisata seperti bukit penthulu indah, brujul, pesona kayangan, dan lain-lain.</li> <li>Area Outbond seperti di jemur adventure park (JAP), Kedungdowo adventure park, HSS outbond centre di Sruweng, dan lain-lain.</li> </ol>

(Sumber: Kebumenkab.go.id)

Berdasarkan potensi unggulan di daerah Kebumen, pisang menjadi salah satu tanaman perkebunan yang banyak diproduksi di daerah Kebumen. Berdasarkan data statistik dari BPS tahun 2022 diketahui produksi pisang di Kebumen merupakan komoditi yang paling banyak dibandingkan buah yang lain yaitu sebanyak 71.102 kuintal. Hal ini menjadikan buah pisang berpeluang dalam memberikan kontribusi yang besar bagi masyarakat di Kebumen. Berdasarkan tabel di atas, potensi lokal perlu dipahami oleh siswa agar siswa mampu mengenal lebih dekat kelebihan yang dimiliki oleh daerahnya. Dengan mengenal lebih dekat, peserta didik akan lebih mudah dalam menganalisis potensi lokal yang selanjutnya dapat menjadi sumber belajar peserta didik. Hal ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmat dkk (Rahmat et al., 2023) yang menghasilkan temuan bahwa potensi lokal berupa kesenian musik terbukti mampu memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang konsep-konsep IPA. Selanjutnya, Chaijalearn, (Chaijalearn et al., 2023) menghasilkan temuan tentang bagaimana mengembangkan kearifan lokal sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan memecahkan masalah. Chen (Chen, 2022) juga membuktikan bahwa dengan memanfaatkan potensi lokal dapat mengembangkan sikap efikasi dan kepedulian terhadap lingkungan.

Pemanfaatan potensi lokal sebagai biobaterai juga telah banyak dilakukan banyak peneliti. Kamilah, dkk menghasilkan temuan membuat biobaterai dari buah kedondong dan kulit buah pisang (Kamilah et al., 2020). Nur, dkk juga menghasilkan riset yang sama melalui buah jeruk (Nur et al., 2021). Yolanda, dkk menggunakan buah tomat sebagai biobaterai (Yolanda et al., 2022). Sigalingging, dkk menggunakan berbagai jenis buah yaitu sirsak, mangga, dan asam jawa sebagai sumber energi listrik alternatif (Sigalingging et al., 2022). Segundo, dkk menghasilkan temuan membuat biobaterai dari buah naga merah (Segundo et al., 2023). Banyaknya riset tentang

sumber energi alternatif dari berbagai potensi lokal memberikan kesempatan yang besar bagi peserta didik dalam mengembangkan potensi lokal di daerahnya untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Selain buah, terdapat berbagai jenis tanaman yang dapat dijadikan sumber energi alternatif. Seperti padi, Harun dkk menghasilkan temuan tentang pembuatan jerami padi sebagai sumber energi alternatif (Harun et al., 2022). Erviana, dkk menghasilkan temuan tentang singkong yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif (Erviana et al., 2020). Selain itu, daun singkong dapat juga menjadi pengganti pasta di baterai (Jumiati et al., 2021).

Meninjau Capaian Pembelajaran pada elemen keterampilan proses sains yang mencakup mengamati, memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis, dan menyajikan informasi data, mengevaluasi dan refleksi, serta mengkomunikasikan hasil, adanya media pembelajaran biobaterai ini mampu mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik. Ketika guru mengarahkan peserta didik untuk membuat produk berupa biobaterai berdasarkan potensi lokal yang ada di daerahnya, maka peserta didik akan menggunakan keterampilan-keterampilannya untuk menghasilkan produk seperti yang guru arahkan. Pembelajaran berbasis proyek ini akan membantu peserta didik dalam menganalisis lebih dalam konsep-konsep IPA yang terkandung dalam biobaterai. Beberapa penelitian telah banyak yang mengkaji tentang dampak pembelajaran berbasis proyek dalam mengembangkan keterampilan proses sains. Safaruddin, dkk membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap keterampilan proses sains daripada pembelajaran konvensional (Safaruddin et al., 2020). Halimatussa'diah dkk membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek berpengaruh baik terhadap keterampilan proses sains peserta didik (Halimatussa'diah et al., 2020). Selanjutnya, Nurulwati dkk menghasilkan temua bahwa pembelajaran proeyk terbukti efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik (Nurulwati et al., 2021).

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji eksperimental, kulit buah pisang terbukti dapat dijadikan sebagai biobaterai. Hasil analisis menunjukkan bahwa lamanya fermentasi memberikan pengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan. Terbukti dihari ke-4 dan ke-5 biobaterai dapat menghasilkan tegangan yang ideal sesuai dengan tegangan acuan yaitu 1,5 Volt. Berdasarkan hasil analisis regresi melalui *spreadsheat* didapatkan koefisien determinasi sebesar 0,5466. Hal ini berarti waktu fermentasi memberikan pengaruh sebesar 54,66% terhadap tegangan yang dihasilkan biobaterai limbah kulit pisang. Berdasarkan hasil analisis literatur, biobaterai ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam media pembelajaran inovatif yang berbasis potensi lokal pada muatan IPAS di Fase C yaitu tentang Ancaman Krisis Energi pada elemen pemahaman sains dan keterampilan proses. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pembuatan biobaterai dengan limbah yang lain atua jenis potensi lokal yang lain seperti limbah tomat busuk, kulit singkong, kulit durian, dan sebagainya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chaijalearn, Y., Ratchawet, A., Sappan, P., Thanaparn, N., Kaensongsai, J., & Intharawiset, T. (2023). Development of Local Wisdom-Based Science Learning Innovation to Promote Creative Problem-solving Skill: Case Study Chessboard Game of Mueang Kung Pottery, Chiang Mai. *Journal of Curriculum and Teaching*, 12(3), 58. <https://doi.org/10.5430/jct.v12n3p58>
- Chen, S.-Y. (2022). To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures. *Frontiers in Psychology*, 13, 1063659. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1063659>



- Chrysti, K., Rokhmaniyah, R., Salimi, M., & Fatimah, S. (2022). Involvement of Teachers, Parents, and School Committees in Improving Scientific Attitudes of Elementary School Students: Application of Rasch Model Analysis. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 783–794. <https://doi.org/10.12973/ijem.8.4.783>
- Erviana, Y., Supriyanto, A., Suciya, S. W., & Pauzi, G. A. (2020). Analisis Karakteristik Elektrik Onggok Singkong Fermentasi yang Diawetkan sebagai Pasta Bio-Baterai. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 1(1), 27–32. <https://doi.org/10.23960/jemit.v1i1.10>
- Fatimah, S., & Mufti, Y. (2014). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN IPA-FISIKA SMARTPHONE BERBASIS ANDROID SEBAGAI PENGUAT KARAKTER SAINS SISWA. *Jurnal Kaunia*, X(1), 61–66.
- Fitrawati, F., & Saehana, S. (2021). Pengembangan baterai sederhana dari kaktus untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 8(1), 24. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v8i1.20796>
- Halim, A. (2023). Pemanfaatan Media Konkret Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Pada Siswa Kelas IV MIN 19 Bireuen Dengan Materi Sumber Daya Alam. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(05), 416–427. <https://doi.org/10.59141/japendi.v4i05.1762>
- Halimatussa'diah, H., Sitompul, H., & Mursid, R. (2020). Project Based Learning to Enhance Students' Science Process Skills in Science Learning. *Proceedings of the Proceedings of the the 3rd Annual Conference of Engineering and Implementation on Vocational Education, ACEIVE 2019, 16 November 2019, Universitas Negeri Medan, North Sumatra, Indonesia*. Proceedings of the the 3rd Annual Conference of Engineering and Implementation on Vocational Education, ACEIVE 2019, 16 November 2019, Universitas Negeri Medan, North Sumatra, Indonesia, Medan, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.16-11-2019.2293268>
- Harun, S. N., Hanafiah, M. M., & Noor, N. M. (2022). Rice Straw Utilisation for Bioenergy Production: A Brief Overview. *Energies*, 15(15), 5542. <https://doi.org/10.3390/en15155542>
- Jumiati, E., Daulay, A. H., & Aritonang, A. (2021). RELATIONSHIP BETWEEN VOLTAGE AND STRONG ELECTRIC CURRENT ON 1.5 VOLT BATTERIES WITH ADDING CASSAVA LEAVES. *Fisitek: Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 14. <https://doi.org/10.30821/fisitekfisitek.v4i2.9691>
- Kamilah, H., Wardoyo, T., & Maftukhah, S. (2020). Pemanfaatan Buah Kedondong Dan Kulit Pisang Ambon Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif. *JIMTEK: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1(2).
- Kemdikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) Fase A - Fase C Untuk SD/MI/Program Paket A*. Kemdikbudristek.
- Khairiah, K., & Destini, R. (2017). ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA RAGI DAN LAMA WAKTU PROSES FERMENTASI TERHADAP NILAI TEGANGAN LISTRIK PASTA LIMBAH KULIT DURIAN (DURIO ZIBETHINUS). *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 16–22.
- Lisdawati, A. N., & Cahyanto, D. (2019). Baterai Kulit Pisang sebagai Media Pembelajaran Sains pada Materi Energi Listrik untuk Siswa Kelas VI SDN Kelayan Selatan 10 Banjarmasin. *Prosiding Hasil-Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Nur, M., Hasriadi, H., Ita Juwita, A., & Mursida, M. (2021). Korelasi Waktu Fermentasi Terhadap Arus Listrik Albedo dan Flavedo Jeruk Pamelon (*Citrus maxima*). *Agrokompleks*, 21(1), 33–39. <https://doi.org/10.51978/japp.v21i1.302>

- Nurulwati, Herliana, F., Elisa, & Musdar. (2021). *The effectiveness of project-based learning to increase science process skills in static fluids topic*. 020037. <https://doi.org/10.1063/5.0037628>
- Rahmat, A. D., Kuswanto, H., Wilujeng, I., & Pratidhina, E. (2023). Improve critical thinking skills using traditional musical instruments in science learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(4), 2165. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i4.25753>
- Safaruddin, S., Ibrahim, N., Juhaeni, J., Harmilawati, H., & Qadrianti, L. (2020). The Effect of Project-Based Learning Assisted by Electronic Media on Learning Motivation and Science Process Skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(1), 22–29. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v1i1.5>
- Segundo, R.-F., Benites, S. M., De La Cruz-Noriega, M., Vives-Garnique, J., Otiniano, N. M., Rojas-Villacorta, W., Gallozzo-Cardenas, M., Delfín-Narciso, D., & Díaz, F. (2023). Impact of Dragon Fruit Waste in Microbial Fuel Cells to Generate Friendly Electric Energy. *Sustainability*, 15(9), 7316. <https://doi.org/10.3390/su15097316>
- Sigalingging, R., Panjaitan, V. C. S., & Sigalingging, C. (2022). The effect of fermentation time on fruits as a producer electrical energy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1115(1), 012088. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1115/1/012088>
- Suartini, N. M. (2019). Penggunaan Metode Eksperimen Berbantuan Media Konkret Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas III SD Negeri 6 Subagan Semester Ganjil. *Cetta: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 2(1).
- Yolanda, N., , M., & Daulay, A. H. (2022). PENGARUH VARIASI WAKTU FERMENTASI TERHADAP KELISTRIKAN SEL VOLTA DENGAN MENGGUNAKAN LARUTAN BUAH TOMAT. *EINSTEIN*, 10(2), 61. <https://doi.org/10.24114/einstein.v10i2.36275>