



Pengaruh Penerapan Bio-Baterai Berbasis Ampas Kopi Terhadap Literasi Sains Siswa di SMP Negeri 3 Tondano

Igreya Mitchell Kumendong¹, Daud Lendo², Greity Syaloom Lumempow¹, Ferry Marzhelio Soilo¹, Alfrie Musa Rampengan³, Ishak Pawarangan^{3*}

¹Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Manado, Tondano, Indonesia

²Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado, Tondano, Indonesia

³Fisika, Universitas Negeri Manado, Tondano, Indonesia

Abstrak

Rendahnya capaian literasi sains siswa di Indonesia serta dominasi pendekatan pembelajaran yang kurang aplikatif dan tidak kontekstual menjadi tantangan dalam pembelajaran IPA di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan bio-baterai berbasis ampas kopi terhadap peningkatan literasi sains siswa, baik dari aspek kognitif maupun afektif. Penelitian menggunakan desain *pre-experimental* dengan tipe *one-group pretest-posttest* yang melibatkan 16 siswa kelas IX di SMP Negeri 3 Tondano. Instrumen penelitian meliputi tes dan kuesioner sikap siswa. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap skor literasi sains siswa, dengan rata-rata skor *posttest* mencapai 92,50 dibandingkan 43,13 pada *pretest*. Hasil uji-t berpasangan menunjukkan nilai signifikansi 0,000 (sig. 2-tailed < 0,05), sedangkan analisis N-Gain memperoleh rata-rata sebesar 0,87 dalam kategori tinggi. Selain peningkatan aspek kognitif, siswa juga menunjukkan perubahan afektif positif, seperti meningkatnya rasa ingin tahu, motivasi belajar, dan keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Media bio-baterai terbukti mampu menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna, selaras dengan prinsip Kurikulum Nasional yang berfokus pada pembelajaran mendalam yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*.

Masuk:

23 Februari 2026

Diterima:

15 Mei 2026

Diterbitkan:

30 Juni 2026

Kata kunci:

Ampas Kopi, Bio-Baterai, Literasi Sains, Pembelajaran IPA, Pembelajaran Kontekstual.

PENDAHULUAN

Literasi sains merupakan kemampuan yang dibutuhkan di abad ke-21 ini yang berkaitan dengan memahami konsep ilmiah, menalar berdasarkan bukti, menjelaskan fenomena sains, menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang relevan serta menerapkan pengetahuan sains dalam kehidupan nyata secara bertanggung jawab (Efendi, 2023; Juniarty, 2024; Yudiana et al., 2023; Yusmar & Fadilah, 2023). Namun, hasil studi internasional dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia masih tergolong rendah. Temuan

menunjukkan bahwa proporsi siswa Indonesia yang mencapai level minimum literasi sains baru sekitar 34%, yang masih berada jauh di bawah capaian rata-rata negara OECD sebesar 76% (Efendi, 2023; Yudiana et al., 2023; Yusmar & Fadilah, 2023). Fakta ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran dengan hasil yang dicapai di lapangan. Beberapa penelitian mengungkap bahwa pembelajaran termasuk IPA di sekolah masih cenderung bersifat abstrak, terpusat pada guru, serta minim konteks kehidupan nyata yang dekat dengan siswa (Anisa et al., 2021; Fuadi et al., 2020; Sutrisna, 2021). Akibatnya, siswa mengalami

*Korespondensi: : Ishak Pawarangan ✉ ishakpawarangan@unima.ac.id 📍 Universitas Negeri Manado, Jl. Kampus Unima, Tondano, 95618, Indonesia.

kesulitan dalam memahami konsep-konsep IPA secara utuh dan aplikatif.

Literasi sains tidak hanya mencakup kemampuan kognitif dalam memahami konsep dan menjelaskan fenomena ilmiah, tetapi juga melibatkan aspek afektif seperti minat terhadap sains, rasa ingin tahu, motivasi belajar, serta sikap positif terhadap penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari (Rahardhian, 2023; Safrizal et al., 2020; Saputra et al., 2023). Aspek afektif memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan mendorong terbentuknya kebiasaan berpikir ilmiah secara berkelanjutan (Hidayati et al., 2022; Rahardhian, 2023). Siswa dengan sikap positif terhadap sains cenderung lebih aktif dalam mengeksplorasi fenomena ilmiah, berdiskusi, serta menghubungkan konsep sains dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar (Rikizaputra et al., 2023; Sutrisna, 2021).

Ada banyak pendekatan yang dipandang mampu untuk menjembatani kesenjangan tersebut, salah satunya adalah pembelajaran kontekstual yang menekankan keterhubungan antara materi pembelajaran dan pengalaman langsung siswa dalam kehidupan sehari-hari, sehingga berdampak pada kebermaknaan dalam pembelajaran (Parisu et al., 2025; Saleh et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran IPA, pendekatan kontekstual sering diterapkan melalui kegiatan eksperimen yang mengajak siswa mengamati, menyimpulkan, dan memecahkan masalah secara ilmiah (Kartiningih, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran IPA berbasis eksperimen yang dikaitkan dengan isu-isu lingkungan atau energi terbarukan secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa (Fahmi & Fajeriadi, 2024; Tanos, 2025). Pendekatan ini terbukti tidak hanya berpengaruh terhadap pemahaman konsep, tetapi juga berdampak pada aspek afektif siswa, meliputi motivasi belajar, ketertarikan terhadap fenomena baru, dan keterlibatan

aktif kegiatan belajar mengajar (Amelia et al., 2025; Hanifah et al., 2023; Saleh et al., 2022).

Berangkat dari temuan tersebut, penelitian ini menerapkan media pembelajaran berupa bio-baterai berbasis ampas kopi sebagai alat bantu pembelajaran kontekstual dalam materi energi alternatif yang dilengkapi dengan modul pembelajaran terintegrasi dengan kurikulum nasional yang menekankan pada pembelajaran mendalam dengan prinsip berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*). Ampas kopi dipilih karena merupakan limbah organik yang mudah ditemukan di lingkungan siswa dan memiliki potensi sebagai sumber energi melalui reaksi elektrokimia (Pawarangan et al., 2022; Zhao et al., 2024).

Penelitian ini menjadi penting dan relevan karena menawarkan kebaruan dalam hal media pembelajaran serta mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam proses pembelajaran IPA. Pelaksanaan kegiatan melibatkan pembelajaran dan eksperimen langsung menggunakan modul pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan konsep sains, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir kritis dan reflektif siswa dalam merespons permasalahan di sekitarnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penerapan bio-baterai berbasis ampas kopi terhadap peningkatan literasi sains siswa, baik dari aspek kognitif maupun afektif. Melalui penelitian ini, diharapkan tercipta kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran IPA yang kontekstual, aplikatif, serta berfokus pada penguatan literasi sains siswa sejak dini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* tipe *one-group pretest-posttest*.

Tabel 1. Desain *Pre-Experimental* Tipe *One-group Pretest-Posttest*

O_1	X	O_2
<i>Pre-test</i>	Perlakuan	<i>Post-test</i>

Pada desain ini, subjek penelitian terlebih dahulu diberikan tes awal (*pre-test*), kemudian mengikuti proses pembelajaran dengan perlakuan tertentu (*treatment*), dan selanjutnya diberikan tes akhir (*post-test*) untuk mengukur perubahan skor literasi sains setelah perlakuan diterapkan (Hanifah et al., 2023; Sugiyono, 2019; Zahra et al., 2024).

Desain *one-group pretest-posttest* dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan kemampuan literasi sains siswa setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan bio-baterai berbasis ampas kopi dalam kondisi pembelajaran nyata di sekolah. Desain ini memungkinkan peneliti membandingkan kondisi awal dan akhir siswa dalam satu kelompok yang sama sehingga perubahan kemampuan literasi sains siswa dapat diamati secara langsung setelah perlakuan diberikan (Sugiyono, 2019; Triastuti et al., 2024). Selain itu, penggunaan desain ini juga mempertimbangkan keterbatasan jumlah kelas, waktu penelitian, serta kondisi sekolah yang belum memungkinkan pembentukan kelompok kontrol secara terpisah.

Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 3 Tondano, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara, pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 pada bulan September hingga Oktober 2025. Subjek penelitian adalah siswa kelas IXA sebanyak 16 orang yang dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan kesiapan mengikuti rangkaian kegiatan dan kesesuaian dengan agenda pembelajaran sekolah. Objek dalam penelitian ini adalah kemampuan literasi sains siswa SMP yang mencakup tiga indikator utama, yaitu: (1) pemahaman konsep energi terbarukan, (2) kemampuan mengaitkan konsep sains dengan fenomena atau permasalahan nyata, dan (3) kemampuan menalar serta menarik kesimpulan dari hasil percobaan. Perlakuan yang diberikan berupa pembelajaran kontekstual menggunakan prototipe bio-baterai berbasis ampas kopi

yang dirancang sebagai media eksperimen interaktif. Kegiatan pembelajaran terdiri atas serangkaian tahapan yang mencakup pengenalan alat, pelaksanaan praktikum, diskusi hasil, serta riset mandiri siswa dengan bahan organik alternatif.

Instrumen penelitian meliputi tes dan kuesioner sikap siswa. Tes terdiri atas 10 soal berbentuk pilihan ganda yang mengukur tiga indikator utama sebagai aspek kognitif. Distribusi butir soal pada instrumen tes disusun berdasarkan indikator literasi sains yang diukur. Soal nomor 1–4 digunakan untuk mengukur indikator pemahaman konsep energi terbarukan, soal nomor 5–7 mengukur kemampuan mengaitkan konsep sains dengan fenomena atau permasalahan nyata, sedangkan soal nomor 8–10 digunakan untuk mengukur kemampuan menalar serta menarik kesimpulan dari hasil percobaan. Pilihan ganda dipilih karena dinilai lebih efektif untuk mengukur kemampuan literasi sains siswa secara objektif dan konsisten pada aspek kognitif. Bentuk pilihan ganda memungkinkan peneliti mengidentifikasi pemahaman konsep, kemampuan menghubungkan konsep dengan fenomena nyata, serta kemampuan penalaran dasar siswa melalui indikator jawaban yang terstruktur. Selain itu, instrumen pilihan ganda dipilih karena lebih efisien dalam proses pelaksanaan dan analisis data kuantitatif, terutama pada penelitian dengan desain *pretest-posttest* yang memerlukan perbandingan skor secara langsung antara sebelum dan sesudah perlakuan (Brundage & Singh, 2023; Tamarin & Wisudawati, 2025). Penggunaan bentuk tes ini juga mempertimbangkan karakteristik siswa tingkat SMP agar proses evaluasi dapat dilakukan secara lebih terarah, terukur, dan meminimalkan subjektivitas penilaian dibandingkan bentuk uraian. Sedangkan kuesioner digunakan untuk mengukur motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, dengan indikator ketertarikan terhadap IPA, pengalaman belajar, dan minat terhadap literasi sains.

Data penelitian diambil melalui serangkaian pelaksanaan *pretest* dan *posttest* yang dilaksanakan secara individual, pengisian kuesioner pada setiap tahap kegiatan. Data kuantitatif yang telah didapatkan dianalisis dengan menggunakan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*) untuk melihat perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, dengan bantuan perangkat lunak *SPSS Statistics*. Analisis N-Gain juga dilakukan terhadap skor total literasi sains serta pada setiap indikator utama literasi sains. Nilai N-Gain dihitung menggunakan persamaan:

$$N - Gain = \frac{S_{posttest} - S_{pretest}}{S_{maks} - S_{pretest}} \quad (1)$$

Kriteria N-Gain untuk menganalisis kategori peningkatan aspek kognitif literasi sains ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria N-Gain	
Kriteria	Skor N-Gain
$N - Gain > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N - Gain \leq 0,7$	Sedang
$N - Gain < 0,3$	Rendah

(Batubara et al., 2025)

Sementara itu, data kuesioner dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk melihat tren perubahan skor rata-rata pada setiap indikator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan prototipe bio-baterai sebagai media pembelajaran menunjukkan dampak positif terhadap literasi sains siswa. Temuan penelitian disajikan dalam

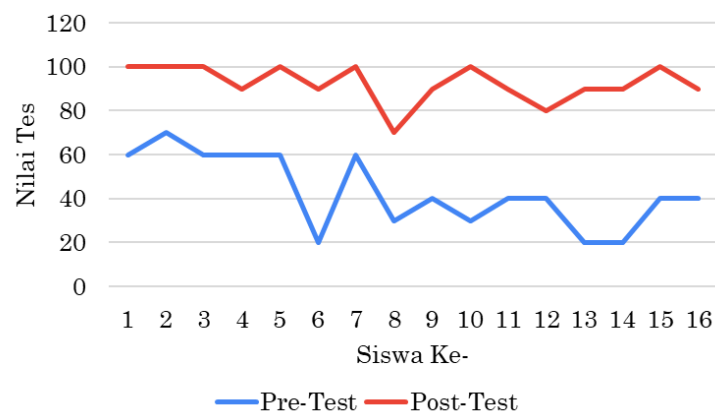
Tabel 3 dengan hasil *pre-test* dan *post-test* yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 3. Nilai *Pretest* dan *Posttest*

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai Minimum	20	70
Nilai Maksimum	70	100
Rata-rata	43,125	92,50
Standar Deviasi	16,62	8,56

Peningkatan literasi sains siswa setelah penerapan pembelajaran dengan bio-baterai berbasis ampas kopi terlihat seperti pada Tabel 3 dari perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*. Rata-rata skor siswa mengalami kenaikan signifikan dari 43,13 pada saat *pretest* menjadi 92,50 pada *posttest*. Selain itu, nilai minimum meningkat dari 20 menjadi 70, sedangkan nilai maksimum mencapai angka yaitu 100. Perubahan ini disertai penurunan standar deviasi dari 16,62 menjadi 8,56, yang mengindikasikan bahwa hasil belajar siswa setelah perlakuan menjadi lebih merata.

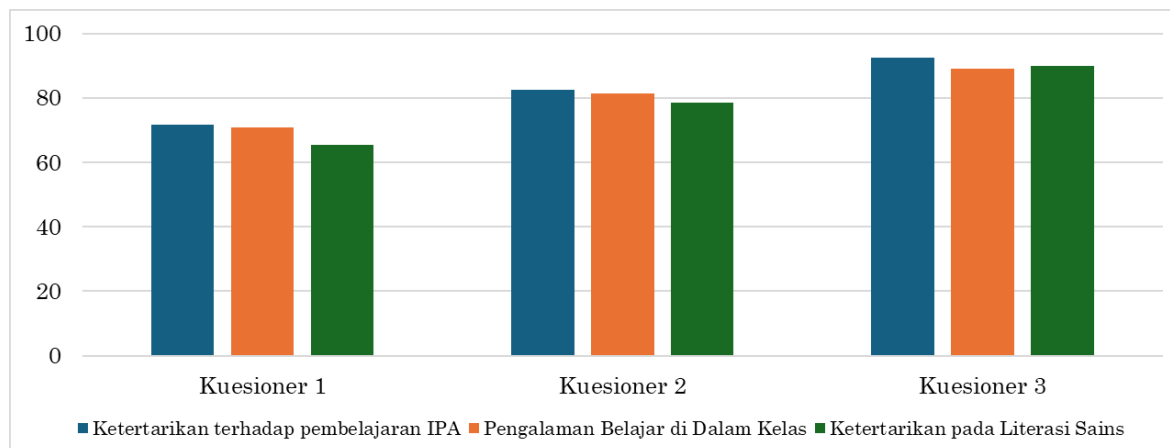
Visualisasi grafik pada Gambar 1 menunjukkan tren peningkatan skor seluruh siswa secara individu. Seluruh siswa menunjukkan peningkatan skor setelah perlakuan, meskipun dengan variasi yang berbeda-beda. Peningkatan ini memperkuat temuan bahwa penggunaan media kofntekstual berbasis eksperimen berperan dalam membangun pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains.



Gambar 1. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Tabel 4. Hasil Uji-t Berpasangan (*Paired Sample t-test*)

Data	Mean	Standar Deviasi	t	df	Sig. (2-tailed)
<i>Pre-test – Post-test</i>	-49,37500	14,36141	-13,752	15	0,000

**Gambar 2. Grafik Peningkatan Nilai Rata-rata Kuesioner Literasi Sains Siswa**

Untuk mengetahui signifikansi dari peningkatan literasi sains siswa dilakukan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil analisis menunjukkan nilai $t = -13,752$ dengan derajat kebebasan ($df = 15$) dan signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($\text{Sig. 2-tailed} < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran bio-baterai secara kontekstual mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep energi terbarukan serta keterampilan menalar dan mengaitkan sains dengan fenomena nyata. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Sari et al., 2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran IPA berbasis konteks dapat meningkatkan literasi sains siswa.

Selain uji-t berpasangan, peningkatan kemampuan literasi sains siswa juga dianalisis menggunakan N-Gain untuk mengetahui kategori peningkatan hasil belajar pada setiap indikator literasi sains. Hasil analisis N-Gain disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis N-Gain Literasi Sains Siswa

Kriteria	Skor N-Gain	Kategori
Indikator 1	0,85	Tinggi
Indikator 2	0,85	Tinggi
Indikator 3	0,93	Tinggi
Rata-rata	0,87	Tinggi

Berdasarkan hasil analisis N-Gain, seluruh indikator literasi sains berada pada kategori tinggi dengan rata-rata skor sebesar 0,87. Indikator pemahaman konsep energi terbarukan memperoleh skor N-Gain sebesar 0,85 yang menunjukkan bahwa siswa mampu memahami konsep dasar energi alternatif melalui kegiatan praktikum bio-baterai berbasis ampas kopi. Indikator kemampuan mengaitkan konsep sains dengan fenomena atau permasalahan nyata juga memperoleh skor sebesar 0,85 dalam kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan konsep energi listrik dengan pemanfaatan limbah organik dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu, indikator kemampuan menalar serta menarik kesimpulan dari hasil percobaan memperoleh skor N-Gain tertinggi sebesar 0,93. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan eksperimen secara langsung memberikan pengalaman belajar yang membantu siswa melakukan observasi, menganalisis hasil percobaan, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti

yang diperoleh selama praktikum. Secara keseluruhan, hasil N-Gain memperkuat temuan bahwa penerapan bio-baterai berbasis ampas kopi efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada aspek kognitif.

Selain peningkatan aspek kognitif, penelitian ini juga menunjukkan dampak positif terhadap aspek afektif siswa dalam pembelajaran IPA. Peningkatan literasi sains juga dianalisis melalui kuesioner yang diberikan pada setiap tahapan kegiatan. Setiap indikator terdiri atas lima pernyataan dengan skala Likert 1–5. Nilai rata-rata dari 16 responden di setiap indikator disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terjadi peningkatan skor rata-rata pada tiga indikator utama: ketertarikan terhadap pembelajaran IPA meningkat sebesar 10,75 poin dari 71,75 menjadi 82,50, dan kembali naik 10,00 poin hingga mencapai 92,50; pengalaman belajar di kelas mengalami kenaikan 10,50 poin dari 70,75 ke 81,25, lalu meningkat lagi 7,75 poin menjadi

89,00; dan minat terhadap literasi sains meningkat 13,00 poin dari 65,50 ke 78,50, dan bertambah 11,25 poin menjadi 89,75.

Peningkatan skor yang konsisten ini menunjukkan bahwa siswa yang semula kurang antusias terhadap pelajaran IPA mulai menunjukkan minat yang lebih besar, merasa lebih terlibat, serta mampu menikmati proses pembelajaran secara aktif. Kegiatan praktikum bio-baterai memungkinkan siswa mengalami langsung bagaimana energi dapat dihasilkan dari limbah organik di sekitar mereka. Pengalaman ini mendorong munculnya rasa ingin tahu dan keterlibatan emosional yang lebih kuat dalam proses belajar (Arifin et al., 2024; Le et al., 2023). Temuan ini sejalan dengan penelitian dari Pepilina et al. (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran IPA berbasis konteks dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memperkuat pemahaman konsep secara bermakna.



Gambar 3. Kondisi Pembelajaran Sebelum (kiri); Setelah (kanan) Penerapan Bio-Baterai Berbasis Ampas Kopi

Peningkatan motivasi dan ketertarikan siswa dalam penelitian ini juga memperkuat gagasan bahwa literasi sains tidak dapat dibangun hanya melalui pemberian materi teoretis, tetapi perlu ditumbuhkan melalui pengalaman belajar yang kontekstual, eksploratif, dan relevan dengan fenomena atau pengalaman dalam kehidupan sehari-hari (Fahmi & Fajeriadi, 2024; Hanifah et al., 2023; Verawati & Wahyudi, 2024). Pembelajaran dengan media bio-baterai tidak hanya menghadirkan konteks, tetapi juga mengintegrasikan aspek keberlanjutan

lingkungan yang memperkaya nilai edukatif dari pembelajaran IPA.

Gambar 3 memperlihatkan perbedaan kondisi pembelajaran sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) penerapan bio-baterai berbasis ampas kopi. Sebelum diberi perlakuan, siswa terlihat pasif, duduk di bangku tanpa keterlibatan langsung dengan materi pembelajaran. Aktivitas didominasi oleh metode ceramah dan mencatat, sementara interaksi antara siswa dan guru relatif terbatas. Kondisi ini mencerminkan pola pembelajaran konvensional dengan ceramah yang

abstrak dan kurang interaktif sehingga kurang merangsang keterlibatan aktif siswa dalam memahami konsep (Dietrich & Evans, 2022; Maryam et al., 2025, Tumanggor et al., 2025). Sebaliknya, setelah diberi perlakuan, suasana pembelajaran menjadi lebih dinamis setelah penerapan bio-baterai berbasis ampas kopi. Siswa tampak aktif melakukan eksplorasi, berinteraksi langsung dengan prototipe, serta bekerja sama dalam kelompok kecil untuk menguji sumber energi dari ampas kopi. Kegiatan praktik ini mendorong siswa untuk berdiskusi, mencoba, dan menarik kesimpulan secara kolaboratif. Keterlibatan aktif tersebut mencerminkan terlaksananya pembelajaran kontekstual yang bermakna, di mana siswa tidak hanya berperan sebagai seorang penerima informasi secara pasif, tetapi juga sebagai seorang pelaku aktif dalam proses sains. Temuan ini selaras dengan gagasan dari penelitian sebelumnya bahwa pembelajaran berbasis budaya dan konteks lokal dapat menciptakan iklim belajar yang aktif, responsif, dan relevan, sekaligus membangun koneksi antara ilmu pengetahuan dan kehidupan nyata siswa (Rozi et al., 2025).

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal implementasi karena dilakukan pada satu sekolah dengan dukungan fasilitas media praktikum yang telah disediakan oleh peneliti dan keterlibatan guru yang sudah terlatih dalam pendekatan kontekstual, sehingga penerapannya mungkin tidak serta-merta dapat direplikasi di sekolah yang memiliki keterbatasan sarana, waktu pembelajaran, atau belum memiliki budaya pembelajaran berbasis eksperimen. Meskipun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap implementasi Kurikulum Nasional, khususnya dalam mewujudkan pembelajaran mendalam yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*. Penggunaan bio-baterai berbasis ampas kopi memberi indikasi positif terhadap keterlibatan aktif siswa, memperkuat pemahaman konsep melalui praktik langsung, serta

menumbuhkan kesadaran terhadap isu lingkungan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian hanya dilakukan pada satu kelas dengan jumlah sampel yang relatif kecil, sehingga generalisasi hasil penelitian ke populasi yang lebih luas masih terbatas. Kedua, desain penelitian yang digunakan merupakan *pre-experimental* tipe *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol, sehingga pengaruh variabel luar terhadap peningkatan literasi sains siswa belum dapat dikendalikan secara optimal. Ketiga, instrumen tes yang digunakan masih terbatas pada bentuk pilihan ganda sehingga belum sepenuhnya menggambarkan kemampuan literasi sains siswa secara mendalam, khususnya dalam mengungkap proses penalaran dan argumentasi ilmiah siswa. Selain itu, implementasi pembelajaran juga dilakukan dengan dukungan fasilitas praktikum dan pendampingan langsung dari peneliti, sehingga penerapannya mungkin memerlukan penyesuaian apabila diterapkan pada sekolah dengan kondisi sarana dan karakteristik siswa yang berbeda.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran kontekstual berupa bio-baterai berbasis ampas kopi secara signifikan meningkatkan literasi sains siswa SMP. Hal ini dibuktikan melalui perbedaan mencolok antara skor *pretest* dan *posttest*, dengan rata-rata peningkatan sebesar 49,375 poin, serta hasil uji-t berpasangan yang secara statistik menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0,05$). Selain aspek kognitif, indikator afektif seperti motivasi, antusiasme, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran juga mengalami peningkatan positif melalui keterlibatan aktif dalam praktik eksperimen.

Berdasarkan keterbatasan penelitian, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih luas serta menggunakan

desain eksperimen yang melibatkan kelompok kontrol agar pengaruh penerapan bio-baterai terhadap literasi sains siswa dapat dianalisis secara lebih mendalam. Selain itu, pengembangan instrumen evaluasi berbentuk uraian atau wawancara juga dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kemampuan penalaran dan argumentasi ilmiah siswa. Penelitian lanjutan juga dapat mengembangkan pemanfaatan bahan organik lain sebagai sumber bio-baterai serta mengintegrasikannya dengan materi IPA yang berbeda guna memperluas penerapan pembelajaran kontekstual berbasis energi alternatif di sekolah.

REFERENSI

- Amelia, F. R., Sihombing, I. I., Siregar, S. U., Rajagukguk, M. A., Telaumbanua, A. N., & Simanjuntak, Y. B. R. (2025). Pengenalan Literasi Sains Kepada Siswa Sekolah Dasar Melalui Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Yang Kontekstual Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Journal Educational Research and Development*, 1(4), 434–438. <https://jurnal.globalscients.com/index.php/jerd/article/view/495>
- Anisa, A. R., Ipungkartti, A. A., & Saffanah, K. N. (2021). Pengaruh Kurangnya Literasi serta Kemampuan dalam Berpikir Kritis yang Masih Rendah dalam Pendidikan di Indonesia. *Conference Series Journal*, 1(1), 1–12.
- Arifin, M., Yuniarti, E., Fairuza, S., & Franciscus, F. (2024). Upaya Peningkatan Minat Belajar Fisika untuk Siswa SMA Melalui Praktikum Menggunakan Aeronautics Mobile Laboratory. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 1(1), 48–53. <https://doi.org/10.35968/6k06fv15>
- Batubara, Y., Marjanah, M., & Mahyuny, S. R. (2025). Peningkatan Literasi Sains Melalui Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle (5E) Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) di SMAN 3 Langsa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(2), 1032–1037. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i2.3210>
- Brundage, M. J., & Singh, C. (2023). Development and validation of a conceptual multiple-choice survey instrument to assess student understanding of introductory thermodynamics. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.19.020112>
- Dietrich, H., & Evans, T. (2022). Traditional lectures versus active learning – A false dichotomy? *STEM Education*, 2(4), 275–292. <https://doi.org/10.3934/steme.2022017>
- Efendi, P. M. (2023). Keterampilan Abad 21 Kaitannya Dengan Karakteristik Masyarakat di Era Abad 21. *Caruban: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dasar*, 6(1), 78–88. <https://doi.org/10.33603/caruban.v6i1.8009>
- Fahmi, F., & Fajeriadi, H. (2024). Penguatan pembelajaran kontekstual berbasis lahan basah dalam meningkatkan literasi sains siswa SMPN di Banjarmasin. *SERIBU SUNGAI: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2). <https://doi.org/10.20527/seru.v2i2.345>
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Hanifah, A., Sudibyo, E., Munasir, & Budiyanto, M. (2023). Contextual-Based Physics Learning Through Experimental Method to Increase Learning Outcomes in Thermodynamics Material. *Studies in Learning and Teaching*, 4(2), 250–259. <https://doi.org/10.46627/silet.v4i2.206>
- Hidayati, S. A., Sudarti, S., & Handayani, R. D. (2022). Pengaruh Pengaruh Kemampuan Literasi Sains terhadap Minat Belajar Materi Pewarisan Sifat

- sebagai Evaluasi dalam Pembelajaran pada Siswa SMP. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(4), 1210–1216.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.766>
- Juniarty, S. (2024). Mewujudkan Literasi Digital pada Generasi Z: Tantangan dan Peluang Menuju Pendidikan Berkualitas SDGs 2030. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(3), 166–180.
<https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1383>
- Kartiningsih, K. (2021). Penerapan Kegiatan Eksperimen dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 1(4), 235–241.
<https://doi.org/10.51878/cendekia.v1i4.558>
- Le, L.-A. T., Nguyen, D. T., Nguyen, H. T., Le, N. T., & Le, P. T. (2023). Investigation of primary teachers' perspectives on experiential learning for Vietnamese students. *International Journal of Education and Practice*, 11(3), 462–472.
<https://doi.org/10.18488/61.v11i3.3404>
- Maryam, S., Rizal, R., & Suhendi, H. (2025). Development of Electronic Student Worksheets Based on the Science, Environment, Technology, and Society Learning Model on Sound and Light Waves Topic. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 9(2), 167–181.
<https://doi.org/10.24036/jep/vol9-iss2/971>
- Parisu, C. Z. L., Sisi, L., & Juwairiyah, A. (2025). Pengembangan Literasi Sains pada Siswa Sekolah Dasar melalui Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, 1(1), 11–19.
<https://doi.org/10.54297/jpmd.v1i1.880>
- Pawarangan, I., Pineng, M., & Anum, S. A. (2022). The electrical productivity of Arabica coffee grounds battery based on electrode distance and dryness level. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 9(1), 1–8.
<https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v9i1.20>
- Pepilina, D., Yustikasari, M., Sari, S. D. N., Farika, S. E., Maryani, W., Dewi, S., Rohwani, S., Erlinawati, E., & Sari, I. (2025). Implementasi Model Pembelajaran Kontekstual untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA di Kelas Rendah Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 3091–3099.
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1028>
- Rahardhian, A. (2023). Eksplorasi Keterampilan Literasi Sains dan Motivasi Sains Siswa SMP. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 47–56.
<https://doi.org/10.24929/lenza.v13i1.262>
- Rikizaputra, R., Firda, A., & Sari, F. R. (2023). Model SETS Bermuatan Etnosains: Pengaruhnya Terhadap Literasi Sains Siswa. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(2), 280–288.
<https://doi.org/10.31849/bl.v10i2.16278>
- Rozi, F., Yusnadi, Suyanti, R. D., & Ansya, Y. A. (2025). Culturally Responsive Teaching as a Strategy to Improve Students' Science Literacy in Higher Education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(6), 58–67.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i6.1268>
- Safrizal, S., Zaroha, L., & Yulia, R. (2020). Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar di Sekolah Adiwiyata (Studi Dekriptif di SD Adiwiyata X Kota Padang). *Journal of Natural Science and Integration*, 3(2), 215.
<https://doi.org/10.24014/jnsi.v3i2.9987>
- Saleh, S., Basri, S., & Mus, S. (2022). Pendekatan Pembelajaran Kontekstual Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Belajar Peserta didik. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 6(2), 418.
<https://doi.org/10.26858/jkp.v6i2.31611>
- Saputra, I. N. A., Gading, I. K., & Aisyah, S. (2023). Mind Set dan Sikap Ilmiah dan Pengaruhnya terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa

- Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 47–56. <https://doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59273>
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (23rd ed.). In *Jurnal Ilmu dan Riset* (23rd ed.). Alfabeta.
- Sutrisna, N. (2021). Analisis kemampuan literasi sains peserta didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12), 2683–2694.
- Tamarin, V., & Wisudawati, A. W. (2025). Literature Review: The Use of Justified Multiple-Choice Tests in Scientific Literacy at Elementary School Level. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 8(2), 177–189. <https://doi.org/10.31949/jee.v8i2.14089>
- Tanos, K. (2025). *Tim PKM-PM BioLitera UNIMA Ubah Ampas Kopi Jadi Bio Baterai, Serahkan Inovasi ke SMP Negeri 3 Tondano*. ManadoPost.Id. <https://manadopost.jawapos.com/sumikola/286712965/tim-pkm-pm-biolitera-unimaubah-ampas-kopi-jadi-bio-baterai-serahkan-inovasi-ke-smp-negeri-3-tondano>
- Triastuti, A., Arafat, Y., & Murjainah. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Papan Sumber Daya Alam Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPAS Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Keguruan*, 9(02), 44–50. <https://doi.org/10.47435/jpdk.v9i02.3180>
- Tumanggor, A. M. R., Sarayar, W. N., Dumanaw, V. A., Tarigan, Y., & Manullang, D. R. (2025). Pembelajaran Fisika Berbasis Budaya: Integrasi Angklung terhadap Pemahaman Konsep Intesitas Bunyi. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(3), 160–166. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v6i3.434>
- Verawati, N. N. S. P., & Wahyudi, W. (2024). Raising the Issue of Local Wisdom in Science Learning and Its Impact on Increasing Students' Scientific Literacy. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 1(1), 42. <https://doi.org/10.33394/ijete.v1i1.10881>
- Yudiana, K., Putri, N. N. C. A., & Antara, I. G. W. S. (2023). Kesenjangan Kemampuan Literasi Siswa Sekolah Dasar di Daerah Perkotaan, Pinggiran Kota, dan Pedesaan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 7(3), 540–547. <https://doi.org/10.23887/jppp.v7i3.69790>
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil Pisa Dan Faktor Penyebab. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/lenza.v13i1.283>
- Zahra, F. A., Jasril, I. R., Faiza, D., & Thamrin. (2024). Exploring the Impact of Implementing Project-Based Learning Assisted by Multisim on Student Learning Outcomes in the PISAV Subject at SMK Negeri 1 West Sumatra. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, 2(2), 122–133. <https://doi.org/10.58536/jhytel.v2i2.119>
- Zhao, N., Liu, Z., Yu, T., & Yan, F. (2024). Spent coffee grounds: Present and future of environmentally friendly applications on industries-A review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 143). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104312>