

## **Rekonstruksi Etnosains dari Proses Pembuatan Batu Bata Merah sebagai Sumber Belajar Ilmu Pengetahuan Alam**

**Lisa Nur Fauziah\*, Ulya Fawaida**

Program Studi Tadris IPA, Universitas Islam Negeri Sunan Kudus, Indonesia

\*Korespondensi Penulis. E-mail: [lisanfzh66@gmail.com](mailto:lisanfzh66@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang terkandung dalam proses pembuatan batu bata merah tradisional di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara, serta merekonstruksi pengetahuan lokal masyarakat menjadi konsep ilmiah sebagai konteks pembelajaran IPA berbasis etnosains. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif jenis etnografi dengan wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi terhadap dua pengrajin batu bata merah yang dipilih secara *purposive sampling*. Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, dengan triangulasi teknik dan sumber untuk menjamin keabsahan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembuatan batu bata merah mengandung konsep IPA berupa klasifikasi material, sifat fisik bahan, pengukuran, suhu dan kalor, perubahan zat, serta perubahan energi yang tercermin pada setiap tahapan produksi, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pembakaran. Pengetahuan lokal yang diwariskan turun-temurun ini berhasil direkonstruksi menjadi konsep ilmiah melalui pendekatan etnosains, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang mendukung pemahaman konsep peserta didik, sekaligus mendokumentasikan kearifan lokal masyarakat Jepara.

**Kata Kunci:** Etnografi, Etnosains, Pembuatan batu bata merah

## ***Ethnoscience Reconstruction of the Red Brick-Making Process as a Natural Science Learning Resource***

### **Abstract**

*This study aims to analyze the Natural Science concepts embedded in the traditional red brick-making process in Kalipucang Wetan Village, Welahan District, Jepara Regency, and to reconstruct the community's local knowledge into scientific concepts suitable for ethnoscience-based science learning. The study employed a qualitative ethnographic approach, utilizing in-depth interviews, observation, and documentation involving two red brick artisans selected through purposive sampling. Data were analyzed using the Miles and Huberman interactive model comprising data reduction, data display, and conclusion drawing with technique and source triangulation employed to ensure data validity. The results indicate that the red brick-making process encompasses science concepts such as material classification, physical properties of materials, measurement, temperature and heat, changes in matter, and energy transformations, all of which are reflected in every production stage, from raw material selection to firing. This locally inherited knowledge was successfully reconstructed into scientific concepts via an ethnoscience approach, offering potential as a learning resource to enhance students' conceptual understanding while simultaneously documenting the local wisdom of the Jepara.*

**Keywords:** Ethnography, Ethnoscience, Red brick making

**How to Cite:** Fauziah, L. N., & Fawaida, U. (2026). Rekonstruksi etnosains dari proses pembuatan batu bata merah sebagai sumber belajar ilmu pengetahuan alam. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(2), 682–692. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.99426>

**DOI:** <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.99426>

### **PENDAHULUAN**

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) idealnya melatih peserta didik untuk memahami fenomena alam melalui pengamatan,

penyelidikan, dan penalaran ilmiah yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Kenyataannya, praktik pembelajaran IPA di sekolah masih cenderung berpusat pada guru dan menyajikan materi secara abstrak tanpa

mengaitkannya dengan latar sosial budaya peserta didik, sehingga peserta didik lebih banyak menghafal konsep daripada memahaminya secara kontekstual (Pratama et al., 2025; Hikmah et al., 2025). Kondisi ini tercermin dari hasil *Programme for International Student Assessment* 2022 yang menunjukkan skor literasi siswa Indonesia sebesar 383, jauh di bawah rata-rata negara OECD sebesar 485, bahkan menurun 13 poin dibanding capaian tahun 2018 (OECD, 2023). Rendahnya capaian ini juga ditunjukkan oleh tinjauan sistematis terhadap penelitian etnosains selama satu dekade terakhir. Faktanya, pengetahuan lokal masyarakat dalam berbagai praktik tradisional sesungguhnya memuat konsep sains yang berpotensi direkonstruksi sebagai konteks pembelajaran, namun potensi ini jarang diintegrasikan secara sistematis ke dalam pembelajaran IPA formal (Imron et al., 2025).

Etnosains merupakan pendekatan yang menghubungkan pengetahuan lokal masyarakat dengan konsep ilmiah modern sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual bagi peserta didik. Efektivitas pendekatan ini dalam meningkatkan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis telah ditunjukkan pada berbagai jenjang pendidikan, mulai dari sekolah dasar hingga menengah (Bramastia et al., 2023; Mulyono et al., 2024). Temuan tersebut diperkuat oleh berbagai penelitian yang mengkaji praktik budaya lokal sebagai konteks pembelajaran IPA. Salah satunya adalah penelitian mengenai proses pembuatan dumbeg di Kabupaten Rembang yang menunjukkan bahwa pengetahuan lokal terkait bahan dan proses produksinya memiliki keterkaitan yang erat dengan konsep-konsep sains, baik fisika maupun biologi, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber belajar IPA (Wahyuni & Fawaida, 2024). Meskipun demikian, tinjauan bibliometrik terhadap penelitian etnosains satu dekade terakhir menunjukkan bahwa kajian-kajian tersebut masih terkonsentrasi pada praktik budaya tertentu tanpa perbandingan lintas konteks budaya, sehingga generalisasi konsep IPA yang dihasilkan masih terbatas dan perlu diperkaya melalui kajian pada praktik budaya yang berbeda (Rini et al., 2025).

Salah satu praktik budaya yang berpotensi memuat konsep IPA namun belum banyak dikaji secara etnosains adalah proses pembuatan batu bata merah. Penelitian terdahulu telah mengidentifikasi sejumlah konsep etnofisika pada praktik ini, seperti tekanan, energi kalor, dan pengukuran (Basuki et al., 2023), tetapi

belum menjelaskan secara eksplisit mekanisme ilmiah yang mendasari transformasi pengetahuan pengrajin menjadi konsep ilmiah serta belum mengaitkan temuan tersebut dengan konteks sosial budaya lokasi penelitian secara spesifik. Kekosongan inilah yang mendasari urgensi penelitian, sehingga perlu kajian yang menjelaskan secara eksplisit bagaimana pengetahuan lokal pengrajin batu bata merah dapat direkonstruksi menjadi konsep IPA melalui kerangka kerja etnosains yang jelas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penjelasan eksplisit mekanisme ilmiah di balik setiap pengetahuan pengrajin batu bata merah. Penelitian ini tidak hanya menghubungkan istilah pengetahuan lokal dengan label konsep IPA, sehingga proses rekonstruksi dapat ditelusuri secara logis dan berpotensi direplikasi pada praktik budaya lain. Konsep IPA yang dihasilkan dirumuskan secara generik agar dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran IPA.

Salah satu bentuk kearifan lokal yang masih bertahan adalah proses pembuatan batu bata merah. Proses ini tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan produksi, tetapi juga merupakan pengetahuan lokal yang diwariskan secara turun-temurun (Atmojo et al., 2025). Beberapa penelitian mengemukakan bahwa pengetahuan lokal yang diwariskan secara turun-temurun memiliki kaitan penting dalam pengembangan pendidikan sains (Melash et al., 2023; Zidny et al., 2020).

Kecamatan Welahan di Kabupaten Jepara dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu sentra produksi batu bata merah yang memiliki karakteristik yaitu lempung merah yang mengandung pasir besi, sehingga menghasilkan warna merah kecokelatan yang khas tanpa penambahan pewarna buatan (Solechan & Kiswanto, 2018). Karakteristik material ini berbeda dari sentra batu bata merah di wilayah lain yang umumnya menggunakan lempung aluvial biasa. Selain itu, desa-desa di kecamatan Welahan seperti Kalipucang Kulon masih mempertahankan puluhan usaha batu bata merah rumahan yang dikelola secara tradisional dengan pengrajin berpengalaman dalam seluruh tahapan produksi, sehingga memungkinkan penggalan pengetahuan lokal secara mendalam. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep IPA yang terdapat dalam proses pembuatan batu bata merah tradisional di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara, serta merekonstruksi pengetahuan lokal

masyarakat menjadi pengetahuan ilmiah melalui pendekatan etnosains. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran IPA berbasis budaya lokal yang inovatif, sekaligus menumbuhkan apresiasi peserta didik terhadap kearifan lokal dan budaya daerah terutama di daerah Jepara.

#### METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan etnografi.

Penelitian dilaksanakan di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara. Informan penelitian terdiri atas dua orang pengrajin batu bata merah yang dipilih secara *purposive sampling* dengan kriteria terlibat langsung dan aktif dalam seluruh tahapan produksi batu bata merah, memiliki pengalaman kerja sebagai pengrajin batu bata merah lebih dari 10 tahun, dan bersedia memberikan informasi mengenai pengalaman yang dimiliki. Profil informan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil informan

| Karakteristik | Informan 1                           | Informan 2                                        |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Usia          | 52 tahun                             | 47 tahun                                          |
| Pengalaman    | > 25 tahun                           | > 20 tahun                                        |
| Keahlian      | Pemilihan dan pencampuran tanah liat | Proses pembakaran dan kontrol kualitas            |
| Peran         | Pengrajin utama dan pemilih bahan    | <i>Supervisor</i> pembakaran dan kontrol kualitas |

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi langsung, dan dokumentasi. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi pedoman wawancara (instrumen tersaji pada Tabel 2), pedoman observasi, serta panduan dokumentasi. Observasi

dilakukan secara langsung pada seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari pemilihan bahan baku, pencampuran, pencetakan, penjemuran, hingga pembakaran. Dokumentasi berupa catatan lapangan dan foto.

Tabel 2. Pedoman wawancara

| Aspek                              | Deskripsi                                                                                              | Nomor Butir |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Klasifikasi materi dan sifat bahan | Menggali pengetahuan informan mengenai jenis dan sifat bahan baku                                      | 1–3         |
| Sifat fisik materi                 | Menggali pemahaman informan tentang tekstur, plastisitas, dan kekentalan campuran tanah liat           | 4–5         |
| Pengukuran                         | Menggali praktik pengukuran dimensi cetakan, volume campuran, dan waktu pada setiap tahapan produksi   | 6–7         |
| Perubahan fisika dan kimia         | Menggali pemahaman informan tentang perubahan yang terjadi pada bahan selama penjemuran dan pembakaran | 8–10        |
| Suhu dan kalor                     | Menggali pengetahuan informan tentang pengendalian suhu dan sumber panas selama proses pembakaran      | 11–13       |
| Perubahan energi                   | Menggali pemahaman informan tentang penggunaan bahan bakar dan sumber energi dalam proses produksi     | 14–15       |

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan model analisis interaktif Miles et al. (2014) yang meliputi tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Pada tahap reduksi, data diseleksi dan difokuskan pada informasi yang berkaitan dengan konsep-konsep IPA yang terkandung dalam proses pembuatan batu bata merah. Proses rekonstruksi pengetahuan lokal menjadi konsep ilmiah dilakukan menggunakan *scientific translation framework*, yaitu dengan

mengidentifikasi istilah dan praktik pengetahuan asli dari hasil wawancara dan observasi, menerjemahkannya ke dalam terminologi dan konsep IPA yang relevan, kemudian memverifikasi kesesuaian konsep tersebut melalui telaah literatur ilmiah. Data kemudian disajikan dalam bentuk deskriptif untuk mengidentifikasi hubungan antara pengetahuan lokal masyarakat dengan konsep ilmiah. Keabsahan data dijamin melalui triangulasi teknik dan triangulasi sumber dengan

membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi sehingga diperoleh temuan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Penelitian ini memperhatikan etika penelitian lapangan dengan meminta persetujuan secara lisan kepada kedua informan sebelum wawancara dan observasi dilaksanakan. Peneliti menjelaskan tujuan penelitian, hak informan untuk menolak menjawab pertanyaan tertentu, serta penggunaan data semata-mata untuk kepentingan akademik. Kerahasiaan data dijaga dengan tidak mempublikasikan identitas pribadi informan secara rinci serta menyimpan hasil wawancara dan catatan lapangan secara aman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Batu bata merah merupakan salah satu material bangunan tradisional yang masih banyak diproduksi oleh masyarakat di Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Proses pembuatannya dilakukan secara turun-temurun menggunakan teknik tradisional yang diwariskan dari generasi ke generasi. Batu bata merah dibuat dari tanah liat yang dicampur dengan air, kemudian dicetak, dikeringkan, dan dibakar hingga menghasilkan material yang keras dan berwarna merah kecokelatan. Aktivitas produksi batu bata merah tidak hanya memiliki nilai ekonomi bagi masyarakat, tetapi juga mengandung pengetahuan lokal yang berkaitan dengan konsep-konsep ilmiah dalam pembelajaran IPA. Kecamatan Welahan dipilih sebagai lokasi penelitian karena wilayah ini merupakan salah satu sentra produksi batu bata merah di pesisir utara Jawa Tengah dengan lempung merah berpasir besi yang relatif tebal dan mudah diperoleh di sekitar permukiman, sebagaimana teridentifikasi pada Desa Kalipucang Kulon yang hingga saat ini masih memiliki puluhan usaha batu bata merah rumahan (Solechan & Kiswanto, 2018). Kandungan pasir besi pada lempung setempat inilah yang dikenali pengrajin sebagai penentu warna merah kecokelatan batu bata setelah dibakar, sehingga produksi batu bata merah dapat bertahan sebagai mata pencaharian turun-temurun di tengah semakin berkurangnya sentra produksi batu bata merah tradisional di wilayah lain akibat mekanisasi. Karakteristik geologis inilah yang menjadikan Welahan sebagai lokasi yang relevan untuk menggali pengetahuan pengrajin secara mendalam sebelum praktik tradisional tersebut semakin tergeser oleh teknologi produksi modern.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap dua pengrajin batu bata merah di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara, diperoleh informasi mengenai keseluruhan proses pembuatan batu bata merah. Menurut informan pertama, tanah yang digunakan harus memiliki tekstur lengket dan tidak terlalu banyak mengandung pasir agar batu bata tidak mudah retak ketika dibakar. Informan kedua menjelaskan bahwa proses pembakaran dilakukan selama 2–3 hari menggunakan kayu bakar dan sekam padi hingga batu bata berubah warna menjadi merah merata dan menghasilkan bunyi nyaring ketika diketuk.

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan batu bata merah meliputi tanah liat, air, kayu bakar, dan sekam padi. Tanah liat digunakan sebagai bahan baku utama pembentuk batu bata, air berfungsi untuk mempermudah proses pencampuran dan pencetakan, sedangkan kayu bakar dan sekam padi digunakan sebagai bahan bakar pada proses pembakaran. Pemilihan keempat bahan tersebut tidak dilakukan secara acak, melainkan didasarkan pada pengetahuan yang diperoleh pengrajin secara turun-temurun mengenai karakteristik dan fungsi masing-masing bahan dalam menghasilkan batu bata yang berkualitas.

Proses pembuatan batu bata merah dimulai dengan pengambilan tanah liat yang memiliki kandungan lempung tinggi. Tanah dipilih karena sifatnya yang mudah dibentuk dan memiliki daya rekat yang baik. Setelah tanah dikumpulkan, tanah dicampur dengan air menggunakan cangkul sampai memiliki tekstur plastis dan mudah dicetak. Berdasarkan hasil wawancara, proses pencampuran dilakukan selama kurang lebih 30–60 menit agar tanah benar-benar homogen.

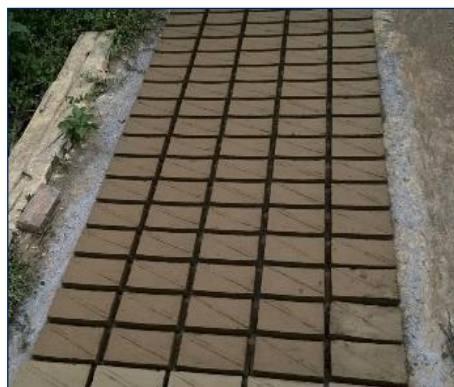
Tanah yang tercampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kayu berbentuk balok. Cetakan digunakan agar ukuran batu seragam. Batu bata yang telah dicetak kemudian disusun di tempat terbuka dan dijemur di bawah sinar matahari selama 2–5 hari tergantung kondisi cuaca. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam batu bata sehingga tidak mudah pecah ketika dibakar. Menurut informan pertama, batu bata yang belum benar-benar kering akan retak atau pecah saat proses pembakaran. Oleh karena itu, pengrajin memanfaatkan energi panas matahari untuk membantu proses pengeringan batu bata secara alami.

Setelah proses pengeringan selesai, batu bata disusun secara bertingkat untuk dibakar. Pembakaran dilakukan menggunakan kayu bakar dan sekam padi selama 2–3 hari secara terus-menerus. Pengrajin menjelaskan bahwa suhu pembakaran harus dijaga agar batu bata matang

secara merata dan tidak pecah. Batu bata yang matang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah kecokelatan dan menghasilkan suara nyaring ketika diketuk. Gambar 1–4 menyajikan tahapan proses pembuatan batu bata merah berdasarkan hasil dokumentasi.



Gambar 1. Pencampuran tanah liat dan air



Gambar 2. Proses cetak batu bata merah



Gambar 3. Proses pengeringan batu bata merah



Gambar 4. Proses pembakaran batu bata merah

Proses pembuatan batu bata merah merupakan bagian dari pengetahuan lokal masyarakat yang berkembang secara turun-temurun. Pengetahuan lokal tersebut dapat direkonstruksi menjadi konsep ilmiah dalam pembelajaran IPA melalui pendekatan etnosains (Nuroso et al., 2018). Konsep IPA yang ditemukan dalam proses pembuatan batu bata merah meliputi klasifikasi material, sifat fisik bahan, pengukuran, suhu dan kalor, perubahan zat, serta perubahan energi yang tercermin pada setiap tahapan produksi.

Konsep klasifikasi material dapat dilihat pada bahan utama pembuatan batu bata yang terdiri atas tanah liat, air, kayu bakar, dan sekam padi. Pengrajin mengelompokkan bahan berdasarkan fungsinya dalam proses produksi. Pengelompokan ini sejalan dengan prinsip klasifikasi materi berdasarkan komposisi dan peran fungsionalnya. Tanah liat tergolong bahan

baku padat yang tersusun atas mineral aluminosilikat terhidrasi (lempung) sebagai pembentuk struktur utama batu bata. Air berperan sebagai medium cair yang memfasilitasi ikatan antar partikel lempung melalui gaya kohesi dan adhesi. Kayu bakar dan sekam padi tergolong bahan bakar yang menyimpan energi dalam ikatan selulosa dan lignin untuk dilepaskan sebagai energi panas. Klasifikasi berdasarkan komposisi kimia dan fungsi material ini menunjukkan bahwa pengrajin telah menerapkan prinsip klasifikasi materi jauh sebelum mengenal istilah ilmiahnya. Pengkajian bahan-bahan dalam aktivitas produksi melalui pendekatan etnosains dapat menumbuhkan nilai kearifan lokal sekaligus memperdalam pemahaman konsep klasifikasi materi pada peserta didik (Nuroso et al., 2018).

Konsep sifat fisik bahan tampak pada karakteristik tanah liat yang dipilih. Tanah liat

bertekstur halus dan lengket agar mudah dibentuk. Sifat lengket dan mudah dibentuk tersebut disebabkan oleh struktur mineral lempung berlapis seperti kaolinit dan illit yang memiliki permukaan luas serta mampu mengikat molekul air di antara lapisannya sehingga partikel tanah dapat bergeser satu sama lain tanpa kehilangan daya ikat. Sebaliknya, kandungan pasir yang terlalu tinggi dapat menurunkan plastisitas tanah karena partikel pasir berukuran lebih besar dan tidak memiliki struktur berlapis, sehingga mengurangi daya ikat antar-partikel dan menyebabkan batu bata lebih mudah retak. Mineral kaolinit dan illit yang terkandung dalam tanah lempung inilah yang memengaruhi kualitas dan kekuatan batu bata (Rahmi & Syarief, 2014).

Air turut menentukan sifat fisik adonan karena berfungsi meningkatkan kelembapan dan plastisitas tanah. Jika air terlalu sedikit, maka tanah sulit dicetak. Jika air terlalu banyak, maka batu bata akan mudah retak saat dikeringkan. Konsep ini berkaitan dengan sifat zat cair serta pembentukan campuran (Mukti et al., 2022). Adapun kayu bakar dan sekam padi dipilih karena mudah diperoleh dan mampu menghasilkan panas dalam waktu yang lama. Sebuah pertimbangan yang berkaitan dengan konsep perubahan energi kimia menjadi energi panas.

Konsep pengukuran ditemukan pada berbagai tahapan proses pembuatan batu bata merah, mulai dari pengukuran panjang hingga waktu. Pengrajin menggunakan cetakan kayu agar ukuran batu bata seragam. Berdasarkan hasil observasi, ukuran rata-rata batu bata memiliki panjang sekitar 20 cm, lebar 10 cm, dan ketebalan sekitar 5 cm. Standardisasi ukuran ini bukan sekadar keseragaman estetika, melainkan memiliki dasar ilmiah. Dimensi batu bata yang seragam menghasilkan rasio luas permukaan terhadap volume yang konsisten, sehingga kalor dapat menembus seluruh bagian batu bata secara merata selama pembakaran. Jika ketebalan batu bata tidak seragam, bagian yang lebih tebal akan mengalami gradien suhu yang lebih besar antara permukaan dan bagian dalam, sehingga berisiko menimbulkan tegangan termal yang menyebabkan retak. Oleh karena itu, praktik pencetakan seragam merupakan strategi untuk mengendalikan proses perpindahan kalor pada tahap pembakaran dan bukan semata keperluan pengukuran dimensi. Konsep pengukuran panjang dan volume dapat diintegrasikan sebagai konteks pembelajaran IPA karena peserta didik dapat memahami penerapan pengukuran dalam

kehidupan sehari-hari secara langsung (Nuroso et al., 2018). Integrasi kearifan lokal ke dalam pembelajaran sains melalui *ethnomathscience* dan etnosains juga terbukti memperkuat pemahaman konsep pengukuran karena peserta didik melihat langsung penerapannya dalam praktik di lingkungan (Widyaningrum & Prihastari, 2021). Selain pengukuran panjang, konsep pengukuran waktu terlihat pada proses pengeringan dan pembakaran batu bata. Batu bata dijemur selama 2–5 hari dan dibakar selama 2–3 hari hingga matang sempurna. Lamanya proses pengeringan serta pembakaran ini memengaruhi kualitas batu bata yang dihasilkan.

Konsep suhu dan kalor merupakan konsep IPA yang paling dominan dalam proses pembuatan batu bata merah. Batu bata dibakar menggunakan kayu bakar dan sekam padi selama beberapa hari hingga matang sempurna. Berdasarkan hasil wawancara, pengrajin menjelaskan bahwa suhu pembakaran harus dijaga agar batu bata tidak pecah dan matang secara merata. Pengetahuan lokal tersebut menunjukkan bahwa masyarakat telah memahami hubungan antara suhu dan kualitas material meskipun diperoleh secara empiris.

Ketika proses pembakaran terjadi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Kalor yang diserap batu bata pada suhu tinggi memicu proses *sintering*, yaitu peleburan sebagian partikel mineral lempung yang kemudian mengisi rongga antar-partikel sehingga struktur batu bata menjadi lebih padat dan keras setelah dingin. Proses pembuatan batu bata dengan demikian memiliki keterkaitan erat dengan konsep suhu, kalor, dan perpindahan panas dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains (Hadi & Ahied, 2017). Konteks aktivitas lokal masyarakat juga sangat efektif menjelaskan mekanisme konduksi, konveksi, dan radiasi secara konkret kepada peserta didik (Jufrida et al., 2021; Lestari et al., 2023).

Konsep perubahan zat tampak pada transformasi tanah liat menjadi batu bata merah yang merupakan contoh perubahan kimia karena menghasilkan zat baru dengan sifat yang berbeda dari bahan asalnya. Tanah liat yang semula lunak dan plastis berubah menjadi batu bata yang keras dan kaku setelah mengalami proses pembakaran pada suhu tinggi. Perubahan warna batu bata menjadi merah kecokelatan menunjukkan adanya proses oksidasi senyawa besi dalam tanah liat menjadi hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) akibat pemanasan pada suhu tinggi. Reaksi ini bersifat tidak dapat balik (*irreversibel*) dan menghasilkan senyawa baru

dengan sifat berbeda dari bahan asal. Perubahan warna tersebut tergolong perubahan kimia. Penggunaan konteks nyata seperti ini dalam pembelajaran IPA dapat membantu siswa memahami konsep perubahan zat secara lebih konkret dibandingkan hanya melalui teori di kelas (Suryanti & Budiarti, 2022; Ayuni et al., 2021; Putri et al., 2022). Rekonstruksi pengetahuan lokal semacam ini juga terbukti dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi perangkat pembelajaran berbasis etnosains, seperti lembar kerja peserta didik dan modul ajar IPA yang mengintegrasikan konteks budaya lokal untuk memperkuat pemahaman konsep ilmiah peserta didik (Septiani & Listiyani, 2024; Supriatna et al., 2025).

Konsep perubahan energi terjadi pada proses pembakaran, yaitu perubahan energi kimia dari kayu bakar dan sekam padi menjadi energi panas yang digunakan untuk memanaskan dan mengeringkan batu bata hingga matang sempurna (Pratama et al., 2025). Secara kimiawi, proses ini merupakan reaksi pembakaran yang bersifat eksotermik, yaitu reaksi antara senyawa selulosa dan lignin dalam kayu bakar dan sekam padi dengan oksigen yang menghasilkan karbon dioksida, uap air, dan pelepasan energi panas dalam jumlah besar. Pemilihan kombinasi kayu bakar dan sekam padi oleh pengrajin mencerminkan pemahaman terhadap laju dan durasi pembakaran. Kayu bakar memiliki

densitas dan nilai kalor yang lebih tinggi sehingga menghasilkan panas yang stabil dalam waktu lama, sedangkan sekam padi lebih ringan dan cepat terbakar sehingga efektif menaikkan suhu secara cepat pada tahap-tahap tertentu. Strategi kombinasi bahan bakar ini secara ilmiah setara dengan pengendalian laju reaksi eksotermik untuk menjaga suhu pembakaran tetap stabil dan merata. Konsep perubahan energi dalam proses pembuatan batu bata ini dapat digunakan sebagai contoh penerapan IPA dalam kehidupan sehari-hari, dan pembelajaran berbasis etnosains terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains karena peserta didik belajar melalui fenomena budaya lokal yang dekat dengan lingkungan mereka (Mellyzar et al., 2024). Pendekatan etnosains dalam pembelajaran IPA pun tidak hanya efektif menyampaikan konsep perubahan energi secara kontekstual, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan karakter peserta didik melalui penghayatan terhadap nilai-nilai yang terkandung dalam tradisi lokal (Andayani et al., 2021).

Berdasarkan hasil analisis etnosains, diperoleh bahwa pengetahuan lokal masyarakat mengenai proses pembuatan batu bata merah dapat direkonstruksi menjadi konsep ilmiah sekaligus dikaitkan dengan kompetensi Kurikulum Merdeka seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekonstruksi konsep dari setiap tahapan pembuatan batu bata merah

| Tahapan Pembuatan Batu Bata | Pengetahuan Lokal                                                     | Konsep IPA                         | Kompetensi Kurikulum Merdeka Fase D       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Pemilihan tanah liat        | Memilih tanah liat yang lengket dan tidak berpasir                    | Klasifikasi materi dan sifat bahan | Menganalisis sifat dan klasifikasi materi |
| Pencampuran                 | Menambahkan air secukupnya                                            | Sifat fisik materi                 | Menganalisis sifat fisika dan kimia zat   |
| Pencetakan                  | Menggunakan cetakan kayu dengan ukuran sama                           | Pengukuran                         | Menerapkan konsep pengukuran              |
| Penjemuran                  | Dijemur selama 2-5 hari agar kadar air berkurang                      | Penguapan dan perubahan fisik      | Menjelaskan perubahan fisika dan kimia    |
| Pembakaran                  | Dibakar menggunakan kayu dan sekam padi selama 2-3 hari               | Suhu dan kalor                     | Menganalisis perpindahan kalor            |
|                             | Kayu dan sekam dibakar menghasilkan panas untuk mematangkan batu bata | Perubahan energi                   | Menjelaskan transformasi energi           |
|                             | Batu bata matang berubah warna menjadi merah kecokelatan              | Perubahan zat                      | Membedakan perubahan fisika dan kimia     |

| Tahapan Pembuatan Batu Bata | Pengetahuan Lokal                                        | Konsep IPA                    | Kompetensi Kurikulum Merdeka Fase D        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
|                             | Batu bata matang menghasilkan bunyi nyaring saat diketuk | Sifat fisik dan mekanik bahan | Menganalisis sifat fisik dan mekanik bahan |

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembuatan batu bata merah memiliki potensi besar sebagai konteks pembelajaran IPA berbasis etnosains. Pengetahuan lokal masyarakat mengenai pemilihan tanah, proses pengeringan, dan teknik pembakaran menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara budaya lokal dan konsep-konsep ilmiah dalam pembelajaran IPA. Hasil rekonstruksi tersebut menunjukkan bahwa pengetahuan yang dimiliki masyarakat tidak hanya berfungsi sebagai praktik budaya, tetapi juga mengandung konsep-konsep ilmiah yang dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA.

Rekonstruksi pengetahuan lokal menjadi pengetahuan ilmiah merupakan tujuan utama penelitian etnosains sekaligus menjadi landasan dalam pengembangan konteks pembelajaran yang responsif terhadap budaya dan selaras dengan kurikulum sehingga peserta didik dapat mempelajari konsep sains melalui konteks yang dekat dengan kehidupan mereka (Wati et al., 2021). Temuan serupa juga terlihat pada kajian rekonstruksi pengetahuan lokal atas proses produksi berbahan alam, seperti pengolahan buah pajioto menjadi sirup yang mengandung konsep klasifikasi makhluk hidup, unsur dan senyawa, energi dan usaha, serta suhu dan kalor (Fawaida et al., 2025). Adapun kajian lain pada proses pembuatan makanan tradisional gethuk yang mengandung konsep perpindahan kalor, energi mekanik, dan perubahan wujud zat (Putri et al., 2025).

Pembelajaran berbasis etnosains memungkinkan siswa memahami konsep IPA melalui fenomena nyata yang dekat dengan kehidupan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual. Integrasi budaya lokal dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan ilmiah siswa melalui pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman nyata (Akintola et al., 2024). Temuan tersebut sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan praktik budaya lokal sebagai konteks pembelajaran mampu meningkatkan literasi sains peserta didik karena konsep-konsep yang bersifat abstrak dapat dipahami melalui

fenomena yang konkret dan akrab dengan kehidupan sehari-hari. Oleh sebab itu, integrasi proses pembuatan batu bata merah ke dalam pembelajaran IPA berpotensi mempermudah peserta didik dalam memahami konsep-konsep ilmiah sekaligus mengaitkannya dengan pengalaman nyata (Dewi et al., 2019).

Selain sebagai konteks pembelajaran, penelitian ini juga berkontribusi dalam pelestarian budaya lokal masyarakat Jepara. Dokumentasi pengetahuan lokal melalui penelitian etnosains menjadi penting agar budaya masyarakat tetap terjaga dan dapat diwariskan kepada generasi berikutnya. Kajian etnosains pada aktivitas tradisional masyarakat tidak hanya berkontribusi dalam pengembangan konteks pembelajaran IPA, tetapi juga berperan dalam melestarikan kearifan lokal. Sejalan dengan temuan Atmojo et al., 2025, yang menyatakan bahwa pengintegrasian budaya dan etnosains mampu menumbuhkan literasi budaya sekaligus kemampuan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, implementasi potensi lokal dalam pembelajaran IPA secara konsisten memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep, motivasi belajar, dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Nurjanah et al., 2024).

Kebaruan penelitian ini tidak terletak pada lokasi saja. Pertama, penelitian ini menjelaskan secara eksplisit mekanisme ilmiah di balik setiap pengetahuan pengrajin, seperti keterkaitan struktur mineral lempung dengan plastisitas, mekanisme *sintering* pada perpindahan kalor, reaksi oksidasi besi menjadi hematit pada perubahan warna, serta reaksi *combustion eksoterm* pada perubahan energi. Penelitian ini menjadi pelengkap penelitian etnosains yang telah dilakukan sebelumnya (Basuki et al., 2023; Nuroso et al., 2018). Kedua, karakteristik geologis lempung merah berpasir besi yang khas di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara memberikan konteks material yang berbeda dari kajian etnosains batu bata sebelumnya, sehingga memungkinkan penjelasan mekanistik yang lebih spesifik terhadap fenomena perubahan warna dan kekerasan material selama pembakaran. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada prosedur

eksplisit rekonstruksi pengetahuan lokal menjadi konsep ilmiah yang dapat direplikasi pada kajian etnosains atas praktik budaya lain, bukan sekadar dokumentasi praktik budaya di lokasi baru, sejalan dengan temuan bahwa proses pembuatan batu bata merah memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan ajar IPA berbasis etnosains (Zahra & Dessty, 2025).

## SIMPULAN

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa pengetahuan pengrajin batu bata merah di Desa Kalipucang Wetan, Kecamatan Welahan, Kabupaten Jepara dapat direkonstruksi secara sistematis menjadi konsep IPA, meliputi klasifikasi materi, sifat fisik bahan, pengukuran, suhu dan kalor, perubahan zat melalui reaksi oksidasi, serta perubahan energi melalui reaksi eksotermik, sekaligus dikaitkan dengan kompetensi Kurikulum Merdeka Fase D, sehingga menjawab tujuan penelitian untuk menganalisis konsep IPA dan merekonstruksi pengetahuan lokal menjadi pengetahuan ilmiah. Secara teoretis, temuan ini memperkuat *scientific translation framework* sebagai prosedur eksplisit dalam mentransformasikan pengetahuan asli menjadi konsep ilmiah, sekaligus membuktikan bahwa sains tidak hanya lahir dari dunia akademik formal, tetapi juga dari pengalaman masyarakat. Secara praktis, hasil ini dapat dimanfaatkan guru IPA sebagai konteks pembelajaran kontekstual melalui pengembangan modul ajar, lembar kerja peserta didik, atau kegiatan praktikum berbasis budaya lokal yang menghubungkan materi kurikulum dengan pengalaman nyata peserta didik, sekaligus mendukung kebijakan integrasi kearifan lokal ke dalam kurikulum IPA secara sistematis. Bagi penelitian selanjutnya, model rekonstruksi ini dapat direplikasi pada praktik budaya lain dan diuji efektivitasnya terhadap capaian belajar peserta didik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akintola, G. O., Dascosta, F. A., Mhlongo, S. E., & Matsiketa, K. E. (2024). Mechanical evaluation of soil and artisanal bricks for quality masonry product management, Limpopo South Africa. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64332-w>
- Andayani, Y., Anwar, Y. A. S., & Hadisaputra, S. (2021). Pendekatan etnosains dalam pelajaran kimia untuk pembentukan karakter siswa: Tanggapan guru kimia di NTB. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(1), 39–43. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2269>
- Atmojo, S. E., Anggriani, M. D., Rahmawati, R. D., Skotnicka, M., Wardana, A. K., & Anindya, A. P. (2025). Bridging STEM and culture: The role of ethnoscience in developing critical thinking and cultural literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Orang*, 14(2). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.23505>
- Ayuni, N. L. P. O. R., Suardana, I. N., & Priyanka, L. M. (2021). Kajian etnosains proses produksi garam AMED sebagai pendukung materi pembelajaran IPA SMP. *Jurnal IPA Terpadu*, 5(1). <https://doi.org/10.35580/ipaterpadu.v5i1.22949>
- Basuki, F. R., Jufrida, J., Kurniawan, W., & Fadilah, I. (2023). Ethnophysics: Reconstruction indigenous knowledge into scientific knowledge in the brick making process. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 21. <https://doi.org/10.26714/jps.11.1.2023.21-31>
- Bramastia, B., Suciati, S., Nugraheni, F. S. A., Sari, M. W., Wati, I. K., Antrakusuma, B., & Masithoh, D. F. (2023). Effectiveness of EthnoSTEM-based science learning to improve junior high school students' science literacy ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 332–337. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.5710>
- Dewi, C. A., Khery, Y., & Erna, M. (2019). An ethnoscience study in chemistry learning to develop scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Orang*, 8(2), 279–287. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.19261>
- Fawaida, U., Sudarmin, S., Saptono, S., & Ridlo, S. (2025). Ethnoscience and ethnobotanical: The construction of indigenous knowledge on Parijoto (Medinilla speciosa) plant. *Journal of Natural Science and Integration*, 8(2), 351. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v8i2.38083>
- Hadi, W. P., & Ahied, M. (2017). Kajian etnosains madura dalam proses produksi garam sebagai media pembelajaran IPA terpadu. *Rekayasa*, 10(2), 79. <https://doi.org/10.21107/rys.v10i2.3608>
- Hikmah, N., Azwir, Y., Arsih, F., & Azhar, M. (2025). Uncovering the potential of ethnoscience in science learning to improve students' literacy: A systematic

- literature review (2014–2024). *Jurnal Pendidikan IPA Orang*, 14(3). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.19591>.
- Imron, E. M., Nugraheni, F. S. A., Utami, B., Nursalsabila, Z., Mahardiani, L., & Tanghal, A. B. (2025). Effectiveness of Ethno-STEM-based science teaching with the project-based learning model on students' scientific literacy. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(2), 435–453. <https://doi.org/10.21831/jipi.v11i2.78952>
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Oksaputra, M. F., & Fitaloka, O. (2021). Ethnoscience analysis of "lemang bamboo" Sumatera traditional food. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1), 012085. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012085>
- Lestari, E., Basuki, F. R., & Wiratama, A. (2023). Analisis etnosains seni anyaman dan budaya betangas di Muaro Jambi sebagai sumber belajar sains. *Physics and Science Education Journal*, 52–61. <https://doi.org/10.30631/psej.v3i1.1770>
- Melash, A. A., Bogale, A. A., Migbaru, A. T., Chakilu, G. G., Percze, A., Ábrahám, É. B., & Mengistu, D. K. (2023). Indigenous agricultural knowledge: A neglected human based resource for sustainable crop protection and production. *Heliyon*, 9(1), e12978. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12978>
- Mellyzar, M., Sriyati, S., Liliawati, W., & Retnowulan, S. R. (2024). Kajian etnosains sebagai sumber belajar sains pada proses pembuatan minyeuk pliek u: Produk tradisional khas Aceh. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(1), 62–71. <https://doi.org/10.21831/jpms.v12i1.72564>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- Mukti, H., Suastra, I. W., & Aryana, I. B. P. (2022). Integrasi etnosains dalam pembelajaran IPA. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Orang)*, 7(4), 356–362. <https://doi.org/10.29210/022525jpgi0005>
- Mulyono, Y., Sapuadi, S., Yuliarti, Y., & Sohnui, S. (2024). A framework for building scientific literacy through an inquiry learning model using an ethnoscience approach. *Orang Journal of Advanced and Applied Sciences*, 11(8), 158–168. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2024.08.017>
- Nurjanah, R., Purnamasari, S., & Rahmaniar, A. (2024). Analisis implementasi potensi lokal dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 48–56. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1476>
- Nuroso, H., Supriyadi, S., Darmin, S., & Sarwi, S. (2018). Identification of indigenous science in the brick-making process through ethnoscience study. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012172>.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., Ariantika, D., Fauzia, S. D., Wulandari, N. I., & Pawestri, J. S. (2024). Inovasi model literacy and research-oriented cooperative problem-based learning dalam kasus pencemaran air oleh logam fe. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 132–138. <https://doi.org/10.21831/jpms.v12i2.79113>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., & Laksono, E. W. (2025). Innovation of the liracle model: Case of gajah wong river pollution by pb metal. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 207–214. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.84783>
- Putri, A., Fawaida, U., Sa'adah, A. L., Meilinda, D. P., & Sertiansyach, A. T. (2025). Exploring gethuk-making processes: An ethnoscience approach to elementary science education. *Jurnal Review Pendidikan Dasar*, 11(1). <https://doi.org/10.26740/jrpd.v11n1.p101-114>
- Putri, A., Qomaria, N., & Wulandari, A. Y. R. (2022). Kajian etnosains pada ramuan tradisional Keraton Sumenep dan kaitannya dengan pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(4), 1148–1155. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.762>
- Rahmi, A., & Syarief, A. (2014). Uji kualitas tanah lempung dan batu bata merah Garegeh Bukittinggi. *Jurnal Riset Fisika Edukasi dan Sains*, 1(1).

- <https://doi.org/10.22202/jrfes.2014.v1i1.1183>
- Rini, E. F. S., Rahardjo, S. B., & Bramastia, B. (2025). Bibliometric analysis from 2014-2024: Integration of ethnoscience in science learning. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 6(1), 185–199. <https://doi.org/10.37251/jee.v6i1.1262>
- Septiani, D., & Listiyani, L. R. (2024). Lembar kerja mahasiswa berbasis proyek etnosains pada kajian jamu tradisional. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 117–121. <https://doi.org/10.21831/jpms.v12i2.50012>
- Solechan, S., & Kiswanto, A. (2018). Peningkatan mesin cetak dan kekuatan mekanik batu bata press menggunakan mesin cetak kapasitas 1000 buah/jam pada usaha keluarga di Desa Kalipucang Kulon. *Jurnal Surya Masyarakat*, 1(1), 40. <https://doi.org/10.26714/jsm.1.1.2018.40-46>
- Supriatna, A. Y., Hernawati, D., Badriah, L., & Ruganda, E. (2025). Profil pengembangan modul ajar IPA terintegrasi etnosains sebagai upaya penguatan konsep ilmiah: Systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(1), 157–171. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i1.84652>
- Suryanti, S., & Budiarti, Y. (2022). Science learning innovation in elementary schools: A contextual approach. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 55–67. <https://doi.org/10.24832/jpdi.v7i1.61213>
- Wahyuni, S., & Fawaida, U. (2024). Identification of Dumbeg in ethnoscience studies as a source of science learning in Rembang society. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 5(2), 179–188. <https://doi.org/10.21154/insecta.v5i2.8832>
- Wati, E., Saregar, A., Fasa, M. I., & Aziz, A. (2021). Literature research: Ethnoscience in science learning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012087>
- Widyaningrum, R., & Prihastari, E. B. (2021). Integrasi kearifan lokal pada pembelajaran di SD melalui etnomatematika dan etnosains (Ethnomathscience). *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 335–341. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i2.5243>
- Zahra, D. A., & Desstya, A. (2025). Development of E-LKPD science materials on physical properties, chemistry, and changes based on ethnoscience in red brick making. *International Summit on Science Technology and Humanity*.
- Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2020). A multi-perspective reflection on how indigenous knowledge and related ideas can improve science education for sustainability. *Science & Education*, 29(1), 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>

## PROFIL SINGKAT

**Lisa Nur Fauziah** merupakan mahasiswa Program Studi Tadris IPA, Universitas Islam Negeri Sunan Kudus. Email: [lisanfzh66@gmail.com](mailto:lisanfzh66@gmail.com).

**Ulya Fawaida, M.Pd.** merupakan dosen Program Studi Tadris IPA, Universitas Islam Negeri Sunan Kudus. Bidang kepakaran meliputi pendidikan IPA, pengembangan pembelajaran berbasis budaya lokal, inovasi media pembelajaran, dan penelitian etnosains. Aktif melakukan penelitian serta publikasi ilmiah mengenai sains dan pembelajaran sains. Email: [ulyafawaida@uinsuku.ac.id](mailto:ulyafawaida@uinsuku.ac.id)