Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA) **Vol. 07 No. 04. November 2026**
https://jurnal.habi.ac.id/index.php/JP-IPA *p-ISSN:* 2774-5945. *e-ISSN:* 2774-5937
Doi: https://doi.org/10.56842/jp-ipa Terakreditasi SINTA 3

ETNOSAINS PAPUA DALAM PEMBELAJARAN KIMIA DASAR: ANALISIS PROYEK ALAT PERAGA KONFIGURASI ELEKTRON BERBAHAN BUAH PINANG

Ardian Hangga Kelana[1*], Sakka Irawan[2], Korinus Nixon Waimbo[3], Ari Irpa Rikatama[4], Agnes Julia Kopeuw[5], Melissa Aeudia Daullu[6], Rosdiana Yoku[7]
[1-6] Universitas Internasional Papua, Jayapura, Indonesia
[7] Universitas Papua, Manokwari, Indonesia
[*] Email: ardianhkelana@iup.ac.id

Diterima: 20 Oktober 2026 *Direvisi: 03 November 2026* *Publikasi: 20 November 2026*

Abstract

This descriptive qualitative study aims to analyze a project involving the creation of an ethnochemical teaching aid based on local Papuan wisdom (the areca nut) for the topic of electron configuration. The study observes student engagement and assesses the perceived feasibility of the teaching aid, serving as a preliminary investigation for further research at the high school (SMA) level. The participants consisted of 25 students from the Faculty of Science and Technology at the International University of Papua, representing various study programs: Industrial Engineering, Engineering Physics, and Energy Systems Engineering. The research employs a Project-Based Learning approach. Data were collected through project documentation, observation protocols, and interview guides, and subsequently analyzed using the Miles and Huberman model. The results indicate that integrating areca nuts with simple electrical components successfully visualizes atomic shells and electrons in an interactive manner. This project-based ethnochemical approach has been shown empirically to boost learning motivation, clarify abstract concepts, and foster cultural pride. The study concludes that the areca nut-based ethnochemical teaching aid holds significant potential and is suitable for further testing within high school chemistry instruction.

Keywords: *Ethnochemistry; Project-Based Learning; Electron Configuration; Areca Nut, Learning Media.*

Abstrak

Penelitian kualitatif deskriptif ini bertujuan menganalisis proyek pembuatan alat peraga etnokimia berbasis kearifan lokal Papua (buah pinang) pada materi konfigurasi elektron, mengamati keterlibatan mahasiswa, serta menilai persepsi kelayakan media sebagai studi pendahuluan untuk penelitian lanjutan di tingkat sekolah menengah atas (SMA). Subjek penelitian melibatkan 25 mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Internasional Papua dari lintas program studi yaitu teknik industri, teknik fisika, dan teknik sistem energi. Penelitian ini menggunakan pendekatan Project-Based Learning. Data dikumpulkan melalui studi dokumentasi proyek, pedoman observasi, serta pedoman wawancara, kemudian dianalisis dengan model Miles dan Huberman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi buah pinang dan komponen kelistrikan sederhana berhasil memvisualisasikan kulit atom dan elektron secara interaktif. Pendekatan etnokimia berbasis proyek secara empiris dapat mendorong motivasi belajar, memperjelas konsep abstrak, dan menumbuhkan kebanggaan budaya. Penelitian ini menyimpulkan bahwa alat peraga etnokimia buah pinang sangat potensial dan layak diuji coba lebih lanjut pada pembelajaran kimia tingkat sekolah menengah atas.

Kata kunci: *Etnokimia; Pembelajaran Berbasis Proyek; Konfigurasi Elektron; Buah Pinang; Media Pembelajaran.*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut transformasi dalam proses pembelajaran yang tidak hanya berpusat transfer pengetahuan teoretis, melainkan juga pada aspek pengembangan kreativitas dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Di dalam ekosistem pendidikan, mulai dari sekolah dasar (SD) hingga pada jenjang perguruan tinggi keberadaan media pembelajaran sains memegang peranan yang sangat krusial (Arif et al., 2026). Media atau alat peraga berfungsi sebagai penghubung

penalar yang mengonversi konsep-konsep abstrak menjadi visualisasi yang lebih konkret, sehingga materi pembelajaran lebih mudah diinternalisasi oleh pembelajar (Kelana et al., 2025). Pada tingkat perguruan tinggi, kimia dasar sering kali dianggap sebagai salah satu mata kuliah yang menakutkan dan sulit dipahami oleh mahasiswa. Hal ini khususnya bagi mahasiswa di fakultas sains dan teknologi (FST).

Karakteristik materi kimia dasar yaitu terlalu banyak dengan pemahaman mikroskopis, simbolis, dan matematis menuntut representasi visual yang kuat (Kelana, 2026). Fenomena yang terjadi di kampus menunjukkan bahwa keterbatasan waktu visualisasi di kelas sering kali membuat mahasiswa teknik kesulitan menghubungkan prinsip kimia dasar dengan implementasi praktis di bidang rekayasa teknis mereka. Kesulitan yang serupa, bahkan dengan tingkat kompleksitas yang lebih mendasar juga ditemukan pada jenjang sekolah menengah (SMA/MA). Salah satu topik dalam kimia dasar yang menjadi fondasi utama, tetapi paling sulit dipahami adalah materi Struktur Atom, khususnya sub-bab konfigurasi elektron. Menentukan letak elektron pada kulit atom (model Bohr) atau orbital (model mekanika kuantum) membutuhkan daya abstraksi yang tinggi. Menurut Putri et al. (2021) bahwa alat peraga secara empiris layak digunakan sebagai sumber belajar pada mata pelajaran sains khususnya kimia.

Proses pembelajaran kimia tanpa adanya alat bantu visual, mengakibatkan peserta didik cenderung hanya menghafal rumus atau urutan konfigurasi tanpa memahami hakikat sebaran elektron tersebut. Kondisi ini diperparah oleh realitas di lapangan di mana masih banyak sekolah, khususnya di wilayah yang jauh dari pusat perkotaan atau sekolah swasta berskala kecil, masih mengalami keterbatasan fasilitas laboratorium yang sangat masif (Irawan et al., 2026). Ketiadaan alat peraga kimia komersial yang mahal, membuat guru kimia di sekolah-sekolah minim fasilitas tersebut terpaksa menggunakan metode ceramah konvensional. Akibatnya, motivasi belajar peserta didik menurun dan pemahaman konsep kimia mereka berada pada tingkat yang sangat rendah (Oktiarmi, 2019). Untuk mengatasi kesenjangan fasilitas tersebut, diperlukan sebuah urgensi berupa inovasi media pembelajaran yang murah, aplikatif dan akurat secara ilmiah (Sulistyowati et al., 2025). Salah satu pendekatan yang relevan adalah pembelajaran etnokimia.

Etnokimia merupakan pendekatan pembelajaran yang menjembatani praktik kimia tradisional di tengah masyarakat dengan konsep kimia modern (Sihombing et al., 2025; Verawati & Wahyudi, 2024). Lebih lanjut, implementasi etnokimia dalam proses belajar mengajak peserta didik untuk memahami teori sains melalui aktivitas budaya yang telah lama dilakukan oleh masyarakat setempat. Artinya, budaya tersebut sudah menjadi tradisi atau kebiasaan hidup. Berbagai temuan riset juga menunjukkan bahwa integrasi etnokimia terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains, mengasah kemampuan berpikir kritis, serta mewujudkan proses belajar yang lebih kontekstual, dan bermakna (Albaiti et al., 2026; Junaidi et al., 2025; Rayis et al., 2023).

Di tanah Papua, buah pinang (*Areca catechu*) merupakan komoditas budaya yang sangat lekat dengan kehidupan sehari-hari masyarakat. Pemanfaatan buah pinang sebagai representasi fisik dari elektron di dalam alat peraga menjadi langkah strategis untuk membumikan konsep kimia dasar yang abstrak melalui benda nyata dan sangat akrab di lingkungan sekitar peserta didik. Penelitian terdahulu Kelana et al. (2025) menyatakan bahwa integrasi etnosains pinang dalam pembelajaran memegang peranan krusial sebagai upaya penguatan literasi sains berbasis budaya Papua. Selanjutnya, riset tentang pengembangan

e-modul kimia pada materi redoks berbasis budaya Papua mengindikasikan bahwa efektif meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik mencapai 73,36% kategori terampil (Karubaba et al., 2026).

Meskipun penelitian etnosains berbasis budaya Papua sudah banyak dilakukan, eksplorasi secara mendalam mengenai pemanfaatan buah pinang sebagai media pembelajaran sains masih sangat terbatas. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada aspek filosofis dan kultural secara kualitatif tanpa mentransformasikannya ke dalam produk teknologi tepat guna yang aplikatif. Padahal, kebutuhan alat peraga interaktif sangat krusial untuk menjembatani pemahaman konsep kimia yang abstrak bagi peserta didik di sekolah. Namun, pemanfaatan buah pinang sebagai alat peraga yang terintegrasi dengan komponen kelistrikan belum ada dalam literatur maupun praktik pembelajaran sains saat ini. Keterbatasan ini menimbulkan permasalahan mendasar di sekolah, yakni kesulitan peserta didik dalam memvisualisasikan konfigurasi elektron secara konkret yang berdampak pada rendahnya pemahaman konsep abstrak. Oleh karena itu, pengembangan media etnokimia berbasis proyek ini dirancang untuk mengisi kekosongan riset tersebut melalui perpaduan antara kearifan lokal dan sistem sirkuit modern.

Novelty dari riset ini terletak pada desain alat peraga konfigurasi elektron yang mengombinasikan unsur etnokimia Papua (buah pinang) dengan sentuhan teknologi kelistrikan sederhana berupa lampu LED (*Light Emitting Diode*) untuk menggambarkan lintasan kulit atom. Berbeda dengan alat peraga konvensional yang bersifat dua dimensi atau berbahan plastik pabrikan, alat peraga berbasis buah pinang ini menawarkan pendekatan multisensori interaktif, ergonomis, dan memanfaatkan material organik lokal yang mudah direplikasi secara mandiri oleh sekolah-sekolah minim fasilitas di kemudian hari. Mengingat pembuatan alat peraga ini melibatkan rancang bangun sistem kelistrikan, tata letak mekanis, dan integrasi material sehingga diperlukan keterlibatan aktif mahasiswa teknik melalui skema pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Keterlibatan mahasiswa teknik, bukan sekadar pembuat benda mati, melainkan sebagai bentuk penguatan kapasitas berpikir kreatif mereka dalam memecahkan masalah nyata di sekolah.

Sebagai sebuah riset yang visioner, pembuatan alat peraga ini dirancang untuk dilakukan pada tahap awal di dalam lingkungan kampus terlebih dahulu. Fokus utamanya adalah mengunci proses produksi, perakitan, dan validasi ilmiah alat peraga oleh mahasiswa hingga menghasilkan produk yang siap guna serta teruji fungsinya. Alat peraga konfigurasi elektron berbasis buah pinang yang telah diselesaikan oleh mahasiswa pada tahap awal ini, akan diposisikan sebagai prototipe rujukan nasional.

Keberlanjutan program ini nantinya akan diarahkan pada riset implementasi berskala luas di sekolah-sekolah yang minim fasilitas, guna mengukur efektivitas alat peraga etnokimia terhadap peningkatan literasi sains, motivasi, dan hasil belajar peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, maka riset ini tidak hanya berhenti sebagai luaran prototipe di tingkat perguruan tinggi, tetapi juga menjadi solusi konkret yang berkelanjutan dalam menjawab tantangan disparitas kualitas pembelajaran sains serta memperkuat identitas kultural peserta didik di Tanah Papua

METODE PENELITIAN

Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan dalam penelitian ini untuk menggali, mendeskripsikan, dan menganalisis proses pembuatan serta efektivitas fungsional alat peraga konfigurasi elektron berbahan buah pinang. Subjek penelitian melibatkan 25

mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Internasional Papua dari lintas program studi yaitu teknik industri, teknik fisika, dan teknik sistem energi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Project-Based Learning* dan pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama yaitu:

1. Dokumentasi: Mengumpulkan rekam jejak digital berupa foto proses perakitan, spesifikasi rancangan alat peraga, dan hasil akhir produk (papan konfigurasi elektron berbahan buah pinang dengan integrasi LED).
2. Observasi: Mengamati secara langsung tingkat keterlibatan, kolaborasi lintas disiplin, serta antusiasme mahasiswa selama proses pengerjaan proyek di lingkungan kampuss
3. Wawancara Mendalam (*In-depth Interview*): Dilakukan secara semi-terstruktur kepada perwakilan mahasiswa dan dosen pendamping untuk menggali informasi mendalam terkait persepsi materi, dinamika kerja sama tim, dan kelayakan media.

Analisis data dilakukan menggunakan model interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tahapan: (1) reduksi data (*data reduction*), (2) penyajian data (*data display*), dan (3) penarikan kesimpulan atau verifikasi (*conclusion drawing/verification*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Produksi Alat Peraga Etnokimia Berbasis Buah Pinang

Sebelum merancang bentuk fisik alat peraga, tahapan awal dalam proyek ini dijembatani dengan pemahaman konsep dasar konfigurasi elektron berdasarkan kulit atom (mengikuti aturan $2n^2$ untuk jumlah elektron maksimum pada setiap kulit K, L, M, N, dan seterusnya). Konsep teoretis konfigurasi elektron cara kulit ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kapasitas Maksimum Elektron pada Setiap Kulit Atom

Kulit	n	Jumlah Elektron ($2n^2$)
K	1	2
L	2	8
M	3	18
N	4	32
O	5	50
dst...	6	72

Berdasarkan Tabel 2, kapasitas elektron maksimum pada setiap kulit atom dihitung menggunakan rumus $2n^2$, dengan *n* menyatakan nomor kulit atau tingkat energi utama (kulit K untuk n = 1 hingga seterusnya). Aturan teoretis inilah yang kemudian diterjemahkan oleh mahasiswa ke dalam bentuk representasi visual jumlah biji buah pinang pada setiap lapisan lingkaran kulit atom di alat peraga etnokimia. Melalui proses pembelajaran berbasis *Project-Based Learning* kolaboratif, 25 mahasiswa teknik berhasil memproduksi alat peraga konfigurasi elektron yang siap pakai secara utuh. Produk akhir ini menampilkan papan sirkuit bermaterial lokal berkualitas serta dilengkapi dengan dudukan khusus untuk menaruh buah.



Gambar 1. Etnokimia: Konfigurasi Elektron Unsur Neon (Ne)

Berdasarkan Gambar 1, produk akhir alat peraga etnokimia menampilkan visualisasi konfigurasi elektron unsur Neon (Ne) dengan nomor atom 10 (distribusi elektron 2 pada kulit K dan 8 pada kulit L). Penggunaan biji buah pinang sebagai representasi elektron pada jalur sirkuit lampu memberikan bentuk konkret dari konsep abstrak kimia, sekaligus mengintegrasikan kearifan lokal budaya Papua ke dalam media pembelajaran sains berbasis teknologi tepat guna.

Pemanfaatan buah pinang memberikan tekstur visual yang khas dan unik, sekaligus memperkuat nuansa kearifan lokal Papua (etnokimia) pada alat peraga sains ini. Sistem kelistrikan berbasis LED yang dirancang oleh tim mahasiswa berfungsi secara responsif saat disimulasikan di kampus, memberikan indikasi lampu menyala sesuai dengan pengisian jumlah kulit elektron secara urut dan sistematis.



Gambar 2. Etnokimia: Konfigurasi Elektron Unsur Sulfur (S)

Berdasarkan Gambar 2, hasil akhir pengujian alat peraga etnokimia menunjukkan konfigurasi elektron untuk unsur Sulfur (S) dengan nomor atom 16 yang terdistribusi ke dalam tiga kulit atom (kulit K terisi 2, kulit L terisi 8, dan kulit M terisi 6 elektron). Melalui integrasi sirkuit kelistrikan dan visualisasi buah pinang, media ini tidak hanya berfungsi secara fungsional dalam menyimulasikan aliran elektron, tetapi juga memperkuat pemahaman konsep kimia melalui pendekatan etnosains khas Papua.

Pembahasan Proses, Temuan Wawancara, dan Kesiapan Kontribusi

Proses pembelajaran sains konvensional selama ini sering kali dihadapkan pada tantangan besar berupa sifat materi kimia yang abstrak seperti konsep konfigurasi elektron, struktur atom, dan tingkat kulit energi sehingga sulit divisualisasikan oleh peserta didik. Hal ini terjadi terutama di wilayah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium. Dalam konteks pendidikan modern, pergeseran paradigma menuntut adanya kontekstualisasi kurikulum yang mendekatkan dunia sains dengan realitas kehidupan sehari-hari peserta didik melalui pendekatan etnosains (Arianto et al., 2026).

Etnosains hadir sebagai jembatan strategis untuk memadukan konsep sains ilmiah *(scientific science)* dengan kearifan lokal *(indigenous science)* masyarakat setempat sehingga konsep kimia bersifat abstrak mampu ditransformasikan menjadi objek belajar yang konkret, bermakna, akrab, dan mudah dipahami. Penerapan konteks etnosains lokal terbukti esensial dalam memperkuat kompetensi literasi sains dan relevansi pembelajaran di kawasan perbatasan (Irawan et al., 2026). Oleh karena itu, eksplorasi berbasis budaya perlu dijembatani secara konkret ke dalam media instruksional di kelas.

Di Tanah Papua, integrasi kearifan lokal memegang peranan krusial dalam menciptakan ekosistem pembelajaran yang inklusif dan bermakna. Salah satu budaya sekaligus komoditas ekologis yang memiliki nilai filosofis dan visual kuat yaitu buah pinang seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Buah Pinang sebagai Kulit Atom dalam Pendekatan Etnosains

Secara morfologis, buah pinang yang bertingkat dan berkerumun mencerminkan struktur alami yang sangat representatif untuk dianalogikan dengan sistem distribusi elektron dalam kulit-kulit atom. Pemanfaatan buah pinang dalam perancangan alat peraga etnokimia bukan sekadar tindakan substitusi bahan material sederhana, melainkan bentuk manifestasi nyata penguatan identitas budaya lokal ke dalam ranah teknologi pendidikan sains. Sejalan dengan riset Kelana et al. (2026) bahwa pengenalan konsep dasar sains di jenjang sekolah dasar melalui kearifan lokal Papua seperti pinang, papeda, musamus, dan sagu mampu menciptakan suasana proses belajar yang bermakna dan menumbuhkan sikap cinta terhadap budaya setempat.

Melalui kolaborasi riset berbasis proyek *(Project-Based Learning)* yang melibatkan mahasiswa lintas disiplin ilmu, gagasan teoretis ini diterjemahkan secara taktis ke dalam perancangan media pembelajaran yang memadukan estetika visual kultural dengan sistem sirkuit kelistrikan fungsional. Berdasarkan hasil perakitan yang telah dipaparkan sebelumnya, proses transformasi dari konsep abstrak menuju produk teknologi tepat guna ini memberikan implikasi mendalam terhadap kesiapan implementasi pembelajaran di sekolah.

Lebih lanjut, efektivitas penerapan media etnokimia ini dapat dieksplorasi melalui temuan wawancara mendalam serta analisis kesiapan kontribusi riset terhadap peningkatan mutu literasi sains di Papua.

Proses pengerjaan proyek yang intensif terbukti mampu mengasah kemampuan *hard skills* dan *soft skills* mahasiswa lintas prodi teknik. Mahasiswa teknik industri, teknik fisika, dan teknik sistem energi berhasil menyatukan keilmuan mereka untuk menghasilkan satu produk inovasi pendidikan yang aplikatif. Implementasi model *Project-Based Learning* (PjBL) secara empiris memberikan kontribusi signifikan terhadap penguatan kompetensi dan karakter mahasiswa dalam proses pembelajaran kimia dasar. Sejalan dengan hal tersebut, Marcheilla et al. (2025) menegaskan bahwa model PjBL efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi digital dan kreativitas peserta didik melalui integrasi teknologi, aktivitas kolaborasi, pemecahan masalah, serta eksplorasi ide.

Selain aspek pengetahuan dan kreativitas, model pembelajaran ini juga memiliki peran krusial dalam membangun aspek afektif serta sosial peserta didik. Hal ini didukung oleh temuan Rahayu et al. (2020) bahwa model PjBL sangat efektif untuk menumbuhkan serta meningkatkan sikap kerja sama antar-peserta didik sehingga dapat mengurangi ego individu dan membangun keterbukaan dalam kerja kelompok. Berdasarkan hasil wawancara mendalam yang merujuk pada kisi-kisi instrumen penelitian, diperoleh beberapa temuan empiris penting sebagai berikut:

1. Pereduksian Abstraksi Konsep Kimia

Hasil wawancara Mei 2026 dengan Informan SK, Mahasiswa Teknik Fisika:

> *"Selama ini kalau cuma bayangkan elektron di kulit atom K, L, M, N melalui papan tulis terlihat abstrak sekali dan membingungkan. Namun, begitu kami merakit lampu LED yang dipadukan dengan posisi buah pinang, konsep sebaran elektron dan aturan oktet jadi sangat logis dan terlihat nyata."*

Pernyataan tersebut mengonfirmasi bahwa penggunaan buah pinang tidak hanya bernilai estetika budaya, tetapi juga sukses menjembatani konsep mikroskopis kimia (elektron) dengan objek makroskopis yang dekat dengan keseharian masyarakat lokal di Papua. Pendekatan ini secara empiris memperkuat pemahaman konsep dan menumbuhkan motivasi belajar. Temuan hasil wawancara ini, diperkuat dengan riset terdahulu yang dilakukan oleh

Djarwo et al. (2025), pemanfaatan literasi digital berbasis etnosains memiliki peran penting dalam mengatasi kesulitan mahasiswa memahami konsep kimia yang abstrak. Pendekatan ini terbukti mampu mendongkrak motivasi belajar sekaligus mendekatkan mahasiswa pada kearifan dan praktik lokal yang relevan dengan materi sains (kimia).

Kesulitan mahasiswa atau peserta didik dalam proses memahami konsep kimia yang abstrak kerap terjadi karena minimnya integrasi antara materi sains dan pengalaman keseharian (Wahyudiati & Fitriani, 2021). Oleh karena itu, eksplorasi potensi kearifan lokal diperlukan sebagai sumber belajar alternatif untuk menghadirkan konteks nyata dalam pembelajaran kimia. Seiringnya perkembangan zaman dan tekonologi, pendidik dihadapkan pada tantangan untuk konsisten mengintegrasikan unsur budaya lokal ke dalam materi pelajaran, salah satunya melalui penerapan e-modul sains atau kimia yang berbasis kearifan lokal. Sejalan dengan hal tersebut, riset yang dilakukan oleh Hanipah et al. (2026) menunjukkan bahwa pengembangan modul berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan kearifan lokal mampu meningkatkan kreativitas mahasiswa dalam merancang media pembelajaran. Penguatan ini diperkuat oleh temuan Kelana & Irawan (2024) serta Kelana et al. (2025) yang membuktikan secara empiris bahwa pengembangan e-modul kimia berbasis budaya Papua efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

2. Dinamika Kolaborasi Lintas Program Studi

Hasil wawancara Mei 2026 dengan Informan MK, Mahasiswa Teknik:

> *"Tantangan terbesar di awal proyek adalah menyamakan frekuensi bahasa teknik antara kami di Teknik Industri yang fokus pada tata letak dan ergonomi dengan teman-teman di Teknik Fisika dan Teknik Sistem Energi yang memegang kendali sirkuit kelistrikan. Namun, melalui diskusi intensif dan pembagian peran terstruktur, perbedaan sudut pandang keilmuan tersebut justru menjadi kekuatan utama yang pada akhirnya membuat produk alat peraga ini selesai dengan presisi tinggi."*

Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek menuntut adanya komunikasi interdisipliner yang efektif dan sekaligus menumbuhkan kebanggaan kultural karena memadukan teknologi rekayasa modern dengan identitas lokal Papua. Sejalan dengan hal tersebut, pelaksanaan komunikasi proyek berbasis lingkungan interaktif melalui pelatihan *ecobrick* terbukti efektif mampu membangun kesadaran, kolaborasi, dan mewujudkan generasi sekolah yang bertanggung jawab (Nurhidayah et al., 2026).

Lebih lanjut, hasil wawancara tersebut mengonfirmasi bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek *(Project-Based Learning)* berhasil menciptakan kolaborasi interdisipliner yang positif di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Internasional Papua. Perbedaan latar belakang keilmuan tersebut tidak menjadi hambatan, melainkan dikoordinasikan secara sinergis melalui pembagian tugas yang jelas mulai dari perancangan struktur fisik, tata letak estetika, hingga perakitan sistem kelistrikan lampu LED. Dinamika kelompok ini secara empiris terbukti mampu melatih keterampilan pemecahan masalah nyata dan memperkuat kerja sama tim di kalangan mahasiswa teknik, sejalan dengan pembelajaran kolaboratif modern.

3. Kelayakan Media dan Replikasi Etnokimia

Hasil wawancara Mei 2026 dengan Informan SI, Dosen Pendamping dari Prodi Teknik Fisika:

> *"Penilaian terhadap aspek estetika dan ergonomi papan alat peraga sudah dirancang sedemikian rupa agar aman digunakan dalam pembelajaran di kelas. Kami memastikan susunan buah pinang dan tata letak sirkuit lampu tidak hanya kokoh secara fisik, tetapi juga memenuhi standar keamanan bagi peserta didik di sekolah menengah atas"*

Hasil wawancara Mei 2026 dengan Informan MH, Mahasiswa Teknik Industri:

> *"Dari hasil uji coba fungsional di lingkungan kampus, prototipe alat peraga konfigurasi elektron berbasis buah pinang ini sangat potensial dan siap untuk diuji cobakan lebih lanjut di tingkat sekolah menengah atas (SMA), khususnya pada sekolah-sekolah yang memerlukan media konkret untuk mengatasi keterbatasan laboratorium kimia.".*

Hasil wawancara mendalam tersebut mengonfirmasi bahwa alat peraga etnokimia yang dikembangkan tidak hanya potensi secara filosofi kultural, tetapi juga matang dari sisi kelayakan teknis, estetika, dan ergonomi. Menurut Dewi & Shabrina (2026), pemanfaatan alat peraga berbasis budaya lokal terbukti menjadi strategi pembelajaran yang efektif untuk mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam perkuliahan sekaligus mendukung upaya pelestariannya. Keterlibatan dosen pendamping dan mahasiswa dalam tahap validasi internal kampus berfungsi sebagai langkah mitigasi penting untuk memastikan bahwa produk akhir benar-benar aman, presisi, dan siap diimplementasikan secara luas. Keberlanjutan riset ini menempatkan alat peraga konfigurasi elektron berbahan buah pinang sebagai prototipe rujukan nasional yang siap diuji efektivitasnya dalam meningkatkan literasi sains dan hasil belajar peserta didik di sekolah.

Secara keseluruhan berdasarkan hasil proyek dan temuan hasil wawancara, kesiapan kontribusi dan hilirisasi dalam bidang pendidikan melalui riset ini dirancang bukan sekadar untuk menghasilkan prototipe di laboratorium kampus. Namun, dipersiapkan secara empiris agar siap diimplementasikan langsung ke sekolah-sekolah mitra yang mempunyai keterbatasan fasilitas laboratorium. Melalui integrasi media etnokimia berbahan buah pinang dan sirkuit kelistrikan, riset ini siap mendampingi para guru sains dalam menghadirkan pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Sejalan dengan riset Irawan et al. (2025), bahwa pengenalan sains melalui seni rupa Papua terbukti memotivasi peserta didik dalam menjaga budaya setempat dan menciptakan pengalaman belajar yang bermakna.

Kesiapan kontribusi riset ini mencakup aspek hilirisasi inovasi teknologi tepat guna dan aplikatif bagi dunia pendidikan di tingkat sekolah menengah. Dengan demikian, keberadaan media etnokimia berbasis kearifan lokal Papua ini memberikan kontribusi nyata dalam menjawab tantangan disparitas fasilitas pendidikan, sekaligus memperkuat literasi sains dan identitas kultural peserta didik di Tanah Papua.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kualitatif yang telah dilakukan terhadap proyek pembuatan alat peraga etnokimia dapat disimpulkan bahwa: (1) Integrasi kearifan lokal Papua berupa buah pinang serta komponen kelistrikan sederhana pada papan peraga berhasil memvisualisasikan kulit atom dan elektron secara interaktif, sehingga mampu menjembatani pemahaman konsep konfigurasi elektron yang bersifat abstrak; (2) Pendekatan etnokimia berbasis proyek ini terbukti secara empiris mampu mendorong motivasi belajar, memperjelas konsep kimia dasar, serta menumbuhkan kebanggaan budaya bagi mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi lintas program studi yang

terlibat; dan (3) alat peraga etnokimia buah pinang dinilai sangat potensial dan layak untuk diuji coba lebih lanjut sebagai media pembelajaran kimia pada tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA).

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak Universitas Internasional Papua atas izin dan dukungan fasilitas institusional yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Apresiasi khusus juga peneliti sampaikan kepada 25 mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi (lintas Program Studi Teknik Industri, Teknik Fisika, dan Teknik Sistem Energi) yang telah berpartisipasi aktif serta menunjukkan antusiasme tinggi sebagai subjek penelitian. Penelitian ini dibiayai secara mandiri oleh peneliti sebagai wujud komitmen dalam mengembangkan inovasi pembelajaran sains berbasis kearifan lokal di Tanah Papua.

DAFTAR PUSTAKA

Albaiti, A., Amsad, L. N., Gultom, M., Deminggus, F., Laratmase, P., Yobi, T., & Sawaki, C. D. A. N. (2026). The Bridge of Tradition and Learning Science: Mapping Ethnochemical Mental Models Based on the Sasisen and Napnap Mor Traditions of the Biak Ethnic, Papua, Indonesia. *Journal of Culture & Values in Education (JCVE)*, *9*(1), 269. https://doi.org/10.46303/jcve.2026.12

Arianto, E., Kelana, A. H., Almafahir, A., & Solehah, S. I. (2026). *Kepemimpinan Strategis Dalam Transformasi Kurikulum Stem: Mengelola Inovasi Pembelajaran Sains di Era Digital*. Goresan Pena.

Arif, R. M., Inggamer, M. M., Kelana, A. H., & Ayomi, G. R. S. (2026). *Desain Pedagogis Media Pembelajaran Untuk Penguatan Literasi Sains*. Goresan Pena.

Dewi, R., & Shabrina, E. N. (2026). Pemanfaatan Alat Peraga Berbasis Budaya Lampung Dalam Perkuliahan Pgmi Untuk Mendukung Pelestarian Budaya Lokal. Tanda: *Jurnal Kajian Budaya, Bahasa dan Sastra* (e-ISSN: 2797-0477), 6(04), 73-82.

Djarwo, C. F., Inggamer, M. M., Rumbrapuk, A. J., & Astuti, N. (2025). Analisis literasi digital berbasis etnosains dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 15(1), 62-77 https://doi.org/10.23887/jppii.v15i1.93346

Hanipah, S., Tembang, Y., & Day, W. O. S. H. (2026). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Pjbl Terintegrasi Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Dalam Mendesain Media Pembelajaran. Pendas: *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar,* 11(02), 436-448. https://doi.org/10.23969/jp.v11i03.62167

Irawan, S., Kelana, A. H., & Karubaba, M. (2026). Mapping Papuan Ethnoscience Contexts onto PISA 2025 Scientific Literacy Competencies in the Indonesia–Papua New Guinea Border Region. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, *6*(2), 1150-1163. https://doi.org/10.54065/pelita.6.2.2026.1878

Irawan, S., Kelana, A. H., & Sulistyowati, R. W. (2026). *Lab saku: Sains tanpa laboratorium: Panduan praktikum IPA kreatif SD-SMP berbasis benda di sekitar*. Goresan Pena.

Irawan, S., Kopeuw, A. J., Daullu, M. A., Haay, H. A., & Yoku, R. (2025). Pengenalan Sains (Matematika) dalam Seni Rupa Papua Bersama Anak-Anak Sekolah Dasar Rumah Baca Ayapo: Pengabdian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, *4*(2), 7547-7552. https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.2880

Junaidi, E., Sudatha, I. G. W., Suartama, I. K., & Santosa, M. H. (2025). Ethnochemistry in chemistry learning: insights from Indonesian local wisdom. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *26*(3), 1642-1658. https://doi.org/10.23960/jpmipa.v26i3.pp1642-1658

Karubaba, M., Kelana, A. H., Irawan, S., Inggamer, M. M., & Kopeuw, A. J. (2026). Peningkatan Keterampilan Proses Sains: Implementasi E-Modul Kimia Materi Redoks Berbasis Budaya Papua. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, *6*(2), 737-748. https://doi.org/10.53299/jagomipa.v6i2.4282

Kelana, A. H. (2026). *Buku Ajar: Ipa-Kimia: Perubahan Materi Dan Sistem Koloid*. Goresan Pena.

Kelana, A. H., & Irawan, S. (2024). Pengembangan e-modul pembelajaran kimia pada materi koloid berbasis kearifan lokal Papua untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, *4*(7), 4365-4374. https://doi.org/10.53625/jirk.v4i7.9074

Kelana, A. H., Fadhli, Y. D., Irawan, S., Tabuni, N., & Karubaba, M. (2025). Integrasi Etnosains Pinang Dalam Pembelajaran Ipas Sekolah Dasar Sebagai Upaya Penguatan Literasi Sains Berbasis Budaya Papua. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *10*(04), 180-193. https://doi.org/10.23969/jp.v11i01.38617

Kelana, A. H., Irawan, S., Karubaba, M., Sahar, A., & Daullu, M. A. (2025). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Dengan Menggunakan E-Modul Kimia Pada Materi Koloid Berbasis Kearifan Lokal Papua. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, *5*(1), 312-320. https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4578

Kelana, A. H., Irawan, S., Sulistyowati, R. W., Demena, W. K., Harmawati, D., Day, W. O. S. H., & Faot, O. (2025). *Metode, Pendekatan, dan Media Pembelajaran*. Penerbit Adab.

Kelana, A. H., Weipsa, S., Awom, T. E. S., Soll, Y., Irawan, S., Mambrasar, A. P. R., ... & Menanti, H. F. (2026). Etnosains: pendampingan pengenalan konsep sains melalui budaya Papua (pinang, sagu, papeda, noken, tifa, dan musamus) di sekolah dasar. *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *6*(1), 455-470. https://doi.org/10.53299/ba-jpm.v6i1.4023

Marcheilla, L., Oktaviana, W., & Oriyani, B. (2025). *Efektivitas project-based learning* dalam meningkatkan keterampilan literasi digital dan kreativitas siswa sekolah dasar. PENDIS (*Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial),* 4(1), 15-21. https://doi.org/10.61721/pendis.v4i1.403

Nurhidayah, M., Kelana, A. H., Masawoy, S., Listianingrum, F., Pusmiati, P., & Sulistyowati, R. W. (2026). Komunikasi Lingkungan Interaktif melalui Pelatihan Ecobrick untuk Membangun Generasi Sekolah Peduli Sampah. *Bima Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *6*(2), 915-928. https://doi.org/10.53299/ba-jpm.v6i2.4584

Oktiarmi, P. (2019). Pengembangan alat peraga kimia sederhana (algatomiokul) pada materi atom, ion, dan molekul untuk meningkatkan aktivitas belajar siswa. *Jurnal Guru Dikmen & Diksus,* 2(2), 41-50.

Putri, Y. D., Elvia, R., & Amir, H. (2021). Pengembangan media pembelajaran kimia berbasis android untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Alotrop, 5(2), 168-174. https://doi.org/10.33369/atp.v5i2.17138

Rahayu, D., Puspita, A. M. I., & Puspitaningsih, F. (2020). Keefektifan model *project based learning* untuk meningkatkan sikap kerjasama siswa sekolah dasar. *Pedagogi: Jurnal Penelitian Pendidikan,* 7(2).

Rayis, W. P. A., Herayanti, L., Prayogi, S., & Kurnia, N. (2023). Integration of ethnoscience in science learning: An ethnoscience study on the palm sugar production process. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, *11*(2), 97-115. https://doi.org/10.33394/j-lkf.v11i2.14455

Sihombing, R. A., Anwar, S., Liu, S. Y., Muslim, M., Winarno, N., & Sihombing, P. J. (2025). Integrating local wisdom into environmental education: A systematic review of ethnoscience research in Indonesia. *Journal of Natural Science and*

Integration, *8*(1), 57-74. https://doi.org/10.24014/jnsi.v8i1.35762

Sulistyowati, R. W., Harmawati, D., & Kelana, A. H. (2025). Analisis Kompetensi Profesional Guru PAUD dalam Pengajaran Sains di Distrik Merauke. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, *5*(2). https://doi.org/10.59818/jpi.v5i2

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), 42-54. https://doi.org/10.33394/ijete.v1i1.10881

Wahyudiati, D., & Fitriani, F. (2021). Etnokimia: Eksplorasi potensi kearifan lokal sasak sebagai sumber belajar kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia,* 5(2), 102-111. https://doi.org/10.23887/jpk.v5i2.38537