

## Peningkatan Keterampilan Proses Sains: Implementasi E-Modul Kimia Materi Redoks Berbasis Budaya Papua

Marice Karubaba<sup>1\*</sup>, Ardian Hangga Kelana<sup>2</sup>, Sakka Irawan<sup>3</sup>,  
Mamberuman Marthen Inggamer<sup>4</sup>, Agnes Julia Kopeuw<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universitas Okmin Papua, Pegunungan Bintang, Indonesia

<sup>2,3,5</sup>Universitas Internasional Papua, Jayapura, Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

\*Corresponding Author: [maricekarubaba10@gmail.com](mailto:maricekarubaba10@gmail.com)

Dikirim: 24-04-2026; Direvisi: 07-05-2026; Diterima: 09-05-2026

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) peserta didik melalui penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua pada materi reaksi reduksi dan oksidasi. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik Kelas X IPA SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura yang berjumlah 50 orang. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di Kelas X IPA SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura dengan jumlah sampel 28 peserta didik menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) model *ADDIE*. Instrumen penelitian meliputi angket KPS, lembar observasi, wawancara, dan tes hasil belajar. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil riset menunjukkan bahwa, rata-rata KPS sebelum menggunakan e-modul berada pada kategori kurang terampil dengan persentase 47,32%. Setelah implementasi e-modul, KPS peserta didik meningkat secara bertahap pada setiap pertemuan, yaitu 68,30% RPP 1 (kategori kurang terampil), 71,25% RPP 2 (kategori terampil), dan 80,54% RPP 3 (kategori terampil). Secara keseluruhan, rata-rata KPS mencapai 73% dengan kategori terampil. Peningkatan paling signifikan terlihat pada indikator mengajukan pertanyaan (81,25%) dan mengomunikasikan (82,14%) dengan kategori sangat terampil. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul kimia berbasis budaya Papua efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik serta mampu menjadikan pembelajaran kimia lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna.

**Kata Kunci:** Keterampilan Proses Sains; E-Modul Kimia; Budaya Papua; Reaksi Redoks.

**Abstract:** This study aims to improve students' Science Process Skills (SPS) through the use of Papuan culture-based chemistry e-modules on reduction and oxidation reactions. The population in this study were all 50 students of Class X Science at YPPK Teruna Bakti Jayapura High School. Sampling was conducted using a purposive sampling technique, based on certain considerations. This study was conducted in Class X Science at YPPK Teruna Bakti Jayapura High School with a sample of 28 students using the ADDIE model of research and development (R&D). The research instruments included SPS questionnaires, observation sheets, interviews, and learning outcome tests. Furthermore, the data were analyzed descriptively quantitatively and qualitatively. The research results showed that the average SPS before using the e-module was in the less skilled category with a percentage of 47.32%. After the implementation of the e-module, students' KPS increased gradually at each meeting, namely 68.30% of RPP 1 (less skilled category), 71.25% of RPP 2 (skilled category), and 80.54% of RPP 3 (skilled category). Overall, the average KPS reached 73% with the skilled category. The most significant increase was seen in the indicators of asking questions (81.25%) and communicating (82.14%) with the highly skilled category. These findings indicate that the Papuan culture-based chemistry e-module is effective in improving students' science process skills and is able to make chemistry learning more contextual, interactive, and meaningful.

**Keywords:** Science Process Skills; Chemistry E-Module; Papuan Culture; Redox Reaction.

## **PENDAHULUAN**

Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan kompetensi mendasar yang harus dikuasai peserta didik untuk memahami dan mengonstruksi konsep sains secara mandiri. Dalam Pendidikan keterampilan proses sains terdiri dari kemampuan mengamati, mengklasifikasi, hingga mengomunikasikan hasil yang esensial dalam pembelajaran kimia, sehingga peserta didik tidak hanya menguasai aspek kognitif, tetapi juga mampu berpikir kritis dan kreatif. Melalui pengembangan keterampilan proses sains, peserta didik secara tidak langsung mengaktualisasikan tiga pilar utama IPA, yakni sebagai proses, produk, dan sikap ilmiah (Kelana, 2026). Lebih lanjut, urgensi pengembangan KPS sejalan dengan Kurikulum Merdeka, di mana capaian pembelajaran kimia terdiri dari elemen pemahaman dan elemen keterampilan proses sains yang meliputi aspek mengamati, memprediksi, hingga mengevaluasi (Kemendikbudristek, 2022; Hasanah & Aini, 2025). Pembelajaran akan menjadi lebih bermakna ketika peserta didik mampu mengidentifikasi konsep melalui keterlibatan aktif dan salah satunya dapat diukur melalui penilaian KPS. Namun, terlepas dari pentingnya aspek tersebut, implementasi KPS di sekolah masih menghadapi berbagai tantangan nyata yang menghambat perkembangan kemampuan ilmiah peserta didik.

Kemampuan sains peserta didik sebenarnya sudah dimiliki sejak usia dini, tetapi mereka belum mampu sepenuhnya mengeksplorasi dan membangun konsep ilmiah secara mandiri (Irawan et al., 2026). Realitas di lapangan menunjukkan bahwa proses belajar sains belum sepenuhnya berjalan secara ilmiah. Proses penilaian di sekolah saat ini masih cenderung lebih fokus pada aspek pengetahuan daripada keterampilan proses sains, sehingga belum sepenuhnya selaras dengan implementasi Kurikulum Merdeka. Sejalan dengan pandangan Hattarina et al., (2022), proses instruksional seharusnya dirancang sedemikian rupa agar mampu membekali peserta didik dengan kompetensi serta pemahaman mendalam di bidang sains. Ini menjadi tantangan bagi guru untuk terus berupaya mendekatkan proses belajar sains dengan kehidupan peserta didik. Langkah tersebut, secara langsung akan memungkinkan proses reorganisasi pembelajaran sains dari kesan teoritis yang menyulitkan menjadi pengalaman belajar lebih bermakna. Hal ini relevan dengan problematika di jenjang SMA, di mana kimia sering kali diidentifikasi sebagai salah satu cabang sains yang paling sukar dikuasai oleh peserta didik.

Pembelajaran kimia sering kali didominasi oleh hafalan konsep dan rumus sehingga mengakibatkan KPS peserta didik kurang berkembang secara optimal. Kondisi ini menuntut adanya ketersediaan bahan ajar yang mampu mendukung pencapaian elemen keterampilan proses secara praktis dan aplikatif (Wahyuningtyas et al., 2025). Salah satu kendala utama dalam pengembangan keterampilan ini sering kali ditemukan pada materi-materi kimia yang memiliki karakteristik sangat abstrak, salah satunya konsep reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Materi reaksi redoks merupakan bagian dari ilmu kimia harus diajarkan secara teoretis maupun praktis yang bertujuan untuk melatih KPS peserta didik. Namun, materi redoks sering kali menjadi topik yang sukar dipahami karena sifatnya yang abstrak dan melibatkan konsep kompleks seperti perubahan bilangan oksidasi serta mekanisme transfer elektron. Kesulitan ini diperparah oleh minimnya penggunaan media kontekstual



yang mampu menghubungkan konsep kimia dengan fenomena nyata di sekitar peserta didik (Supriyono, 2019). Reaksi redoks memiliki kaitan yang sangat erat dengan kehidupan sehari-hari sehingga sangat potensial untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran berbasis kearifan lokal. Dalam hal ini, guru dapat mengembangkan profesional pengajaran sains dengan memilih metode, pendekatan, dan media pembelajaran sesuai materi pelajaran sehingga tujuan belajar peserta didik tercapai (Sulistyowati et al., 2025; Kelana et al., 2025). Untuk menjembatani abstraksi konsep materi redoks dengan realitas peserta didik, diperlukan inovasi media pembelajaran berbasis teknologi yang lebih interaktif.

Sebagai solusi atas keterbatasan media, penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran mandiri menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan bahan ajar cetak. Melalui perangkat lunak seperti *Flip PDF Professional*, e-modul mampu mengintegrasikan elemen multimedia secara interaktif seperti video tutorial dan simulasi yang memudahkan visualisasi konsep abstrak. Menurut Ashari et al., (2023) e-modul terbukti efektif dalam meningkatkan KPS dan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing (*self-paced learning*). Inovasi pendidikan berbasis teknologi ini sangat relevan untuk mengatasi keterbatasan media sekaligus memfasilitasi kemandirian belajar peserta didik. Meskipun demikian, efektivitas teknologi digital akan semakin maksimal jika muatan di dalamnya disesuaikan dengan latar belakang budaya dan lingkungan tempat peserta didik berada. Artinya, peluang untuk guru mengintegrasikan budaya lokal ke dalam mata pelajaran kimia sangat luas dan tidak terbatas.

Lebih lanjut, proses pembelajaran sains akan lebih bermakna jika didekatkan dengan budaya lokal. Mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pendidikan sains terbukti mampu membangkitkan kebanggaan atas identitas kultural sekaligus meningkatkan kesadaran ekologis peserta didik melalui sudut pandang tradisi (Donatuto et al., 2020; Lestari et al., 2024). Sejalan dengan penelitian Irawan et al., (2025) bahwa pembelajaran sains (matematika) berbasis kearifan lokal Papua melalui seni rupa mampu meningkatkan motivasi dan menumbuhkan rasa bangga terhadap tempat tinggal peserta didik. Selain itu, integrasi etnosains dalam pembelajaran terbukti dapat memperkuat literasi sains berbasis budaya serta membangun koneksi antara ilmu pengetahuan modern dengan nilai-nilai lokal (Dewi et al., 2025). Salah satu pulau yang kaya sumber daya alam melimpah di ujung Timur Indonesia yaitu Papua. Provinsi Papua memiliki berbagai unsur kebudayaan seperti tradisi, makanan, seni, dan batik yang mampu diintegrasikan ke dalam mata pelajaran. Lebih lanjut, fenomena seperti perubahan warna pada sagu, keladi, dan pinang secara ilmiah merupakan representasi nyata dari reaksi redoks yang dapat diamati langsung oleh masyarakat Papua. Dalam hal ini, pemanfaatan sagu dan pinang sebagai media pembelajaran merepresentasikan kearifan lokal Papua yang mampu membangun identitas budaya sekaligus mempermudah pemahaman konsep Kimia dan IPA, sehingga proses belajar menjadi kontekstual bagi peserta didik (Fadhli et al., 2026). Akan tetapi, terdapat kesenjangan antara potensi etnosains yang melimpah tersebut dengan implementasinya pada media pembelajaran berbasis digital, khususnya di lingkungan pendidikan di Papua.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi awal dengan guru kimia di SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura, didapatkan informasi bahwa modul maupun e-modul belum pernah digunakan dalam proses pembelajaran. Ini mengakibatkan pola belajar



peserta didik masih bergantung pada penjelasan guru dan buku teks yang terbatas. Secara keseluruhan, keterbatasan akses terhadap e-modul menyebabkan peserta didik sangat bergantung pada teks buku konvensional. Penelitian sebelumnya oleh (Kelana & Irawan, 2024; Kelana et al., 2025) serta (Siregar et al., 2022) telah membuktikan bahwa, efektivitas e-modul berbasis budaya Papua pada materi koloid dan sistem periodik unsur di jenjang SMA dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar bagi peserta didik. Namun, riset yang secara khusus mengintegrasikan etnosains sagu, keladi (khas Papua), dan pinang pada materi redoks untuk meningkatkan KPS masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini sangat krusial untuk diimplementasikan dalam upaya meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) peserta didik melalui penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua pada materi reaksi reduksi dan oksidasi. Dengan demikian, riset ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan inovasi pembelajaran kimia berbasis budaya lokal, sekaligus memperkaya referensi terhadap kajian pendidikan IPA (sains) di Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Model pengembangan yang diterapkan adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan sistematis, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Fokus pengembangan dalam penelitian ini adalah e-modul kimia berbasis budaya Papua pada materi reaksi reduksi dan oksidasi untuk meningkatkan KPS peserta didik (Sugiyono, 2015). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik Kelas X IPA SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura yang berjumlah 50 orang. Selanjutnya, pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yakni pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Sampel yang terpilih adalah Kelas X IPA 1 dengan jumlah 28 peserta didik. Pertimbangan pemilihan kelas tersebut didasarkan pada fakta bahwa peserta didik telah menguasai konsep dasar kimia yang menjadi prasyarat untuk mempelajari materi reaksi reduksi dan oksidasi, sehingga diharapkan dapat memberikan data yang akurat terkait pengembangan KPS.

Instrumen penelitian yang digunakan difokuskan pada pengukuran Keterampilan Proses Sains (KPS). Instrumen penilaian berupa angket yang disusun berdasarkan indikator KPS. Prosedur pengambilan data Keterampilan Proses Sains (KPS) dilakukan melalui tiga tahapan utama. *Tahap pertama*, diawali dengan pemberian instrumen angket yang memuat indikator-indikator KPS untuk memetakan kemampuan awal (*pre-treatment*) peserta didik. *Tahap kedua*, merupakan fase implementasi e-modul yang dilaksanakan dalam tiga kali pertemuan sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang telah disusun. *Tahap ketiga*, setiap pertemuan RPP, peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap aktivitas peserta didik dengan mengisi lembar observasi KPS guna memantau perkembangan keterampilan peserta didik secara berkelanjutan selama proses pembelajaran.

Data Keterampilan Proses Sains (KPS) peserta didik yang dikumpulkan melalui angket dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan persentase skor



perolehan. Perhitungan persentase skor diolah menggunakan persamaan menurut Ridwan (2012) sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Di mana  $P$  adalah persentase skor,  $f$  merupakan jumlah skor perolehan, dan  $N$  adalah skor maksimal. Hasil persentase tersebut kemudian dikonversikan ke dalam kategori tingkat keterampilan peserta didik dengan ketentuan 1) Skor 81%–100% dikategorikan sangat terampil; 2) Skor 62%–81% kategori terampil; 3) Skor 43%–62% kategori kurang terampil; dan 4) Skor 25%–43% kategori tidak terampil.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pengukuran kemampuan awal dilakukan menggunakan angket KPS yang mencakup indikator *mengamati*, *menerapkan konsep*, *mengajukan pertanyaan*, *mengomunikasikan*, dan *menyimpulkan*. Data yang diperoleh sebelum penggunaan e-modul menunjukkan bahwa KPS peserta didik secara keseluruhan berada pada kategori kurang terampil dengan rata-rata persentase sebesar 47,32%. Hasil rekapitulasi kemampuan awal tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Hasil Rekapitulasi Angket KPS Sebelum Implementasi E-Modul

Pernyataan KPS	Nilai	Persentase	Kriteria
Mengamati	64	57,14	Kurang terampil
Menerapkan konsep	51	45,54	Kurang terampil
Mengajukan pertanyaan	47	41,96	Tidak terampil
Mengkomunikasikan	48	42,86	Tidak terampil
Menyimpulkan	55	49,11	Kurang terampil
Rata-rata	53	47,32	Kurang terampil

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa, KPS peserta didik Kelas X IPA 1 termasuk dalam kategori kurang terampil. Persentase KPS terendah terdapat pada *mengajukan pertanyaan* sebesar 41,96%. Selanjutnya, KPS tertinggi terdapat pada *mengamati* sebesar 57,14%. Rata-rata persentase seluruh KPS sebelum menggunakan e-modul adalah 47,32% kategori kurang terampil. Hal ini mengindikasikan bahwa sebelum penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua, KPS peserta didik Kelas X IPA 1 masih tergolong rendah.

Setelah implementasi e-modul berbasis budaya Papua pada materi reaksi redoks, dilakukan observasi bertahap pada setiap Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Perkembangan pencapaian KPS peserta didik dari setiap pertemuan disajikan pada Tabel 2 berikut:

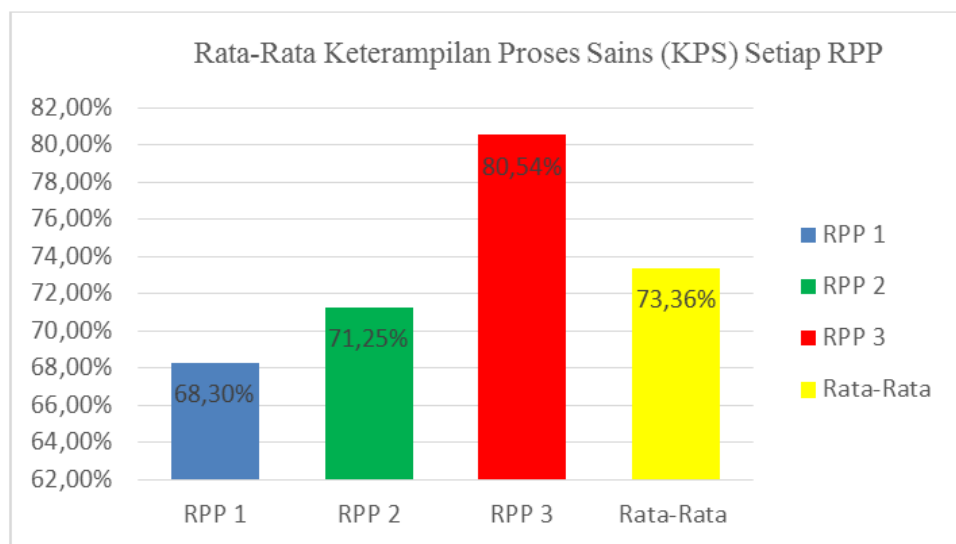
**Tabel 2.** Rekapitulasi Nilai Rata-Rata dari Setiap RPP

Indikator KPS	RPP 1 (%)	Kriteria	RPP 2 (%)	Kriteria	RPP 3 (%)	Kriteria
Mengamati	79,46	Terampil	85,71	Sangat Terampil	84,82	Sangat Terampil
Menerapkan Konsep	58,93	Kurang Terampil	62,50	Kurang Terampil	76,79	Terampil
Mengajukan Pertanyaan	61,61	Kurang Terampil	60,71	Kurang Terampil	81,25	Sangat Terampil



Mengomunikasikan	67,86	Terampil	71,43	Terampil	82,14	Sangat Terampil
Menyimpulkan	73,21	Terampil	76,79	Terampil	80,36	Terampil
Rata-rata	68,30	Kurang Terampil	71,25	Terampil	80,54	Terampil

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa persentase rata-rata KPS di setiap pertemuan mengalami peningkatan yang signifikan. Skor meningkat dari 68,30% pada pertemuan pertama hingga mencapai 80,54% pada pertemuan ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua semakin mengasah keterampilan proses sains peserta didik seiring dengan intensitas penggunaannya dalam pembelajaran. Peningkatan ini juga mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan mampu menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna dan interaktif. Secara keseluruhan, rata-rata persentase KPS setiap RPP ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



**Gambar 1.** Diagram Batang Rata-Rata KPS Setiap RPP

Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa persentase rata-rata setiap RPP terus meningkat. Rata-rata RPP 1 memperoleh nilai 68%, RPP memperoleh nilai 71% dan RPP 3 memperoleh nilai 80%. Hal ini menunjukkan bahwa KPS peserta didik semakin meningkat dengan menggunakan e-modul kimia berbasis budaya Papua. Secara keseluruhan, rata-rata keterampilan proses sains dari ketiga RPP adalah sebesar 73% dengan kategori terampil. Temuan ini didukung dengan penelitian Helvina et al. (2024), bahwa pembelajaran IPA di jenjang sekolah dasar berbasis budaya mampu menumbuhkan keterampilan proses peserta didik. Selanjutnya, pengembangan modul berbasis kearifan lokal Papua terbukti memotivasi mahasiswa dalam proses belajar dengan melalui uji validasi materi dan validasi media. Selain itu, hasil respons mahasiswa terhadap pengembangan modul tersebut menunjukkan rerata 95,33% kategori sangat menarik (Day et al., 2025).

### Pembahasan

Penerapan e-modul kimia berbasis budaya Papua dalam penelitian ini terbukti mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik secara signifikan

dengan capaian rata-rata sebesar 73,36 % pada kategori *terampil*. Integrasi kearifan lokal ke dalam media pembelajaran digital mampu menjembatani konsep kimia yang abstrak menjadi lebih kontekstual dan mudah dipahami. Hal ini terjadi karena peserta didik tidak hanya menghafal teori, tetapi diajak untuk mengamati fenomena alam yang terjadi di sekitar mereka. Peningkatan ini didorong oleh materi yang kontekstual, di mana peserta didik diajak menganalisis fenomena redoks melalui proses pencokelatan (*enzymatic browning*) yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

- a. Kondisi Fisik Keladi Setelah Pengupasan      b. Terjadi Oksidasi Enzimatis



**Gambar 2.** Kondisi Keladi

Berdasarkan Gambar 2, secara kimiawi ketika keladi khas Papua yang mengandung senyawa polifenol terpapar oksigen ( $O_2$ ) setelah dikupas, maka enzim polifenol oksidase bertindak sebagai katalis yang menyebabkan oksidasi senyawa fenolik menjadi kuinon. Peristiwa ini kemudian berpolimerisasi menjadi pigmen melanin berwarna cokelat. Melalui pengamatan langsung terhadap peran oksigen sebagai oksidator pada kearifan lokal ini. Peserta didik tidak hanya memahami konsep transfer elektron secara teoretis, tetapi juga mampu mengaitkan ilmu kimia dengan realitas kehidupan dan budaya di lingkungan sekitar mereka. Selain keladi, reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dapat diamati secara jelas pada kearifan lokal Papua buang pinang yang ditunjukkan Gambar 3 berikut:

- a. Kondisi Awal Sesaat Setelah Dibelah      b. Kondisi Pasca-Oksidasi Setelah Bereaksi dengan Oksigen

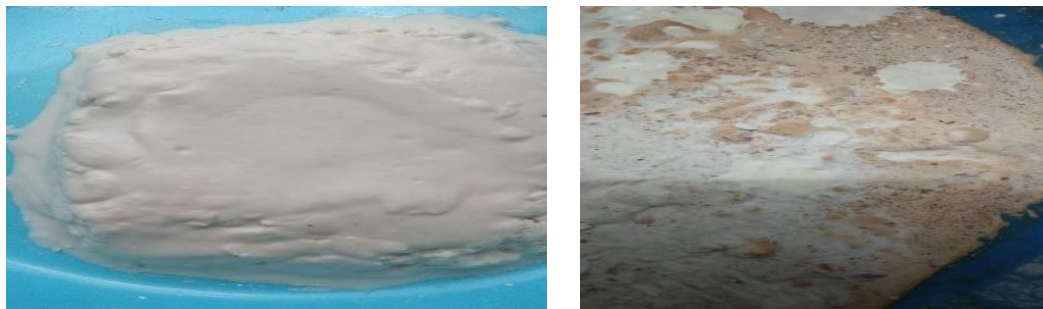


**Gambar 3.** Kondisi Buah Pinang

Penerapan e-modul berbasis etnosains Papua terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik karena mampu mentransformasi materi redoks yang abstrak menjadi fenomena konkret melalui pengamatan perubahan warna pada buah pinang (*Areca catechu*). Secara

kimiaawi, perubahan warna pada biji pinang yang dikupas (seperti terlihat pada Gambar 3) merupakan manifestasi dari reaksi oksidasi enzimatik. Di mana senyawa polifenol bertindak sebagai reduktor yang melepaskan elektron saat bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) dari udara bersifat oksidator melalui bantuan enzim polifenol oksidase sebagai katalis. Integrasi kearifan lokal "Makan Pinang" ke dalam pembelajaran kimia ini menciptakan pengalaman belajar yang bermakna (meaningful learning). Sejalan dengan penelitian Kelana et al. (2025), bahwa etnosains pinang dalam proses pembelajaran IPAS sekolah dasar mampu menjadi solusi penguatan literasi sains berbasis budaya Papua. Lebih lanjut, integrasi materi redoks dengan budaya Papua melalui sugu ditunjukkan pada gambar 4 berikut:

- a. Kondisi Sagu Sebelum Pengeringan      b. Kondisi Sagu Setelah Pengeringan



**Gambar 4.** Kondisi Sagu

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa perubahan warna pada sugu akibat oksidasi enzimatik yang serupa dengan keladi dan pinang. Di mana senyawa fenolik dalam pati sugu bereaksi dengan oksigen ( $O_2$ ) saat terpapar udara bebas. Dalam proses ini, oksigen bertindak sebagai oksidator yang mengoksidasi senyawa organik pada sugu menjadi kuinon dengan bantuan enzim. Kemudian, berpolimerisasi membentuk pigmen kecokelatan atau kemerahan. Praktik pengamatan perubahan warna sugu dalam e-modul ini sangat efektif untuk menjelaskan konsep redoks secara bermakna karena proses belajar peserta didik berada pada lingkungan mereka. Riset terdahulu oleh Ansanay et al. (2025), bahwa praktik produksi bioplastik dari sugu secara ilmiah mampu menumbuhkan rasa peduli peserta didik terhadap kearifan lokal Papua. Temuan ini didukung oleh Kelana et al. (2025), implementasi pembuatan makan ongol-ongol dari sugu dalam pembelajaran IPAS dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik tentang perubahan materi dan proses belajar menjadi kontekstual.

Temuan ini memperkuat teori bahwa pembelajaran berbasis etnosains mampu menjembatani *indigenous knowledge* (pengetahuan asli masyarakat) dengan *scientific knowledge* (pengetahuan ilmiah), sehingga literasi sains berbasis budaya dapat terbentuk secara optimal (Putra & Wahyuni, 2025). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Dewi et al. (2025) yang menegaskan bahwa integrasi teknologi dengan kearifan lokal dalam perangkat pembelajaran tidak hanya mendukung pembelajaran kontekstual, tetapi juga efektif dalam membangun koneksi antara sains modern dan nilai-nilai lokal guna meningkatkan literasi sains serta karakter kepedulian lingkungan peserta didik. Efektivitas media ini didukung oleh penggunaan perangkat lunak *Flip PDF Professional* yang menawarkan interaktivitas tinggi. Sebagaimana ditegaskan oleh Victoria et al., (2022), fleksibilitas e-modul memungkinkan

terjadinya pembelajaran mandiri (*self-paced learning*), di mana peserta didik dapat mengulang kembali simulasi atau video tutorial yang belum dipahami tanpa merasa tertekan oleh kecepatan belajar teman sebayanya. Variasi pengalaman belajar ini, menurut Herawati & Muhtadi (2018), merupakan faktor utama meningkatnya motivasi belajar yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan keterampilan proses. Peserta didik yang termotivasi cenderung lebih aktif dalam melakukan eksplorasi dan lebih berani dalam menarik kesimpulan berdasarkan data yang mereka amati dalam modul.

Secara komparatif, temuan ini konsisten dengan penelitian Kelana et al., (2025) yang menekankan bahwa integrasi mata pelajaran IPA (kimia, biologi, dan kimia) dan seni budaya dalam konteks Papua pada jenjang SMA mampu membuat terobosan baru melalui konsep materi sains dikemas dalam proyek pembuatan miniatur honai Papua. Langkah tersebut, menjadikan sinergi antara lintas bidang mata pelajaran dan budaya lokal melalui pendidikan. Budaya lokal dalam pembelajara khususnya reaksi redoks, akan jauh lebih efektif jika diajarkan melalui konteks lokal Papua. Jika penelitian sebelumnya banyak berfokus pada hasil belajar kognitif, penelitian ini membuktikan bahwa dampaknya juga meluas pada aspek keterampilan proses. Hal ini memberikan bukti empiris baru bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis digital tidak harus meninggalkan nilai-nilai lokal. Sebaliknya, teknologi digital justru menjadi sarana yang sangat efektif untuk merevitalisasi kearifan lokal ke dalam ruang kelas modern. Sains tidak harus mahal, tetapi dapat memanfaatkan lingkungan sekitar agar proses pembelajaran tercapai, sehingga lab saku (laboratorium) dapat diakses di mana saja (Irawan, et al., 2026). Dalam konteks ini, laboratorium sains melalui proses pembelajaran digital modern berbasis e-modul. Dengan demikian, penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua pada konsep redoks layak dipertimbangkan sebagai strategi utama untuk mengoptimalkan keterampilan proses sains peserta didik.

## KESIMPULAN

Penggunaan e-modul kimia berbasis budaya Papua pada materi reaksi reduksi dan oksidasi terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) peserta didik Kelas X IPA 1 SMA YPPK Teruna Bakti Jayapura. Sebelum perlakuan, rata-rata KPS peserta didik hanya mencapai 47,32% dengan kategori kurang terampil, sedangkan setelah pembelajaran menggunakan e-modul meningkat secara konsisten pada setiap pertemuan hingga mencapai 73,36% kategori terampil. Peningkatan paling nyata terlihat pada *keterampilan mengajukan pertanyaan, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan* yang sebelumnya berada pada kategori rendah menjadi sangat terampil setelah pembelajaran. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi budaya Papua ke dalam e-modul tidak hanya mampu mempermudah pemahaman konsep kimia, tetapi juga mendorong peserta didik lebih aktif, kritis, dan terampil dalam proses pembelajaran. Selain itu, menanamkan nilai budaya lokal dalam pendidikan khususnya di Papua.

## DAFTAR PUSTAKA

Ansanay, Y. O., Waimbo, K. N., Haay, H. A., Kelana, A. H., Janah, T. N., Murafer, Y., ... & Raunsay, E. (2025). The Effects of Modifying Agents on the



- Production of Bioplastic from Sago. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, 6(1), 106-110.
- Ashari, VR, Fatirul, AN, & Walujo, DA (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Materi Asam Basa Berbasis Flip PDF Professional untuk Peserta Didik Kelas XI SMA Negeri 1 Menganti. *EDUKASIA Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4 (2),1391-1398. DOI: <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.449>
- Day, W. O. S. H., Hanipah, S., & Ramadhani, N. A. N. (2025). Pengembangan Modul Sains Anak Usia Dini Berbasis Kearifan Lokal Papua: *Penelitian. Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 2486-2492. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.947>
- Dewi, I. N., Sutarto, S., & Bakhri, S. (2025). Pengembangan Modul Ajar IPA Berbasis Augmented Reality dan Etnosains Mbojo untuk Meningkatkan Keterampilan Sains Peserta didik SMP. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1320-1334. DOI: <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i4.2725>
- Donatuto, J., Campbell, L., & Gregory, R. (2020). Developing responsive indicators of indigenous community health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020472>
- Fadhli, Y. D., Amsad, L. N., Wabiser, Y. D., Kelana, A. H., & Irawan, S. (2026). Efektivitas Penggunaan Alat Peraga Ekosistem Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Kelas V Sd Negeri Inpres Bertingkat Waena. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(01), 290-302. <https://doi.org/10.23969/jp.v11i01.38617>
- Hasanah, H., & Aini, F. Q. (2025). Pengembangan instrumen tes keterampilan proses sains pada topik kesetimbangan kimia: Analisis dengan model Rasch. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 68-82. DOI: <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i1.1043>
- Hattarina, S., N. Saila, A., Faradilla, D. R., Putri, & Putri, R. G. A. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Lembaga Pendidikan. *Prosiding Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan, Humaniora*, 1(1), 181–192.
- Helvina, M., Bunga, M. H. D., & Dua, M. R. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran IPAS Bermuatan Budaya Laka Wae Masyarakat Palue Untuk Menumbuhkan Keterampilan Proses Dasar Peserta Didik. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(04), 181-192.
- Herawati, NS, & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal inovasi teknologi pendidikan*, 5 (2), 180-191.
- Irawan, S., Kelana, A. H., Daullu, M. A., Inggamer, M. M., & Pujowati, M. (2026). Pengaruh Model Discovery Learning Berbasis Metode Eksperimen terhadap Hasil Belajar IPA pada Materi Tekanan Zat Cair. *JagoMIPA: Jurnal*



*Pendidikan Matematika dan IPA*, 6(1), 251-261.  
<https://doi.org/10.53299/jagomipa.v6i1.3891>

- 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>
- 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.
- Kemendikbudristek. (2022). Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Assesmen Pendidikan
- Kelana, A. H. (2026). *Pembelajaran IPAS Sekolah Dasar Berbasis Kearifan Lokal*. CV Eureka Media Aksara.
- 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.
- 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.
- 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., Sari, K., Irawan, S., Karubaba, M., Amandus, V., & Kasanofa, A. (2025). Sinergi Sains dan Seni Budaya (Kearifan Lokal Papua): Pelatihan Daur Ulang Barang Bekas Menjadi Alat Peraga Inovatif Model Miniatur Honai Papua. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 5(4), 3036-3047.  
<https://doi.org/10.34697/jai.v5i4.2445>
- Kelana, A. H., Suwarningsih, T., Irawan, S., Nurwiati, N., & Karubaba, M. (2025). Integrasi Kearifan Lokal Papua melalui Pembuatan Makanan Ongol-Ongol dari Sagu dalam Pembelajaran IPAS di Kelas V Sekolah Dasar: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(2), 9217-9223.  
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3151>
- Lestari, S., Rahayu, Y. S., & Sahabuddin, S. (2024). Incorporating local wisdom in environmental education: A case study from Indonesian junior high schools. *Journal of Environmental Education*, 55(1), 22–35.



- Putra, B. P., & Wahyuni, S. (2025). Integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan literasi sains peserta didik: Kajian literatur. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 13(2).
- Ridwan Viky. (2012). *Pengertian Penelitian Deskriptif*. Medan: Sofmedia.
- Siregar, T., Karubaba, M., Siallagan, J., & Inggamer, M. M. (2022). Development Of Chemical E-modules Based On Papua Local Wisdom On Reduction And Oxidation Reaction Materials To Increase Student Learning Outcomes. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 10(3), 118-128.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif. Kualitatif dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Sulistiyowati, 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.v5i2.1176>
- Supriyono. (2019). Analisis kesulitan belajar kimia peserta didik SMA pada materi reaksi oksidasi-reduksi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2209–2219.
- Wahyuningtyas, P. A., Wahyuni, S., & Rusdianto, R. (2025). Pengembangan Modul IPA Berbasis STEM dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1335-1347. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i4.2299>
- Victoria Dian Pratami Kurniawan, Y. B. (2022). The Development Of Physics E-Modules Based On Pjbl Stem On Vector Analysis Material On Parabolic Motion. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 71-80.

