



**PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK DENGAN
MENGUNAKAN E-MODUL KIMIA PADA MATERI KOLOID
BERBASIS KEARIFAN LOKAL PAPUA**

**Ardian Hangga Kelana¹, Sakka Irawan², Marice Karubaba³, Adnan Sahar⁴,
Melissa Aeudia Daullu⁵**

Program Studi Teknik Industri, Universitas Internasional Papua, Jayapura¹, Program Studi
Teknik Fisika, Universitas Internasional Papua, Jayapura^{2,5}, Program Studi Biologi,
Universitas Okmin Papua, Pegunungan Bintang³, Program Studi Pendidikan Kimia,
Universitas Musamus, Merauke⁴

e-mail: ardianhkelana@iup.ac.id¹, Sakkairawan@iup.ac.id², maricekarubaba10@gmail.com³,
adnansahar@unmus.ac.id⁴, melisadaullu@iup.ac.id⁵

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penggunaan e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi koloid. Menggunakan metode *Research and Development* (R & D), penelitian ini berfokus pada pengembangan dan implementasi e-modul yang mengintegrasikan konten kimia dengan konteks budaya dan lingkungan Papua. Sampel penelitian terdiri dari 30 peserta didik kelas XI IPA 1 SMA YPK Diaspora Kotaraja, Jayapura. Pengumpulan data dilakukan sebelum dan sesudah implementasi e-modul untuk mengukur perubahan keterampilan berpikir kritis. Teknik analisis data menggunakan uji *N-Gain* untuk menentukan tingkat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara kuantitatif. Hasil analisis *N-Gain* menunjukkan peningkatan rata-rata sebesar 0,48, yang dikategorikan sebagai peningkatan sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua memiliki potensi sebagai media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi koloid. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa integrasi kearifan lokal dalam materi pembelajaran dapat meningkatkan relevansi dan daya tarik materi bagi peserta didik, sehingga mendorong pemikiran yang lebih mendalam dan kritis.

Kata Kunci: *E-Modul Kimia; Kearifan Lokal Papua; Koloid; Keterampilan Berpikir Kritis*

ABSTRACT

This study aims to investigate the improvement of students' critical thinking skills through the use of Papuan local wisdom-based chemistry e-modules on colloid material. Using the Research and Development (R & D) method, this study focuses on the development and implementation of e-modules that integrate chemistry content with the Papuan cultural and environmental context. The research sample consisted of 30 students of class XI IPA 1 SMA YPK Diaspora Kotaraja, Jayapura. Data collection was carried out before and after the implementation of the e-module to measure changes in critical thinking skills. The data analysis technique used the N-Gain test to determine the level of improvement in students' critical thinking skills quantitatively. The results of the N-Gain analysis showed an average increase of 0.48, which was categorized as a moderate increase. These findings indicate that Papuan local wisdom-based chemistry e-modules have the potential to be effective learning media to improve students' critical thinking skills on colloid material. The implication of this study is that the integration of local wisdom in learning materials can increase the relevance and appeal of the material for students, thereby encouraging deeper and more critical thinking.

Keywords: *Chemistry E-Module; Papua Local Wisdom; Colloid; Critical Thinking Skills*

PENDAHULUAN

Pelaksanaan sistem pendidikan di Indonesia berpedoman pada kurikulum dan akan selalu bergerak mengikuti perkembangan zaman. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menyebutkan bahwa, kurikulum adalah seperangkat rencana pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM) di Indonesia, salah satunya melalui bidang pendidikan. Proses pendidikan mampu mengembangkan wawasan, karakter, dan nilai sebagai bentuk pewarisan budaya sehingga dapat diimplementasikan melalui pendidikan kearifan lokal.

Pendidikan berbasis kearifan lokal menekankan pada pembelajaran yang relevan dengan situasi konkret peserta didik, sehingga materi pembelajaran lebih mudah dipahami. Zuhdan (2013) mendefinisikan pendidikan berbasis kearifan lokal sebagai usaha sadar dan terencana yang memanfaatkan potensi daerah secara bijak untuk menciptakan suasana pembelajaran yang bermakna. Pendidikan berbasis kearifan lokal diharapkan dapat memberdayakan peserta didik untuk mengembangkan potensi diri, memiliki keahlian, pengetahuan, dan sikap yang berkontribusi pada pembangunan bangsa. Hal ini sejalan dengan Suwito (dalam Wagiran, 2012) yang menekankan pentingnya sinergi antara budaya, pendidikan, dan pariwisata sebagai salah satu pilar pendidikan kearifan lokal yang berkarakter. Pendidikan kearifan lokal dapat diterapkan di berbagai daerah dengan potensi alam yang kaya, termasuk Papua.

Papua, pulau terbesar di ujung timur Indonesia, terbagi menjadi beberapa provinsi: Papua, Papua Selatan, Papua Tengah, Papua Pegunungan, Papua Barat, dan Papua Barat Daya. Kekayaan alam dan keragaman budaya Papua, yang tercermin dalam bahasa, tarian, batik, ukiran, flora, fauna, dan makanan khas, merupakan potensi besar untuk diintegrasikan dalam pembelajaran. Meskipun penelitian tentang kearifan lokal Papua telah banyak dilakukan, penerapannya sebagai sumber belajar di sekolah masih terbatas. Banyak sekolah dan guru belum mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam tujuan pembelajaran. Darmayanti et al. (2013) menekankan bahwa guru dapat mengembangkan pembelajaran dengan mengacu pada kearifan lokal untuk memperkenalkan keunikan, budaya, dan tradisi daerah. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, inovasi dalam proses pembelajaran menjadi krusial, termasuk pengembangan bahan ajar seperti e-modul.

E-modul merupakan media pembelajaran berbasis komputer yang mampu menyajikan teks, gambar, audio, grafik, animasi, dan video (Nugrah et al., 2015; Purwanto, 2018). Transformasi dari media cetak ke media digital, seperti yang dinyatakan oleh Winatha et al. (2018), telah melahirkan e-modul sebagai media belajar mandiri yang dilengkapi dengan petunjuk penggunaan. Diharapkan e-modul dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing peserta didik. Penerapan e-modul berbasis kearifan lokal Papua dalam pembelajaran kimia merupakan salah satu upaya untuk mengintegrasikan kekayaan budaya ini ke dalam materi pelajaran.

Kimia, sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan alam (IPA), mempelajari struktur, susunan, sifat, perubahan materi, dan energi yang menyertai perubahan tersebut (Sudarmo, 2013). Subiyanto dan Siregar (2018) mengembangkan modul pembelajaran kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi sistem periodik unsur untuk siswa kelas X SMA Negeri 4 Jayapura. Hasil penelitian mereka menunjukkan peningkatan hasil belajar kimia dan kelayakan modul tersebut. Penelitian ini melanjutkan pengembangan modul tersebut menjadi e-modul yang dapat diakses secara online.

Dalam penelitian ini, e-modul dikembangkan untuk materi koloid dengan mengintegrasikan kearifan lokal Papua melalui penggambaran makanan khas, bangunan, tradisi, batik, dan aspek budaya lainnya. Tujuannya adalah agar pembelajaran menjadi lebih

bermakna, di mana peserta didik tidak hanya mempelajari materi koloid, tetapi juga mengenal budaya setempat. Selama ini, pembelajaran koloid seringkali terbatas pada teori, hafalan, dan pencatatan, yang dapat menyebabkan peserta didik menjadi pasif, bosan, dan kurang tertarik pada materi. Kurangnya penekanan pada penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari juga dapat menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis.

Berpikir kritis merupakan proses aktif yang melibatkan lebih dari sekadar mengingat dan memahami (Hendriana et al., 2017). Keterampilan ini sangat penting di abad ke-21, di mana sumber daya manusia dituntut untuk memiliki berbagai keterampilan berkualitas tinggi agar dapat bersaing di pasar kerja (Sugrah et al., 2017). Pembelajaran kimia yang cenderung berfokus pada hafalan dan teori, tanpa membiasakan peserta didik untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah, dapat menghambat pengembangan keterampilan ini.

Berdasarkan wawancara dan observasi di SMA YPK Diaspora Kotaraja Jayapura, diperoleh informasi bahwa pengembangan e-modul kimia belum ada. Sekolah masih menggunakan buku paket dari pemerintah yang bersifat umum untuk seluruh Indonesia. Selain itu, keterampilan berpikir kritis peserta didik masih rendah, dengan nilai rata-rata pada materi koloid di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 70. Faktor-faktor penyebabnya antara lain: (1) bahan ajar yang kurang menarik; (2) proses pembelajaran yang monoton; (3) kurangnya praktikum dalam pembelajaran kimia; (4) dominasi model pembelajaran konvensional; dan (5) kurangnya fokus pada prinsip-prinsip kualitas keterampilan berpikir kritis.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, diperlukan perbaikan dalam pembelajaran kimia, salah satunya melalui pengembangan bahan ajar alternatif seperti e-modul. Analisis lebih lanjut mengenai indikator-indikator keterampilan berpikir kritis juga penting dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini berjudul “Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik dengan Menggunakan E-Modul Kimia pada Materi Koloid Berbasis Kearifan Lokal Papua”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental*, khususnya *one-group pretest-posttest design*. Desain ini dipilih untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah intervensi, yaitu penggunaan e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi koloid. Penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol, melainkan berfokus pada perubahan yang terjadi pada satu kelompok eksperimen. Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA di SMA YPK Diaspora Kotaraja, Jayapura. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan kriteria inklusi peserta didik kelas XI IPA 1 yang berjumlah 30 orang. Pemilihan sampel ini didasarkan pada pertimbangan bahwa kelas tersebut telah mempelajari konsep dasar kimia yang relevan dengan materi koloid.

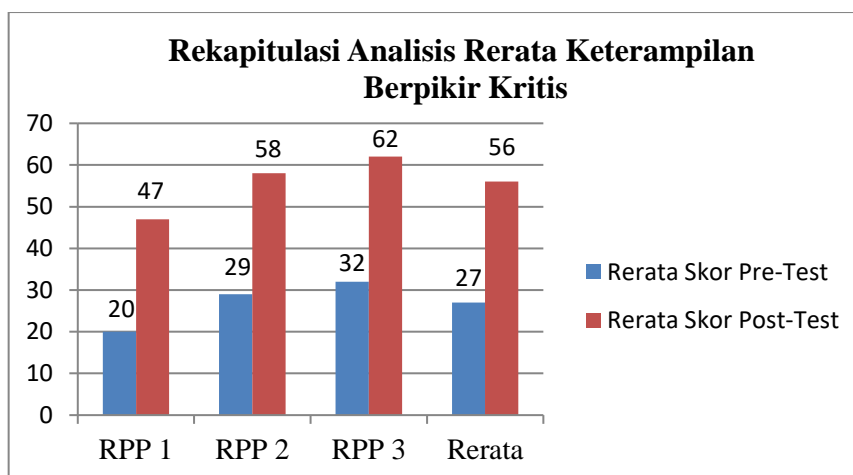
Instrumen utama dalam penelitian ini adalah e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi koloid, yang dikembangkan melalui tahapan *Research and Development* (R & D). E-modul ini dirancang untuk mengintegrasikan konten kimia dengan konteks budaya dan lingkungan Papua, serta dilengkapi dengan soal-soal latihan yang mengukur keterampilan berpikir kritis. Selain e-modul, instrumen lain yang digunakan adalah tes keterampilan berpikir kritis yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) implementasi e-modul. Tes ini disusun berdasarkan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis yang relevan dengan materi koloid. Prosedur penelitian meliputi: (1) pemberian *pretest* untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis awal peserta didik; (2) implementasi e-modul dalam pembelajaran kimia selama periode waktu yang ditentukan; dan (3) pemberian *posttest* untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis setelah penggunaan e-modul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Soal tes yang digunakan dalam penelitian ini setelah melalui uji validitas dan uji reliabilitas sehingga menghasilkan soal valid untuk digunakan. Menurut Arifin (dalam Nurhasanah, 2018), bahwa karakteristik tes soal yang baik berkaitan erat dengan dua hal pokok yaitu ditentukan oleh validitas dan reliabilitas tes. Uji validitas dan reliabilitas soal berpikir kritis dilaksanakan di SMA YPK Diaspora Kotaraja Jayapura pada kelas XII IPA 2 yang terdiri dari 25 peserta didik. Syarat minimum untuk dianggap valid adalah nilai $r = 0,413$. Jika korelasi antara butir $r < 0,413$, maka butir instrumen tersebut dianggap tidak valid. Jika $r \text{ hitung} \leq 0,413$, maka instrumen dinyatakan valid. Jika instrumen telah dinyatakan valid, langkah selanjutnya yaitu dilakukan pengujian reliabilitas dengan teknik *cronbach's alpha*. Nilai *cronbach's alpha* dapat dinyatakan reliabel atau kurang reliabel berdasarkan keputusan reliabilitas instrumen dengan kriteria: 1) Apabila nilai *Cronbach's alpha* < 0.6 maka dinyatakan kurang reliabel. 2) Apabila nilai *Cronbach's alpha* ≥ 0.6 maka dinyatakan reliabel.

Analisis uji *N-Gain* berupa nilai *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan e-modul kimia pada materi kimia koloid berbasis kearifan lokal Papua. Peserta didik diberikan *Pretest* sebelum proses kegiatan pembelajaran dimulai. Sementara itu, *posttest* diberikan setelah proses kegiatan pembelajaran. Hasil analisis rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik secara keseluruhan dari RPP 1, RPP 2, dan RPP 3 menunjukkan adanya peningkatan. Rekapitulasi analisis rerata keterampilan berpikir kritis ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



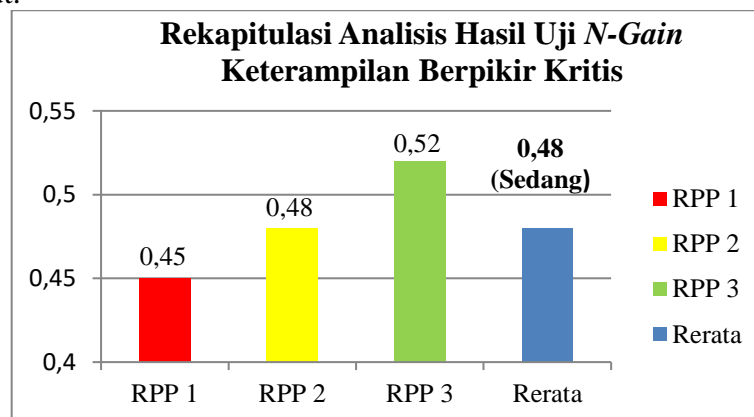
Gambar 1. Rekapitulasi Analisis Rerata Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan e-modul kimia pada materi koloid berbasis kearifan lokal Papua. Keterampilan berpikir kritis peserta didik pada RPP 1 – RPP 3 dijelaskan sebagai berikut:

Pada RPP 1 diperoleh nilai rata-rata *pre-test* 20 dan *post-test* 47. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebesar 27 dan melalui uji *N-Gain* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,45. Dapat disimpulkan pada RPP 1 berdasarkan hasil uji *N-Gain* menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masuk kategori sedang.

Pada RPP 2 diperoleh nilai rata-rata *pre-test* 29 dan *post-test* 58. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebesar 29 dan melalui uji *N-Gain* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,48. Dapat disimpulkan pada RPP 2 berdasarkan hasil uji *N-Gain* menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masuk kategori sedang.

Pada RPP 3 diperoleh nilai rata-rata *pre-test* 32 dan *post-test* 62. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebesar 30 dan melalui uji *N-Gain* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,52. Dapat disimpulkan pada RPP 3 berdasarkan hasil uji *N-Gain* menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masuk kategori sedang. Rekapitulasi analisis hasil uji *N-Gain* keterampilan berpikir kritis RPP 1, RPP 2, dan RPP 3 ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

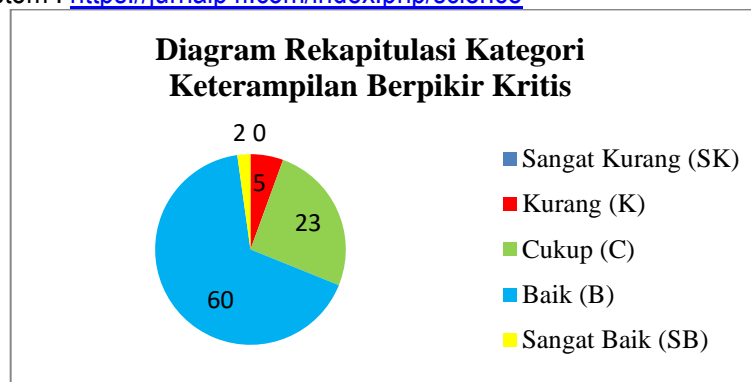


Gambar 2. Rekapitulasi Analisis Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan rekapitulasi analisis hasil uji *N-Gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil uji *N-Gain* nilai rata-rata pada setiap proses pembelajaran RPP 1 – RPP 3 dengan menggunakan e-modul kimia materi koloid berbasis kearifan lokal Papua mengalami peningkatan. Hasil uji *N-Gain* RPP 1 sebesar 0,45, RPP 2 sebesar 0,48, dan RPP 3 sebesar 0,52 sehingga diperoleh rerata *N-Gain* sebesar 0,48 kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas proses pembelajaran dengan menggunakan e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Hasil ini didukung dengan penelitian relevan tentang pengembangan bahan ajar interaktif seperti e-modul yang dilakukan oleh Irawan et al., (2022) menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis *problem based learning* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan perolehan uji *N-Gain* sebesar 0,57 kategori sedang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Siregar, T., et al., (2022) menunjukkan bahwa *Development of a Chemistry E-Module Based on Papuan Local Wisdom on Reduction and Oxidation Reactions* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan uji *N-Gain* sebesar 0,74 kategori tinggi. Selanjutnya, penelitian lainnya yang dilakukan oleh Kelana, A. H., & Irawan, S. (2024) menunjukkan bahwa pengembangan e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi koloid dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan perolehan uji *N-Gain* sebesar 0,55 kategori sedang.

Setiap peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis yang berbeda-beda dalam memahami materi pelajaran dengan menggunakan e-modul kimia koloid berbasis kearifan lokal Papua. Rekapitulasi kategori keterampilan berpikir kritis peserta didik dari RPP 1, RPP 2, dan RPP 3 ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



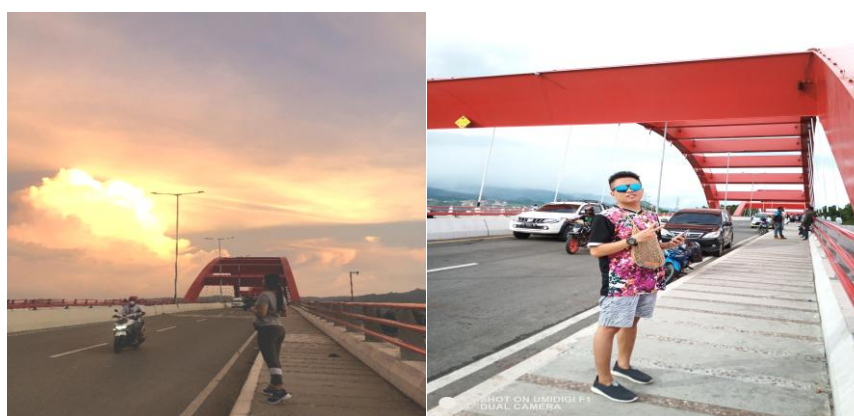
Gambar 3. Diagram Rekapitulasi Kategori Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan Gambar 3, diagram rekapitulasi kategori keterampilan berpikir kritis peserta didik proses belajar mengajar RPP 1 - RPP 3 menunjukkan bahwa: (1) Terdapat 0 peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis Sangat Kurang; (2) Terdapat 5 peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis Kurang; (3) Terdapat 23 peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis Cukup; (4) Terdapat 60 peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis Baik; dan (5) Terdapat 2 peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis Sangat Baik.

Pembahasan

Pemilihan bahan ajar e-modul untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran kimia pada tahap analisis. Peneliti memperoleh informasi jika guru mengalami keterbatasan bahan ajar yang menarik untuk proses pembelajaran. Sebelumnya, peserta didik jarang dalam proses pembelajaran dilatih dengan soal-soal berpikir kritis. Hal ini mengakibatkan peserta didik hanya menerima dan bersifat menghafal materi kimia yang diajarkan oleh guru. Selain itu, adanya sikap pasif dan kurang antusias peserta didik dalam mengikuti proses kegiatan belajar mengajar di sekolah maupun di rumah.

Dengan demikian, peneliti memilih bahan ajar alternatif berupa e-modul yang terintegrasi dengan kearifan lokal Papua untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Kearifan lokal Papua yang dapat diintegrasikan ke dalam materi koloid untuk proses pembelajaran ditunjukkan pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Jembatan Merah Youtefa Jayapura Papua

Berdasarkan Gambar 4, Jembatan Merah Youtefa Jayapura merupakan salah satu contoh peranan koloid di bidang industri bahan bangunan dengan pemanfaatan cat anti karat. Cat merupakan sistem koloid jenis sol yang fase terdispersinya padat dan medium pendispersinya

cair. Koloid paduan logam adalah sol padat, merupakan fase terdispersi padat dan medium pendispersi padat contohnya baja. Eksistensi cat pada proyek baja dan besi secara khusus merupakan salah satu material inti untuk lapisan pelindung yang melekat di permukaan suatu benda. Lapisan pelindung yang dimaksud yaitu lapisan atau cat anti karat suatu jenis bahan pelindung sekaligus pencegah korosi. Selain itu, kearifan lokal Papua yang dapat dihubungkan dengan materi koloid yaitu proses pembuatan kain batik Papua ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Batik Papua

Berdasarkan Gambar 5, sifat koloid adsorpsi dan koagulasi dapat dikaitkan dengan salah satu kearifan lokal di Papua yaitu saat proses pembuatan kain batik. Batik Papua banyak menampilkan motif yang berwarna terang dan kombinasi etnik Papua.

Sifat absorpsi merupakan fenomena kunci dalam proses pewarnaan batik Papua, khususnya pada tahap pengecapan kain mori. Absorpsi, dalam konteks ini, merujuk pada penyerapan zat cair (pewarna) ke dalam pori-pori serat kain. Penelitian oleh Afandi dkk. (2021) menunjukkan bahwa jenis serat kain dan konsentrasi pewarna sangat mempengaruhi tingkat absorpsi. Kain mori, yang umumnya berbahan dasar katun, memiliki struktur serat yang berongga sehingga memungkinkan penyerapan pewarna secara efektif. Proses pencelupan kain batik ke dalam bak pewarna juga merupakan contoh nyata dari absorpsi, di mana molekul-molekul pewarna berdifusi dan terikat pada serat kain, menghasilkan warna yang permanen.

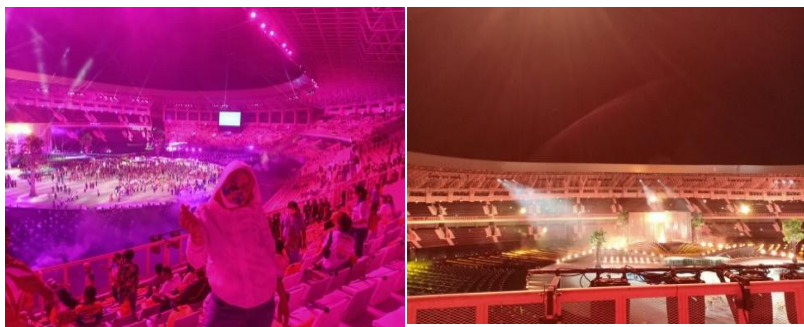
Koagulasi, atau penggumpalan, adalah proses penting lainnya dalam pembuatan batik Papua, terutama saat tahap pemalaman (penutupan bagian kain dengan malam/lilin) dan pelorotan (pelepasan malam). Ketika kain yang telah dilapisi malam dicelupkan ke dalam air panas, malam akan meleleh dan terlepas dari kain. Kotoran-kotoran yang terikat pada malam, bersama dengan residu malam itu sendiri, akan menggumpal dan terpisah dari kain. Penelitian oleh Pratiwi dan Kartika (2018) menjelaskan bahwa suhu air dan durasi pencelupan sangat mempengaruhi efisiensi pelorotan. Proses koagulasi ini memungkinkan pemisahan malam dan kotoran dari kain sehingga menghasilkan motif batik yang bersih dan jelas.

Pemanfaatan kearifan lokal seperti proses pembuatan batik Papua dalam pembelajaran kimia khususnya materi koloid dapat meningkatkan pemahaman konsep dan relevansi materi bagi siswa. Proses absorpsi dan koagulasi yang terjadi dalam pembuatan batik merupakan contoh nyata dari aplikasi prinsip-prinsip koloid dalam kehidupan sehari-hari. Selain batik, produk-produk khas daerah seperti roti abon gulung khas Papua Barat juga dapat diintegrasikan sebagai contoh sistem koloid (emulsi dan buih) dalam makanan. Pendekatan ini, seperti yang disarankan oleh Sari dkk. (2023), dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa karena menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata dan budaya mereka.



Gambar 6. Roti Abon Gulung Khas Papua Barat

Berdasarkan Gambar 6, roti abon gulung merupakan sistem koloid jenis buih padat dengan fase terdispersi gas dan medium pendispersi zat padat. Pembuatan roti melibatkan proses peragian yang akan melepas gas CO_2 (karbon dioksida). Zat pembuih protein gluten dari tepung kemudian akan menghasilkan lapisan tipis mengelilingi gelembung-gelembung CO_2 untuk membentuk buih padat. Berdasarkan beberapa contoh kearifan lokal Papua yang telah dijelaskan terdiri dari jembatan merah Youtefa, batik Papua, dan roti abon gulung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran menarik untuk menjelaskan konsep materi koloid. Contoh sifat koloid efek *Tyndall* yang dapat dihubungkan dengan kearifan lokal Papua ditunjukkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Konser PON XX Jayapura Papua

Berdasarkan Gambar 7, konser PON XX Jayapura Papua terlihat jika sorot lampu akan tampak jelas pada malam hari yang berdebu, berasap, atau berkabut. Misalnya, sorot lampu proyektor di gedung bioskop dan sebagainya akan tampak jelas ketika ada asap sehingga gambar atau film yang ada di layar menjadi tidak jelas. Peristiwa ini menunjukkan adanya sifat koloid efek *Tyndall* yaitu penghamburan cahaya oleh partikel koloid.

KESIMPULAN

Penelitian *Research and Development* (R & D) ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan e-modul kimia berbasis kearifan lokal Papua pada materi koloid, yang terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI IPA 1 SMA YPK Diaspora Kotaraja, Jayapura. Peningkatan ini dikategorikan sedang berdasarkan hasil uji *N-Gain* dengan rata-rata 0,48. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul yang mengintegrasikan konten kimia dengan konteks budaya dan lingkungan Papua memiliki potensi sebagai media pembelajaran yang efektif. Integrasi kearifan lokal dalam e-modul terbukti meningkatkan relevansi materi, daya tarik, dan mendorong pemikiran yang lebih mendalam dan kritis pada peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Putri, D. R. A., & Wardani, M. K. (2021). Pengaruh jenis kain dan konsentrasi zat warna alam dari kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) terhadap kualitas pewarnaan batik. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga*, 9(1), 1-8.
- Arifin, Z. (2014). *Metode penelitian kuantitatif*. Pustaka Pelajar.
- Darmayanti, C., et al. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Sikap Ilmiah Siswa. *Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika Ke-4*, Surakarta.
- Hendriana, H., et al. (2017). *Hard skills dan soft skills matematik siswa*. Refika Aditama.
- Irawan, S., et al. (2022). Development Of Integrated Science E-Modules Through Problem-Based Learning To Improve Critical Thinking Ability And Students' Learning Outcomes On Vibration And Waves. *Journal of Indonesian Educational Sciences*, 10(3), 153–164. <https://doi.org/10.31957/jipi.v10i3.2412>
- 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.
- Nugrah, A. S., et al. (2015). Pengembangan e-modul interaktif mata kuliah aplikasi komputer pada program studi pendidikan teknik informatika. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(3), 306-318.
- Nurhasanah. (2018). Pengembangan Tes Diagnostik untuk Mengidentifikasi Kesulitan Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(1), 1–12.
- Pratiwi, R., & Kartika, D. (2018). Optimasi suhu dan waktu pelorotan malam pada kain batik katun primisima dengan pewarna alam indigofera. *Arena Tekstil*, 33(1), 29-36.
- Purwanto, N. (2018). Pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(2), 123–135.
- Sari, M. R., Utami, B. R., Hanifah. (2023). Modifikasi Media Pembelajaran Berupa Diorama Sistem Koloid Melalui Pendekatan Etnosains Guna Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*. 2(1)
- Siregar, T., et al. (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.
- Subiyanto, & Siregar, T. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Pada Materi Sistem Periodik Unsur Berbasis Kearifan Lokal Papua Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 4 Jayapura. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 6(2).
- Sudarmo, U. (2013). *Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Erlangga.
- Sugrah, N., et al. (2017). Implementasi Pembelajaran Kontekstual untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 14(2), 104–110.
- Wagiran. (2012). Pengembangan Karakter Berbasis Kearifan Lokal Hamemayu Hayuning Buwana (Identifikasi Nilai-nilai Karakter Berbasis Budaya). *Jurnal Pendidikan Karakter*, 3(3), 333-334.
- Winatha, K. R., et al. (2018). Pengembangan E- Modul Interaktif Berbasis Proyek Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 188–199.
- Zuhdan, K. P. (2013). *Pembelajaran Sains Berbasis Kearifan Lokal*. Prosiding, Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika.