



Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia

Laman Jurnal: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/index>



Pengembangan Strategi Pembelajaran Intertekstual dengan POGIL pada Materi Sel Volta yang Berpotensi Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains

Development of an Intertextual Learning Strategy Using POGIL on Voltaic Cell Material to Improve Concept Mastery and Science Process Skills.

Oleh:

Andrean Esa Yudhistira^{1*}, Tuszie Widhiyanti², Sri Mulyani²

¹SMA Santo Leo III, Kecamatan Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Correspondence email: andreaesa@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan POGIL pada materi sel Volta yang berpotensi meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik yang dilakukan dengan pertimbangan adanya miskonsepsi peserta didik pada konsep sel Volta akibat pembelajaran yang tidak menautkan tiga level representasi kimia dan rendahnya KPS peserta didik pada pembelajaran kimia. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa metode penelitian dan pengembangan yang mengadaptasi dari model Borg & Gall. Penelitian yang dilakukan dibatasi pada lima tahap pertama yaitu penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan produk, pengembangan produk awal, uji produk awal, dan revisi produk awal. Penelitian ini menggunakan lima instrumen penelitian berupa lembar uji kesesuaian, yaitu alur tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran elemen pemahaman kimia, alur tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran elemen keterampilan proses, deskripsi konsep dengan alur tujuan pembelajaran, deskripsi keterampilan proses sains dengan alur tujuan pembelajaran, serta kegiatan pembelajaran dengan alur tujuan pembelajaran. Hasil review ahli menyatakan bahwa strategi pembelajaran berbasis intertekstual dengan POGIL yang dikembangkan pada materi sel Volta berpotensi meningkatkan penguasaan konsep dan KPS peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil *review* ahli yang menyatakan bahwa setiap variabel yang diuji sudah sesuai satu sama lain dengan beberapa catatan untuk perbaikan.

ABSTRACT

This study aims to develop an intertextual learning strategy integrated with POGIL on Voltaic Cell material to enhance students' conceptual understanding and science process skills (SPS), addressing misconceptions arising from the lack of integration

Info artikel:

Diterima: 18 Januari 2025

Direvisi: 16 Februari 2025

Disetujui: 11 Maret 2025

Terpublikasi online: 29 Maret 2025

Tanggal publikasi: 1 April 2025

Kata Kunci:

Strategi pembelajaran intertekstual, POGIL, Sel Volta, Penguasaan konsep, KPS.

Key Words:

Intertextual-based learning strategy, POGIL, Voltaic cell, Concept mastery, SPS.

among the three levels of chemical representation and students' low SPS in chemistry learning. The research employs a research and development (R&D) method adapted from the Borg & Gall model, limited to the first five stages: research and information gathering, product planning, initial product development, initial product testing, and initial product revision. Five research instruments were utilized as feasibility assessment sheets, including learning objectives aligned with chemistry understanding elements, learning objectives aligned with process skills elements, concept descriptions linked to learning objectives, science process skills descriptions aligned with learning objectives, and learning activities aligned with learning objectives. Expert reviews indicate that the intertextual learning strategy with POGIL developed for Voltaic Cell material has the potential to improve students' concept mastery and SPS. This is supported by expert evaluations stating that each tested variable is aligned, with several notes for refinement. The findings suggest that this strategy can bridge representational gaps in understanding electrochemical concepts while fostering essential scientific skills.

1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu sains yang bersifat abstrak dan memerlukan pemahaman mendalam tentang interaksi atom, molekul, dan ion yang tidak dapat diamati secara langsung (Gkitzia, et al, 2020). Konsep-konsep yang bersifat abstrak pada mata pelajaran kimia menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahaminya (Priliyanti, et al, 2021). Hal inilah yang menjadi dasar dalam menciptakan miskonsepsi baru atau menguatkan miskonsepsi yang sudah ada (Stojanovska, et al, 2017). Pemahaman konsep dalam kimia sangat bergantung pada kemampuan peserta didik dalam mengaitkan fenomena di level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Yuliana & Sholichah, 2021). Adapun penjelasan dari masing-masing level representasi adalah sebagai berikut:

- Level makroskopik merupakan level konkret yang dapat dirasakan secara langsung oleh indra manusia, pada level ini peserta didik dituntut untuk mengamati fenomena yang terjadi, baik melalui percobaan atau fenomena yang terjadi pada kehidupan sehari-hari (Chusnah, et al, 2020; Safitri, et al, 2019; Wilandari, et al, 2018). Perubahan warna, timbulnya bau, terbentuknya endapan dan atau gas dalam reaksi kimia merupakan contoh fenomena yang dapat diamati oleh peserta didik (Treagust, et al, 2003).
- Level submikroskopik merupakan aspek yang menunjukkan karakteristik kimia yang berkesan abstrak yang mana digunakan untuk menjelaskan fenomena makroskopik (Imaduddin, 2018). Representasi ini memberikan penjelasan dari suatu fenomena pada level partikel dengan cara menggambarkannya sebagai susunan yang terdiri dari atom, molekul, dan atau ion (Hatimah & Khery, 2021). Representasi pada tingkat ini dapat dijelaskan menggunakan teknologi komputer, menggunakan narasi, gambar dua dimensi, dan gambar tiga dimensi baik dalam kondisi diam maupun bergerak (animasi) atau simulasi (Sukmawati, 2019).
- Level simbolik merupakan level yang digunakan untuk merepresentasikan fenomena makroskopik dan submikroskopik menggunakan lambang atom, rumus molekul, persamaan kimia, persamaan matematika, mekanisme reaksi, grafik, analogi, serta model dan animasi komputer (Chandrasegaren, et al, 2007; Jariati & Yenti, 2020).

Namun, pembelajaran kimia di lapangan cenderung hanya menekankan representasi makroskopik dan simbolik, tanpa memperjelas aspek submikroskopik (Fahmi & Fikroh, 2022). Akibatnya, pemahaman peserta didik menjadi parsial dan sulit membangun pemahaman yang

utuh, terutama pada materi abstrak seperti sel Volta – yang sebenarnya dekat dengan kehidupan sehari-hari, misalnya pada baterai dan *accu* (Ali, et al, 2022). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya miskonsepsi peserta didik pada konsep sel Volta, terutama terkait aliran arus listrik, jenis elektroda, serta fungsi kawat logam dan jembatan garam. Miskonsepsi ini menjadi salah satu penyebab rendahnya penguasaan konsep dan hasil belajar peserta didik (Puteri, et al, 2021). Untuk meningkatkan pemahaman peserta didik, pembelajaran harus menekankan keterkaitan tiga level representasi kimia (Husain, et al, 2013). Salah satu pendekatan yang relevan adalah pembelajaran intertekstual karena melibatkan pengalaman konkret, tiga level representasi kimia, dan peristiwa di kelas yang dikonstruksi peserta didik sendiri (Wu, 2003).

Kimia sebagai sains memiliki dua dimensi, yaitu sebagai proses dan sebagai produk, sehingga pembelajaran kimia tidak hanya menuntut penguasaan konsep, peserta didik juga perlu mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) untuk menemukan konsep yang dipelajarinya melalui metode ilmiah (Ningsih & Hidayah, 2020; Yuliani, 2014). Keterampilan proses sains dapat dibedakan menjadi dua, yaitu KPS dasar dan KPS terintegrasi (Özgelen, 2012). KPS dasar mencakup kemampuan mengamati, menyimpulkan, mengklasifikasikan, mengukur, mengkomunikasikan, dan memprediksi. KPS terintegrasi mencakup kemampuan pengendalian variabel, pendefinisian operasional, perumusan hipotesis, interpretasi data, dan melakukan percobaan (Kramer, et al, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa KPS berkontribusi positif terhadap pembelajaran sains (Gultepe, 2015), tetapi beberapa aspek KPS peserta didik masih tergolong rendah (Sagala, 2021).

Pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran abad 21 menekankan peran aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan dari pengalaman mereka sendiri (Sugrah, 2019). Salah satu model yang mendukung hal ini adalah POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*), di mana peserta didik berperan aktif mengeksplorasi, menemukan konsep, dan membangun pemahaman dengan bimbingan terarah (Putri & Gazali, 2021). POGIL menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri kolaboratif yang dalam penerapannya peserta didik dibagi dalam kelompok belajar untuk mendorong penguasaan konsep, pengembangan keterampilan, berpikir, pemecahan masalah, dan tanggung jawab individu (Aprilyana, et al, 2023). Dalam pembelajaran POGIL terdapat lima tahapan yaitu, orientasi, eksplorasi, pembentukan konsep, aplikasi, dan penutup (Arsy & Octarya, 2022; Widyaningrum & Agustini, 2021). Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran inkuiri, yakni mendorong pemahaman dan keterampilan proses ilmiah (Ogan-Bekiroğlu & Arslan, 2014) yang memudahkan peserta didik dalam menemukan suatu konsep, prinsip, atau teori yang dapat digunakan untuk mengembangkan konsep yang sebelumnya telah ada ataupun untuk menyangkal konsep yang sudah ada (Azizirrahim, et al, 2015). Becker, Stanford, Towns, dan Cole (2015) juga menegaskan bahwa keterampilan menghubungkan tiga level representasi kimia dapat ditingkatkan melalui pembelajaran inkuiri yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam penyelidikan.

Pembelajaran intertekstual melibatkan tiga level representasi kimia dan sintaks dari POGIL bersesuaian dengan aspek keterampilan proses sains, sehingga strategi pembelajaran intertekstual berbasis POGIL diharapkan mampu meningkatkan penguasaan konsep dan KPS peserta didik pada materi sel Volta. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan strategi pembelajaran tersebut agar dapat membantu peserta didik memahami konsep sel Volta secara lebih mendalam dan ilmiah.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang mengadaptasi dari model Borg & Gall. Menurut Borg & Gall (1983), "*educational research and development (R&D)*" merupakan serangkaian proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memverifikasi produk pendidikan. Penelitian yang dilakukan dibatasi pada lima tahap pertama yaitu penelitian dan pengumpulan informasi, perencanaan produk, pengembangan produk awal, uji produk awal, dan revisi produk awal.

Penelitian ini menggunakan lima instrumen penelitian berupa lembar uji kesesuaian, yaitu alur tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran elemen pemahaman kimia, alur tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran elemen keterampilan proses, deskripsi konsep dengan alur tujuan pembelajaran elemen pemahaman kimia, deskripsi keterampilan proses sains dengan alur tujuan pembelajaran elemen keterampilan proses, serta kegiatan pembelajaran dengan sintaks POGIL dan alur tujuan pembelajaran.

Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa hasil uji kesesuaian variabel-variabel dalam instrumen penelitian. Pengumpulan data diawali dengan pengembangan instrumen yang digunakan. Proses pengumpulan data selanjutnya yaitu dengan melakukan uji kesesuaian oleh lima orang *reviewer* yaitu dosen pendidikan kimia untuk memperoleh kesesuaian antar variabelnya. Penilaian ahli atau *expert judgement* dilakukan dalam penelitian ini sebagai validitas internal. Ketercapaian dalam validitas internal terjadi apabila terdapat kesesuaian antara bagian-bagian instrumen dengan instrumen secara keseluruhan (Arikunto, 2002).

Dalam proses pengolahan, data hasil *review* berupa komentar dan saran perbaikan dari setiap *reviewer* dikaji secara deskriptif. Hasil kajian kemudian dianalisis kembali untuk memperoleh indikator penguasaan konsep, deskripsi konsep, indikator keterampilan proses sains, deskripsi keterampilan proses sains, dan strategi pembelajaran intertekstual dengan POGIL pada materi sel Volta untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik dengan kelayakan yang baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perumusan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Pemahaman Kimia

Penguasaan konsep merupakan kemampuan peserta didik dalam memahami suatu konsep secara ilmiah, mencakup pemahaman teori dan implementasinya dalam kehidupan sehari-hari (Arisanti, et al, 2016). Dalam konteks pembelajaran kimia, khususnya materi sel Volta, kemampuan ini tertuang dalam Capaian Pembelajaran (CP) elemen pemahaman kimia pada kurikulum Merdeka. Capaian Pembelajaran elemen Pemahaman Kimia menuntut pemahaman tentang sel elektrokimia sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk memastikan ketercapaian kompetensi tersebut, perlu dilakukan elaborasi dalam bentuk rumusan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP). Indikator ini dirancang menggunakan kata kerja operasional yang terukur dan mengacu pada dimensi proses kognitif dalam taksonomi Bloom edisi revisi, dengan tingkat minimal pada level "memahami" sesuai CP. Berdasarkan hasil analisis CP tersebut, dirumuskan tiga ATP Pemahaman Kimia yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Capaian Pembelajaran Elemen Pemahaman Kimia dan Alur Tujuan Pembelajaran Materi Sel Volta

Capaian Pembelajaran (CP)	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
Peserta didik memiliki kemampuan memahami konsep redoks dan sel elektrokimia sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	1.1 Membedakan reaksi spontan dan reaksi nonspontan.
	1.2 Menganalisis komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta dua kompartemen
	1.3 Menganalisis komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta satu kompartemen

3.2. Perumusan Indikator Keterampilan Proses Sains

Kualifikasi minimal yang harus dicapai peserta didik dalam hasil pembelajaran pada akhir jenjang pendidikan, seperti yang tertuang dalam standar kompetensi lulusan, juga mencakup aspek keterampilan. Pada aspek ini, keterampilan yang harus dimiliki peserta didik pada akhir fase F tercantum dalam CP elemen Keterampilan Proses yang mencakup enam keterampilan, seperti yang tertera pada Tabel 2.

Strategi pembelajaran yang dikembangkan peneliti menggunakan model pembelajaran POGIL, yang memberikan kebebasan kepada peserta didiknya untuk dapat menemukan dan membangun sendiri pemahamannya melalui pengalaman belajar. Oleh karena itu, memungkinkan untuk mengeksplorasi setiap keterampilan yang tercantum dalam Capaian Pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik. Berdasarkan hasil elaborasi pada CP elemen Keterampilan Proses, diperoleh dua puluh dua ATP Keterampilan Proses yang merupakan perpaduan dari KPS dasar (*basic science process skill*) dan KPS terintegrasi (*integrated science process skill*). Rumusan ATP Keterampilan Proses ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran Elemen Keterampilan Proses pada Materi Sel Volta

Capaian Pembelajaran (CP)	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
1. Mengamati Peserta didik mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan detail dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.	1.1 Memprediksi percobaan kespontanan reaksi logam Cu dalam larutan ZnSO_4
	1.2 Mengamati percobaan kespontanan reaksi logam Cu dalam larutan ZnSO_4
	1.3 Menafsirkan data percobaan kespontanan reaksi logam Cu dalam larutan ZnSO_4
2. Mempertanyakan dan Memprediksi Peserta didik merumuskan pertanyaan ilmiah tentang hubungan antarvariabel dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.	1.4 Menyimpulkan percobaan kespontanan reaksi logam Cu dalam larutan ZnSO_4
	1.5 Mengomunikasikan hasil kesimpulan percobaan kespontanan reaksi logam Cu dalam larutan ZnSO_4
3. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan Peserta didik merencanakan dan memilih metode yang sesuai serta mengendalikan variabel berdasarkan referensi untuk	1.6 Memprediksi percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.7 Merancang percobaan sel Volta Cu-Zn

Capaian Pembelajaran (CP)	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
mengumpulkan data yang dapat dipercaya. Peserta didik memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat.	1.8 Mengomunikasikan prosedur percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.9 Melakukan percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.10 Mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan sel Volta Cu-Zn
4. Memproses, Menganalisis Data dan Informasi	1.11 Mengomunikasikan hasil dari percobaan sel Volta Cu-Zn
Peserta didik menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab. Peserta didik menggunakan berbagai metode untuk menganalisa pola dan kecenderungan pada data. Peserta didik mendeskripsikan hubungan antarvariabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi. Peserta didik menggunakan data dan rujukan untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan.	1.12 Menafsirkan data hasil pengamatan percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.13 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.14 Mengomunikasikan kesimpulan dari percobaan sel Volta Cu-Zn
	1.15 Memprediksi percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
5. Mengevaluasi dan Refleksi	1.16 Merancang percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
	1.17 Mengomunikasikan prosedur percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
	1.18 Melakukan percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
Peserta didik mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data. Peserta didik menganalisis validitas informasi dari sumber primer dan sekunder serta mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan.	1.19 Mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
	1.20 Mengomunikasikan hasil dari percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
	1.21 Menafsirkan data hasil pengamatan percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
	1.22 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan Volta sederhana jam jus lemon
	1.23 Mengomunikasikan hasil dari percobaan sel Volta sederhana jam jus lemon
6. Mengomunikasikan Hasil	
Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah dan terbuka terhadap pendapat yang lebih relevan.	

3.3. Produk Awal Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran yang dikembangkan memiliki empat karakteristik utama, yaitu berbasis intertekstual, menggunakan model POGIL, bertujuan meningkatkan penguasaan konsep, dan mengembangkan keterampilan proses sains (KPS). Sebagaimana definisi intertekstual sebagai keterkaitan antara pengalaman konkret, tiga level representasi kimia, dan peristiwa di kelas yang diciptakan oleh peserta didik, strategi pembelajaran yang dirancang sudah memuat ketiga level representasi kimia dalam kegiatan pembelajarannya.

Pembelajaran dengan mengaitkan ketiga level representasi kimia ini dimaksudkan agar meningkatkan penguasaan konsep dan memberikan pemahaman konsep yang utuh pada peserta didik, sehingga mampu mencegah terjadinya miskonsepsi. Penguasaan konsep yang ingin ditingkatkan pada strategi pembelajaran ini meliputi perbedaan reaksi spontan dan reaksi nonspontan, komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta dua kompartemen, serta komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta satu kompartemen. Oleh karena itu, strategi pembelajaran ini terdiri dari dua kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran pertama membahas tentang kespontanan reaksi dan sel Volta dua kompartemen, sedangkan kegiatan pembelajaran kedua membahas tentang sel Volta satu kompartemen.

Sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan yaitu POGIL, strategi pembelajaran ini terdiri atas tiga tahapan utama sesuai dengan sintaks pembelajaran POGIL, yaitu eksplorasi, pembentukan konsep, dan aplikasi. Melalui kegiatan-kegiatan pada setiap tahapan tersebut, strategi pembelajaran yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan KPS peserta didik dalam memprediksi, melakukan, mengamati, menafsirkan data, menyimpulkan, dan mengomunikasikan.

Penguasaan konsep peserta didik mengenai perbedaan reaksi spontan dan reaksi nonspontan diperoleh pada tahap eksplorasi. Pada tahap ini peserta didik dituntut untuk dapat membandingkan dua fenomena, yang mana masing-masing fenomena mewakili reaksi spontan dan reaksi nonspontan. Penguasaan konsep diintegrasikan dalam kegiatan KPS, yaitu memprediksi, mengamati, menafsirkan, menyimpulkan, dan mengomunikasikan hasil membandingkan dua fenomena yang ditampilkan.

Penguasaan konsep mengenai komponen dan proses yang terjadi dalam sel Volta diperoleh pada tahap eksplorasi dan pembentukan konsep. Pada tahap eksplorasi, penguasaan konsep diperoleh melalui serangkaian kegiatan KPS, yaitu memprediksi, melakukan percobaan, mengamati, dan mengomunikasikan dari percobaan sel Daniell (Cu-Zn) untuk sel Volta dua kompartemen dan percobaan jam jus lemon untuk sel Volta satu kompartemen. Selanjutnya, kegiatan menafsirkan data dilakukan pada tahap pembentukan konsep untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik melalui pertanyaan-pertanyaan pembimbing pada aspek makroskopis, submikroskopik, simbolik, serta keterkaitan antara ketiganya. Aspek makroskopis diidentifikasi melalui pertanyaan yang berkaitan dengan fenomena yang teramati oleh indra selama percobaan. Selanjutnya, aspek submikroskopik diperoleh melalui pertanyaan yang menuntut peserta didik untuk dapat menjelaskan fenomena yang teramati pada tingkat partikel. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut peserta didik difasilitasi dengan bantuan simulator dan animasi yang menunjukkan fenomena level submikroskopik pada sel Daniell (Cu-Zn). Pemahaman pada aspek simbolik diperoleh melalui pertanyaan mengenai persamaan reaksi dan notasi sel berdasarkan fenomena makroskopis dan submikroskopik. Melalui tahapan ini, diharapkan peserta didik mampu memperoleh penguasaan konsep yang baik terkait komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta, baik sel Volta dua kompartemen maupun sel Volta satu kompartemen.

Penguasaan konsep mengenai komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta diperkuat pada tahap aplikasi. Pada tahap ini, pengetahuan peserta didik diperkuat dan diperluas pada situasi penyelidikan yang berbeda, Peserta didik diberikan latihan soal dengan tipe soal yang mirip pada tahap pembentukan konsep bertujuan agar peserta didik memiliki kesempatan untuk membangun keyakinan terhadap konsep yang dibangunnya ketika mengerjakan konteks yang familiar dan sederhana. Konteks familiar dan sederhana

yang dimaksud di sini adalah sel Volta dua kompartemen dan sel Volta satu kompartemen dengan penyusun kompartemen yang lain. Soal latihan yang diberikan mengenai sel Volta Ag-Cu untuk sel Volta dua kompartemen dan sel Volta Cu-Zn dalam elektrolit air cuka untuk sel Volta satu kompartemen.

3.4. Hasil *Review* Ahli

Kegiatan *review* ahli terhadap rancangan strategi pembelajaran yang dikembangkan dilakukan oleh lima *reviewer*. Kegiatan ini menitikberatkan pada pengujian alur tujuan pembelajaran elemen pemahaman kimia, alur tujuan pembelajaran keterampilan proses sains, dan kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan sintaks POGIL. Dari hasil *review*, diketahui bahwa secara keseluruhan kegiatan pembelajaran yang dikembangkan berpotensi meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik pada materi sel Volta. Hal ini ditunjukkan oleh hasil *review* ahli yang menyatakan bahwa alur tujuan pembelajaran yang dirumuskan sudah sesuai dengan capaian pembelajaran elemen pemahaman kimia (Tabel 3) dan deskripsi konsep; alur tujuan pembelajaran yang dirumuskan sudah sesuai dengan capaian pembelajaran elemen keterampilan proses (Tabel 4) dan deskripsi keterampilan proses sains; serta kegiatan pembelajaran yang dirancang dinyatakan sudah sesuai dengan sintaks pembelajaran POGIL, alur tujuan pembelajaran elemen pemahaman kimia, dan alur tujuan pembelajaran elemen keterampilan proses sains.

Tabel 3. Hasil Uji Kesesuaian ATP Dengan CP Elemen Pemahaman Kimia

CP	ATP	R	Kesesuaian ATP dengan CP Pemahaman Kimia		
			Ya	Tidak	Saran
Memahami sel elektrokimia sebagai implikasi perubahan materi dan energi yang menyertai reaksi kimia serta penerapannya dalam kehidupan	1.1 Membedakan reaksi spontan dan reaksi nonspontan.	1	✓		
		2	✓		
		3	✓		
		4	✓		
		5	✓		
	1.2 Menganalisis komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta dua kompartemen	1	✓		Kegiatan pembelajaran dilakukan terlebih dahulu untuk sel Volta satu kompartemen kemudian dilanjutkan ke sel Volta dua kompartemen mengingat sel Volta dua kompartemen yang lebih kompleks dibandingkan sel Volta satu kompartemen.
		2	✓		
		3	✓		
		4	✓		
		5	✓		
	1.3 Menganalisis komponen dan proses yang terjadi pada sel Volta satu kompartemen	1	✓		
		2	✓		
		3	✓		
		4	✓		
		5	✓		

Tabel 4. Cuplikan Hasil Uji Kesesuaian ATP Dengan CP Elemen Keterampilan Proses

CP	ATP	R	Kesesuaian ATP dengan CP Keterampilan Proses		
			Ya	Tidak	Saran
1. Mengamati	Memprediksi percobaan	1	✓		-
2. Mempertanyakan dan Memprediksi	kespontanan reaksi logam	2	✓		-
3. Merencanakan dan Melakukan	Cu dalam larutan ZnSO ₄	3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
4. Memproses, Menganalisis Data dan Informasi	Mengamati percobaan	1	✓		-
	kespontanan reaksi logam	2	✓		-
	Cu dalam larutan	3	✓		-
5. Mengevaluasi dan Refleksi	ZnSO ₄ Memprediksi percobaan sel Volta Cu-Zn	4	✓		Berikan tabel hasil pengamatan sehingga peserta didik tahu yang harus diamatinya.
6. Mengomunikasikan Hasil		5	✓		-
	Menafsirkan data percobaan	1	✓		-
	kespontanan reaksi logam	2	✓		-
	Cu dalam larutan ZnSO ₄	3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		Mengapa tidak digunakan KKO “menganalisis”?
	Menyimpulkan percobaan	1	✓		-
	kespontanan reaksi logam	2	✓		-
	Cu dalam larutan ZnSO ₄	3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
	Mengomunikasikan hasil kesimpulan percobaan	1	✓		-
	kespontanan reaksi logam	2	✓		-
	Cu dalam larutan ZnSO ₄	3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
	Memprediksi percobaan sel Volta Cu-Zn	1	✓		-
		2	✓		-
		3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
	Merancang percobaan sel Volta Cu-Zn	1	✓		Pertimbangkan kembali kegiatan merancang percobaan karena terlalu rumit bagi peserta didik
		2	✓		Pertimbangkan kembali kegiatan merancang percobaan karena terlalu rumit

CP	ATP	R	Kesesuaian ATP dengan CP		
			Keterampilan Proses		
			Ya	Tidak	Saran
					bagi peserta didik
		3	✓		Sebaiknya kegiatan merancang percobaan dihapuskan karena terlalu rumit bagi peserta didik
		4	✓		-
		5	✓		Sebaiknya tidak meminta peserta didik untuk merancang percobaan di fase awal
	Mengomunikasikan prosedur percobaan sel Volta Cu-Zn	1	✓		-
		2	✓		-
		3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
	Melakukan percobaan sel Volta Cu-Zn	1	✓		-
		2	✓		-
		3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-
	Mengamati perubahan yang terjadi pada percobaan sel Volta Cu-Zn	1	✓		-
		2	✓		-
		3	✓		-
		4	✓		-
		5	✓		-

Berdasarkan hasil *review* ahli, beberapa catatan dari *reviewer* untuk perbaikan dan penyempurnaan strategi pembelajaran yang dikembangkan. Catatan tersebut disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Catatan *Reviewer* terhadap Strategi Pembelajaran yang Dikembangkan

Tahap	Catatan
Orientasi	<i>Reviewer</i> 1, 2, dan 3 menyarankan untuk penulisan guru-siswa atau pendidik-peserta didik lebih konsisten di semua tahap. <i>Reviewer</i> 2 dan 3 menyarankan untuk bagian apersepsi pada kegiatan pembelajaran 1 sebaiknya fokus dalam membahas konsep reaksi redoks yang digunakan dalam materi sel Volta, yaitu konsep transfer elektron dan konsep perubahan bilangan oksidasi. <i>Reviewer</i> 4 menyarankan untuk menuliskan persamaan reaksi sesuai dengan ketentuan IUPAC, yaitu wujud zat dituliskan miring (<i>italic</i>).
Eksplorasi	<i>Reviewer</i> 1, 2, dan 3 menyarankan agar kegiatan pembelajaran dilakukan terlebih dahulu untuk sel Volta satu kompartemen kemudian dilanjutkan ke sel Volta dua kompartemen mengingat sel Volta dua kompartemen yang lebih kompleks dibandingkan sel Volta satu kompartemen.

Tahap	Catatan
	• <i>Reviewer 3</i> menyarankan untuk LKPD dapat mengakomodasi seluruh kegiatan pembelajaran mulai dari orientasi sampai penutup, sehingga pembagian LKPD dilakukan di awal kegiatan pembelajaran. • <i>Reviewer 2</i> menyarankan untuk tidak perlu mencantumkan alur tujuan pembelajaran pada LKPD. • <i>Reviewer 4</i> menyarankan untuk menambahkan tabel hasil pengamatan pada <i>focus question</i> agar terlihat jelas perubahan yang terjadi dan perbedaan kedua fenomena. • <i>Reviewer 4</i> dan <i>5</i> menyarankan untuk menambahkan keterangan nomor gambar. • <i>Reviewer 4</i> menyarankan untuk mencantumkan data E^0 agar membantu peserta didik dalam memprediksi. • <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk memperbaiki tata letak gambar agar tidak menimbulkan kebingungan pada peserta didik. • <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk mengatur ukuran gambar dan keterangan di LKPD, sehingga jelas dan mudah diamati. • <i>Reviewer 1, 2, 3, dan 5</i> menyarankan untuk mengkaji kembali kegiatan merancang percobaan yang dilakukan karena kegiatan merancang percobaan yang dilakukan hanya menentukan tujuan, menentukan alat dan bahan, dan menentukan prosedur percobaan tanpa adanya proses identifikasi variabel-variabel dalam percobaan yang akan dilakukan. Namun, kegiatan mengidentifikasi variabel ini dirasa terlalu sulit bagi peserta didik jika dilakukan pada materi sel Volta. • <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk merubah kalimat “pasang pipa U berisi KCl (jembatan garam) di antara dua gelas kimia” pada prosedur. • <i>Reviewer 4</i> menyarankan untuk menambahkan keterangan jumlah (volume larutan elektrolit) yang jelas pada prosedur yang diharapkan. • <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk menambahkan prosedur “siapkan dua gelas kimia” sebelum prosedur “tambahkan elektrolit ke dalam masing-masing gelas kimia”.
Pembentukan konsep	• <i>Reviewer 1, 2, 3, dan 5</i> menyarankan untuk mengubah urutan pertanyaan dimulai dari oksidasi - reduksi - muatan larutan - netralitas muatan dalam larutan - notasi sel. • <i>Reviewer 1, 2, dan 3</i> menyarankan untuk menambahkan instruksi tambahan dan informasi-informasi yang dibutuhkan ke dalam pertanyaan yang memerlukannya. • <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk menambahkan pertanyaan terkait kandungan dalam jus lemon pada kegiatan pembelajaran 1. • <i>Reviewer 4</i> menyarankan untuk menambahkan data E^0 dalam menuliskan persamaan reaksi masing-masing kompartemen dan reaksi total.
Aplikasi	• <i>Reviewer 5</i> menyarankan untuk menyesuaikan animasi yang digunakan dengan bahan yang digunakan dalam narasi. • <i>Reviewer 4</i> menyarankan untuk menambahkan nilai E^0 untuk setiap spesi.
Penutup	-

Berdasarkan hasil *review* ahli, terdapat beberapa catatan penting untuk perbaikan strategi pembelajaran. Alur tujuan pembelajaran perlu disusun ulang agar lebih runtut dan selaras dengan capaian yang diharapkan. Pertanyaan pada bagian apersepsi juga harus

direvisi agar lebih kontekstual dan mampu membangun rasa ingin tahu peserta didik. Kegiatan merancang pada tahap eksplorasi dinilai terlalu rumit, sehingga perlu disederhanakan agar tetap menantang namun lebih sesuai dengan kemampuan peserta didik. Selain itu, redaksi pada lembar kerja peserta didik (LKPD) harus diperjelas agar lebih mudah dipahami. Penulisan persamaan reaksi kimia juga perlu diperbaiki agar sesuai dengan kaidah IUPAC. Terakhir, urutan pertanyaan pada tahap pembentukan konsep harus diatur ulang, dimulai dari pertanyaan yang konkret menuju abstrak, agar memandu peserta didik membangun pemahaman secara bertahap dan lebih efektif.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa secara keseluruhan kegiatan pembelajaran yang dikembangkan berpotensi meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains peserta didik pada materi sel Volta. Hal ini ditunjukkan oleh hasil *review* ahli yang menyatakan bahwa alur tujuan pembelajaran yang dirumuskan sudah sesuai dengan capaian pembelajaran elemen pemahaman kimia dan deskripsi konsep. Selain itu, alur tujuan pembelajaran juga sesuai dengan capaian pembelajaran elemen keterampilan proses dan deskripsi keterampilan proses sains. Kegiatan pembelajaran yang dirancang dinyatakan selaras dengan sintaks POGIL, alur tujuan pembelajaran pemahaman kimia, serta alur tujuan pembelajaran keterampilan proses sains. Perbaikan dan penyesuaian dilakukan untuk mendapatkan strategi pembelajaran dengan kelayakan yang baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

6. REFERENSI

- Ali, M. T., Woldu, A. R., & Yohannes, A. G. (2022). High School Students' Learning Difficulties in Electrochemistry: A Mini Review. *African Journal of Chemical Education*, 12(2), 202-237.
- Aprilyana, N., Sunanda, A., Sufanti, M., Al-Ma'ruf, A. I., & Nugroho, A. (2023). Application of Learning Models Through Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) to Anecdotal Text Teaching Materials in Order to Be Able to Create Interactive Media in High School. In *International Conference on Learning and Advanced Education (ICOLAE 2022)* (pp. 1537-1554). Atlantis Press.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2016). Analisis Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SD Melalui Project Based Learning. *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 8(1), 82-95.
- Arsy, Y. N., & Octarya, Z. (2022). Efektivitas Strategi Pembelajaran Eksperimen Berbasis Metode Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) terhadap Keterampilan Generik Sains Siswa pada Materi Laju Reaksi. *Journal of Natural Sciences Learning*, 1(1), 68-74.
- Azizirrahim, E., Sutrio, S., & Gunawan, G. (2015). Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses Sains Dalam Model Pembelajaran Guided Discovery Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Fisika Pada Siswa Kelas VIIA SMPN 8 Mataram Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(4), 272-275.

- Becker, N., Stanford, C., Towns, M., & Cole, R. (2015). Translating Across Macroscopic, Submicroscopic, and Symbolic Levels: The Role of Instructor Facilitation in An Inquiry-Oriented Physical Chemistry Class. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 769-785.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. (1983). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman Inc.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). An Evaluation of A Teaching Intervention To Promote Students' Ability To Use Multiple Levels of Representation When Describing and Explaining Chemical Reactions. *Research in Science Education*, 38, 237-248.
- Chusnah, W., Ibnu, S., & Sutrisno, S. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Materi Hidrolisis Garam dengan Pendekatan Scientific Inquiry Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(7), 980-990.
- Fahmi, T. N., & Fikroh, R. A. (2022). Pengembangan Modul Bermuatan Multirepresentasi pada Materi Hidrokarbon untuk SMA/MA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(1), 53-58.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' Competence in Translating Between Different Types of Chemical Representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307-330.
- Gultepe, N. (2016). High School Science Teachers' Views on Science Process Skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(5), 779-800.
- Hatimah, H., & Khery, Y. (2021). Pemahaman Konsep dan Literasi Sains dalam Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 8(1), 111-120.
- Husain, R. H., Mulyani, S., & Wiji. (2013). Pengembangan Representasi Kimia Sekolah Berbasis Intertekstual Pada Submateri Teori Atom Dalton Dalam Bentuk Multimedia Pembelajaran. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 1(1), 52-59.
- Imaduddin, M. (2018). Analisis Miskonsepsi Submikroskopik Konsep Larutan Pada Calon Guru Kimia. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 6(2), 1-12.
- Jariati, E., & Yenti, E. (2020). Pengembangan E-magazine Berbasis Multipel Representasi Untuk Pembelajaran Kimia di SMA Pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(2), 138-150.
- Kramer, M., Olson, D., & Walker, J. D. (2018). Design and assessment of online, interactive tutorials that teach science process skills. *CBE—Life Sciences Education*, 17(2), 19.
- Ningsih, R. K., & Hidayah, R. (2020). Validitas KIT Praktikum Kimia sebagai Media Pembelajaran untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Kelas X pada Materi Metode Ilmiah, Senyawa Kovalen Polar dan Non Polar, serta Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Unesa Journal of Chemical Education*, 9(1), 1-8.
- Ogan-Bekiroğlu, F., & Arslan, A. (2014). Examination of the Effects of Model-Based Inquiry on Students' Outcomes: Scientific Process Skills and Conceptual Knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 1187-1191.
- Özgelen, S. (2012). Students' Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283-292.
- Priliyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Mempelajari Kimia Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11-18.
- Puteri, R. P. I., Mulyani, S., Khoerunnisa, F., Wiji, W., & Widhiyanti, T. (2021). Strategi Pembelajaran Intertekstual dengan POGIL yang Berpotensi Meningkatkan Penguasaan

- Konsep Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Terhadap Laju Reaksi serta KPS Siswa. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 9(1).
- Putri, V. W., & Gazali, F. (2021). Studi Literatur Model Pembelajaran POGIL untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran Kimia. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(2), 61-66.
- Safitri, N. C., Nursa'adah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis Multipel Representasi Kimia Siswa Pada Konsep Laju Reaksi. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(1), 1-12.
- Sagala, R. M., Widhiyanti, T., & Anwar, B. (2021). Strategi Pembelajaran Intertekstual dengan POE yang Berpotensi untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dasar Laju Reaksi serta Keterampilan Proses Sains siswa. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 8(2).
- Stojanovska, M., Petruševski, V. M., & Šoptrajanov, B. (2017). Study of The Use of The Three Levels of Thinking and Representation. *Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences*, 35(1), 37-46.
- Sugrah, N. (2019). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme dalam Pembelajaran Sains. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 19(2), 121-138.
- Sukmawati, W. (2019). Analisis Level Makroskopis, Mikroskopik dan Simbolik Mahasiswa dalam Memahami Elektrokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 195-204.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Widyaningrum, A., & Agustini, R. (2021). Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Ikatan Kimia Kelas X SMA Negeri 6 Madiun. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia (Journal Of Innovation in Chemistry Education)*, 3(1), 1-10.
- Wilandari, D. N., Ridwan, A., & Rahmawati, Y. (2018). Analisis Model Mental Siswa Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Nonelektrolit: Studi Kasus di Pandeglang. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 8(2), 84-94.
- Wu, H. K. (2003). Linking The Microscopic View of Chemistry To Real-Life Experiences: Intertextuality in A High-School Science Classroom. *Science education*, 87(6), 868-891.
- Yuliana, I. F., & Sholichah, N. (2021). Pengembangan Modul Termokimia Berbasis Multi Representasi untuk Melatih Literasi Kimia Mahasiswa pada Materi Termokimia. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 179-185.
- Yuliani, N. (2014). Melatihkan Keterampilan Proses Siswa pada Materi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Reaksi Melalui Model Pembelajaran Inkuiri (Practice Student Process Skills at Rate of Reaction Influence Factors Subject with Inquiry Learning Model). *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(1).